

Geographisches Institut
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn



Lastenrad-Sharing als Instrument der Verkehrswende
am Beispiel der Kreisstadt Siegburg

Bachelorarbeit

vorgelegt von
Annika Bayer

betreut durch
Dr. Juliane Dame

Bonn, den 09.01.2025

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Ziel der Arbeit	2
1.3. Struktur der Arbeit	3
2. Theoretischer Hintergrund	4
3. Inhaltlicher Hintergrund	5
3.1. Shared Mobility	5
3.1.1. Potenzial von Sharing-Angeboten für die Verkehrswende	6
3.1.2. Umweltwirkung von Sharing-Angeboten	7
3.2. Lastenräder	9
3.3. Lastenrad-Sharing	10
3.3.1. Betreibermodelle des Lastenrad-Sharings	11
3.3.2. Nutzende	11
3.3.3. Einflussfaktoren auf die Nutzung eines Lastenrad-Sharing-Systems	12
4. Konzeptioneller Rahmen	13
5. Untersuchungsgebiet	14
6. Methodik	17
6.1. Expert:inneninterviews	18
6.2. GIS-Analyse	21
7. Ergebnisse	24
7.1. Interviewergebnisse	24
7.1.1. Charakteristika des aktuellen Lastenrad-Sharing-Systems	25
7.1.2. SWOT-Analyse eines Lastenrad-Sharing-Systems in Siegburg	27
7.1.3. Einflussfaktoren auf die Nutzung der Lastenrad-Sharing-Stationen	31
7.2. Ergebnisse der GIS-Analyse	33
7.2.1. Aktuelle Stationen	36
7.2.2. potenzielle Stationen	37
8. Diskussion	40
8.1. Allgemeine Diskussion	40
8.2. Limitation	43
9. Fazit	43

Literaturverzeichnis.....	VI
Anhang	XIV

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Expert:inneninterviews	19
Tabelle 2: Übersicht SWOT-Analyse	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Umweltwirkungen einzelner Verkehrsmittel (nach Cherry et al. 2009)	8
Abbildung 2: klassische Lastenradtypen (Dorner et al. 2020).....	10
Abbildung 3: Untersuchungsgebiet Siegburg (Eigene Darstellung)	14
Abbildung 4: Rhein-Sieg-Kreis (Rhein-Sieg-Kreis 2019).....	15
Abbildung 5: Topographische Karte mit Höhenlinien Siegburg (GEOportal.NRW).....	16
Abbildung 6: Stadtraumtypen (Stadt Siegburg)	16
Abbildung 7: Kategorien und Subkategorien der Expert:inneninterviews (eigene Darstellung)	25
Abbildung 8: Priorisierte Altersgruppen (eigene Darstellung)	34
Abbildung 9: Bevölkerungsdichte nach Wahlbezirken (Eigene Darstellung)	35
Abbildung 10: Erreichbarkeit der aktuellen Stationen (Eigene Darstellung)	36
Abbildung 11: Erreichbarkeit Szenario 1 (Eigene Darstellung)	37
Abbildung 12: Erreichbarkeit Szenario 2 (Eigene Darstellung)	38
Abbildung 13: Erreichbarkeit Szenario 3 (Eigene Darstellung)	39

Abkürzungsverzeichnis

BSS.....	Bike-Sharing-System
EU.....	Europäische Union
Kfz.....	Kraftfahrzeug
LSS.....	Lastenrad-Sharing-System
MIV.....	motorisierter Individualverkehr
NRW.....	Nordrhein-Westfalen
Pkw.....	Personenkraftwagen
RSK.....	Rhein-Sieg-Kreis
RSVG.....	Rhein-Sieg Verkehrsgesellschaft
SUMP.....	Sustainable Urban Mobility Plan
ÖPNV.....	öffentlicher Personennahverkehr
ÖPV.....	öffentlicher Personenverkehr

1. Einleitung

Der Verkehrssektor war im Jahr 2023 in Deutschland für 24,3 % aller CO₂-Emissionen verantwortlich. Damit ist er der Sektor mit den zweitmeisten CO₂-Emissionen hinter dem Energiesektor mit 34,6 % (vgl. Umweltbundesamt 2024a). Dabei fallen innerhalb des Verkehrssektors 63 % des Primärenergieverbrauchs auf den Personenverkehr und innerhalb des Personenverkehrs entfällt der größte Teil des Energieverbrauchs auf den Straßenverkehr. Der Personenkraftwagen (Pkw) ist nach dem Flugzeug das energieintensivste Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland (vgl. Umweltbundesamt 2024b). Obwohl die CO₂-Emissionen pro Pkw durch technische Entwicklungen seit 1995 stark verringert werden konnten, stiegen die gesamten CO₂-Emissionen kontinuierlich. Dies liegt vor allem an dem Trend zu größeren Fahrzeugen, an der steigenden Fahrleistung und an der bis in das Jahr 2024 weiter ansteigenden Anzahl an Pkws (vgl. Umweltbundesamt 2024a; Statistisches Bundesamt 2024). Der motorisierte Individualverkehr (MIV), zu welchem der Pkw, der Lastkraftwagen (Lkw) und motorisierte Zweiräder, ausgenommen das Pedelec, zählen, trägt damit zum Anstieg der CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre und damit maßgeblich zur Verstärkung des Treibhauseffektes und zur globalen Erwärmung bei (vgl. MiD 2017; IPCC 2024).

Der Pkw-Besitz führt besonders in Städten zu einem hohen Flächenverbrauch, da der private Pkw durchschnittlich 23 Stunden pro Tag ungenutzt parkt und das in erster Linie am Wohnort (vgl. MiD 2017, 5). Das hohe Verkehrsaufkommen des fließenden Verkehrs führt zu einer erhöhten Verkehrslast, welche sich in Form von Staus äußert. Der Mangel an Abstellplätzen für Pkws im öffentlichen Raum führt zu erhöhtem Parksuchverkehr. Sowohl der Parksuchverkehr als auch Staus tragen wiederum zu den zuvor genannten umweltschädlichen Emissionen bei (vgl. CANZLER 2020).

Die Verkehrswende ist die gesellschaftliche und politische Reaktion auf die negativen Umweltwirkungen des Verkehrssektors. Diese wird durch die Umstellung auf andere Antriebsformen, wie die E-Mobilität, durch die Umnutzung von Verkehrsflächen, die bisher für Kraftfahrzeuge (Kfz) vorgesehen waren, zugunsten anderer Mobilitätsformen und durch die Veränderung des Mobilitätsverhaltens erreicht (vgl. RADTKE 2021). Gelingt die Verkehrswende nicht, werden die Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens nicht erreicht (vgl. CANZLER 2020).

1.1. Problemstellung

Bis heute konnte sich die Persistenz der autogerechten Stadt im Raum und im Mobilitätsverhalten der Menschen erhalten. Infrastrukturelle Maßnahmen sind zeitintensiv, Routinen sind oftmals festgefahren und oftmals besitzt der private Pkw einige Privilegien, wohingegen andere Verkehrsmittel relativ

schlechte Voraussetzungen haben (vgl. APPEL ET AL. 2020). Fehlt ein bedarfsgerechtes Angebot an alternativen Verkehrsmitteln, wird der Umstieg vom Pkw auf den Umweltverbund schwierig (vgl. DLR 2020). Der Umweltverbund umfasst den öffentlichen Personenverkehr (ÖPV), den Radverkehr, den Fußverkehr und Sharing-Angebote (vgl. Canzler et al. 2008). Das Mobilitätsverhalten und die Verkehrsmittelwahl der Bevölkerung können mithilfe des Modal Splits quantifiziert werden. Dieser stellt die Aufteilung der Verkehrsmittel, meist nach Wegen und in prozentualen Anteilen, dar. Ein Weg beschreibt die Strecke vom Ausgangspunkt zum Zielpunkt. Beim Wechsel des Verkehrsmittels bleibt es bei einem Weg (vgl. MiD 2017). Der Modal Split hilft dabei, den Stand der Verkehrswende abzubilden, da eine Umverteilung vom MIV hin zum Umweltverbund, für einen Fortschritt bei der Verkehrswende spricht (vgl. VANOUTRIVE ET AL. 2023, 4).

Der private Pkw besitzt unter anderem dadurch einen Vorteil, dass mit diesem schwere Lasten transportiert werden können. Daher bietet sich ein Lastenrad als mögliche Alternative an. Im deutschlandweiten Modal Split zeigt sich, dass 22,9 % aller Wege Besorgungs- und Servicewege sind. Gleichzeitig sind 26,5 % der Wege, die mit dem Pkw zurückgelegt werden, diesem Wegzweck gewidmet. Diese Zahlen deuten auf eine überproportionale Nutzung des Pkws für Besorgungs- und Servicezwecke hin (vgl. KIT 2016, 96). Hier besitzt das Lastenrad ein Potenzial zur Verlagerung des Modal Splits. Mit der Förderung von Lastenrädern werden wichtige Anreize geschaffen, den Modal Split stärker zugunsten des Umweltverbundes zu verschieben. Da Lastenräder für Privatpersonen momentan vergleichsweise teuer und sperrig sind, bietet sich das Lastenrad als Sharing-Objekt an (vgl. Fraunhofer IML 2016). Auch im Hinblick auf die Flächenknappheit können Lastenräder als Sharing-Objekt effektiver sein als Lastenräder im Privatbesitz (vgl. BÖRJESSON RIVERA ET AL. 2014).

Während Car- und Bike-Sharing-Systeme inzwischen auch in kleineren Städten und Gemeinden angekommen sind, gelten Sharing-Angebote für Lastenräder als neuere Nische (vgl. BECKER ET AL. 2018b). Daher sollen in dieser Arbeit die Lastenrad-Sharing-Systeme (LSS) genauer betrachtet werden. Wie die Gestaltung, Organisation und Finanzierung in kleineren Mittelstädten gelingt, soll am Beispiel der Kreisstadt Siegburg herausgefunden werden.

1.2. Ziel der Arbeit

In dieser Arbeit soll herausgefunden werden, inwiefern das aktuelle LSS der Stadt Siegburg zur Verkehrswende beiträgt. Das System soll in Bezug auf dessen Stärken und Schwächen bewertet und generelle Herausforderungen von LSS in kleineren Mittelstädten betrachtet werden. Aus den gewonnenen Erkenntnissen lassen sich anschließend die Voraussetzungen für ein LSS in Siegburg ableiten,

welches von der Bevölkerung angenommen wird. Das übergeordnete Ziel des LSS in Siegburg ist es, dazu beizutragen, den Radverkehrsanteil im Modal Split der Stadt Siegburg zu erhöhen.

Dies führt zur zentralen Forschungsfrage:

Wie kann der Modal Split der Stadt Siegburg, mithilfe eines Lastenrad-Sharing-Systems, auf den Radverkehr verlagert werden, um die Verkehrswende voranzutreiben?

Daraus ergeben sich folgende untergeordnete Forschungsfragen:

1. *Welche Voraussetzungen und Eigenschaften charakterisieren das aktuelle Lastenrad-Sharing-System in Siegburg?*
2. *Wie kann das aktuelle Lastenrad-Sharing-System in Siegburg bewertet werden und welche Perspektiven bieten sich für dessen zukünftige Entwicklung?*
3. *Welche Standorte in Siegburg sind für Lastenrad-Sharing-Stationen geeignet?*

Bei der Charakterisierung des aktuellen LSS in Siegburg werden die zugrundeliegenden Ziele dargestellt und finanzielle, technische und organisatorische Aspekte des laufenden Betriebs beachtet. Außerdem werden die beteiligten Akteur:innen herausgestellt. Zur Evaluation des aktuellen LSS in Siegburg werden Expert:inneninterviews durchgeführt. Ausgehend von den Erkenntnissen zu Einflussfaktoren auf LSS, werden mithilfe einer Standortanalyse in QGIS passende Standorte für Lastenrad-Sharing-Stationen in Siegburg identifiziert und die Erreichbarkeit dieser und der aktuellen Stationen überprüft.

1.3. Struktur der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist in neun Kapitel gegliedert. Nach der Einleitung liefert das Kapitel *Theoretischer Hintergrund* den Kontext für das gewählte Thema, und der *Inhaltliche Hintergrund* behandelt den aktuellen Forschungsstand zu Shared Mobility und insbesondere Lastenrad-Sharing. Der *Konzeptionelle Rahmen* führt Theorie und Inhalt mit den verwendeten Methoden zusammen. Das Untersuchungsgebiet Siegburg wird in Kapitel 5 beschrieben. Kapitel 6 stellt die angewandte Methodik, einschließlich der Expert:inneninterviews und der GIS-Analyse, vor. Die Ergebnisse der empirischen Forschung zum aktuellen LSS in Siegburg, dessen Chancen und Herausforderungen, die räumlichen Einflussfaktoren auf das System und die potenziellen Standorte für Lastenrad-Sharing-Stationen werden in Kapitel 7 dargestellt. Das Kapitel 8 widmet sich der Diskussion, in der die Resultate reflektiert und Limitationen der Untersuchung aufgezeigt werden. Das Fazit fasst die Hauptkenntnisse dieser Arbeit zusammen.

2. Theoretischer Hintergrund

Das Thema dieser Arbeit kann in die Forschungsdisziplin der Verkehrsgeographie eingeordnet werden. Sie gilt als selbstständiger Bereich in der Geographie und behandelt unter anderem die Auswirkungen und Organisation des Verkehrs und die Entstehung von Verkehrsangebot und Verkehrsnachfrage. Unter Verkehr wird dabei die Ortsveränderung von Personen, Gegenständen und Informationen verstanden (vgl. NUHN ET AL. 2006). Dieses Kapitel geht auf zentrale Aspekte der Verkehrs- und Mobilitätswende ein. Um den begrenzten Rahmen dieser Arbeit nicht zu übersteigen, wird sich dabei auf die für die Behandlung der Fragestellung relevanten Aspekte konzentriert.

RADTKE (2021) definiert die Verkehrswende wie folgt: „Die Verkehrswende in Deutschland zielt insbesondere auf eine Reduktion des motorisierten Individualverkehrs sowie eine Veränderung und damit Aufwertung von Siedlungen, insbesondere Städten, die unter der Verkehrslast stark leiden“ (RADTKE 2021, 23). Dabei stehen der Verkehrswende einige Hürden im Weg, die auf die Persistenz des Leitbildes der autogerechten Stadt der 1960er Jahre zurückzuführen sind. Durch die autogerechte Stadt entstanden unter anderem große Parkräume in den Städten (vgl. RADTKE 2021). APPEL ET AL. (2020) benennen fünf entscheidende Strukturmerkmale, die einen Umstieg vom Pkw auf den Umweltverbund erschweren. Dazu zählen die Mobilitätsroutinen, die Vorteile in Bezug auf Erreichbarkeit und Flexibilität, welche der private Pkw mit sich bringt, die vorhandenen Siedlungs- und Verkehrsstrukturen, die Verkehrspolitik auf lokaler und regionaler Ebene, welche den Fortschritt der Verkehrswende erheblich einschränkt und zuletzt die Autoindustrie, die in Deutschland von einer starken Lobby unterstützt wird. Trotz des Paradigmenwechsels der 1980er Jahre hin zur nachhaltigen Stadtentwicklung konnte sich die autogerechte Stadt bis heute erhalten (vgl. APPEL ET AL. 2020).

Der Verkehrsclub Deutschland (VCD) (2021) spricht von der Mobilitätswende als Subkategorie der Verkehrswende, in welcher es in erster Linie um die sozialen Praktiken, gesellschaftlichen Vorstellungen, Routinen und Emotionen geht, welche Mobilitätsentscheidungen beeinflussen. Das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung spielt demnach bei der Verkehrswende eine bedeutende Rolle. Dieses wird von den räumlichen Strukturen beeinflusst (vgl. SCHATZKI 2010). Es lässt sich sagen, dass die Mobilitätswende „durch Strukturlogiken des gesamtgesellschaftlichen Systems, etablierte Lebensweisen und Routinen sowie der Infrastrukturen schwer zu erreichen“ (RADTKE 2021, 27) ist.

Aufgrund der Persistenz der autogerechten Stadt müssen politische und planerische Maßnahmen ergriffen werden, um die Verkehrswende zu steuern. Ein Beispiel für eine politische Leitlinie ist die Neue Leipzig-Charta der Europäischen Union (EU) für eine nachhaltige, gerechte und integrierte Stadtentwicklung. Diese greift Aspekte des Verkehrs auf, wie multimodale Mobilitätssysteme und die Verlagerung des Modal Splits auf den Umweltverbund (vgl. Europäische Union 2020).

Laut der Studie *Mobilität in Deutschland (2018)* kann Multimodalität als „Nutzung von verschiedenen Verkehrsmitteln bei der Durchführung von Wegen einer Person innerhalb eines bestimmten Betrachtungszeitraums“ (MiD 2017, 131) definiert werden. BECKMANN ET AL. (2013) differenzieren die beiden eng zusammenhängenden Begriffe Multimodalität und Intermodalität. Die Intermodalität bezieht sich auf einen Weg, auf welchem mehrere Verkehrsmittel genutzt wurden, während sich die Multimodalität auf die Beschreibung einer Person bezieht, welche innerhalb eines bestimmten Zeitraumes unterschiedliche Verkehrsmittel nutzt. Die Multimodalität kann ebenfalls auf der Ebene von beispielsweise Bevölkerungsgruppen und Städten beschrieben werden.

Multimodalität muss sich allerdings nicht auf eine Person oder eine Personengruppe beziehen, sie kann auch auf das Verkehrssystem bezogen sein. Ein Verkehrssystem einer Stadt ist multimodal, wenn das Mobilitätsangebot umfassend ist, das heißt, wenn möglichst viele Verkehrsmittel verfügbar und gut miteinander verknüpft sind. Für die Nutzbarkeit und den Zugang zu Mobilitätsangeboten bedarf es neben der reinen Verfügbarkeit auch „Dienste (...), die den potenziellen Nachfragern über eine geeignete Informationsbereitstellung und eine einfache Buchbarkeit der modalen Alternativen oder einer intermodalen Wegekette einen einfachen Zugang zum multi- oder intermodalen System ermöglichen“ (BECKMANN ET AL. 2013, 275). Die Shared Mobility ist ein wesentlicher Teil eines multimodalen Verkehrssystems.

3. Inhaltlicher Hintergrund

Der Schwerpunkt dieses Kapitels liegt zum einen auf der Shared Mobility und deren Einfluss auf eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung, insbesondere auf der Bedeutung von Lastenrädern als Sharing-Objekt und deren Umweltwirkung. Des Weiteren geht es um die Definition und die Charakteristika von Lastenrädern. Dabei wird vor allem der private Gebrauch in den Fokus genommen. Zuletzt wird das Lastenrad-Sharing behandelt. Dabei wird auf die Betreibermodelle, die Nutzenden und auf die Einflussfaktoren auf ein LSS eingegangen.

3.1. Shared Mobility

Laut Mock (2023) werden mit dem Begriff der Shared Mobility Dienstleistungen bezeichnet, die einen kurzfristigen Zugang zu dezentral zugewiesenen Fahrzeugen ermöglichen. Man kann Sharing-Angebote im Hinblick auf unterschiedliche Verkehrsmittel, Systemtypen und Verantwortlichkeiten für den Betrieb unterscheiden. Es gibt unter anderem Sharing-Angebote für Pkws, Fahrräder, Lastenräder und

E-Tretroller. Der Betrieb eines Sharing-Systems kann von privaten Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen, zivilgesellschaftlichen Organisationen oder von Kooperationen mehrerer Akteur:innen übernommen werden. Die Systemtypen können in Free-Floating, stationsbasiert und in hybride Systeme unterschieden werden (vgl. MOCK 2023). Im Free-Floating-Modell wird das Fahrzeug durch eine App lokalisiert und an einer beliebigen Stelle im Stadtgebiet wieder abgestellt (vgl. LE VINE ET AL. 2019). Beim stationsbasierten Systemtyp können geliehene Fahrzeuge nur an festgelegten Stationen wieder abgegeben werden. Dabei sind sowohl One-Way-Fahrten (A-B) als auch Rundfahrten (A-A) möglich. Bei einem A-A-Modell muss das Fahrzeug wieder an derselben Station abgegeben werden, an der es ausgeliehen wurde und beim A-B-Modell kann es an jeder anderen Station des Systems abgegeben werden (vgl. SHAHEEN ET AL. 2015). Vor allem bei BSS ist die Umverteilung der Fahrzeuge innerhalb des Bedingebiets von Bedeutung, beispielsweise, wenn sich die Fahrzeuge überproportional stark auf einen Bereich beziehungsweise eine Station verlagern. Dies gilt besonders für Städte mit steiler Topographie (vgl. WINSLOW ET AL. 2019). Zudem werden mobility-as-a-service-Systeme immer wichtiger. Diese richten sich nach den Bedürfnissen der Nutzenden, bündeln Informationen über verschiedene Mobilitätsoptionen und bieten Reservierungs- und Zahlungsmöglichkeiten auf einer Plattform an (vgl. MOCK 2023; UCL Energy Institute 2015).

Die Finanzierung der Sharing-Angebote erfolgt hauptsächlich durch Einnahmen aus Registrierungs- und Buchungsgebühren. Allerdings reichen die Einnahmen in der Regel nicht aus, um das System zu refinanzieren, daher braucht es insbesondere bei BSS oftmals Subventionierungen (vgl. WINSLOW ET AL. 2019). Die entstehenden Kosten hängen von der Art des Systems, der Flottengröße, der Bevölkerungsdichte und dem Einzugsgebiet ab (vgl. DEMAIIO 2009). Shared Mobility kann als Daseinsvorsorge bezeichnet werden, solange nicht die Gewinnerorientierung im Vordergrund steht (vgl. GÖRÖG 2018).

3.1.1. Potenzial von Sharing-Angeboten für die Verkehrswende

Im Folgenden werden die in Studien dargestellten Potenziale der einzelnen Sharing-Angebote zur Reduzierung des privaten Pkw-Besitzes und der Fahrten mit dem privaten Pkw dargestellt. Laut FIRNKORN ET AL. (2012, 271) hat das Carsharing eine Reduzierungswirkung des Pkw-Besitzes von 4,7 % bis 11,4 %. LE VINE ET AL. (2014, 226) beziffern die Reduzierung des Pkw-Besitzes in London bei einem A-A-Modell um 3,5 % und prognostizieren bei Bereitstellung eines A-B-Modells eine zusätzliche Reduzierung um 0,5 %. Eine weitere Studie von LE VINE ET AL. (2019, 122) zeigt, dass bei 37 % der Nutzenden eines Free-Floating-Carsharing-Angebotes ein Einfluss auf ihren Pkw-Besitz bemerkbar war. Darunter fallen auch Personen, die die Abschaffung des privaten Pkws in Erwägung ziehen. Laut dem Institut für Mobilitätsforschung (2016) hat das stationsbasierte Carsharing eine größere Wirkung auf die Reduzierung des

Pkw-Besitzes, während Free-Floating-Carsharing vor allem als Ergänzung zum privaten Pkw gesehen wird.

Es gibt keine Forschung, die zeigt, ob Bike-Sharing die Pkw-Nutzung reduzieren kann (vgl. WINSLOW ET AL. 2019). Untersuchungen deuten jedoch darauf hin, dass durch Bike-Sharing vor allem die Mobilitätsoptionen zu Fuß gehen und der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) ersetzt werden. Das bedeutet allerdings nicht, dass Bike-Sharing kein Potenzial zur Verlagerung vom Pkw zum Radverkehr besitzt (vgl. FISHMAN ET AL. 2013).

BISSEL ET AL. (2024, 224) untersuchten den Einfluss von Lastenrad-Sharing auf den Pkw-Besitz und fanden heraus, dass 6 % der befragten Pkw-Besitzer:innen die Anzahl der Pkws im Haushalt seit der Nutzung von Lastenrad-Sharing reduziert haben. Sie betonen allerdings, dass dies nicht zwingend auf die Nutzung des Lastenrad-Sharings zurückzuführen ist. 8 % der Befragten, die keinen Pkw besitzen, sagen, dass sie kurz vor beziehungsweise nach der Nutzung von Lastenrad-Sharing den privaten Pkw abgeschafft haben. Insgesamt wird das Potenzial der Pkw-Reduktion bei Nutzenden von Lastenrad-Sharing auf 7,4 % bis 18,1 % prognostiziert. Verglichen mit der Studie von FIRNKORN ET AL. (2012), welche ein ähnliches Forschungsdesign hat, ist die Wirkung von Lastenrad-Sharing in Bezug auf die Reduzierung des Pkw-Besitzes größer als beim Carsharing. Im Bereich der privaten Logistik, welche Transporte und Besorgungen von Waren und Dienstleistungen umfasst, besteht das größte Verlagerungspotenzial vom privaten Pkw auf das Rad beziehungsweise Lastenrad (vgl. WRIGHTON ET AL. 2016). Laut CARRACEDO ET AL. (2022, 8) können mit der Etablierung von E-Lastenrädern 1 bis 4 Fahrten pro Woche mit dem Pkw vermieden werden. Dies bezieht sich allerdings auf die allgemeine Lastenradnutzung und nicht ausschließlich auf Sharing.

Die Shared Mobility besitzt die Stärke einer effizienten und suffizienten Herangehensweise. Bei der Effizienz geht es um die Minimierung von Ressourcenverbrauch und Energieintensität von Gütern und Dienstleistungen im Sinne einer Output-Input-Relation, während es bei der Suffizienz um eine allgemeine Reduzierung des Ressourcen- und Energieverbrauchs geht (DIEKMANN 1999). Die gemeinschaftliche Nutzung von Fahrzeugen steigert die Effizienz und das Verzichtens der Nutzenden auf den Besitz eines eigenen Fahrzeuges entspricht dem Suffizienzgedanken (vgl. AMELI 2021).

Allerdings können Sharing-Angebote auch Nachteile aufweisen, wie negative Umweltwirkungen einzelner Verkehrsmittel (vgl. LOSKE 2019).

3.1.2. Umweltwirkung von Sharing-Angeboten

Da es ein Ziel der Shared Mobility ist, negative Umweltwirkungen zu verringern, sollte die Umweltwirkung einzelner Verkehrsmittel betrachtet werden. Der Pkw verursacht bei fast allen Luftschadstoffen

den höchsten Ausstoß und der Energieverbrauch ist ebenfalls am höchsten, während das Fahrrad am wenigsten Luftschadstoffe ausstößt und der Energieverbrauch am geringsten ist. Ein Lastenrad ohne E-Antrieb kann bei den untersuchten Verkehrsmitteln am ehesten den Fahrrädern zugeordnet werden. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, haben Pedelecs und sogenannte bicycle-style electric bikes (BSEB) durch den zusätzlichen E-Antrieb eine höhere Umweltwirkung als Fahrräder ohne zusätzlichen Antrieb. Pedelecs und E-Bikes schneiden in Bezug auf die negativen Umweltwirkungen besser ab als Pkw, Motorrad oder E-Scooter, allerdings schlechter als das Fahrrad und unter Berücksichtigung, dass mit dem Bus viele Personen befördert werden können, auch schlechter als der Bus. Pedelecs und E-Bikes sind energieeffizienter als Motorräder (siehe Abb. 1). Allerdings verursacht die Produktion von Lithium-Ionen-Batterien, die für elektrisch angetriebene Fahrzeuge eingesetzt werden, Umweltbelastungen wie CO₂-Emissionen und einen hohen Energieverbrauch (vgl. DUNN ET AL. 2012). Es ist davon auszugehen, dass E-Lastenräder durch das höhere Gewicht und den damit verbundenen höheren Energieverbrauch eine höhere Umweltwirkung als Pedelecs haben. Allerdings gibt es zu den Umweltwirkungen von E-Lastenrädern noch keine Forschung (vgl. CHERRY ET AL. 2009).

	Energy Use (kWh/100 pax-km)	CO ₂ (g/pax-km)	SO ₂ (g/pax-km)	PM (g/pax-km)	CO (g/pax-km)	HC (g/pax-km)	NO _x (g/pax-km)	Pb ^c (mg/pax- km)
Car ^d	47–140	102–306	0.23–0.69	0.09–0.28	3.4–10.1	0.57–1.67	0.44–1.32	18–53
Bus	8.7–26.2	24.2–96.8	0.01–0.04	0.04–0.14	0.08–0.32 ^e	0.008–0.030 ^e	0.14–0.54 ^e	1–4
Motorcycle	21–42	64–128	0.04–0.08	0.20–0.40	6.3–12.5 ^e	1.13–2.25 ^e	0.08–0.15 ^e	16–32
Bicycle	4.88	4.70	0.01	0.06	Unknown	Unknown	Unknown	0
BSEB	3.8–7.6	15.6–31.2	0.07–0.14	0.07–0.14	0.007–0.014 ^a	0.027–0.053 ^a	0.010–0.020 ^a	145–290
SSEB	4.9–9.9	20.2–40.5	0.09–0.17	0.10–0.19	0.009–0.017 ^a	0.032–0.064 ^a	0.014–0.027 ^a	210–420

Abbildung 1: Umweltwirkungen einzelner Verkehrsmittel (nach Cherry et al. 2009)

Das Free-Floating-Carsharing weist unter allen Sharing-Angeboten die geringsten positiven Umwelteffekte auf (vgl. MOCK 2023). Wie zuvor erwähnt ist das Potenzial von Bike-Sharing, den Modal Split zugunsten des Umweltverbundes zu verlagern und Pkws abzuschaffen, nicht ganz klar (siehe Kap. 3.1.1.). Immerhin haben sie die geringste negative Umweltwirkung, wenn es sich um Räder ohne E-Antrieb handelt. Dies gilt ebenfalls für Lastenräder ohne E-Antrieb. Allerdings sind E-Lastenräder bei Sharing-Systemen üblicher. Wenn die zunehmende Verbreitung von Pedelecs und E-Lastenrädern die Beschaffung und Nutzung von Pkws nicht verringern kann, muss kurz- und mittelfristig mit zusätzlichen Emissionen gerechnet werden und es entsteht ein Rebound-Effekt (vgl. MARX GÓMEZ ET AL. 2019). Ein Rebound-Effekt ist gegeben, wenn der Energie-Input pro Einheit, in diesem Fall bezogen auf das Verkehrsmittel, zwar reduziert wird, aber der gesamte Energie-Output steigt (vgl. SANTARIUS 2014). E-Lastenräder sind zwar umweltfreundlicher als Pkws, aber wenn diese nur als Ergänzung dienen, ist ihre Wirkung in Bezug auf Umweltfreundlichkeit insgesamt kontraproduktiv.

Shared Mobility kann an diesen Aspekt anknüpfen, da sie ein höheres Ressourceneinsparungs- und Umweltentlastungspotenzial besitzt als der private Besitz von Fahrzeugen. Allerdings betrifft ein weiterer Aspekt in Bezug auf die negativen Umweltwirkungen von Sharing-Angeboten die Umverteilung der Fahrzeuge. Die positiven Umweltwirkungen von Sharing-Systemen werden potenziell durch die Umverteilung der Fahrzeuge, durch Transporter, die ebenfalls nicht klimaneutral sind, zunichtegemacht (vgl. WINSLOW ET AL. 2019). Ob die negativen oder die positiven Wirkungen von Sharing-Angeboten dominieren, hängt von der Gestaltung des Systems ab (vgl. LOSKE 2019).

3.2. Lastenräder

Unter Lastenrädern versteht man Fahrräder, die speziell darauf ausgelegt sind, große Lasten oder mehrere kleinere Gegenstände zu transportieren. Dafür verfügen sie in der Regel über eine größere Transportbox vorne beziehungsweise hinten am Fahrrad (vgl. GIGLIO ET AL. 2021; Fraunhofer IML 2016, 19). Lastenräder sind nicht nur für den Transport von Gütern geeignet, sondern auch für den Transport von Personen, insbesondere von Kindern (vgl. Fraunhofer IML 2016). Die Popularität von Lastenrädern kann in drei Wellen eingeteilt werden. In der ersten Phase wurden Lastenräder von Gewerbetreibenden Ende des 19. Jahrhunderts genutzt. Durch die Motorisierung wurden sie allerdings wieder verdrängt. In der zweiten Welle wurden Lastenräder vor allem von einzelnen Fahrradkurierdiensten in den 70er- und 80er-Jahren wieder etabliert. Die derzeitige, stark zunehmende Verbreitung von Lastenrädern, begleitet von einer Professionalisierung und Diversifizierung der Branche, verkörpert die dritte Welle (vgl. DORNER ET AL. 2019).

Da der Begriff der Mikromobilität nicht eindeutig zu definieren ist, ist es schwer zu sagen, ob Lastenräder in diese Kategorie eingeteilt werden können. Mikromobilität ist ein Sammelbegriff für Fahrzeuge, welche für ein oder zwei Personen geeignet sind, elektrisch angetrieben werden und als umweltfreundlich gelten (vgl. SHIN ET AL. 2018). GIGLIO ET AL. (2021) zählen darunter in erster Linie Fahrzeuge, die dazu da sind, die letzte Meile zu überbrücken. Bei der letzten Meile geht es um die letzten Kilometer vor dem Ziel. Lastenrad-Modelle können zwischen zwei bis vier Räder haben. Sie können in vier Elektrifizierungsgrade unterteilt werden. Es gibt Lastenräder ohne E-Antrieb, als Pedelec mit einer Unterstützung bis zu 25 km/h, als S-Pedelec mit einer Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h und als E-Bike, das ohne Treten angetrieben wird. Allerdings sind Lastenräder, die über 25 km/h fahren können, untypisch, da sie in diesem Fall nicht mehr führerscheinfrei gefahren werden können und rechtlich nicht mehr als Fahrrad gelten. Ein Rad kostet ungefähr zwischen 2.500 € und 5.000 € (vgl. Fraunhofer IML 2016, 9ff; KLUMPP et al. 2021, 535). Die Reichweiten eines E-Lastenrads liegen zwischen 20 km und 83 km (vgl. KLUMPP et al. 2021, 536). In Abbildung 2 sind die gängigsten Lastenrad-Modelle aufgeführt.

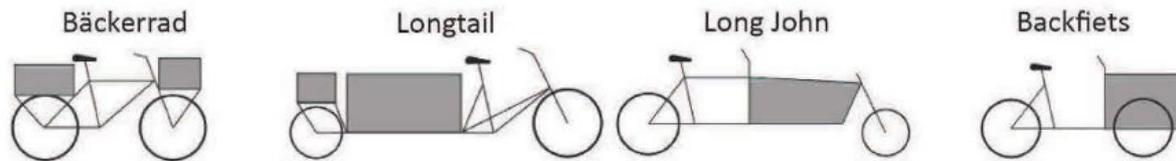


Abbildung 2: klassische Lastenradtypen (Dorner et al. 2020)

BECKER ET AL. (2018b) führt die Vor- und Nachteile verschiedener Lastenrad-Modelle auf. Demnach hätten zweirädrige-Lastenräder, wie das Longtail- und Long John Modell (siehe Abb. 2), den Vorteil des schnelleren Vorankommens im Straßenverkehr und den Nachteil, dass diese stärker balanciert werden müssen. Insgesamt wären dreirädrige Lastenräder bei unerfahrenen Nutzenden beliebter.

Im Durchschnitt legen Nutzende am Tag Distanzen von 14,4 km zurück und fahren durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit von 14,5 km/h (vgl. CARRACEDO ET AL. 2022, 8). Das bedeutet, dass sie rund eine Stunde am Tag auf dem Lastenrad verbringen. Eine Untersuchung von CARRACEDO ET AL. (2022) ergab, dass die größte Sorge der potenziellen Nutzenden von Lastenrädern die Verkehrssicherheit betrifft. Die Gründe, sich gegen den Besitz eines Lastenrads zu entscheiden, sind die fehlenden Abstellmöglichkeiten, die hohen Anschaffungskosten, der seltene Bedarf, die Möglichkeit zur Mitnutzung bei anderen Personen und die Verfügbarkeit von öffentlichen LSS (vgl. DORNER ET AL. 2019). Insgesamt haben Lastenräder in der privaten Nutzung trotz der derzeitigen Popularitätswelle noch nicht die breite Masse erreicht. 78 % der Befragten im Fahrrad-Monitor wissen, was Lastenräder sind und 3 % der Befragten nutzen sie (vgl. Fahrrad-Monitor 2023, 17). Dies liegt unter anderem daran, dass das Fahren eines Lastenrades als eine neue Praxis bezeichnet werden kann, welche neue Fähigkeiten erfordert (vgl. BÖRJESSION RIVERA ET AL. 2014).

3.3. Lastenrad-Sharing

Während Bike-Sharing in erster Linie für Freizeitfahrten oder in Verbindung mit dem ÖPNV genutzt wird, werden Lastenräder überwiegend für Personen- und Lebensmitteltransporte eingesetzt (vgl. TRAN ET AL. 2015; DORNER ET AL. 2019). 37 % der Nutzenden verwenden das Sharing-Lastenrad zum Transport von Lebensmitteln und 32 % zum Transport von Kindern (BISSEL ET AL. 2024, 11). Es gibt einige Arten, wie ein LSS betrieben und gestaltet werden kann. Sie können sich bezüglich des Betreibermodells und der Zielgruppe unterscheiden. Welche soziodemografischen Merkmale Bürger:innen aufweisen, die häufig Lastenräder nutzen, wird in Kapitel 3.3.2. behandelt. Darauf folgend werden die Einflussfaktoren auf ein LSS besprochen.

3.3.1. Betreibermodelle des Lastenrad-Sharings

Bei den Betreibermodellen kann zwischen dem privat, kommerziell und öffentlich organisierten Lastenrad-Sharing unterschieden werden (vgl. Fraunhofer IML 2016). Das private Community-Sharing findet in der Regel in einer kleinen und geschlossenen Gruppe statt. Es ist dementsprechend nicht öffentlich und wird von den Nutzenden selber finanziert. Betreiber können beispielsweise Vereine oder Kirchengemeinden sein (vgl. BECKER ET AL. 2018b; Fraunhofer IML 2016).

Zu den öffentlichen LSS können unter anderem die freien Lastenrad-Initiativen gezählt werden. Diese basieren auf einem gemeinschaftlich orientierten Modell und sind daher kostenfrei. Sie finanzierten sich in der frühen Phase in erster Linie durch Crowdfunding. Mit der Zeit standen allerdings mehr Förderungen auf lokaler-, Landes-, Bundes- und EU-Ebene zur Verfügung. Außerdem werden sie durch Spenden von Freiwilligen und gemeinnützigen Initiativen unterstützt (vgl. BECKER ET AL. 2018b). Ein öffentliches LSS, auf das sich diese Arbeit fokussiert, „ist ein zentral organisiertes, öffentlich zugängliches Mobilitätsangebot im urbanen Raum für auf den Transport von Waren oder Personen ausgelegte Fahrräder an mehr als einer Verleihstation“ (Fraunhofer IML 2016, 18). Ein LSS finanziert sich in erster Linie durch Gebühren, Werbeeinnahmen und externe Zufinanzierung, durch beispielsweise öffentliche Mittel, Förderungen oder die Unterstützung durch die Privatwirtschaft (vgl. Fraunhofer IML 2016). Dabei schreiben die Kommunen eine bestimmte Anzahl an Lastenrädern für eine bestimmte Zeit aus. Die Betreiber reagieren darauf und erhalten einen Zuschlag der Kommune (vgl. BECKER ET AL. 2018b). Ein kommerzielles LSS ist ebenfalls für die öffentliche Nutzung vorgesehen. Dabei beschaffen und betreiben private Unternehmen die Räder. Das können zum Beispiel Handels- oder Wohnungsunternehmen sein (vgl. Fraunhofer IML 2016).

Zudem gibt es Arten des Lastenrad-Sharings, die durch eine Mischform betrieben werden können. Das Host-System stellt oftmals eine Mischung aus privat und öffentlich betriebenen Sharing dar. Die Kommune kann Lastenräder zur Verfügung stellen, welche dann vom Host vermietet und gewartet werden. Diese Hosts können zum Beispiel Cafés oder öffentliche Einrichtungen sein (vgl. BECKER ET AL. 2018b).

3.3.2. Nutzende

Nutzende von Lastenrädern sind oftmals der oberen Mittelklasse zuzuordnen. Sie sind typischerweise männlich, Ende 30 bis Anfang 40 und haben einen Hochschulabschluss (vgl. CARRACEDO ET AL. 2022, 8). Das Durchschnittsalter der Nutzenden der Freien Lastenräder beträgt 38 Jahre. Die Altersspanne ist allerdings sehr groß (vgl. BECKER ET AL. 2018a, 160). Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (2016) stellt fest, dass die Nutzung von Lastenrad-Sharing durch Personen unter 18 Jahren untypisch ist, da diese meist erst an Personen über 18 Jahren vermietet werden. Wenn die Lastenräder mit einem

E-Antrieb ausgestattet sind, ist zudem eine hohe Nutzung durch die Altersgruppe der 40- bis 65-Jährigen zu erwarten.

Bei den Freien Lastenrädern sind 63 % der Nutzenden männlich (vgl. BECKER ET AL. 2018a, 160). RIGGS ET AL. (2016, 50) nennen mit 62 % einen ähnlichen Anteil. Die Lebenssituationen von Nutzenden der Freien Lastenräder sind heterogen. 31 % haben Kinder unter 18 Jahre, 25 % leben in Zweipersonenhaushalten, 22 % leben in Wohngemeinschaften und 17 % in Einzelpersonenhaushalten (vgl. BECKER ET AL. 2018a, 160). Laut DORNER ET AL. (2019, 545) zeichnet Besitzer:innen von Lastenrädern aus, dass sie häufig in Haushalten mit einer höheren Anzahl an Personen beziehungsweise einer hohen Anzahl Kinder und Jugendlicher leben und im Durchschnitt mehr als 2 Fahrräder pro Person besitzen. 67 % der Besitzer:innen von Lastenrädern haben einen Bachelor- oder einen Masterabschluss und 50 % ein Haushaltseinkommen von über 100.000 \$ pro Jahr und können somit der Mittel- oder Oberschicht zugeteilt werden (vgl. RIGGS 2016, 50). Dies muss allerdings nicht unbedingt auf Nutzende von Lastenrad-Sharing zutreffen.

Laut HESS ET AL. (2019) wird die Wahrscheinlichkeit, dass eine Person Lastenrad-Sharing nutzt, höher, wenn mehr Wege mit dem Fahrrad oder zu Fuß unternommen werden. Das Hauptverkehrsmittel von Nutzenden der Freien Lastenräder ist mit 71 % das Fahrrad, gefolgt von dem ÖPV mit 13 %. 6 % der Befragten nutzen den privaten Pkw am häufigsten und weitere 6 % bezeichnen sich als multimodal. 3 % der Befragten gehen hauptsächlich zu Fuß (vgl. BECKER ET AL. 2018a, 160).

Von den Personen, die die Anzahl der Pkws im Haushalt reduziert haben oder sich gegen den Kauf eines Pkw entschieden haben und gleichzeitig Lastenrad-Sharing nutzen, nennen 80 % den Umweltschutz und 49 % finanzielle Gründe als Motiv (vgl. BISSEL ET AL. 2024, 226). Die meisten Nutzenden der Freien Lastenräder sind durch persönliche Kontakte zum Lastenrad-Sharing gekommen. Weitere Auslöser sind Social Media und die Sichtbarkeit der Lastenräder im öffentlichen Raum (vgl. BECKER ET AL. 2018a).

3.3.3. Einflussfaktoren auf die Nutzung eines Lastenrad-Sharing-Systems

Neben den zuvor genannten soziodemographischen Einflussfaktoren, die sich auf den Erfolg des LSS auswirken können, werden nun die räumlichen Einflussfaktoren thematisiert. Bei steiler Topographie ist es sinnvoller, Lastenräder mit E-Antrieb einzusetzen. Bei einem LSS mit nicht-elektrisierten Lastenrädern und steiler Topographie sinkt die Attraktivität enorm (vgl. Fraunhofer IML 2016). Ein weiterer räumlicher Einflussfaktor auf die Nutzung des LSS ist die Qualität der Radwege. Neben einer guten Radinfrastruktur, können verkehrsberuhigende Maßnahmen und Tempo-30 einen positiven Einfluss auf die Radnutzung im Allgemeinen haben, während Regelungen wie Durchfahrtsverbote in

Fußgängerzonen die Nutzung wiederum einschränken können (vgl. Fraunhofer IML 2016; ANDERLUH ET AL. 2016).

Die Stadtraumtypen, in welchen Lastenrad-Sharing-Stationen am sinnvollsten sein könnten, sind zum einen die Kernstadt und die Gründerzeitquartiere, da dort mangelnder Parkraum, stockender Verkehrsfluss und schmale Verkehrswege die Mobilität mit dem Pkw erschweren. Vor allem in Wohngebieten trägt Lastenrad-Sharing mit am meisten zur Reduzierung des Verkehrsaufkommens bei (vgl. Fraunhofer IML 2016; OOSTENDORP ET AL. 2020). Je höher die Bevölkerungsdichte im Umfeld der Station ist, desto größer ist die Nachfrage (vgl. Fraunhofer IML 2016).

Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (2016, 24) empfiehlt außerdem, dass die Station nicht weiter als 300 Meter vom Wohnort entfernt sein sollte, damit das LSS genutzt wird. Dies entspricht ungefähr 4 Gehminuten. Wenn die Station über eine Fahrradabstellanlage verfügt, kann sich der Einzugsradius erhöhen. So kann eine intermodale Mobilitätskette entstehen. Eine hohe Verfügbarkeit, flächendeckend über das Gebiet verteilt, steigert die Anreize ebenfalls (vgl. CHEN ET AL. 2019). Eine Untersuchung von DORNER ET AL. (2020) zeigt, dass in Bezirken mit einem besseren Angebot an Sharing-Stationen auch die Ausleihzahlen höher sind.

4. Konzeptioneller Rahmen

Das Konzept der Shared Mobility (siehe Kap. 3.1.) bildet die Grundlage zur Charakterisierung des bestehenden LSS in Siegburg, welche in der ersten Forschungsfrage thematisiert wird. Dabei werden unter anderem der Betrieb, der Systemtyp, die Akteur:innen und die Finanzierung betrachtet. Die Verkehrswende (siehe Kap. 2.) bildet das übergeordnete Ziel, dem das LSS zugeordnet wird. Der Modal Split und dessen Verlagerung innerhalb eines bestimmten Zeitraums dient dabei als Maßstab zur Quantifizierung des Erfolgs einer gelungenen Verkehrswende. In dieser Arbeit wird das Lastenrad-Sharing als ein Instrument der Verkehrswende betrachtet und das LSS in Siegburg anhand der Kriterien bewertet, die für deren Umsetzung entscheidend sind. Dabei wird das Potenzial von Lastenrad-Sharing in Abwägung mit den negativen Umweltwirkungen von Lastenrädern betrachtet und die Faktoren untersucht, die zu einer erhöhten Nutzung von LSS führen. Welche Stärken und Schwächen das aktuelle LSS aufweist und welche Perspektiven es hat, sowie unter welchen Bedingungen ein LSS am besten genutzt wird, kann durch die Expert:inneninterviews herausgefunden werden. Die Standortanalyse, die zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage durchgeführt wird, wird auf Basis der Erkenntnisse aus den Interviews und des *Theoretischen Hintergrunds* durchgeführt. Die Verteilung und Anzahl der Stationen, sowie die Anzahl der Fahrzeuge, haben einen Einfluss auf die Nutzung des Systems.

5. Untersuchungsgebiet

Für diese Arbeit wird das Stadtgebiet von Siegburg untersucht (siehe Abb. 3). Der gesamte rechtsrheinische Rhein-Sieg-Kreis (RSK) spielt allerdings ebenfalls eine Rolle, da dieser das Bediengebiet des derzeitigen BSS darstellt. Die Stadt Siegburg liegt im rechtsrheinischen Teil des RSK und fungiert als Kreisstadt für den gesamten Kreis. Der RSK liegt in Nordrhein-Westfalen (NRW) südlich von Köln und umschließt die Stadt Bonn (siehe Abb. 4). Die Stadt grenzt im Süden an die Sieg und an Sankt Augustin, im Südosten an Hennef, im Osten an die Wahnbachtalsperre, im Nordosten an Neunkirchen-Seelscheid, im Norden an die Stadt Lohmar und im Westen an Troisdorf (siehe Abb. 3).

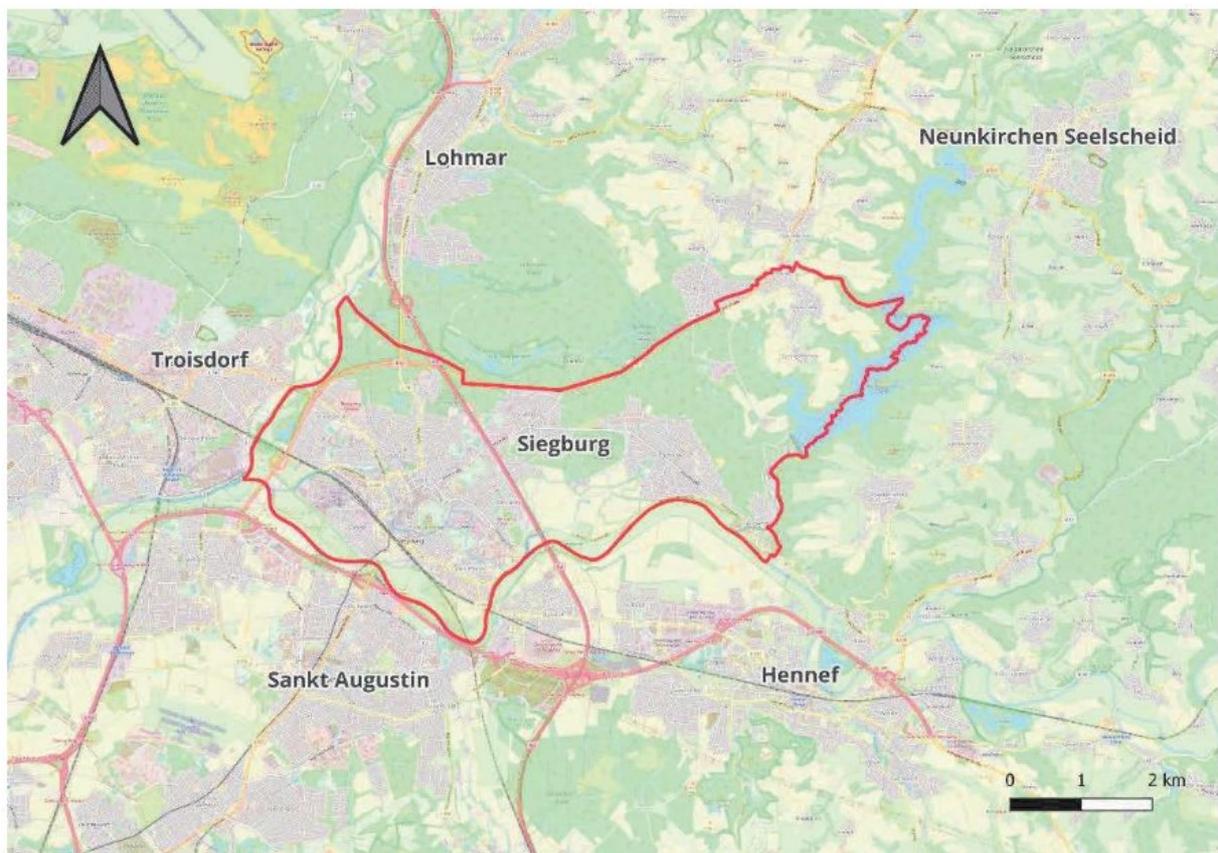


Abbildung 3: Untersuchungsgebiet Siegburg (Eigene Darstellung)

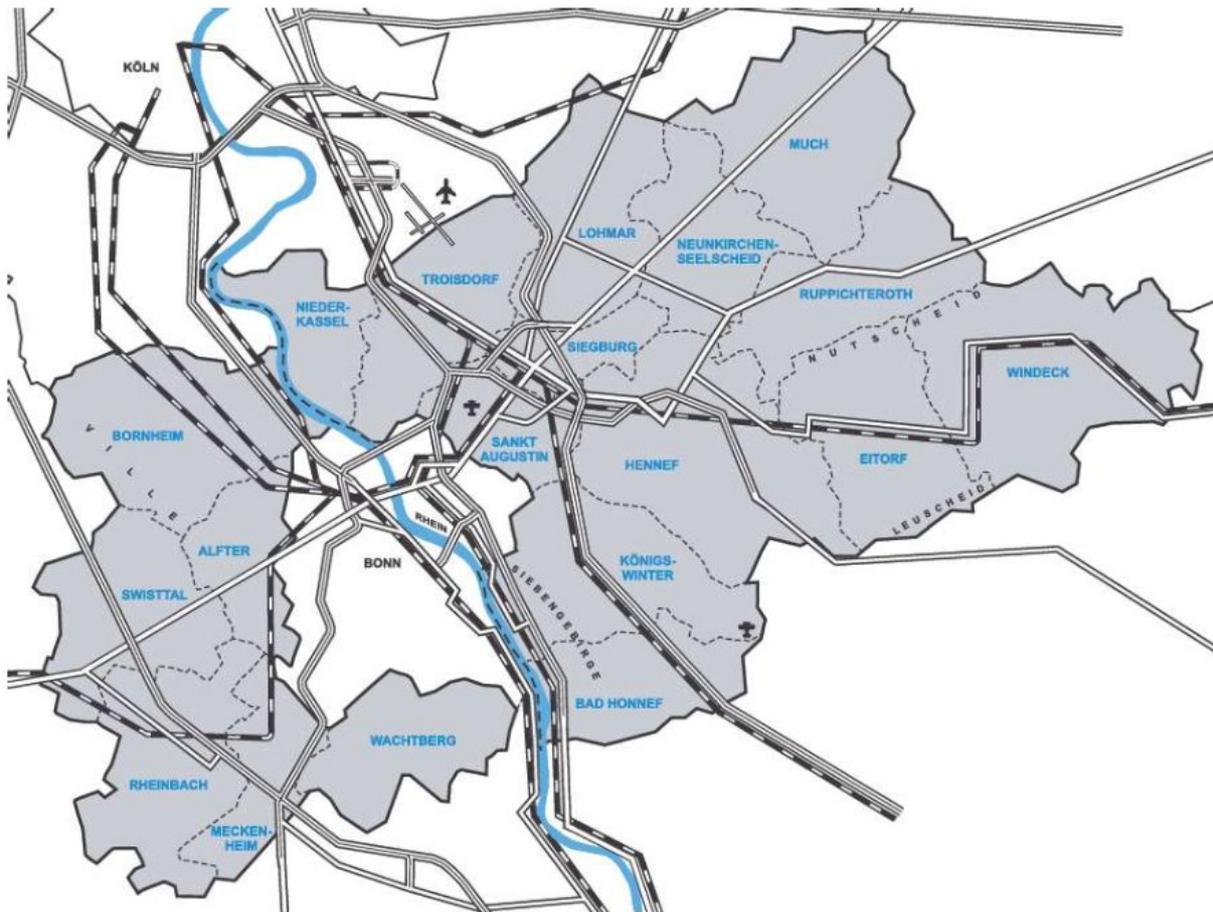


Abbildung 4: Rhein-Sieg-Kreis (Rhein-Sieg-Kreis 2019)

Topographisch liegt Siegburg am Fuße des Bergischen Landes. Daher ist der nordöstliche Teil des Gemeindegebietes höher gelegen. Der Ort Kaldauen liegt rund 100 Meter und der Ort Braschoß rund 130 Meter höher als die Kernstadt. Der Michaelsberg ist eine weitere Erhebung, zentral im Stadtgebiet gelegen (siehe Abb. 5).

Die Stadt Siegburg hat rund 44.000 Einwohner*innen (Kreisstadt Siegburg 2024a). Sie besitzt eine Bevölkerungsdichte von 2.009 Einwohner*innen pro Quadratkilometer (Bevölkerungsalter nach Wahlbezirk, siehe Anhang A). Die Bevölkerungsdichte konzentriert sich dabei vor allem auf den westlichen, innerstädtischen Bereich von Siegburg. Zu der Kernstadt im Westen zählen die Stadtteile Zentrum, Brückberg, Zange, Deichhaus, Wolsdorf und Stallberg. Im östlichen Teil des Gemeindegebietes dominieren ländliche Strukturen und eine geringere Bevölkerungsdichte. Östlich der Kernstadt und südwestlich der Wahnbachtalsperre liegen die Stadtteile Kaldauen und Selingenthal und nordwestlich der Wahnbachtalsperre liegen Braschoß, Schneffelrath und Schreck. Die Stadtteile sind in Anhang B dargestellt. Die Wohngebiete konzentrieren sich auf den westlichen Teil des Gemeindegebietes. Im Südosten befinden sich mehrere Gewerbe- und Industriegebiete. Das östliche Gebiet wird, bis auf die Orte Kaldauen, Braschoß und Schreck, von ausgedehnten Waldflächen geprägt (siehe Abb. 6).

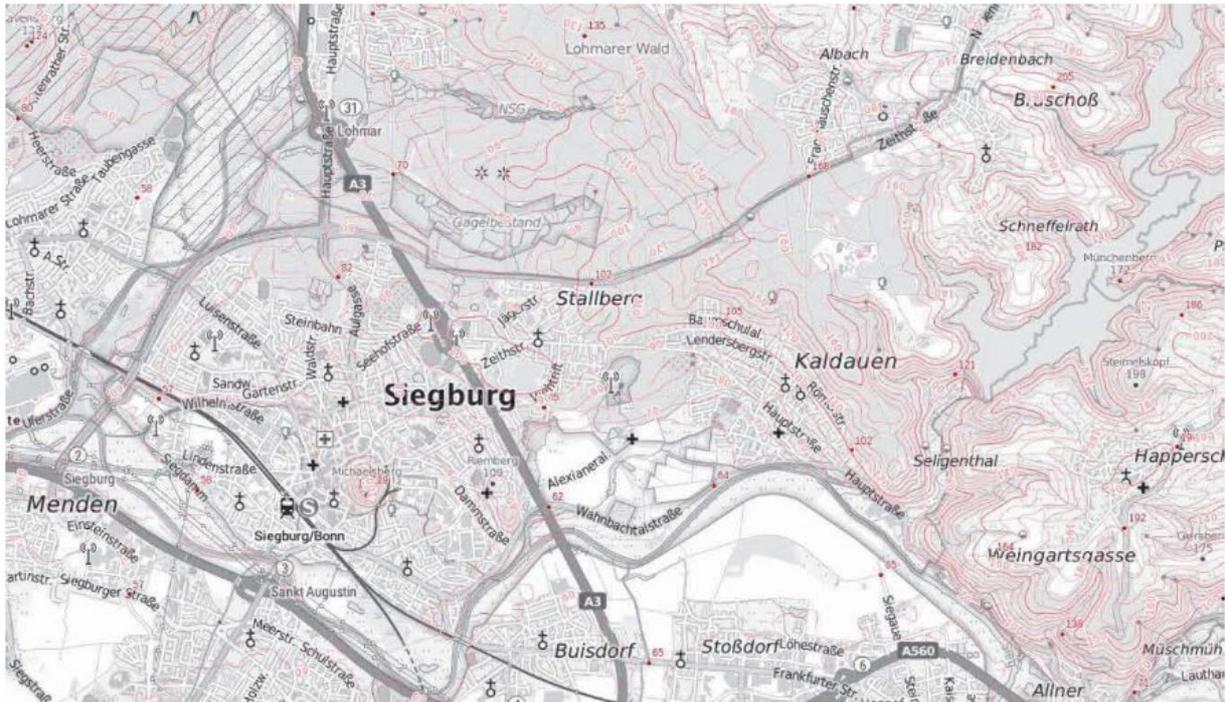


Abbildung 5: Topographische Karte mit Höhenlinien Siegburg (GEOportal.NRW)

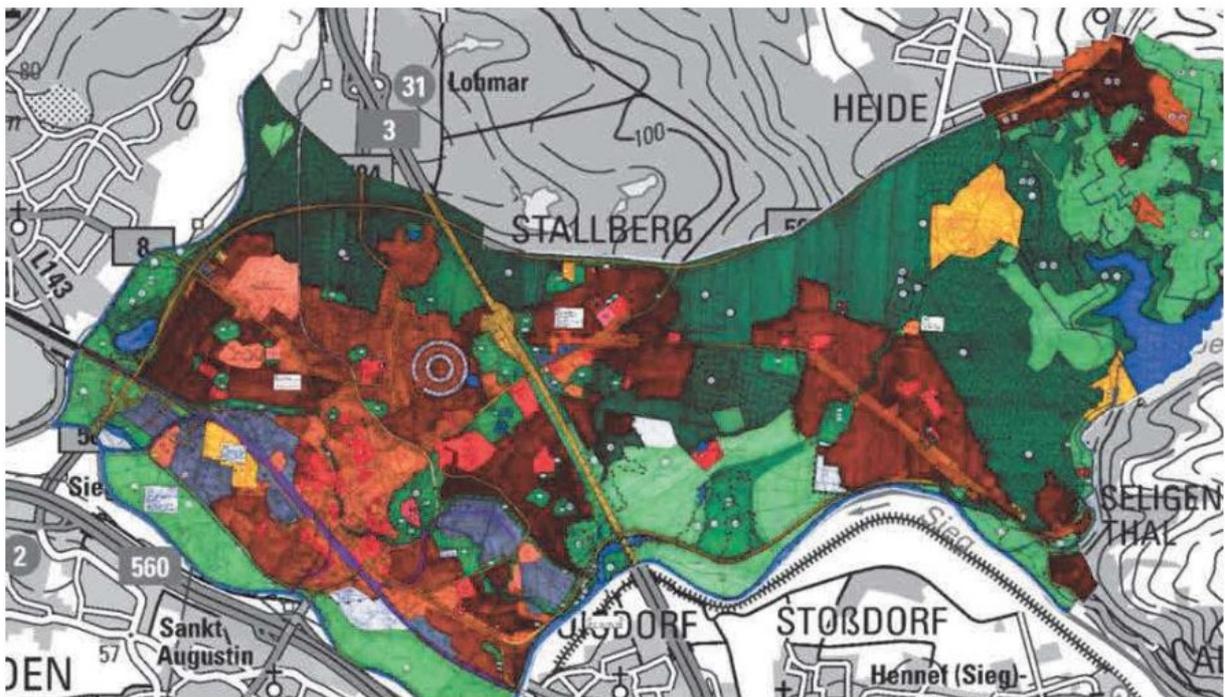


Abbildung 6: Stadtraumtypen (dunkelbraun: Wohngebiete, hellbraun: Mischgebiete, rot: öffentliche Einrichtungen, grau: Gewerbe- & Industriegebiet, gelb: technische Infrastruktur, dunkelgrün: Waldfläche, hellgrün: landwirtschaftliche Fläche, blau: Wasserfläche)

Rund 16 % der Siegburger:innen sind unter 16 Jahren und 7 % unter 6 Jahren. 15 % der Bevölkerung sind zwischen 17 und 29 Jahren alt. Mit 48 % sind knapp die Hälfte der Siegburger:innen zwischen 30 und 64 Jahren alt. Ungefähr 20 % der Anwohner:innen sind im Rentenalter über 65 Jahre

(Einwohner:innen in Siegburg am 31.12.2022, siehe Anhang A). Der Altersdurchschnitt in Siegburg beträgt 43,4 Jahre (Kreisstadt Siegburg 2024c). Das entspricht ungefähr dem Durchschnittsalter in ganz Deutschland mit 44,6 Jahren (Statista 2023).

Die Stadt besitzt einen Anschluss an die Bundesautobahnen A3 und A560 und an den öffentlichen Personenfernverkehr (ÖPFV) mit einem ICE-Bahnhof. Außerdem ist die Stadt mit einer Regionalbahn- und S-Bahn-Verbindung an Köln angeschlossen und mit einer Stadtbahn an Sankt Augustin und Bonn. Innerhalb von Siegburg fokussiert sich der ÖPNV auf Busse. Siegburg besitzt ein vielfältiges Sharing-Angebot. In dem Stadtgebiet gibt es insgesamt 28 Carsharing-Fahrzeuge unterschiedlicher Betreiber. Carsharing wird in Siegburg stationsbasiert angeboten (vgl. Kreisstadt Siegburg o.J.a). Das E-Tretroller-Angebot in Siegburg umfasst 300 Fahrzeuge von zwei Betreibern. Diese werden ebenfalls im stationsbasierten Modell angeboten. Auf dem Michaelsberg und in der Fußgängerzone herrscht für E-Tretroller ein Durchfahrtsverbot (vgl. Kreisstadt Siegburg 09.10.2024). Das BSS ist im stationsbasierten Modell auf 31 Stationen verteilt und umfasst 113 Fahrräder und 15 E-Bikes, sowie 8 Lastenräder. Das System wird von Nextbike in Kooperation mit der Rhein-Sieg-Verkehrsgesellschaft (RSVG) betrieben. Ausgenommen der Lastenräder sind kommunalgrenzüberschreitende Fahrten innerhalb des rechtsrheinischen RSK und in Bonn und Köln möglich. Die Fahrräder sind nach dem A-B-Modell mietbar und die Lastenräder nach dem A-A-Modell (Kreisstadt Siegburg o.J.b).

Laut der letzten Mobilitätsbefragung in Siegburg aus dem Jahr 2023 „besitzt ein Haushalt in Siegburg mehr Pkws und Fahrräder als im bundeslandweiten Durchschnitt“ (Ingenieurbüro Helmert 2023, 16). Die Siegburger Haushalte besitzen im Durchschnitt 1,3 Pkws (1,1 in NRW) und 1,9 Fahrräder (1,7 in NRW) (vgl. Ingenieurbüro Helmert 2024, 16). Der Modal Split nach Wegen der befragten Siegburger:innen zeigt, dass der MIV einen Anteil von 43 % ausmacht. Damit ist der MIV das am meisten genutzte Verkehrsmittel in Siegburg, gefolgt von den Fußwegen mit 26 % und dem Fahrrad mit 19 %. Auf den ÖPNV fallen insgesamt die wenigsten Wege mit 12 %. Der Umweltverbund hat insgesamt einen Anteil von 57 % aller Wege in Siegburg (vgl. Ingenieurbüro Helmert 2024, 31f).

6. Methodik

In dieser Arbeit wurde die Methode der Expert:inneninterviews zur Beantwortung der ersten und zweiten Forschungsfrage gewählt. Das genaue Vorgehen wird im Folgenden beschrieben. Für die Standortanalyse, welche in der dritten Forschungsfrage thematisiert wird, wurde eine GIS-Analyse mittels QGIS durchgeführt. Das Vorgehen sowie die dafür genutzten Daten werden in Kapitel 6.2 behandelt.

6.1. Expert:inneninterviews

Alle Interviews, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt worden sind, lassen sich als Expert:inneninterviews bezeichnen. Das Expert:inneninterview ist als Methode jedoch nicht klar definiert. Es ist eng mit dem problemzentrierten Interview verwandt, legt aber einen stärkeren Schwerpunkt auf die Erzählgenerierung (vgl. POHLMANN 2022). Bei Expert:inneninterviews „ist der Fokus (...) auf das Herantasten an bestimmte exklusive Wissensbestände der Befragten gerichtet“ (KÜHL ET AL. 2009, 37). Die Biographie der Expert:innen wird vernachlässigt. Sie agieren als Wissensträger:innen organisatorischer und institutioneller Entscheidungsstrukturen und Lösungsansätze (vgl. KÜHL ET AL. 2009). Expert:innen sind Personen, die sich in Bezug auf den Forschungsgegenstand Wissen angeeignet und Erfahrungen gesammelt haben (vgl. POHLMANN 2022). Die für diese Arbeit durchgeführten Interviews können als systematische Expert:inneninterviews bezeichnet werden. Bei diesen fungiert die befragte Person als Ratgeber:in (vgl. BOGNER ET AL. 2002). „Im Vordergrund steht hier das aus der Praxis gewonnene, reflexiv verfügbare und spontan kommunizierbare Handlungs- und Erfahrungswissen. Diese Form des Experteninterviews zielt auf systematische und lückenlose Informationsgewinnung“ (BOGNER ET AL. 2002, 37).

a. Interviewpartner:innen

Um ein tieferes Verständnis von LSS zu erlangen, insbesondere um die aktuelle Situation in Siegburg zu analysieren und herauszufinden, wie ein LSS technisch, organisatorisch und finanziell am effizientesten gestaltet werden kann, ist es sinnvoll, Expert:innen hinzuzuziehen. Für die kommunale Perspektive wurde jeweils ein Interview mit Verantwortlichen aus dem Bereich Mobilität der Stadt Siegburg und der Stadt Brühl geführt. Bei dem Interview mit der Mobilitätsmanagerin der Stadt Siegburg lag der Fokus auf dem aktuellen LSS und den Rahmenbedingungen von Lastenrad-Sharing in Siegburg in Bezug auf finanzielle, politische, gesellschaftliche und infrastrukturelle Aspekte.

Das Interview mit einem Verantwortlichen aus der Brühler Verwaltung im Bereich Mobilität wurde geführt, da sich das dortige Pilotprojekt und die Stadt Brühl selbst aufgrund seiner mit Siegburg vergleichbaren Bevölkerungszahl von 46.163 im Jahr 2021 als Gegenüberstellung zu Siegburg anbietet (vgl. Stadt Brühl o.J.). Das LSS in Brühl unterscheidet sich anhand einiger Eigenschaften von dem Siegburger System, weshalb es interessant war, zu erfahren, wie sich das LSS in Brühl gestaltet, mit welchen Herausforderungen die Stadtverwaltung konfrontiert war und welche Möglichkeiten für die Zukunft bestehen.

Um die betriebliche Perspektive zu gewinnen, wurde ein Interview mit einem Verantwortlichen des Unternehmens Green Moves geführt. Green Moves ist ein Tochterunternehmen von Naturstrom,

welches dem Bereich der umweltfreundlichen Mobilität zuzuordnen ist und einen Fokus auf Lastenräder legt. Ein Zweig des Unternehmens ist das Lastenrad-Sharing. Green Moves betreibt die LSS in Köln, Leverkusen und Brühl (vgl. Green Moves o.J.). Bei diesem Interview lag der Schwerpunkt auf den technischen, organisatorischen und finanziellen Aspekten eines LSS und den Erfahrungen aus der Praxis in den Kommunen Leverkusen, Köln und Brühl.

Außerdem wurde ein Gruppeninterview mit zwei Vertreter:innen zum einen vom TINK Netzwerk und zum anderen von der Agentur Cargobike.jetzt durchgeführt. Das TINK Netzwerk ist aus der Transportrad-Initiative nachhaltiger Kommunen (TINK) entstanden, welche Pilotprojekte von LSS in Konstanz und Norderstedt initiiert hat. Daraus entstand ein Netzwerk aus Kommunen und Mobilitätsdienstleistern, in welchem Erfahrungen zu LSS untereinander ausgetauscht werden (vgl. TINK Netzwerk o.J.). Die Aufgabe der Agentur Cargobike.jetzt besteht hauptsächlich darin, eine beratende Rolle für Unternehmen und Kommunen einzunehmen. Dabei informiert Cargobike.jetzt über den privaten und gewerblichen Gebrauch von Lastenrädern (Cargobike.jetzt o.J.). Die beiden Teilnehmenden des Gruppeninterviews eigneten sich als Gesprächspartner:innen, da sie durch ihre Erfahrung in verschiedenen Projekten über umfassendes Praxiswissen verfügen. Dadurch konnten sie einen fundierten Überblick über das Themengebiet des Lastenrad-Sharing vermitteln. Ihre vielfältigen Erfahrungen gaben darüber hinaus wichtige Einblicke, unter welchen Bedingungen ein LSS erfolgreich umgesetzt werden kann.

Kürzel	Rolle/ Position	Datum	Ort	Dauer
G	Betreiber eines LSS	17.10.2024	online	38 Min
T; C	Fachberatende für Lastenräder	18.10.2024	online	47 Min
B	Mitarbeiter im Bereich Mobilität der Stadt Brühl	21.10.2024	online	28 Min
S	Mobilitätsmanagerin der Stadt Siegburg	22.10.2024	Köln	22 Min

Tabelle 1: Übersicht Expert:inneninterviews

Zudem fand ein Austausch per E-Mail mit einer zuständigen Person des RSK für das aktuelle BSS, einschließlich Lastenräder statt, ebenso ein Kontakt per E-Mail mit dem ADFC Siegburg. Die beiden angefragten Personen gaben allerdings an, keinen relevanten Beitrag zu dem Thema leisten zu können, weshalb kein Interview zustande gekommen ist. Dennoch wurden in den E-Mails einige relevante Aspekte aufgeführt.

b. Interviewdurchführung

Die Interviews wurden leitfadengestützt durchgeführt, fanden im Zeitraum vom 17.10.2024 bis 22.10.2024 statt und nahmen zwischen 20 und 45 Minuten in Anspruch. Drei Interviews wurden aufgrund der räumlichen Distanz der Teilnehmenden und in einem Fall aufgrund eines Krankheitsfalls online durchgeführt. Ein weiteres Interview fand vor Ort in Köln statt. Die Teilnehmenden stimmten der Aufzeichnung des Gesprächs mithilfe eines Diktierprogramms durch eine Einwilligungserklärung zu. Die einzelnen Interviewleitfäden sind in Anhang C zu finden.

c. Interviewaufbereitung und Auswertung

Die Interviews wurden mit dem Programm MAXQDA transkribiert. Da in erster Linie nur der Informationsgehalt der Interviews wichtig ist, wurden die Interviews bei der Transkription geglättet. Es wurde den Regeln der einfachen Transkription gefolgt und damit gesprächsorganisatorische sowie phonologische Details nicht berücksichtigt, beziehungsweise gekürzt. Die am Interview beteiligten Personen werden im Transkript mit einem Kürzel dargestellt (siehe Tabelle 1) (vgl. BREUER et al. 2019). Die Interviewtranskripte sind im Anhang D zu finden.

Zur Auswertung der Interviews wurde eine qualitative Inhaltsanalyse durchgeführt. Hierbei wurde das Auswertungskonzept nach Mayring gewählt, bei welchem zunächst deduktiv grobe Oberkategorien festgelegt wurden, aus denen im Verlauf der Auswertung induktiv weitere Subkategorien abgeleitet und damit die deduktiv-induktive Kategoriebildung ausgewählt wurde (vgl. KUCKARTZ 2016). In MAXQDA wurden mithilfe der fünf deduktiv gebildeten Oberkategorien die Textstellen im Transkript markiert.

Anschließend wurden die codierten Textstellen im Rahmen der Datenaufbereitung zusammengeführt und reduziert. Zuletzt wurde eine Exceltabelle erstellt, in welcher die Aussagen aller Interviewten zu jeder Kategorie nebeneinander dargestellt wurden. Dafür wurden sie in Exceltabellen übertragen und dabei weitere Subkategorien gebildet. Im letzten Schritt wurden die Forschungsfragen anhand der aufbereiteten Daten beantwortet (vgl. BOGNER ET AL. 2014). Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wurde eine SWOT-Analyse durchgeführt. Diese soll dazu dienen, die internen Stärken und Schwächen des aktuellen LSS im RSK und die externen Chancen und Herausforderungen, die grundsätzlich bei einem LSS in Siegburg und in anderen Kommunen auftreten, zu erfassen (vgl. SAMMUT-BONNICI ET AL. 2015).

6.2. GIS-Analyse

a. Datenbeschaffung

Die für die Standortanalyse genutzten Daten wurden hauptsächlich von der Verwaltung in Siegburg bei einem informellen Gespräch unter der Bedingung, die Daten nur für die Auswertung vertraulich zu behandeln, zur Verfügung gestellt. Dazu gehört eine Karte der Stadtraumtypen in Siegburg (siehe Abb. 6), eine Karte der Flächen im kommunalen Besitz und eine Karte der 23 Wahlbezirke (städtische Flurstücke, Wahlbezirke; siehe Anhang A). Die Karte der Stadtraumtypen dient dazu, jene Typen von Stadträumen zu priorisieren, in denen eine höhere Nutzung zu erwarten ist. Zudem wurde eine Karte der Wahlbezirke benötigt, um soziodemographische Informationen diesen zuzuordnen.

Die für die Analyse erforderlichen und verfügbaren soziodemografischen Informationen umfassen das Alter nach Wahlbezirk (Einwohner:innen in Siegburg am 31.12.2022, siehe Anhang A). Die Informationen zum Alter wurden in Form eines unveröffentlichten PDF-Dokuments bereitgestellt. Zu der Haushaltszusammensetzung, welche zur Standortanalyse herangezogen worden wäre, gibt es keine Daten. Zu dem Einkommen standen ebenfalls keine Daten zur Verfügung. Die Geschlechterverteilung wurde aufgrund der geringen räumlichen Unterschiede nicht für die Analyse herangezogen. Die Bevölkerungszahl der einzelnen Wahlbezirke wurde ebenfalls in einer Excel-Datei zur Verfügung gestellt (Bevölkerungsalter nach Wahlbezirk, siehe Anhang A).

Zu dem aktuellen BSS in Siegburg, inklusive der Lastenräder, wurde die Excel-Datei zu den Ausleihen und Rückgaben nach Stationen im Jahr 2022 und 2023, sowie die Excel-Datei zu den Ausleihen der Lastenräder nach Monaten des Jahres 2024 im gesamten rechtsrheinischen RSK bereitgestellt (RSVG Bike 2022/23 gesamt nach Stationen, Ausleihen Lastenräder RSVG System 2024; siehe Anhang A).

b. Datenübertragung

Zur detaillierten Darstellung der Gebäude, Straßen und Infrastruktur wurde die OpenStreetMap (OSM) als Basiskarte verwendet. Die Lage der aktuellen Bike-Sharing- und Lastenrad-Sharing-Stationen wurde mithilfe der Nextbike-App manuell in QGIS übertragen. Die Kriterien, die für die Standortanalyse genutzt wurden, umfassen die Stadtraumtypen, die Bevölkerungsdichte nach Wahlbezirken, die Altersgruppen nach Wahlbezirken, sowie zuletzt die Flächen in kommunalem Besitz. Die Daten lagen größtenteils nicht in den für das Programm QGIS benötigten Formaten vor. Daher mussten sie manuell in QGIS übertragen werden. Aus der Karte der Stadtraumtypen wurden nur die Wohn-, Mischgebiete und öffentlichen Einrichtungen in QGIS übernommen (siehe Kap. 7.1.3.). Die öffentlichen Flächen wurden nur innerhalb der Wohn- und Mischgebiete eingezeichnet.

Für den Layer der Wahlbezirke wurden nur die Kartenabschnitte zugeordnet, die Teil eines Wohn- und Mischgebietes sind. Beispielsweise Grün- und Gewerbeflächen wurden nicht mit in die Flächen der Wahlbezirke einbezogen, da dort keine Wohnbevölkerung vorhanden ist. In diesem Layer sind die Informationen nach den Altersgruppen der 0- bis 6-Jährigen, der 7- bis 16-Jährigen, der 17- bis 29-Jährigen, der 30- bis 49-Jährigen, der 50- bis 64-Jährigen und der über 65-Jährigen vorhanden, sowie der Bevölkerungszahl. Diese Informationen wurden aus den Daten der Stadt Siegburg entnommen (Einwohner:innen in Siegburg am 31.12.2022, Bevölkerungsalter nach Wahlbezirk; siehe Anhang A). Die Altersgruppe der 65- bis 79-Jährigen und der über 80-Jährigen wurde zusammengefasst, da sich diese beiden Altersgruppen durch eine geringe Lastenrad-Nutzung auszeichnen.

c. Datenverarbeitung

Die GIS-Analyse basiert auf den Ergebnissen der wissenschaftlichen Studien und der Interviewergebnisse, die in Kapitel 7.1.3. beschrieben werden. Für die Priorisierung der Altersgruppen wurden unter Verwendung des Feldrechners den Wahlbezirken, basierend auf dem Prozentanteil der einzelnen Altersgruppen innerhalb eines Wahlbezirks, jeweils ein Rang zugewiesen. Dazu wurde für alle fünf Altersgruppen, hier am Beispiel der 0- bis 6-Jährigen, folgender Befehl verwendet:

```
array_find( array_sort( array_agg("Alter 0-6")), "Alter 0-6")+1
```

Somit ergaben sich fünf neue Spalten in der Attributtabelle, mit der Rangzahl des jeweiligen Wahlbezirks von 1 bis 23. Der Wahlbezirk mit dem 1. Rang besitzt den kleinsten Prozentanteil der jeweiligen Altersgruppe und der Wahlbezirk mit dem 23. Rang besitzt den größten Prozentanteil einer Altersgruppe. Zur Priorisierung der Wahlbezirke nach Altersgruppen wurde eine Gewichtung der Felder vorgenommen, die die Rangordnungen enthalten:

```
("Rank_30_49" * 0.40) + ("Rank_0_6" * 0.30) + ("Rank_17_29" * 0.20) + ("Rank_7_17" * 0.05) +  
("Rank_50_64" * 0.05)
```

Dadurch entstand eine Spalte mit den Priorisierungen der Wahlbezirke von 5 bis 20. Die Priorität 20 bedeutet, dass sich in dem jeweiligen Wahlbezirk besonders viele Anwohner:innen befinden, die auf Basis des Alters das System wahrscheinlicher nutzen würden. Zuletzt wurde der Layer kopiert und in der Symbologie des neuen Layers 15 Klassen von Priorität 5 bis 20 erstellt, um die Priorisierung der Wahlbezirke bezüglich der Altersgruppen farblich auf einer Karte darzustellen. Zur Darstellung der

Bevölkerungsdichte nach Wahlbezirken wurde zunächst die Fläche der Wahlbezirke im Feldrechner berechnet:

$$\text{area}(\$geometry)$$

Somit entstand eine neue Spalte mit der Fläche in Quadratmetern. Anschließend wurde mithilfe des Feldrechners die Spalte der Bevölkerung durch die Spalte der Fläche geteilt und in Personen pro Quadratkilometer umgerechnet:

$$("Bevölkerung" / "Fläche") * 1.000.000$$

Dadurch wurde eine neue Spalte mit der Bevölkerungsdichte pro Wahlbezirk hinzugefügt. Der Layer wurde erneut kopiert und in der Symbologie graduiert dargestellt. Zu diesem Zweck wurden 15 Klassen mit gleichmäßigen Intervallen erstellt, um einen konstanten Abstand zwischen den einzelnen Klassen zu gewährleisten. So konnte die Bevölkerungsdichte nach Wahlbezirken ebenfalls in einer Karte dargestellt werden.

Die Priorisierung der Altersgruppen sowie die Bevölkerungsdichte dienen der Bewertung der aktuellen Standorte der Stationen und der Identifizierung neuer potenzieller Standorte. Für die neuen potenziellen Standorte wurden drei Szenarien erstellt (siehe Kap. 7.1.3.). Szenario 1 beschreibt eine Verteilung von einem Fahrzeug pro 1.000 Einwohner:innen, Szenario 2 eine Verteilung von einem Fahrzeug pro 2.000 Einwohner:innen und Szenario 3 stellt eine Verteilung von einem Fahrzeug pro 4.000 Einwohner:innen dar. Dabei wurde so vorgegangen, dass die Verteilung auf die Wahlbezirke zunächst auf Grundlage des Bevölkerungsanteils der Wahlbezirke durchgeführt wurde. Die Spalte der Bevölkerung wurde somit, wie in diesem Beispiel durch 1.000, sowie durch 2.000 und 4.000 geteilt:

$$"Bevölkerung" / 1000$$

Dadurch entstanden drei neue Spalten für jedes Szenario mit der zugeteilten Fahrzeuganzahl pro Wahlbezirk. Dies bildet die Grundlage für die Platzierung der Stationsstandorte. Dabei wurde darauf geachtet, möglichst viel Fläche abzudecken und Wahlbezirke mit hoher Bevölkerungsdichte und hoher Altersgruppen-Priorität zu bevorzugen. Aus diesem Grund wurde nicht immer die Verteilung in Bezug auf die Bevölkerungszahl eines Wahlbezirks berücksichtigt. Innerhalb der Wahlbezirke wurden die

Stationen vorwiegend in den Wohngebieten und auf in kommunalem Besitz befindlichen Flächen platziert.

In einem letzten Schritt wurde die Isochronen-Methode genutzt. Hierbei wurde die traditionelle auf Vektordaten basierende Erreichbarkeitsanalyse gewählt, bei welcher es darum geht, die aktuellen und potenziellen Stationen in Bezug auf die Qualität ihrer Lage zu untersuchen (vgl. NEUMEIER 2014). Auf Basis des Plugins „ORS Tools“ wurde durch das Verarbeitungswerkzeug „Isochronen aus Punkt-Layer“ die Erreichbarkeit der Stationen geprüft. Dabei wurde als Reisemodus das „Zu Fuß gehen“ bestimmt. Als Eingabelayer wurden die Layer der Szenarien und der aktuellen Stationen verwendet. Die Dimension wurde als Entfernung in Metern festgelegt. Als Radius für die Kernstadt wurden 300 Meter und 500 Meter und als Radius für die Höhenorte 100 Meter und 300 Meter angewendet. Die Punkte der Layer wurden als Zielpunkt angegeben. Somit entstanden neue Layer, welche die Erreichbarkeit der Stationen angeben. Die Radien wurden auf Basis der Interviewergebnisse bestimmt (siehe Kap. 7.1.3.).

7. Ergebnisse

Dieses Kapitel behandelt die Ergebnisse der Expert:inneninterviews und der darauf aufbauenden GIS-Analyse. Zunächst werden die Interviewergebnisse zur Beantwortung der ersten und zweiten Forschungsfrage erörtert. Das Kapitel 7.1.3. stellt die Verbindung zu der GIS-Analyse her, da diese auch auf Ergebnissen der Interviews aufbaut. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse der Standortanalyse mit QGIS behandelt.

7.1. Interviewergebnisse

Die Interviewergebnisse wurden anhand der gebildeten Kategorien strukturiert. In Abbildung 7 sind diese in einer Mindmap dargestellt. Die Kategorien *Hürden*, *Chancen*, *Gestaltung des Systems* und *Einflussfaktoren auf die Nutzung des Systems* beziehen sich stärker auf LSS im Allgemeinen, während die Kategorie *System im Rhein-Sieg-Kreis* alle Informationen zum aktuellen LSS im RSK enthält. Die anderen Kategorien können allerdings auch Aspekte enthalten, die auf die Rahmenbedingungen in Siegburg beziehungsweise im RSK bezogen sind.

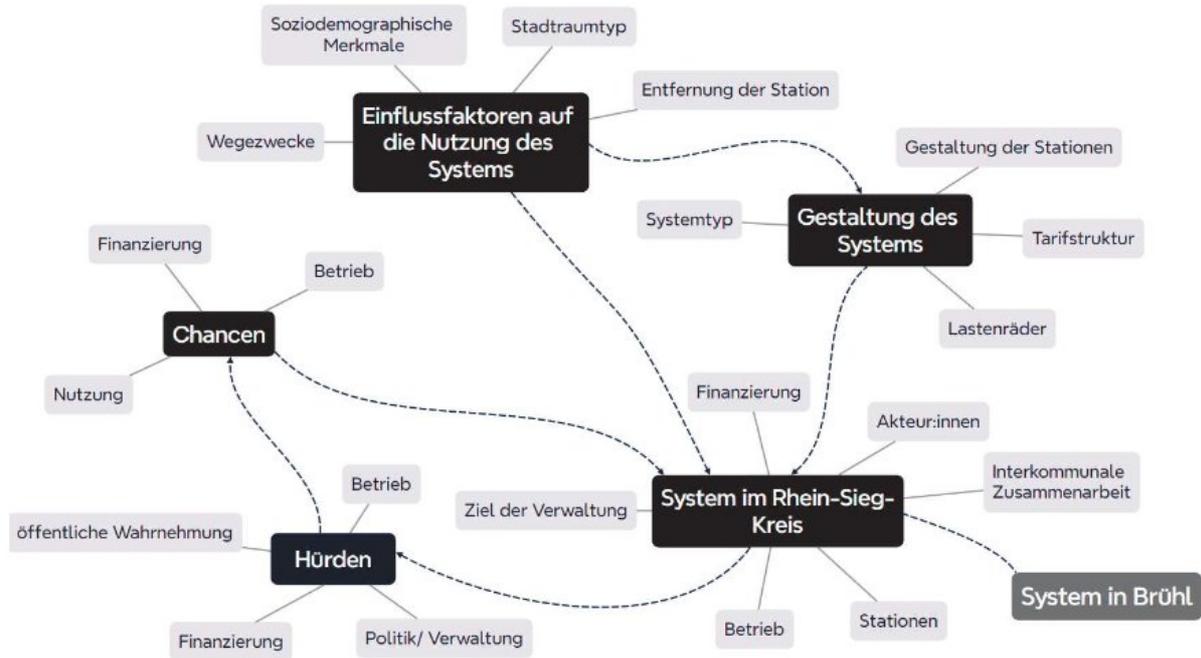


Abbildung 7: Kategorien und Subkategorien der Expert:inneninterviews (eigene Darstellung)

Zunächst werden die Charakteristika des aktuellen LSS im RSK dargestellt. Die Aspekte der Kategorie *System im Rhein-Sieg-Kreis* sind insbesondere für dieses Kapitel von Bedeutung. Danach folgt die SWOT-Analyse. Die Kategorien *Hürden*, *Chancen*, *Gestaltung des Systems* und *System im Rhein-Sieg-Kreis* waren für diese relevant. Die aus den Interviews herausgearbeiteten Kriterien für eine Standortanalyse basieren auf den Aspekten der Kategorie *räumliche Einflussfaktoren auf die Nutzung des Systems*. Auf die Transkripte der Interviews wird im Folgenden mithilfe des Kürzels und der Zeilennummer verwiesen (siehe Anhang D).

7.1.1. Charakteristika des aktuellen Lastenrad-Sharing-Systems

Wie schon in Kapitel 5 beschrieben, ist das aktuelle LSS in dem stationsbasierten BSS des Kreises integriert, welches von Nextbike in Kooperation mit der RSVG betrieben wird. Dabei gibt es hinsichtlich des Betriebs zwischen den konventionellen Fahrrädern und Lastenrädern Unterschiede. Die konventionellen Fahrräder können über die kommunalen Grenzen des RSK ausgeliehen und zurückgegeben werden und werden im A-B-Modell betrieben, während mit dem Lastenrad keine interkommunalen Fahrten im A-B-Modell möglich sind. Die Lastenräder müssen an der geliehenen Station wieder zurückgegeben werden. Es handelt sich dementsprechend um ein A-A-Modell. Die E-Lastenräder werden, wie die E-Bikes, durch eine Ladesäule, an der das Fahrzeug angedockt werden kann, aufgeladen. Für die konventionellen Fahrräder zahlen Nutzende pro 30 Minuten 1 €, sowie 2 € bei einem E-Bike. Pro 30

Minuten beträgt der Tarif für ein Lastenrad ohne E-Antrieb 2 € und 3 € für die E-Lastenräder. Der Tagstarif beträgt 27 € (vgl. RSVG o.J.).

Das Lastenrad-Sharing in Siegburg startete im Jahr 2016 mit dem von der Stadt angeschafften und ehrenamtlich betriebenen Lastenrad „Lottchen“, mit dem Ziel, eine Alternative zum privaten Pkw darzustellen. Dieses Lastenrad hat keinen E-Antrieb und wurde in das aktuelle LSS integriert (S, 13; General-Anzeiger 2016). Im Jahr 2019 folgte das zuvor beschriebene BSS. Dieses dient als Ergänzung zum ÖPNV und wurde durch den Nahverkehrsplan des RSK beschlossen. Die Finanzierung des BSS erfolgte über die ÖPNV-Umlage des Kreises, welche sich nach der Bevölkerungszahl der jeweiligen Kommune richtet. Dadurch wurden die Kommunen des RSK nicht mit den vollen Kosten belastet (S, 6f; Kreisstadt Siegburg 25.05.2024).

Die Lastenräder wurden später in das BSS integriert. Bei dem aktuellen System war es von der Betreiberseite technisch nicht möglich, reine Lastenrad-Sharing-Stationen zu etablieren und somit mussten die Bestandsstationen genutzt werden. Bei der Planung wurden die Bike-Sharing-Stationen als Lastenrad-Sharing-Stationen ausgewählt, die sowohl am stärksten genutzt wurden als auch platztechnisch am besten geeignet waren. Vereinzelt wurden die Fahrzeuge im Nachhinein zwischen Stationen getauscht (S, 9f). 2024 wurden die Lastenräder von ursprünglich 5 Fahrzeugen auf 8 erhöht (vgl. Kreisstadt Siegburg 2024b). Die Stadtverwaltung konnte aufgrund der hohen Nutzungszahlen des BSS im Allgemeinen die Lastenräder aufstocken (S, 2). Die Nutzungszahlen sind im Jahr 2022 bis 2023 um 72 % gestiegen (vgl. Kreisstadt Siegburg 25.05.2024). Für die 3 neuen Lastenräder trägt die Stadt Siegburg die Kosten selbst (S, 7).

Zur Transparenz der Daten erhält die Stadtverwaltung regelmäßig die Nutzungszahlen aller Räder, inklusive Lastenräder, nach Station. Die Station am Bahnhof ist mit großem Abstand die am stärksten genutzte Station (RSVG Bike 2022/23 gesamt nach Stationen, siehe Anhang A). An dieser Station steht auch ein Lastenrad zur Verfügung. Für die Lastenräder liegen innerhalb Siegburgs und zu den Stationen keine Nutzungszahlen vor (S, 6). Stattdessen erhält die Verwaltung eine jährliche Übersicht der monatlichen Nutzungszahlen der Lastenräder für den gesamten rechtsrheinischen RSK. Im Jahr 2024 lässt sich ein Anstieg der Nutzungszahlen in den Frühlingsmonaten ab März erkennen. Im Juni nahmen die Zahlen wieder ab und im Oktober gab es einen erneuten starken Anstieg der Nutzungszahlen. Der Mai ist der Monat mit den meisten Nutzungen im RSK (Ausleihen Lastenräder RSVG System 2024, siehe Anhang A).

Das aktuelle BSS läuft im Sommer 2025 aus. Eine erneute Ausschreibung für ein BSS wird erteilt. Im Mobilitätsausschuss des Kreises wurde jedoch beschlossen, dass die Lastenräder nicht mehr Bestandteil des BSS sein sollen (vgl. Kreisstadt Siegburg 25.05.2024). Der RSK begründet die

Nichtberücksichtigung von Lastenrädern im zukünftigen BSS damit, dass die hohen Kosten nicht im Verhältnis zur Nachfrage stehen und Lastenräder nicht als Bestandteil eines BSS mit der Funktion der Ergänzung des ÖPNV angesehen werden (E-Mail RSK, 26.09.2024). Stattdessen ist von kommunaler Seite die Planung eines neuen LSS vorgesehen, welches unabhängig vom BSS in Betrieb genommen werden soll. Das geplante LSS ist Teil des Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP). Die SUMPs sind von der Europäischen Kommission geförderte Planungsinstrumente zur Reduzierung der Luftverschmutzung, des Treibhauseffektes und der Verkehrsunsicherheit (Europäische Kommission o.J.). Der SUMP der Stadt Siegburg wurde am 5.12.2023 im Rat der Stadt beschlossen (Kreisstadt Siegburg o.J.b). Das Ziel des Amtes für Mobilität und Infrastruktur ist es, durch das LSS zum einen die Angewiesenheit auf den privaten Pkw zu verringern und die Bürger:innen anzuregen, den Zweitwagen abzuschaffen. Zum anderen soll sich das LSS so auf die nächste Modal Split-Erhebung auswirken, dass eine Verschiebung zum Radverkehrsanteil zu sehen ist. Im besten Fall soll erkennbar sein, wo die Lastenrad-Sharing-Stationen stehen (S, 29).

7.1.2. SWOT-Analyse eines Lastenrad-Sharing-Systems in Siegburg

Als Grundlage der Evaluation dient die SWOT-Analyse, in der die internen und externen Rahmenbedingungen untersucht werden.

a. Stärken

Eine der Stärken des aktuellen LSS besteht darin, dass das Mobilitätsangebot, insbesondere das Sharing-Angebot, in der Stadt Siegburg im Vergleich zu anderen Mittelstädten dieser Größenordnung relativ gut ausgebaut ist. Dies wird durch die bereits erfolgte Einführung von Mikromobilität wie E-Tretroller-Sharing und Bike-Sharing deutlich (siehe Kap. 5). Vor allem „ein offizielles, von der Kommune bezahltes oder kofinanziertes System (...), wo man Cargo Bikes mit ausleihen kann, ist (...) noch eine Seltenheit“ (C, 27). In kleineren Kommunen muss sich zunächst divers aufgestellt werden, da die Verfügbarkeit eines vielfältigen Mobilitätsangebots die Basis für die Nutzung neuer Mobilitätsalternativen bildet (T, 30).

Durch das A-A-Modell und die vorhandene Ladeinfrastruktur ist kein großer betrieblicher Aufwand nötig. Dadurch, dass die Fahrzeuge an derselben Station bleiben, sind sie an allen Stationen dauerhaft verfügbar und es ist keine Umverteilung notwendig (S, 51). Dies verhindert Emissionen, die durch die zur Umverteilung benötigten Transporter entstehen (T, 86). Die Expert:innen bewerteten das A-A-Modell als den am besten geeigneten Systemtyp für den Wegzweck von Lastenrädern, welcher in erster

Linie aus Besorgungen und dem Transport von Kindern besteht (T, 81). Mit dem A-A-Modell würden rund 80 % der Anwendungen von Lastenrädern abgedeckt werden (C, 82).

b. Schwächen

Das aktuelle LSS in Siegburg wird noch als nicht flächendeckend genug bewertet (T, 12). Das Integrieren von ein paar Lastenrädern in ein vorhandenes BSS bringt „keinen großen Verkehrswende-Beitrag“ (C, 5). Für ein LSS wird ein Lastenrad pro 1.000 Einwohner:innen empfohlen (C, 6). Wohingegen in Siegburg momentan rund 1 Lastenrad pro 5.500 Einwohner:innen zur Verfügung steht.

Das A-A-Modell wurde von den Expert:innen zwar am besten bewertet, trotzdem hat das A-B-Modell Vorteile gegenüber dem A-A-Modell, da sich die Nutzungszahlen bei einem Wechsel von einem A-A-Modell auf ein A-B-Modell um 20 % steigern können. Vor allem für kleinere LSS, wie in Siegburg, sind A-B-Modelle gut geeignet (T, 83).

Bei der Integration der Lastenräder in das BSS gab es technische Einschränkungen bei der Planung der Stationen (S, 9). Für die Lastenräder konnten keine eigenen Stationen errichtet werden und sie wurden somit zu den Bike-Sharing-Stationen hinzugefügt. Allerdings unterscheiden sich die Anwendungen von konventionellen Fahrrädern und Lastenrädern, wie zuvor erwähnt. Zudem ist es empfehlenswert, die Station baulich einfach zu gestalten, um eine Testung der Standorte zu gewährleisten (B, 26). Das LSS in Siegburg besitzt allerdings eine fest installierte Ladeinfrastruktur. Auch die von Nextbike bereitgestellten Daten ermöglichen keine ausreichende Transparenz für die Verwaltung. Diese verfügt über keine Nutzungszahlen für die Lastenräder in Siegburg und hat keinen Zugriff auf Informationen darüber, welche Stationen in welchem Umfang genutzt werden (S, 31). Laut Expert:innen hat das Unternehmen Nextbike Lastenräder bisher noch nicht in ausreichendem Maße berücksichtigt, da Nextbike „sein Geld über das Bike-Sharing macht“ (T, 12) und somit nicht stark für Lastenräder wirbt.

c. Chancen

In Bezug auf die Finanzierung eines LSS haben Kommunen zum einen die Möglichkeit, durch Werbung oder Sponsoring die Kosten zu reduzieren (B, 18; G, 7). Zum anderen gibt es für Lastenräder und LSS Fördermöglichkeiten. Die Kommunen haben die Option, sich die Anschaffung der Räder, die anschließend für das LSS genutzt werden, oder das gesamte LSS fördern zu lassen (B, 12ff; G, 8).

Damit das LSS angenommen wird, muss das Angebot preislich niederschwellig gehalten werden (G, 6; S, 33; T, 52; B, 55; E-Mail ADFC, 12.12.2024). Es sind zudem Aktionstage möglich, an denen beispielsweise das Angebot kostenlos ist (B, 56). Außerdem stellt sich durch die Interviews heraus, dass besonders die kommunikativen Maßnahmen von Bedeutung sind. Da das Lastenrad ein Verkehrsmittel ist, welches noch nicht in der breiten Masse angekommen ist, ist es von Besonderer Bedeutung, darauf

aufmerksam zu machen. Am wichtigsten ist laut Expert:innen das Probefahren. Auf diese Weise lassen sich potenzielle Unsicherheiten ausräumen (B, 81; G, 24). Veranstaltungen zum Probefahren hat die Stadt Siegburg auch in der Vergangenheit organisiert (S, 15). Auch die Aufmerksamkeitsgenerierung über unterschiedliche Medien wurde betont. Diese sollte sich direkt an die Zielgruppe der Menschen mit typischen soziodemographischen Merkmalen von Lastenradnutzenden richten (G, 90). Zudem sollten Jugendliche stärker als Zielgruppe gesehen werden, da diese oftmals noch keinen Führerschein besitzen. Allerdings sind die meisten LSS erst ab 18 Jahren buchbar (T, 112). Werbung für ein LSS kann beispielsweise über Social Media oder Zeitungen platziert werden (G, 88). Es kann auch unter anderem bei Einzelhandelsstandorten über das Angebot informiert werden (S, 23). Diese Maßnahmen haben den Nebeneffekt, dass sich die Aufmerksamkeit durch „Mund-zu-Mund-Propaganda“ von selbst verstärkt (S, 19; G, 86).

Auch die Sichtbarkeit der Fahrzeuge im öffentlichen Raum spielt eine wichtige Rolle. Wenn sie durch Menge und Sichtbarkeit das Stadtbild beeinflussen, führt das zu einem Multiplikatoreffekt (T, 14). Zudem wird das Vandalismusrisiko durch die Sichtbarkeit der Station und der damit einhergehenden sozialen Kontrolle deutlich gesenkt (G, 47ff). Bei der Planung des LSS, insbesondere der Stationen, kann die Einbindung von Bürger:innen sinnvoll sein. Dadurch kann beispielsweise herausgefunden werden, an welcher Stelle sich Bürger:innen die Stationen wünschen würden (B, 8).

Außerdem ist die interkommunale Zusammenarbeit bei Sharing-Angeboten von Bedeutung. Die Kommunen des RSK arbeiten beispielsweise im Bereich des E-Tretroller-Sharings zusammen. Alle Kommunen nutzen dieselben Betreiber, was den Vorteil einer besser abgestimmten Wartung bietet. Auch für den Austausch der Fahrzeuge untereinander und um sich zu beraten, kann ein Austausch zwischen benachbarten Kommunen sinnvoll sein (S, 46ff).

d. Hürden

Eine der größten Hürden bei der Einführung eines LSS ist zum einen die Finanzierung des Angebots (C, 3; T, 7; G, 5; B, 88; S, 3). Dabei sind die Fahrzeuge und das Backend, beziehungsweise das System im Hintergrund, die größten Kostenfaktoren (G, 65). In Siegburg stellt dies angesichts der angespannten Haushaltslage eine besondere Herausforderung dar (S, 2). Zum anderen ist der fehlende politische Wille eine der größten Hürden. Es geht nicht immer zuerst um die Finanzierung, sondern „manchmal ist die erste Frage überhaupt, den politischen Auftrag zu gewinnen“ (T, 8). Auch in Städten, in denen die finanziellen Mittel zur Verfügung stehen würden, braucht es zunächst Menschen in Politik und Verwaltung, die nachhaltige Mobilität fördern möchten. Zudem nehmen Kommunen die Hebelwirkung von Lastenrad-Sharing oftmals noch nicht wahr (G, 10; T, 11). Aktuell ist stattdessen eine politische Bewegung erkennbar, die sich von der Verkehrswende entfernt, wobei das Lastenrad ein Symbol der

Verkehrswende darstellt. Dadurch haben Politiker:innen oftmals Angst „sich die Finger zu verbrennen“ (C, 19).

Eine weitere Hürde ist, dass es auf Länderebene noch nicht ausreichend Förderungen für LSS gibt. Außer in Rheinland-Pfalz ist Lastenrad-Sharing noch nicht als Teil der Daseinsvorsorge in einem Gesetz verankert. Dies würde die Kommunen in Bezug auf die Finanzierung von LSS entlasten. Die Expert:innen argumentieren für eine Integration von LSS in die Daseinsvorsorge, obwohl sie von privatwirtschaftlichen Unternehmen betrieben werden, da die Hebelwirkung für die Verkehrswende groß genug sei. Ein LSS sollte, um zur Daseinsvorsorge zu gehören, nicht teuer sein (T, 45ff). Der Kauf von Lastenrädern durch die Kommune erweist sich insbesondere für Pilotprojekte als unpraktisch, da die Fahrzeuge sowie das LSS als Ganzes erst erprobt werden sollen. Der Kauf von Lastenrädern wird allerdings stärker gefördert als ein gesamtes LSS, wobei die Förderung eines gesamten LSS besser für Pilotprojekte geeignet wäre (G, 14). Allerdings unterliegt auch die Förderung des Kaufs von Lastenrädern Einschränkungen, da beispielsweise nur eine bestimmte Höchstanzahl an Fahrzeugen gefördert werden kann (B, 15).

Auch nach der Einführung eines LSS gibt es noch einige Hürden, die in Siegburg, aber auch in anderen Kommunen auftreten. Eine gesellschaftliche Hürde von LSS betrifft die fehlende Erfahrung von großen Teilen der Bevölkerung, welche einen Umstieg vom privaten Pkw auf das Sharing-Lastenrad vor allem in autodominierten Städten erschwert (T, 13; B, 51). Dies betrifft auch die Stadt Siegburg mit einer überdurchschnittlichen Pkw-Dichte im Vergleich zum Bundesland NRW (siehe Kap. 5.). Da die Lastenrad-Sharing-Stationen ausreichend Platz benötigen, kann es passieren, dass Pkw-Stellplätze für diese umgewandelt werden, was zu Gegenwind in der Bevölkerung führen kann (G, 44; S, 3).

Außerdem wird die Radinfrastruktur in Siegburg vor allem vom ADFC und der Verwaltung kritisiert, da sie keine guten Voraussetzungen für den Radverkehr im Allgemeinen bietet (S, 25). Von der Planung infrastruktureller Maßnahmen bis zum Bau kann es bis zu 15 Jahre dauern, wodurch das Problem nicht kurzfristig gelöst werden kann (S, 40). Zudem nehmen die Diskussionen um Durchfahrtsverbote für Fahrräder in der zentral gelegenen Fußgängerzone zu, was ebenfalls eine Einschränkung für das LSS darstellen würde (S, 42).

In Tabelle 2 sind die Hauptkenntnisse der SWOT-Analyse dargestellt:

Stärken	<ul style="list-style-type: none"> - Vielfältiges Sharing-Angebot in Siegburg - durch das A-A-Modell gibt es keinen großen betrieblichen Aufwand, keine Umverteilung und die Fahrzeuge bleiben verfügbar
Schwächen	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht flächendeckend genug - A-B-Modell kann oftmals die Nutzung steigern - unflexible Stationen durch feste Infrastruktur - wenig Planungsfreiheit - wenig Datentransparenz - Betreiber berücksichtigt Lastenrad-Sharing noch nicht in ausreichendem Maße
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> - Kostenreduzierung durch Werbung, Sponsoring und Förderungen - Beteiligung von Bürger:innen - Interkommunale Zusammenarbeit - Kommunikation (Probefahrten, Aufmerksamkeit durch Medien und an den Zielorten schaffen) - Sichtbarkeit im öffentlichen Raum
Hürden	<ul style="list-style-type: none"> - Finanzierung - Politischer Wille - Fehlen von sharing-tauglichen Modellen - Fehlende Erfahrung der Bevölkerung - Gesellschaftlicher Gegenwind - Unzureichende Radinfrastruktur

Tabelle 2: Übersicht SWOT-Analyse

7.1.3. Einflussfaktoren auf die Nutzung der Lastenrad-Sharing-Stationen

Im Folgenden werden die Faktoren beleuchtet, die einen Einfluss auf LSS haben. Einige Faktoren wurden für die Standortanalyse aufgrund von geringer Relevanz, beziehungsweise dem Fehlen von Daten, nicht berücksichtigt.

a. Für die GIS-Analyse nicht berücksichtigte Einflussfaktoren

Laut Expert:innen sind Nutzenden von LSS zu 60 % bis 80 % männlich. Die genaue Ursache hierfür ist unklar (T, 107). Zudem sind sie typischerweise der Mittelklasse zuzuordnen (G, 90). Die Aussagen der Expert:innen bezüglich Geschlecht und sozialer Klasse der Nutzenden deckt sich mit den Ergebnissen der Literatur (siehe Kap. 3.3.2.). Ein klarer Zusammenhang zwischen der Pkw-Dichte und der Nutzung eines LSS lässt sich weder aus der Literatur noch aus den Interviews erkennen.

b. In die GIS-Analyse einbezogene Einflussfaktoren

Die Nutzenden von LSS sind etwa 40 Jahre alt (G, 90). Die Altersgruppe, die das LSS in Brühl am häufigsten nutzt, sind die 30- bis 40-Jährigen (B, 74). Dies deckt sich ebenfalls mit den wissenschaftlichen Studien. Laut CARRACEDO ET AL. (2022) sind die Hauptnutzenden Ende 30 bis Anfang 40. Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (2016) empfiehlt, den Fokus auf die 18- bis 39-Jährigen zu legen und die unter 18-Jährigen nicht zu berücksichtigen, da die meisten LSS erst ab 18 gemietet werden können. Wenn die Lastenräder mit einem E-Antrieb ausgestattet sind, kann die Altersgruppe der 40- bis 65-Jährigen auch in den Fokus gerückt werden. Das Durchschnittsalter beträgt laut BECKER ET AL. (2018a) 38 Jahre. Zudem zählen junge Familien mit Kindern zu den Hauptnutzenden (G, 90). 50 % der Nutzenden haben Kinder unter 6 Jahren (vgl. RIGGS 2016, 50).

Auf Basis der Literatur und der Interviewergebnisse wurde eine Priorisierung einzelner Altersgruppen vorgenommen. Der Altersgruppe der 30- bis 49-Jährigen wurde die höchste Priorität mit einer Gewichtung von 40 % zugewiesen. Aufgrund der hohen Nutzung durch junge Familien bekam die Altersgruppe der 0- bis 6-Jährigen eine Gewichtung von 30 %. Die 17- bis 29-Jährigen erhielten eine Gewichtung von 20 % und die Altersgruppen der 7- bis 16-Jährigen und der 50- bis 64-Jährigen bekamen eine Gewichtung von jeweils 5 % zugewiesen. Auch wenn die Altersgruppe der 7- bis 16-Jährigen von der Literatur nicht empfohlen wurde, spricht eine hohe Anzahl der 7- bis 16-Jährigen für viele Familien in einem Gebiet. Die Altersgruppe der über 65-Jährigen wurde nicht berücksichtigt, da besonders von dieser Altersgruppe aktuell keine große Nutzung zu erwarten ist. Trotzdem darf diese Gruppe für die Zukunft als Zielgruppe nicht vergessen werden (T, 40).

Die beiden wichtigsten Einflussfaktoren auf die Nutzung der Stationen sind die Wohnorte und eine höhere Bevölkerungsdichte (G, 90; T, 90ff; B, 24; S,21). Im Idealfall sind die Stationen in den Wohnorten platziert, in denen zusätzlich viele soziodemographischen Faktoren auf die Anwohner:innen zutreffen (G, 90). Die Platzierung der Stationen in den Wohnorten, eine hohe Bevölkerungsdichte der einzelnen Wahlbezirke, sowie eine gleichmäßige Verteilung der Stationen über das Stadtgebiet wurden somit für die GIS-Analyse als Hauptkriterien behandelt. Platzierung der Stationen in Mischgebieten ist ebenfalls sinnvoll, allerdings wurden die Wohngebiete stärker berücksichtigt. Da die Verteilung der

Altersgruppen nur bedingte Aussagekraft hat, wo eine Station am besten genutzt wird, wurde diese nur ergänzend hinzugezogen. Zuletzt mussten die Flächen im kommunalen Besitz bei der Standortwahl beachtet werden.

Laut Expert:innen laufen Nutzende in der Regel höchstens 300 bis 500 Meter zu einer Station (T, 73). 500 Meter haben sich als Obergrenze etabliert, wobei in flachen und fahrradaffinen Städten teilweise auch über 500 Meter gelaufen werden (T/C, 72). Bei steiler Topographie verringert sich die Bereitschaft, weitere Strecken zu laufen. In diesen Gebieten können 100 Meter als Obergrenze gesehen werden (T, 77). Für die GIS-Analyse in Siegburg wurden für die Isochronenmethode Umkreise von 300 Meter als Haupteinzugsgebiet gewählt und 500 Meter als erweitertes Einzugsgebiet. Für die Höhenorte Kaldauen, Braschoß, Schreck, Schneffelrath und Selingenthal wurden Umkreise von 100 Meter als Haupteinzugsgebiet gewählt und 300 Meter als erweitertes Einzugsgebiet.

Für die GIS-Analyse wurden drei Szenarien erstellt. Szenario 1 stellt eine ideale Verteilung auf Basis der Empfehlung von einem Lastenrad pro 1.000 Einwohner:innen dar. In Szenario 1 wurden potenzielle Standorte für 44 Fahrzeuge identifiziert. Szenario 3 richtet sich ungefähr nach der aktuellen Fahrzeuganzahl in Siegburg. Dabei wurden 10 potenzielle Standorte mit jeweils einem Fahrzeug identifiziert. Szenario 2 stellt eine Zwischenlösung mit 22 Fahrzeugen, beziehungsweise ein Fahrzeug pro 2.000 Einwohner:innen, dar.

7.2. Ergebnisse der GIS-Analyse

Für die Standortanalyse wurde zunächst die Altersstruktur und die Bevölkerungsdichte nach Wahlbezirken untersucht. Die Altersgruppen wurden unterschiedlich gewichtet und daraus eine Priorisierung erstellt (siehe Abb. 8). In dieser Analyse zeigt sich, dass der Wahlbezirk 160 im Stadtteil Stallberg und der Wahlbezirk 020 im Stadtteil Deichhaus in Bezug auf die Altersverteilung besonders gute Voraussetzungen haben. Im Wahlbezirk 160 lebt mit 9,3 % der größte Anteil an 0- bis 6-Jährigen und mit 29,5 % ist der Anteil der 30- bis 49-Jährigen ebenfalls besonders hoch. In Wahlbezirk 020 beträgt der Anteil der 0- bis 6-Jährigen 9 % und der Anteil der 30- bis 49-Jährigen 28,6 % (Einwohner:innen in Siegburg am 31.12.2022, siehe Anhang A). Auch der Stadtteil Zange, mit den Wahlbezirken 030 und 040, sowie das Zentrum der Stadt besitzen gute Bedingungen in Bezug auf das Alter. Daraus lässt sich schließen, dass in diesen Gebieten ein höherer Anteil an jungen Familien lebt. Der Stadtteil Brückberg besitzt mit den Wahlbezirken 100 und 120 in Bezug auf die Altersstruktur ungünstigere Bedingungen für eine Station. Im Wahlbezirk 100 leben anteilmäßig zusammen mit dem Wahlbezirk 201 in Kaldauen mit 23,2 % die wenigsten 30- bis 49-Jährigen (Einwohner:innen in Siegburg am 31.12.2022, siehe

Anhang A). Die ländlicheren Gebiete besitzen insgesamt ungünstigere Bedingungen in Bezug auf die Altersstruktur als die Kernstadt.

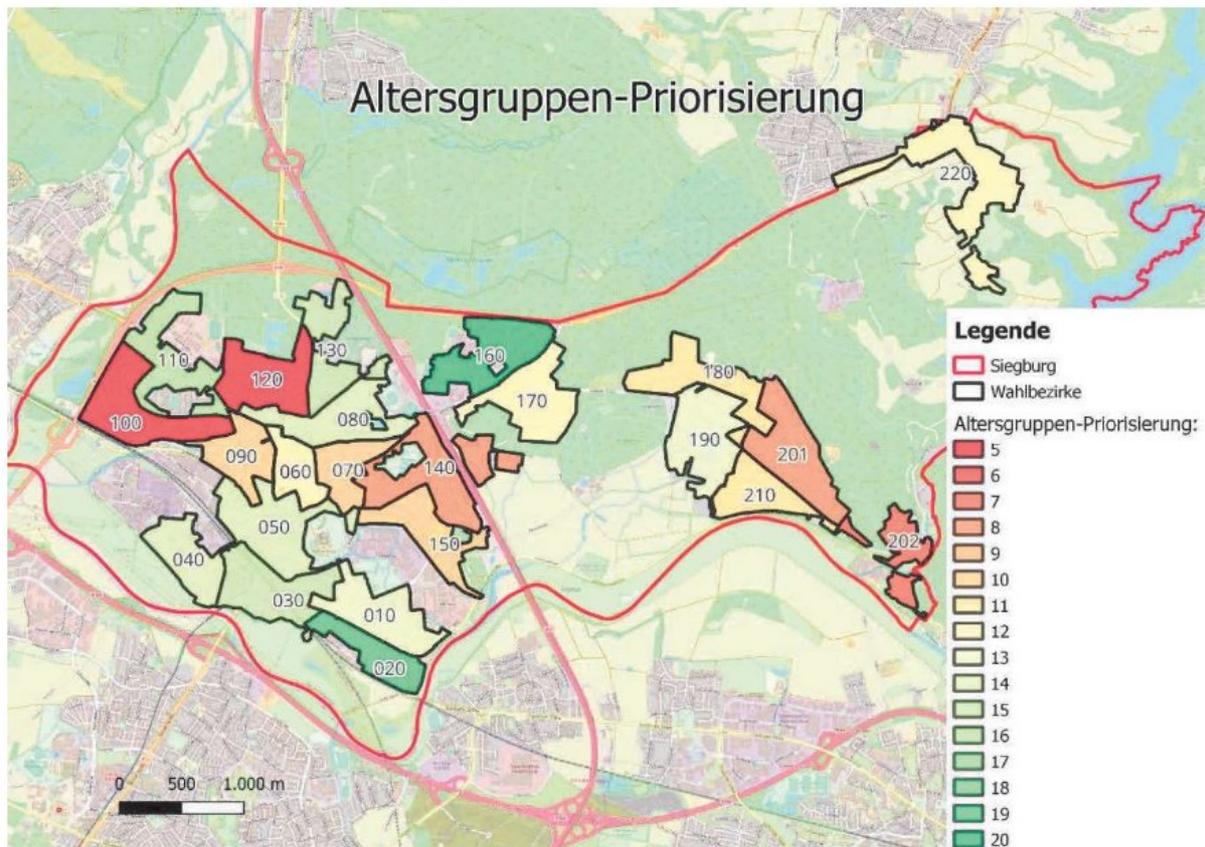


Abbildung 8: Priorisierte Altersgruppen (eigene Darstellung)

Die Verteilung der Bevölkerungsdichten ist in Abbildung 9 dargestellt. Wahlbezirk 020 im Stadtteil Deichhaus besitzt mit 11.503 Einwohner:innen pro Quadratkilometer die höchste Bevölkerungsdichte. Im Zentrum mit den Wahlbezirken 060, 070 und 090 ist ebenfalls eine hohe Bevölkerungsdichte vorzufinden. Die ländlicheren Gebiete mit dem Wahlbezirk 202, welcher den Stadtteil Selingenthal bildet und 220, der die Stadtteile Braschoß und Schneffelrath umfasst, besitzen die geringsten Bevölkerungsdichten. Die Bevölkerungsdichte im Wahlbezirk 202 beträgt 2529 Einwohner:innen pro Quadratkilometer.

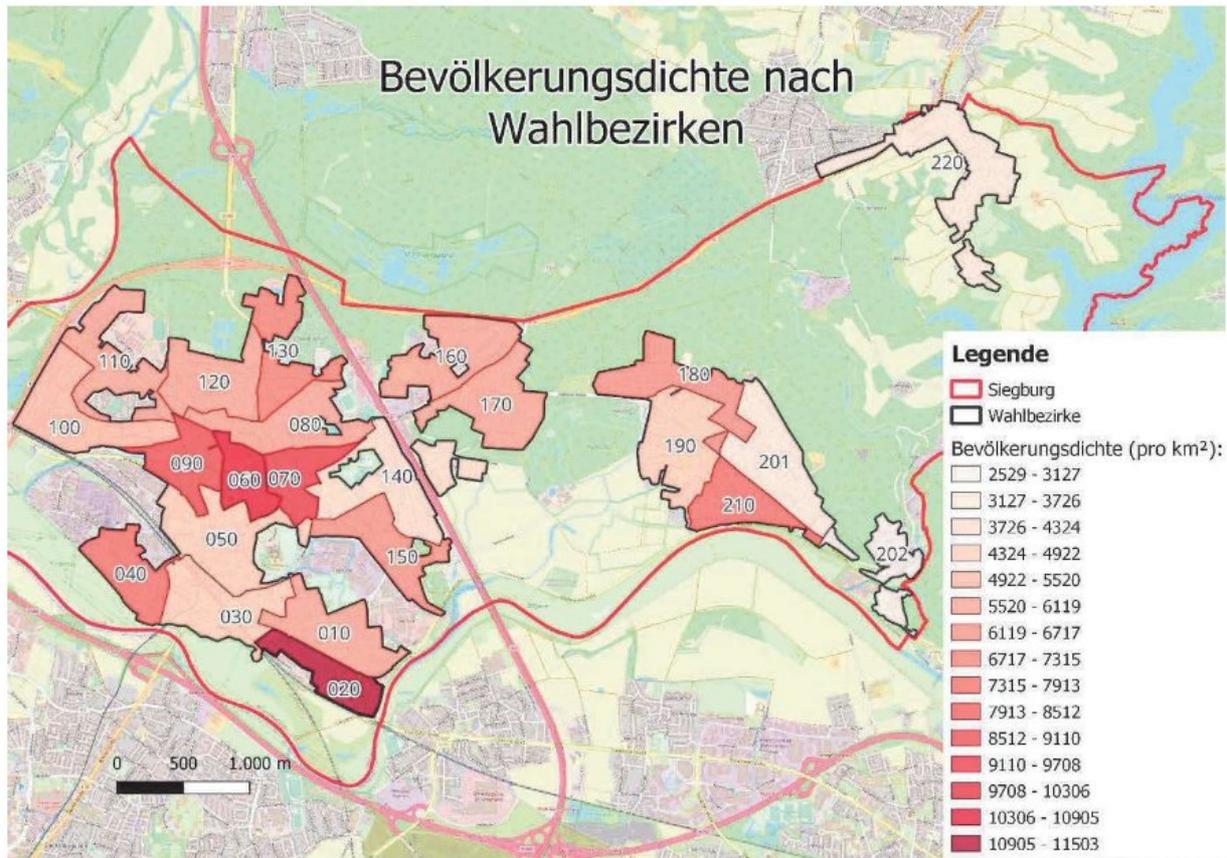


Abbildung 9: Bevölkerungsdichte nach Wahlbezirken (Eigene Darstellung)

7.2.1. Aktuelle Stationen

Zur Analyse der aktuellen Lastenrad-Sharing-Stationen wurde eine Erreichbarkeitsanalyse durchgeführt, um zu untersuchen, wie flächendeckend die Stationen verteilt sind und welche Bereiche sie abdecken (siehe Abb. 10). Die Stadtteile Braschoß, Schreck, Schneffelrath, Selingenthal und Stallberg besitzen aktuell keine Station. Das aktuelle LSS konzentriert sich auf die Kernstadt. Das Zentrum ist durch die Stationen am Bahnhof und am Markt besonders gut abgedeckt. Die Einzugsgebiete dieser Stationen überschneiden sich stark. Die Stadtteile Deichhaus, Zange, Wolsdorf, Brückberg, sowie der Norden der Stadt besitzen jeweils eine Station. Der ländlichere Höhenort Kaldauen besitzt ebenfalls eine Station. Ein großer Anteil des Stadtgebietes liegt in keinem Einzugsgebiet einer Station.

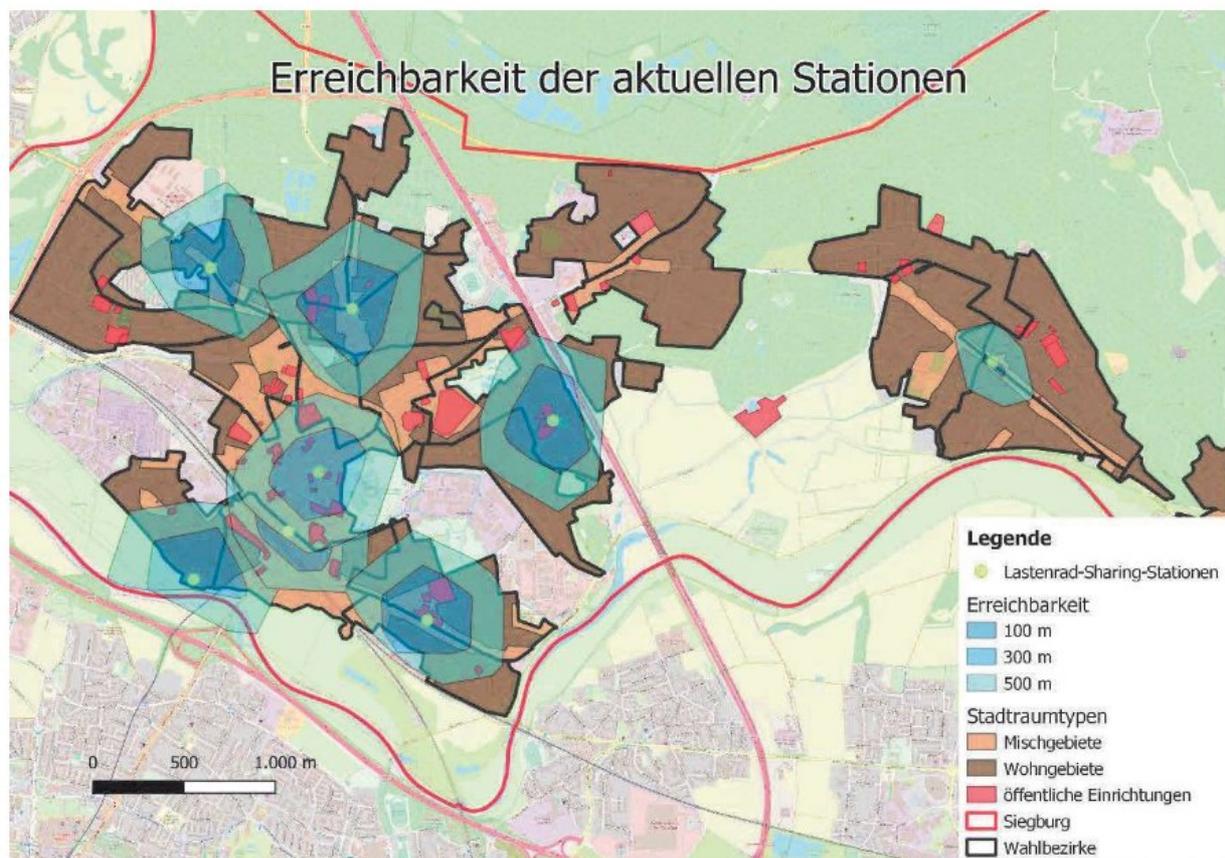


Abbildung 10: Erreichbarkeit der aktuellen Stationen (Eigene Darstellung)

7.2.2. potenzielle Stationen

Im Folgenden werden die drei Szenarien zukünftiger potenzieller Stationen und deren Erreichbarkeit vorgestellt:

a. Szenario 1

Dieses Szenario basiert auf dem Richtwert eines Fahrzeugs pro 1.000 Einwohner:innen. Es wurden 43 Stationen und 44 Fahrzeuge über das Stadtgebiet verteilt (siehe Abb. 11). Eine Station in dem Wahlbezirk 060 bekam aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte zwei Fahrzeuge zugewiesen. Im Wahlbezirk 020 in Deichhaus wurden aufgrund der hohen Bevölkerungszahl drei Stationen platziert. Die Kernstadt ist im Szenario 1 flächenmäßig ideal abgedeckt. In den ländlichen Höhenorten konnte über die Hälfte der Fläche abgedeckt werden. Die Stadtteile Schneffelrath und der südliche Teil von Selingenthal, welcher durch den Wahnbach abgeschnitten wird, haben aufgrund der sehr geringen Bevölkerungszahl keine Station zugewiesen bekommen.

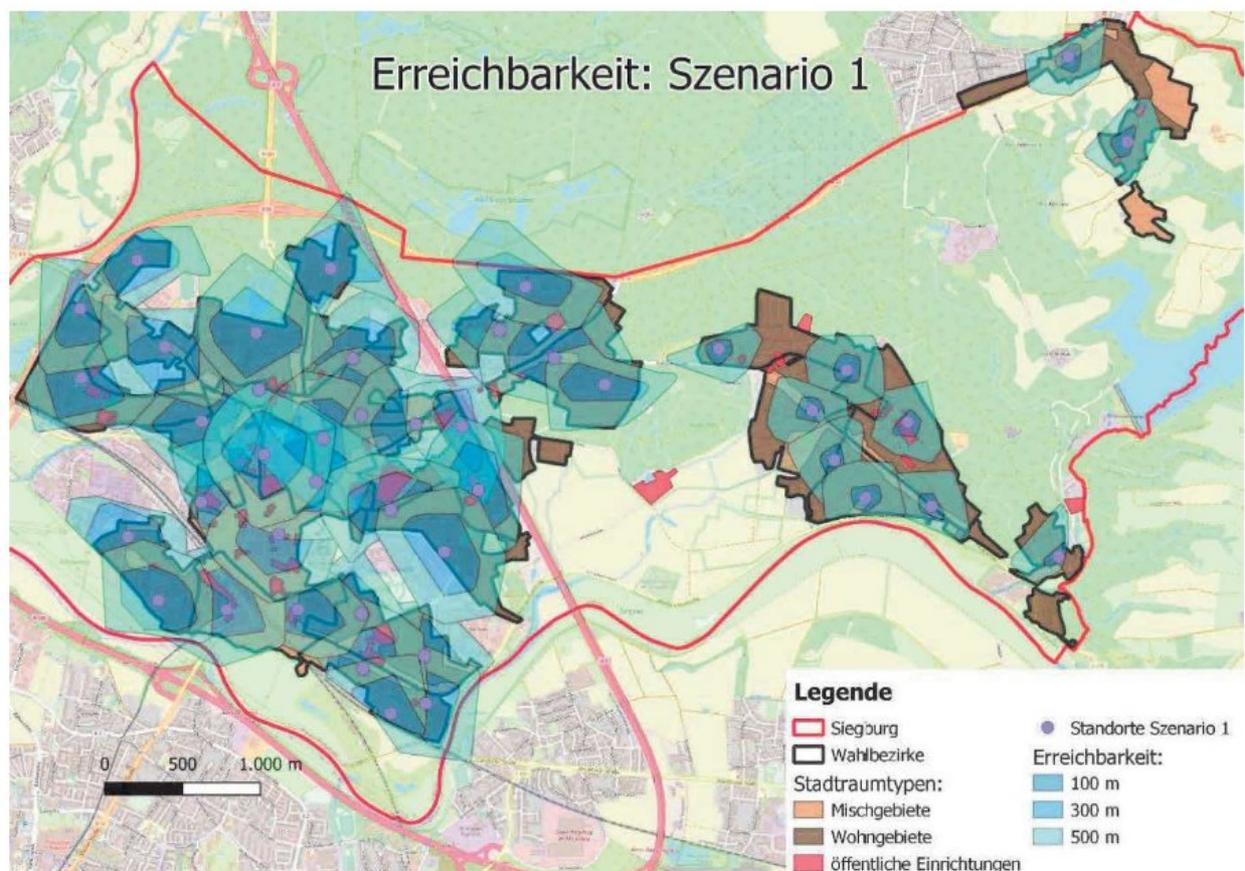


Abbildung 11: Erreichbarkeit Szenario 1 (Eigene Darstellung)

b. Szenario 2

In diesem Szenario wurde als Richtwert ein Fahrzeug pro 2.000 Einwohner:innen genutzt. Dabei wurden 22 Stationen und 22 Fahrzeuge auf das Stadtgebiet verteilt (siehe Abb. 12). Keinem Wahlbezirk wurde mehr als eine Station zugeordnet. In der Kernstadt liegt in diesem Szenario, im Gegensatz zu Szenario 1, nicht mehr nahezu jeder Punkt im Stadtgebiet in einem der Einzugsgebiete der Station, allerdings wird immer noch weit mehr als die Hälfte abgedeckt. Im ländlicheren Gebiet erhält Kaldauen vier Stationen und Braschoß eine. In Selingenthal wurden aufgrund der geringen Bevölkerungszahl und Bevölkerungsdichte in diesem Szenario keine Stationen platziert.

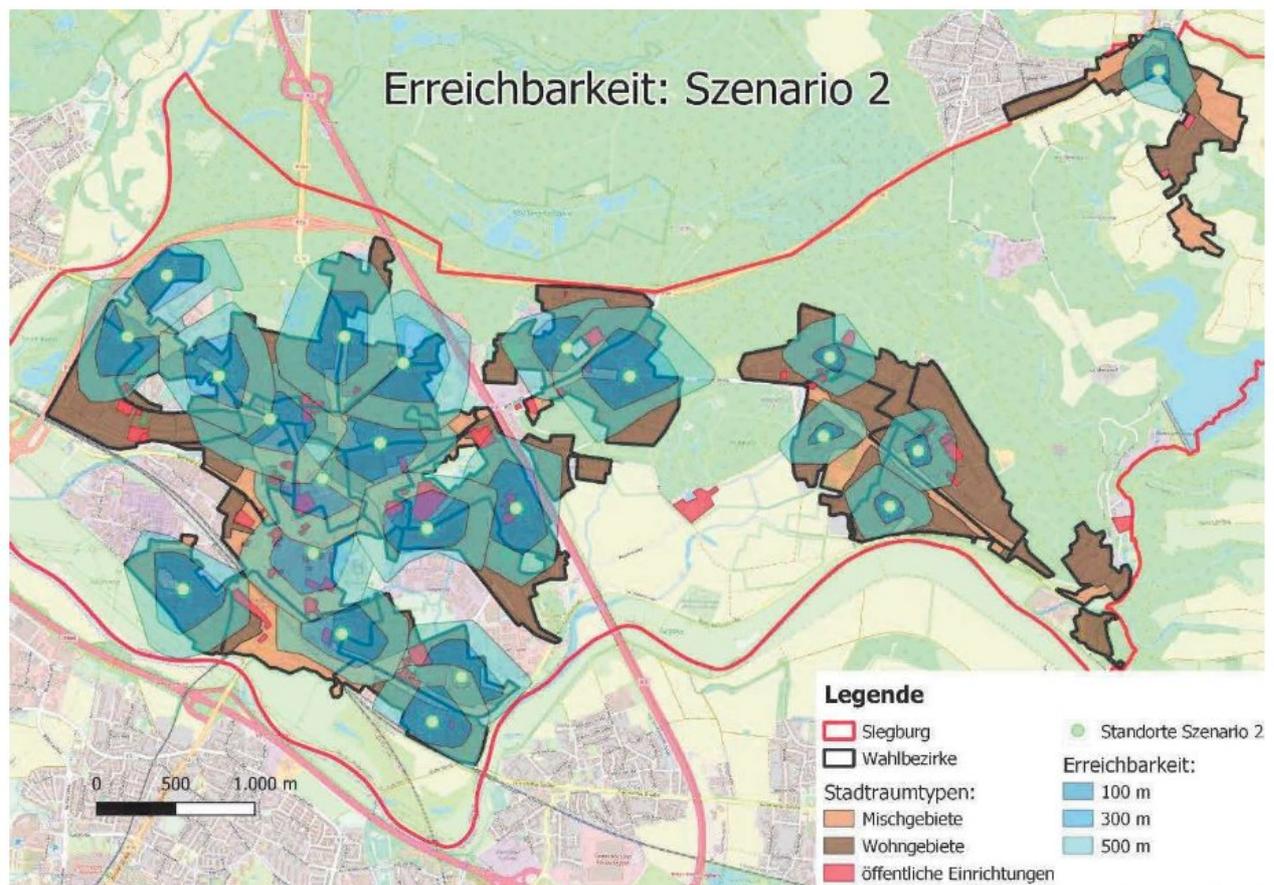


Abbildung 12: Erreichbarkeit Szenario 2 (Eigene Darstellung)

c. Szenario 3

Dieses Szenario sollte sich nach der aktuellen Stations- und Fahrzeugzahl richten und gleichzeitig möglichst viel Fläche des Stadtgebietes abdecken. In diesem Szenario wurde sich für 10 bis 11 Stationen entschieden (siehe Abb. 13). Besonders in der Kernstadt, die aufgrund der höheren Bevölkerungsdichte stärker berücksichtigt wurde, sollte möglichst viel Fläche abgedeckt werden. Dabei wurde sich besonders stark auf das Zentrum und den Stadtteil Deichhaus fokussiert, da beide die höchsten Bevölkerungsdichten aufweisen. Die restlichen Stationen wurden unter Beachtung der Altersgruppen-Priorisierung und der Bevölkerungsdichte gleichmäßig über das Stadtgebiet verteilt und es wurde darauf geachtet, dass sich möglichst wenige Einzugsgebiete überschneiden. Der Stadtteil Kaldauen erhielt eine Station, welche der aktuellen Station entspricht, da diese sehr zentral im Ort gelegen ist. Der Wahlbezirk 220, welcher dem Stadtteil Braschoß und Schneffelrath entspricht, besitzt die drittgeringste Bevölkerungszahl und die zweitgeringste Bevölkerungsdichte (Einwohner:innen in Siegburg am 31.12.2022, siehe Anhang A). Dies sind keine guten Voraussetzungen für die Platzierung einer Station. Um den abgeschnittenen Stadtteil trotzdem an dem System teilhaben zu lassen, könnte man dort eine weitere Station platzieren.

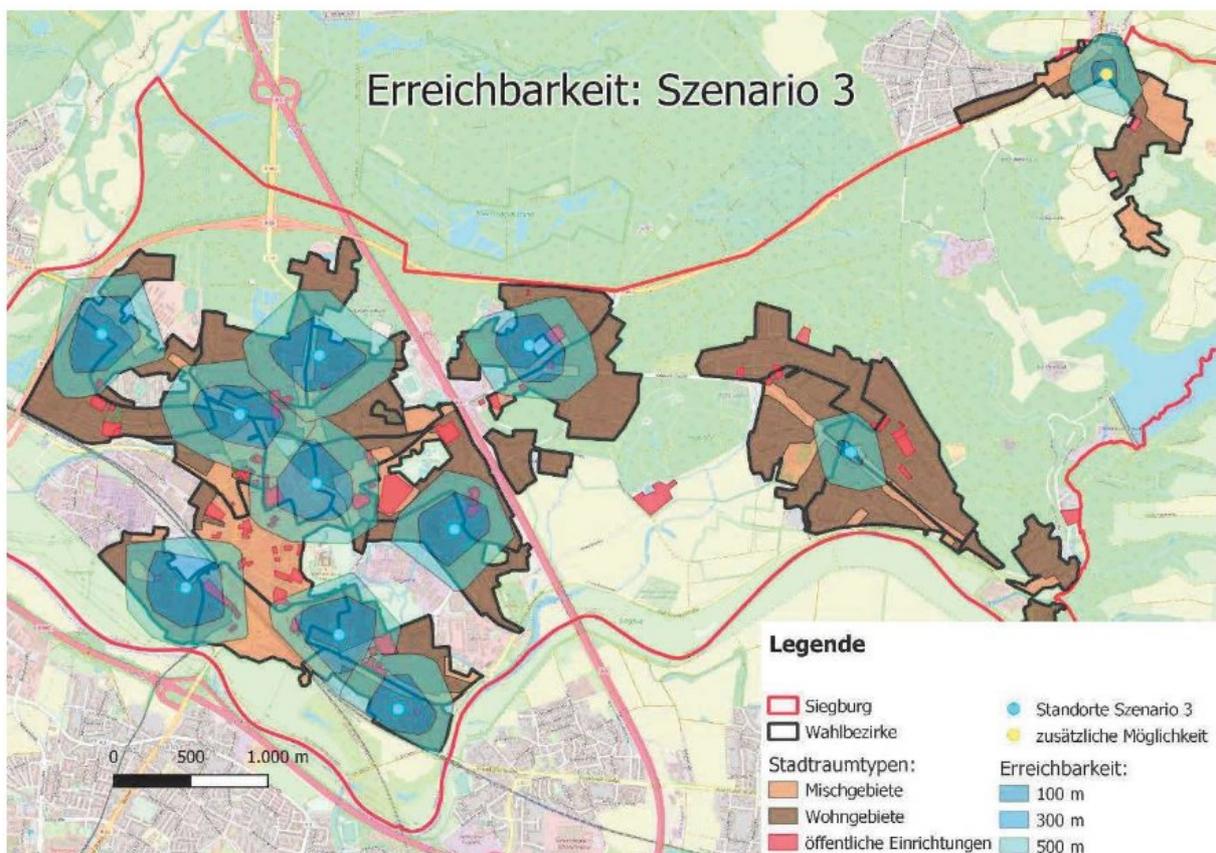


Abbildung 13: Erreichbarkeit Szenario 3 (Eigene Darstellung)

8. Diskussion

Im Folgenden werden die Forschungsergebnisse unter Rückbezug auf die Frage, wie die Verkehrswende in Siegburg mithilfe eines LSS erfolgreich gelingen kann, behandelt. Anschließend werden die Limitationen der empirischen Forschung und die mögliche weiterführende Forschung behandelt.

8.1. Allgemeine Diskussion

In allgemeinen Untersuchungen zu dem Potenzial von Shared Mobility für die Verkehrswende lässt sich erkennen, dass Lastenrad-Sharing, verglichen mit anderen Sharing-Angeboten, ein größeres Potenzial zur Verlagerung des Modal Splits auf den Umweltverbund und der Reduzierung des Pkw-Besitzes bietet (siehe Kap. 3.1.1.). Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass der Pkw und das Lastenrad einen ähnlichen Einsatzbereich, wie Personentransporte und Lebensmitteltransporte, haben (vgl. TRAN ET AL. 2015; DORNER ET AL. 2019). Aufgrund des im Vergleich zum Bundesland NRW überdurchschnittlichen Pkw-Besitzes in Siegburg gibt es in dieser Stadt mehr Potenzial zur Umverteilung des Modal Splits (vgl. Ingenieurbüro Helmert 2023). Ein Ziel des LSS ist es, für Siegburger:innen ein Angebot zu schaffen, mit welchem kein Zweitwagen mehr nötig ist.

Neben den Potenzialen, die Lastenräder als Verkehrsmittel bieten, gibt es auch einige Umweltrisiken in Bezug auf Lastenräder, die mit einem E-Antrieb ausgestattet sind. E-Lastenräder werden mit Lithium-Ionen-Batterien angetrieben. Die Produktion dieser ist CO₂-intensiv und verursacht einen hohen Energieverbrauch. Wenn Lastenrad-Sharing die Nutzung und den Besitz des privaten Pkws nicht einschränken kann, führt dies zu einem Rebound-Effekt (siehe Kap. 3.1.2.). Gleichzeitig ist ein E-Antrieb vor allem in den Höhenorten Siegburgs unerlässlich, da die Nutzung von Fahrzeugen ohne E-Antrieb bei steiler Topographie sehr stark sinken würde (vgl. Fraunhofer IML 2016). Lastenräder als Sharing-Angebot sind im Gegensatz zu Lastenrädern im Privatbesitz effizienter und suffizienter, da durch das Teilen der Räder weniger Räder benötigt werden und weniger Platz verbraucht wird.

Besonders bei BSS und LSS muss mit saisonalen Schwankungen in der Nutzung gerechnet werden (vgl. Fraunhofer IML 2016; B, 96). Auch das LSS im RSK wird im Sommer häufiger genutzt als im Winter (Ausleihen Lastenräder RSVG System 2024, siehe Anhang A).

Sowohl die Expert:innen als auch die betrachteten Studien bestätigen, dass Lastenräder in erster Linie für das Holen und Bringen, sowie für Besorgungen eingesetzt werden und weniger für intermodale Wegekette, was dafür spricht, dass das A-A-Modell ausreichend ist (siehe Kap. 3.3.; T, 81). Die nicht benötigte Umverteilung der Fahrzeuge, welche für zusätzliche Emissionen sorgt, spricht ebenfalls für das A-A-Modell (vgl. WINSLOW ET AL. 2019; T, 87). In wenigen Fällen werden hybride Systeme eingesetzt,

in denen die Kernstadt im A-B-Modell betrieben wird und die ländlicheren Gebiete im A-A-Modell, um eine Verlagerung der Fahrzeuge aus den ländlichen Gebieten in die Kernstadt zu verhindern, während das System in der Kernstadt flexibler und besser für intermodale Wegekettensysteme geeignet ist. Allerdings ist dieser Systemtyp oftmals mit einem höheren technischen Aufwand verbunden, da nicht jedes Betriebssystem zwei Anwendungen zulässt (T, 84ff). Ein hybrider Systemtyp könnte in Siegburg aufgrund der sowohl städtischen als auch ländlichen Strukturen ebenfalls getestet werden.

Während BECKER ET AL. (2018b) dreirädrige Lastenräder für Anfänger:innen empfiehlt, sagen die Expert:innen das Gegenteil. Diese empfehlen das Long John Modell, da es am leichtesten zu fahren ist und deutschlandweit bei Sharing-Systemen am gängigsten ist, während von Dreirädern abgeraten wurde (C, 58ff).

In Bezug auf die Gestaltung der Stationen wurde von Seiten der Expert:innen dazu geraten, diese einfach zu halten, um eine Testung der Stationsstandorte zu ermöglichen. Da das Lastenrad-Sharing in Siegburg noch relativ neu ist, wäre dies besonders sinnvoll. Durch die derzeitige fest installierte Ladeinfrastruktur ist das LSS in Siegburg nicht flexibel. Andererseits verringert eine feste Ladeinfrastruktur den betrieblichen Aufwand (siehe Kap. 7.1.2.). Das durch Expert:innen erwähnte Stationspartnerkonzept ist eine zusätzliche Möglichkeit, betrieblichen Aufwand zu reduzieren, indem beispielsweise Geschäfte oder Einrichtungen in der Nähe die Fahrzeuge warten und in erster Linie die Batterien wechseln und das Fahrzeug dafür kostenlos mieten können (G, 20f). Des Weiteren ist die Datentransparenz wichtig für die Flexibilität des LSS, da nur praktisch herausgefunden werden kann, wo eine Station tatsächlich geeignet platziert wurde und an welchen Stellen Änderungen vorgenommen werden sollten (siehe Kap. 7.1.2.).

Der ADFC in Siegburg ist der Meinung, dass eine ausreichende Anzahl an zur Verfügung stehenden Lastenrädern, sowie eine nahe Verfügbarkeit benötigt wird (E-Mail ADFC, 12.12.2024). Ähnliches zeigt sich in den Expert:inneninterviews. Die Kommunen stehen vor dem Konflikt, dass das LSS möglichst flächendeckend sein sollte, was allerdings mit hohen Kosten einhergeht, die von Kommunen mit schwacher Haushaltslage nicht getragen werden können. Die Expert:innen stimmen mit den betrachteten Studien überein, dass die Einnahmen eines LSS nicht ausreichen, um die Kosten zu refinanzieren. Vor allem beim Bike-Sharing und Lastenrad-Sharing braucht es Subventionierungen in Form von Förderungen (vgl. WINSLOW ET AL. 2019). Besonders, wenn das System niederschwellig gehalten werden soll. Es lässt sich sagen, dass die Kosten bei einem A-A-System am niedrigsten sind, sowie bei kleinerer Flottengröße, höherer Bevölkerungsdichte und dem passenden Einzugsgebiet, in dem typische Nutzende leben (vgl. DEMAIIO 2009).

Eine gut ausgebaute Radinfrastruktur, welche in Siegburg noch nicht in ausreichendem Maße vorhanden ist, ist laut Interviews und Literatur eine wichtige Voraussetzung für BSS und LSS (vgl. Fraunhofer IML 2016). Zudem sind kommunikative Maßnahmen besonders wichtig, da Lastenräder Verkehrsmittel sind, die viele Teile der Bevölkerung noch nicht erreichen. 3 % der Befragten des Fahrradmonitors (2023) nutzen Lastenräder und 78 % der Befragten kennen Lastenräder. Laut BECKER ET AL. (2018a) sind persönliche Kontakte der entscheidende Faktor bei der Gewinnung neuer Nutzenden. Zudem sind Social Media sowie die Sichtbarkeit der Fahrzeuge im öffentlichen Raum weitere Faktoren. Hierbei decken sich die Aussagen der wissenschaftlichen Studien und der Expert:innen.

Ob Sharing-Angebote der Daseinsvorsorge zugeordnet werden können, kann nicht allgemein festgelegt werden. Es lässt sich allerdings schlussfolgern, dass insbesondere das Lastenrad-Sharing aufgrund der Hebelwirkung in Bezug auf die Verkehrswende unter Beachtung einiger Aspekte zur Daseinsvorsorge gezählt werden könnte. Dabei sollte das Angebot an alle gerichtet sein, preislich niederschwellig gehalten werden und so gestaltet sein, dass es einen Verkehrswendebeitrag bringt. Unter Beachtung des LSS als Gemeingut stellt sich die Frage, ob soziodemographische Informationen bei der Standortwahl der Stationen eine Rolle spielen sollten.

Sowohl Expert:innen als auch wissenschaftliche Studien stimmen darin überein, dass die Platzierung der Stationen in den Wohnorten und dort, wo eine hohe Bevölkerungsdichte vorzufinden ist, sowie eine flächendeckende Verfügbarkeit von entscheidender Bedeutung sind (siehe Kap. 3.3.3.). Wobei von einem umfangreich flächendeckenden System nur im ersten Szenario gesprochen werden kann (siehe Abb. 11).

Der Stadtteil Deichhaus, insbesondere der Wahlbezirk 020, fiel als besonders gut geeignet für eine Station auf, da dieser Stadtteil eine der höchsten Bevölkerungsdichten besitzt und die Altersstruktur ebenfalls passend ist, da dort voraussichtlich viele junge Familien leben. Zum anderen sollte der Stadtteil Stallberg mit den Wahlbezirken 160 und 170 stärker in den Fokus genommen werden, da die Altersstruktur dort geeignet ist und dieser Stadtteil aktuell keine Station besitzt. Der Norden des Zentrums ist aufgrund der höheren Bevölkerungsdichte ebenfalls gut geeignet. Besonders die ländlichen Gebiete im Osten Siegburgs besitzen aufgrund der geringen Bevölkerungsdichte und der steilen Topographie keine guten Voraussetzungen für eine Station. Allerdings sollten diese nicht vergessen werden. Besonders im abgelegenen Stadtteil Braschoß ist es empfehlenswert, eine Station zu testen.

Zusammenfassend lässt festhalten, dass es sinnvoll ist, zunächst möglichst viel Fläche abzudecken und die Stationen in den Wohngebieten zu platzieren. Anschließend können die Standorte getestet werden und gegebenenfalls Stationsstandorte verändert werden. Außerdem sollten Bürger:innen bei der Stationsplanung eingebunden werden.

8.2. Limitation

Die Expert:inneninterviews können zwar einige Perspektiven abdecken, haben jedoch aufgrund der geringen Anzahl von vier Interviews und fünf Interviewpartner:innen eingeschränkte Aussagekraft. Für diese Arbeit war die Interviewanzahl ausreichend, wobei es relevant gewesen wäre, die Perspektive der Nutzenden stärker abzudecken. Es gab zwar einen Austausch per E-Mail mit dem Siegburger ADFC, in welchem seitens des ADFC einige Aspekte genannt wurden, allerdings kam kein Interview zustande. Besonders eine Befragung Siegburger Bürger:innen hätte diese Perspektive umfassend abdecken können. In dieser hätte die allgemeine Nachfrage nach einem LSS befragt werden können sowie unter welchen Rahmenbedingungen das LSS angenommen werden würde. Zusätzlich könnten Gebiete oder spezifische Standorte herausgefunden werden, an denen eine Station gewünscht wäre. Diese Methode hätte den Umfang dieser Arbeit überschritten. Für die Stadt Siegburg wäre es empfehlenswert, beispielsweise eine Befragung oder andere Formen der Bürger:innenbeteiligung durchzuführen.

Für die GIS-Analyse waren nur begrenzte Daten verfügbar. Neben den Informationen über die Altersstruktur wären soziodemographische Informationen bezüglich der Haushaltszusammensetzung sinnvoll gewesen. Alle für eine Standortanalyse von Lastenrad-Sharing-Stationen besonders relevanten Daten, wie die Bevölkerungszahl der Wahlbezirke und die Flächen der Wohn- und Mischgebiete, standen jedoch zur Verfügung. Die Wahlbezirke erstrecken sich über ein relativ großes Gebiet. Je kleiner die Raumeinheit wäre, desto exakter wäre die Analyse. In der Regel sind jedoch bevölkerungsbezogene Daten seltener in sehr kleinräumiger Unterteilung verfügbar. Dies hätte die Analyse der Bevölkerungsdichte beispielsweise noch aussagekräftiger gemacht.

Zudem sind die Flächen in kommunalem Besitz begrenzt, woraus sich schließen lässt, dass eine Kooperation mit lokalen Unternehmen empfehlenswert wäre, um zusätzliche Flächen für Stationen zu gewinnen. Hier könnte man beispielsweise mit dem Stationspartnerkonzept vorgehen. Bei der Standortwahl der drei Szenarien ist anzumerken, dass die Auswahl zwar auf einigen Regeln basiert, allerdings trotzdem subjektiv erfolgte. Es gibt keine Garantie, dass die ausgewählten Standorte die höchste Nutzung erfahren werden.

9. Fazit

In dieser Arbeit wurde das LSS in der Stadt Siegburg hinsichtlich seines Beitrags zur Verkehrswende analysiert. Auf der Basis von Expert:inneninterviews wurden die Eigenschaften des LSS benannt und dessen Stärken und Schwächen untersucht. Zudem wurde die zukünftige Perspektive beleuchtet und

eine Standortanalyse durchgeführt, bei welcher sowohl die aktuelle als auch potenziell zukünftige Situation betrachtet wurde. Daraus ergaben sich folgende Forschungsfragen:

1. *Welche Voraussetzungen und Eigenschaften charakterisieren das aktuelle Lastenrad-Sharing-System in Siegburg?*
2. *Wie kann das aktuelle Lastenrad-Sharing-System in Siegburg bewertet werden und welche Perspektiven bieten sich für dessen zukünftige Entwicklung?*
3. *Welche Standorte in Siegburg sind für Lastenrad-Sharing-Stationen geeignet?*

Das aktuelle LSS in Siegburg läuft aus, soll aber in Zukunft weitergeführt werden. Zurzeit wird es über die ÖPNV-Umlage des RSK finanziert. Allerdings wird das Lastenrad-Sharing nicht mehr Teil des neuen BSS sein und damit auch nicht mehr über die ÖPNV-Umlage finanziert. Dies kann als Hürde und Chance zugleich gesehen werden. Einerseits ist die Finanzierung des zukünftigen LSS nicht mehr gesichert. Andererseits können zukünftig die Schwächen des aktuellen Systems reduziert werden. Vor allem die Integrierung der Lastenräder in das BSS führte zu einigen Nachteilen, in erster Linie, weil von der Betreiberseite wenig Planungsfreiheit und Datentransparenz gewährleistet werden konnte. Zudem unterscheiden sich die Wegezwecke von Lastenrädern und konventionellen Fahrrädern. Daher sollte ein gleicher Umgang vermieden werden. Das aktuelle System wird außerdem von den Expert:innen als noch nicht flächendeckend genug bewertet.

Die größten Hürden eines LSS sind der politische Wille von kommunalen Verantwortungsträger:innen und die Finanzierung. Diese beiden Aspekte sind eng miteinander verknüpft, da Lastenrad-Sharing eine sehr kostenintensive Maßnahme ist. In Anbetracht der angespannten Haushaltslage vieler Kommunen wird es daher häufig nicht berücksichtigt. Trotz der Haushaltslage erkennt man in Siegburg eine allgemeine Befürwortung der Maßnahme, da es bereits einen Beschluss für die Weiterführung des Lastenrad-Sharings gibt.

Lastenrad-Sharing sollte aufgrund der Hebelwirkung für nachhaltige Verkehrsentwicklung und seiner Effizienz und Suffizienz zur Daseinsvorsorge gehören, um die Kommunen finanziell zu entlasten. Damit sollte das Angebot für alle verfügbar sein, sowohl räumlich als auch preislich. Wichtig für die Planung von Lastenrad-Sharing-Stationen ist die Verortung der Stationen in Wohngebieten beziehungsweise an sehr bevölkerungsdichten Orten. Dabei sollte möglichst viel Fläche der Wohn- und Mischgebiete abgedeckt werden. Die Beteiligung von Bürger:innen spielt ebenfalls eine wichtige Rolle.

Des Weiteren ist die Zusammenarbeit einiger Akteur:innen relevant. Dies betrifft die interkommunale Zusammenarbeit, bei welcher Erfahrungen zwischen den Kommunen des rechtsrheinischen RSK

ausgetauscht werden können. Für die Wartung ist außerdem ein gleicher Betreiber von Vorteil. Besonders die Zusammenarbeit zwischen Verwaltung und Betreiber ist bedeutsam. Die Nutzungszahlen der Stationen sollten zur Verfügung stehen und das System sollte flexibel gestaltet werden. Je transparenter die Daten sind, desto besser können die Stationen auf die geeignete Verortung untersucht werden und je einfacher die Stationen gestaltet sind, desto besser können diese getestet und bei Bedarf im Stadtgebiet verschoben werden. Wenn nach der Ausschreibung mehrere Betreiber zur Verfügung stehen, ist es empfehlenswert, diese Aspekte bei der Wahl des Betreibers zu berücksichtigen, damit ein dynamisches und flexibles LSS entstehen kann. Dies ist besonders für die Pilotphase eines LSS von Bedeutung.

Zudem ist der Betrieb im A-A-Modell empfehlenswert. Dies ist zum einen mit der Verfügbarkeit der Fahrzeuge zu begründen, welche damit an den Stationen erhalten bleiben und sich nicht ungleichmäßig auf das Stadtgebiet verteilen. Zum anderen reduziert dies negative Umweltwirkungen, da zur Umverteilung der Fahrzeuge Transporter notwendig wären, die zusätzliche CO₂-Emissionen verursachen würden. Hinsichtlich des Wegzwecks von Lastenrädern, welcher hauptsächlich aus Wegen vom Wohnort über einen Zwischenstopp zurück zum Wohnort besteht, ist das A-A-Modell ausreichend.

Neben der Gestaltung des LSS an sich sind kommunikative Maßnahmen ergänzend wichtig, da Lastenräder nicht zu den gängigen Verkehrsmitteln zählen und komplexer zu fahren sind als konventionelle Fahrräder. Besonders das Probefahren an öffentlichen Orten erweist sich als eine geeignete Methode, um Bürger:innen das Verkehrsmittel Lastenrad praktisch näherzubringen. Zudem ist die Aufmerksamkeitsgenerierung über verschiedene Medien von Bedeutung.

Für das Fallbeispiel Siegburg ist es in naher Zukunft realistisch, zunächst mit Szenario 3 zu beginnen, da die Kosten für eine ideale Abdeckung, wie sie in Szenario 1 dargestellt wird, zu hoch sein werden. Das zukünftige LSS sollte flexibler und transparenter gestaltet werden und die Testung der Stationen ist zu Beginn am wichtigsten. Auch aus Umweltgründen ist es empfehlenswert, mit Szenario 3 anzufangen. In der Zukunft kann die Stations- und Fahrzeuganzahl nach Bedarf weiter erhöht werden, um eine bessere räumliche Abdeckung zu erreichen, da in Szenario 3 das Angebot nicht allen Siegburger:innen zur Verfügung gestellt werden kann. Angesichts der noch geringen Bekanntheit von Lastenrädern ist davon auszugehen, dass es ein längerer Prozess sein wird, bis die ersten Erfolge der Maßnahme sichtbar werden, da sich die entsprechenden Routinen erst noch etablieren müssen. Es ist zu erwarten, dass sich die Veränderungen im Modal Split zunächst verzögert zeigen.

Literaturverzeichnis

- AMELI, N. (2021): Neue Handlungsweisen etablieren: Energiesuffizientes Verhalten in Quartieren ermöglichen – Bibliotheken der Dinge als Rahmen für gemeinschaftliche Nutzung. In: REICHER C. U. A. Schmidt (Hrsg.) (2021): Handbuch Energieeffizienz im Quartier. Clever versorgen, umbauen, aktivieren. (Springer Vieweg) Wiesbaden. S. 163-179
- ANDERLUH, A., HEMMELMAYR, V. U. T. WAKOLBINGER (2016): Einsatz von Lastenfahrrädern zur innerstädtischen Güterlieferung – ein Städtevergleich und Best Practice Empfehlungen für die Stadt Wien. Projekt gefördert aus Mitteln des Jubiläumsfonds der Stadt Wien für die WU. [Online-Publikation]. [Zugriff am: 06.01.2025]. Verfügbar unter: https://www.wu.ac.at/fileadmin/wu/d/ri/scm/WU_Cargo_Bikes_Final_Report.pdf
- APPEL, A., SCHEINER, J. U. M. WILDE (2020): Wege, Umwege und Irrwege zur Verkehrswende – (Selbst-)kritische Perspektiven aus Wissenschaft und Praxis. In: APPEL, A., SCHEINER, J. U. M. WILDE (Hrsg.) (2020) Mobilität, Erreichbarkeit, Raum. (Selbst-)kritische Perspektiven aus Wissenschaft und Praxis. Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung, Band 47. (Springer VS) Wiesbaden. S. 3-12.
- BECKER, S. U. C. RUDOLF (2018a): Exploring the Potential of Free Cargo-Bikesharing for Sustainable Mobility. In: GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society 27, 1, S. 156–164. doi: 10.14512/gaia.27.1.11
- BECKER, S. U. R. RUDOLF (2018b): The Status Quo of cargo-bikesharing in Germany, Austria and Switzerland. In: Umweltbundesamt (Hrsg.) (2018): Framing the Third Cycling Century. Bridging the Gap between Research and Practice. S. 168-180.
- BECKMANN, K. U. A. KLEIN-HITPAß (Hrsg.) (2013): Nicht weniger unterwegs, sondern intelligenter? Neue Mobilitätskonzepte. 11. (Edition Difu) Berlin.
- BISSEL, M. U. S. BECKER (2024): Can cargo bikes compete with cars? Cargo bike sharing users rate cargo bikes superior on most motives – Especially if they reduced car ownership. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 101, S. 218–235. doi: 10.1016/j.trf.2023.12.018
- BOGNER, A., MENZ, W. U. B. LITTIG (Hrsg.) (2002): Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung. (Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH) Opladen.
- BOGNER, A., LITTIG, B. U. W. MENZ (2014): Interviews mit Experten. Eine praxisorientierte Einführung. (Springer VS) Wiesbaden.

BÖRJESSON RIVERA, M. U. G. HENRIKSSON (2014): Cargo Bike pool - a way to facilitate a car free life? In: Resilience – the new research frontier. Proceedings of the 20th Annual International Sustainable Development Research Conference (ISDRC 2014), S. 273–280.

BREUER, F., MUCKEL, P. U. B. DIERIS (2019⁴): Reflexive Grounded Theory. Eine Einführung für die Forschungspraxis. (Springer Fachmedien Wiesbaden) Wiesbaden.

CANZLER, W., KNIE, A., RUHRORT, L. U C. SCHERF (2008): Erloschene Liebe? Das Auto in der Verkehrswende. Soziologische Deutungen. (transcript) Bielefeld.

CANZLER W. (2020): Die Verkehrswende – ein dickes Brett: Das Automobil in der modernen Gesellschaft. In: APPEL, A., SCHEINER, J. U. M. WILDE (Hrsg.) (2020) Mobilität, Erreichbarkeit, Raum. (Selbst-) kritische Perspektiven aus Wissenschaft und Praxis. Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung, Band 47. (Springer VS) Wiesbaden. S. 15-28

Cargobike.jetzt (o.J.): Mission. [Website]. [Zugriff am 03.01.2025]. Verfügbar unter: <https://www.cargobike.jetzt/mission/>

CARRACEDO, D. U. H. MOSTOFI (2022): Electric cargo bikes in urban areas: A new mobility option for private transportation. In: Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 16, S. 1-11. doi: 10.1016/j.trip.2022.100705.

CHEN, Y., WANG, D., CHEN, K., ZHA, Y. U. G. BI (2019): Optimal pricing and availability strategy of a bike-sharing firm with time-sensitive customers. In: Journal of Cleaner Production 228, S. 208–221. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.04.151.

CHERRY, C., WEINERT, J., XINMIAO, Y. U. E. VAN GELDER (2009): Electric bikes in the People’s Republic of China. Impact on the Environment and Prospects for Growth. (Asian Development Bank) Mandaluyong City.

DEMAIO, P. (2009): Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future. In: Journal of Public Transportation 12. S. 41-56. doi: <http://doi.org/10.5038/2375-0901.12.4.3>

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) u. Agora Verkehrswende (Hrsg.) (2020): Baustellen der Mobilitätswende. Wie sich die Menschen in Deutschland fortbewegen und was das für die Verkehrspolitik bedeutet. [Online-Publikation]. [Zugriff am: 03.01.2025]. Verfügbar unter: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2019/Mobilitaet_in_Deutschland/Agora-Verkehrswende_Baustellen-der-Mobilitaetswende.pdf

DIEKMANN, J. (1999): Zwischen Effizienz und Suffizienz. In: Ökologisches Wirtschaften 14, 3. S. 25-26. doi: <https://doi.org/10.14512/oew.v14i3.1030>

DORNER, F., DÖRRZAPF, L. U. M. BERGER (2020): Grätzlrad Wien: Nutzerinnen- und Nutzerstruktur und Nutzungsverhalten in host-basiertem Lastenrad-Sharing. In: REAL CORP 2019. S. 391-400.

DORNER, F. U. M. BERGER (2019): Peer-to-Peer-Lastenrad-Sharing – Perspektiven verschiedener Zielgruppen. In: REAL CORP 2019, S. 541–551.

DUNN, J., GAINES, L., SULLIVAN, J. U. M. WANG (2012): Impact of recycling on cradle-to-gate energy consumption and greenhouse gas emissions of automotive lithium-ion batteries. In: Environmental Science & Technology 46, 22. S. 12704–12710. doi: 10.1021/es302420z.

Europäische Kommission (o.J.): Introduction to SUMP. [Website] [Zugriff am: 03.01.2025] Verfügbar unter: https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/sustainable-urban-mobility-plans/introduction-sumps_en

Europäische Union (2020): Neue Leipzig Charta. Die transformative Kraft der Städte für das Gemeinwohl. [Online-Publikation] [Zugriff am: 03.01.2025] Verfügbar unter: https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/neue-leipzig-charta-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=2

FIRNKORN, J. U. M. MÜLLER (2012): Selling Mobility instead of Cars: New Business Strategies of Automakers and the Impact on Private Vehicle Holding. In: Business Strategy and the Environment 21, S. 264–280. doi: 10.1002/bse.738.

FISHMAN, E., WASHINGTON, S. U. N. HAWORTH (2013): Bike Share: A Synthesis of the Literature. In: Transport Reviews 33, 2. S. 148–165. doi: <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.775612>

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) (Hrsg.) (2016): Das Lastenrad als regionales Mobilitätsangebot. Bearbeitung grundlegender Fragestellungen für die Einführung eines Innovativen Lastenrad-Verleihsystems in der Metropolregion Frankfurt-Rhein-Main. [Online-Publikation] [Zugriff am: 03.01.2025]. Verfügbar unter: https://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20310/Fraunhofer_IML-HOLM_Lastenradprojekt_2016.pdf

General-Anzeiger (2016): Lastenrad Lottchen. [Zeitungsartikel]. [Zugriff am: 03.01.2025]. Verfügbar unter: https://ga.de/region/sieg-und-rhein/siegburg/lastenrad-lottchen_aid-43068917

GIGLIO, C., MUSMANNO, R. U. R. PALMIERI (2021): Cycle Logistics Projects in Europe: Intertwining Bike-Related Success Factors and Region-Specific Public Policies with Economic Results. In: applied sciences 11, 1578. S. 137-166. doi: 10.3390/app11041578

Görög, G. (2018): The Definitions of Sharing Economy: A Systematic Literature Review. In: Management 13,2. S. 175–189. doi: <http://dx.doi.org/10.26493/1854-4231.13.175-189>

Green Moves (o.J.): Über uns. [Website]. [Zugriff am: 03.01.2025]. Verfügbar unter: <https://www.green-moves.de/>

HESS, A. U. I. SCHUBERT (2019): Functional perceptions, barriers, and demographics concerning e-cargo bike sharing in Switzerland. In: *Transportation Research Part D* 71, S. 153–168. doi: 10.1016/j.trd.2018.12.013.

Ingenieurbüro Helmert (2023): Mobilitätsbefragung 2023. Zum werktäglichen Verkehrsverhalten der Bevölkerung in der Kreisstadt Siegburg. [Online-Publikation]. [Zugriff am: 03.01.2025]. Verfügbar unter: <https://siegburg.de/static/web/dokumente/planen-bauen/mobilitaetsbefragung-2023-schlussbericht.pdf>

Institut für Mobilitätsforschung (ifmo) (Hrsg.) (2016): CarSharing 2025 - Nische oder Mainstream. [Online-Publikation]. [Zugriff am 03.01.2025]. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/profile/Maria-Juschten/publication/310448303_CarSharing_2025_-_Nische_oder_Mainstream/links/5b866b69299bf1d5a72eee26/CarSharing-2025-Nische-oder-Mainstream.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2024): Synthesebericht zum Sechsten IPCC-Sachstandsbericht. [Online-Publikation]. [Zugriff am: 03.01.2024]. Verfügbar unter: https://www.de-ipcc.de/media/content/Hauptaussagen_AR6-SYR.pdf

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) (Hrsg.) (2016): Deutsches Mobilitätspanel (MOP). Wissenschaftliche Begleitung und Auswertung. Bericht 2014/2015: Alltagsmobilität und Fahrleistung. [Online-Publikation] [Zugriff am: 03.01.2024] Verfügbar unter: https://mobilitaetspanel.ifv.kit.edu/downloads/Bericht_MOP_22_23.pdf

KLUMPP, M., GRUHN, V., HESENIUS, M. U. P. SCHWARZ (2021): Connected Urban Mobility: Einsatz Künstlicher Intelligenz zur Koordination von Lastenrädern in der Last Mile Logistik. In: PROFF, H. (Hrsg.) (2021): Making connected mobility work. Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte. (Springer Fachmedien Wiesbaden) Wiesbaden. S. 533-548.

Kreisstadt Siegburg (o.J.a): Carsharing. Seit November 2022 sind 28 Carsharing-Fahrzeuge in Siegburg buchbar. [Website]. [Zugriff am: 03.01.2024]. Verfügbar unter: <https://siegburg.de/stadtleben-aktuelles/mobilitaet-verkehr/carsharing/>

Kreisstadt Siegburg (o.J.b): Fahrradverleihsystem. Fahrradverleihsystem Siegburg & Rhein-Sieg. [Website]. [Zugriff am 03.01.2025]. Verfügbar unter: <https://siegburg.de/stadtleben-aktuelles/mobilitaet-verkehr/fahrradverleihsystem/>

Kreisstadt Siegburg (o.J.c): Mobilitätsplan SUMP. [Website]. [Zugriff am: 03.01.2024] Verfügbar unter: <https://siegburg.de/planen-bauen-verkehr/verkehr-mobilitaet/mobilitaetsplan-sump/>

Kreisstadt Siegburg (2024a): Bestandsstatistik. [Online-Publikation]. [Zugriff am: 03.01.2025]. Verfügbar unter: <https://siegburg.de/static/web/statistiken/einwohnerbestand.pdf>

Kreisstadt Siegburg (2024b): Drei neue E-Lastenräder. Für Fahrten in die Kita, zum Einkauf oder ins Grüne. [Website]. [Zugriff am 03.01.2025]. Verfügbar unter: <https://siegburg.de/stadtleben-aktuelles/aktuelles/nachrichten/2024/august/drei-neue-lastenraeder/>

Kreisstadt Siegburg (2024c): Geburtenjahrgangsstatistik. [Online-Publikation] [Zugriff am: 03.01.2025] Verfügbar unter: <https://siegburg.de/static/web/statistiken/geburtenjahrgaenge-alterspyramide.pdf>

Kreisstadt Siegburg (25.05.2024): Ausschreibung des kreisweiten Fahrradmietsystems; Sachstand. [Online-Publikation]. [Zugriff am: 03.01.2025]. Verfügbar unter: <https://sessionnet-oparl.krz.de/oparl/bodies/1648/downloadfiles/a/00074328.pdf>

Kreisstadt Siegburg (09.10.2024): E-Tretroller: Stationen und Verkehrssicherheitsaktion. [Online-Publikation]. [Zugriff am 03.01.2025]. Verfügbar unter: <https://sessionnet-oparl.owl-it.de/oparl/bodies/1648/downloadfiles/a/00076216.pdf>

KUCKARTZ, U. (2016³): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. (Beltz Juventa) Weinheim.

KÜHL, S., STRODTOLZ, P. U. A. TAFFERTSHOFER (Hrsg.) (2009): Handbuch Methoden der Organisationsforschung. Quantitative und qualitative Methoden. (VS Verlag für Sozialwissenschaften) Wiesbaden.

LE VINE, S., LEE-GOSSELIN, M., SIVAKUMAR, A. U. J. POLAK (2014): A new approach to predict the market and impacts of round-trip and point-to-point carsharing systems: Case study of London. In: Transportation Research Part D 32, S. 218–229. doi: 10.1016/j.trd.2014.07.005.

LE VINE, S. U. J. POLAK (2019): The impact of free-floating carsharing on car ownership: Early-stage findings from London. In: Transport Policy 75, S. 119–127. doi: 10.1016/j.tranpol.2017.02.004.

LOSKE, R. (2019): Die Doppelgesichtigkeit der Sharing Economy. Vorschläge zu ihrer gemeinwohlorientierten Regulierung. In: WSI-Mitteilungen 1, S. 64–70. doi: 10.5771/0342-300X-2019-1-64.

MARX GÓMEZ, J., SOLSBACH, A., KLENKE, T. U. V. WOHLGEMUTH (Hrsg.) (2019): Smart Cities/Smart Regions - Technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Innovationen. Konferenzband zu den 10. BUIS-Tagen. (Springer Fachmedien Wiesbaden) Wiesbaden.

- MOCK, M. (2023): Making and breaking links: the transformative potential of shared mobility from a practice theories perspective. In: *Mobilities* 18,3. S. 374–390. doi: 10.1080/17450101.2022.2142066.
- NEUMEIER, S. (2014): Modellierung der Erreichbarkeit von Supermärkten und Discountern. Untersuchung zum regionalen Versorgungsgrad mit Dienstleistungen der Grundversorgung. (Thünen Working Paper 16) Braunschweig.
- NOBIS, C. U. T. KUHNIMHOF (2018): Mobilität in Deutschland – MiD. Ergebnisbericht. [Online-Publikation]. [Zugriff am 03.01.2025]. Verfügbar unter: https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/archive/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf
- NUHN, H. U. M. HESSE (2006): Verkehrsgeographie. Grundriss allgemeine Geographie. (Ferdinand Schöningh) Paderborn.
- OOSTENDORP, R., OEHLERT, J. U. B. HELDT (2020): Neue Mobilitätsangebote in Wohnquartieren: Maßnahmen und Wirkungen aus Sicht von öffentlicher Verwaltung, Wohnungswirtschaft und Planung. In: APPEL, A., SCHEINER, J. U. M. WILDE (Hrsg.) (2020) Mobilität, Erreichbarkeit, Raum. (Selbst-) kritische Perspektiven aus Wissenschaft und Praxis. Studien zur Mobilitäts- und Verkehrsforschung, Band 47. (Springer VS) Wiesbaden. S. 179-200.
- POHLMANN, M. (2022): Einführung in die Qualitative Sozialforschung. utb Sozialwissenschaften. (UVK Verlag) München.
- RADTKE, J. (2021): Die Nachhaltigkeitstransformation in Deutschland. Ein Überblick zentraler Handlungsfelder. (Springer VS) Wiesbaden.
- RIGGS, W. (2016): Cargo bikes as a growth area for bicycle vs. auto trips: Exploring the potential for mode substitution behavior. In: *Transportation Research Part F* 43, S. 48–55. doi: 10.1016/j.trf.2016.09.017.
- RSVG (o.J.): Unsere Tarife. [Website]. [Zugriff am 04.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.nextbike.de/rsvg/de/#tarife>
- SAMMUT-BONNICI, T. U. D. GALEA (2015): SWOT Analysis. In: *Wiley Encyclopedia of Management*. Wiley, S. 1–8. doi: 10.1002/9781118785317.weom120103
- SANTARIUS, T. (2014): Der Rebound-Effekt: ein blinder Fleck der sozial-ökologischen Gesellschaftstransformation. In: *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 23, 2. S. 109–117. doi: 10.14512/gaia.23.2.8.
- SCHATZKI, T. (2010): Materiality and Social Life. In: *Nature and Culture* 5, 2. S. 123–149. doi: 10.3167/nc.2010.050202.

SHAHEEN, S. CHAN, N. U. H. MICHEAUX (2015): One-way carsharing's evolution and operator perspectives from the Americas. In: *Transportation* 42, 3. S. 519–536. doi: 10.1007/s11116-015-9607-0.

SHIN, G., LEE, K., PARK, D., LEE, J. U. M. YUN (2018): Personal Mobility Device and User Experience: A State-of-the-art Literature Review. In: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 62, 1. S. 1336–1337. doi: 10.1177/1541931218621305.

SINUS-Mart- und Sozialforschung GmbH (Hrsg.) (2023): *Fahrrad-Monitor 2024*. [Online-Publikation]. [Zugriff am: 04.01.2024]. Verfügbar unter: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/fahrradmonitor-langfassung.pdf?__blob=publicationFile

Stadt Brühl (o.J.): *Demographie & demographischer Wandel*. [Online-Publikation]. [Zugriff am: 04.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.bruehl.de/demographie.aspx>

Statista (2023): *Durchschnittsalter der Bevölkerung in Deutschland von 2011 bis 2023*. [Website]. [Zugriff am: 04.01.2024]. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1084430/umfrage/durchschnittsalter-der-bevoelkerung-in-deutschland/#:~:text=Die%20Gesellschaft%20in%20Deutschland%20altert.%20Zum%20Ende%20des,durchschnittliche%20Alter%20der%20Bev%C3%B6lkerung%20in%20Deutschland%2044%2C6%20Jahre>

Statistisches Bundesamt (2024): *Pkw-Dichte 2024 leicht gestiegen*. [Website]. [Zugriff am: 04.01.2025]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2024/10/PD24_N051_46.html

TINK Netzwerk (o.J.): *TINK Netzwerk*. [Website]. [Zugriff am: 04.01.2025]. Verfügbar unter: <https://tinknetzwerk.de/>

TRAN, T., OVTRACHT, N. U. B. D'ARCIER (2015): *Modeling Bike Sharing System using Built Environment Factors*. In: *Procedia CIRP* 30. S. 293–298. doi: 10.1016/j.procir.2015.02.156.

UCL Energy Institute (Hrsg.) (2015): *Feasibility Study for "Mobility as a Service" concept in London. FS-MaaS Project – Final Deliverable*. [Online-Publikation]. [Zugriff am: 03.01.2024]. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/profile/Maria-Kamargianni/publication/279957542_Feasibility_Study_for_Mobility_as_a_Service_concept_in_London/links/559fc6dc08ae0e0bf613fd34/Feasibility-Study-for-Mobility-as-a-Service-concept-in-London.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

Umweltbundesamt (2024a): *Emissionen des Verkehrs*. [Website]. [Zugriff am: 04.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#verkehr-belastet-luft-und-klima-minderungsziele-der-bundesregierung>

Umweltbundesamt (2024b): Energieverbrauch und Kraftstoffe. [Website]. [Zugriff am: 04.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/endenergieverbrauch-energieeffizienz-des-verkehrs#undefined>

VANOUTRIVE, T. U. H. HUYSE (2023): Revisiting modal split as an urban sustainability indicator using citizen science. In: *Cities* 143. S. 1-10. doi: 10.1016/j.cities.2023.104592.

Verkehrsclub Deutschland (VCD) (2021): Verkehrswende oder Mobilitätswende – was ist der Unterschied? [Website]. [Zugriff am 04.01.2025]. Verfügbar unter: <https://www.vcd.org/artikel/verkehrswende-definition/>

WINSLOW, J. U. O. MONT (2019): Bicycle Sharing: Sustainable Value Creation and Institutionalisation Strategies in Barcelona. In: *Sustainability* 11, 3. S. 1-27. doi: 10.3390/su11030728.

WRIGHTON, S. U. K. REITER (2016): CycleLogistics – Moving Europe Forward! In: *Transportation Research Procedia* 12, S. 950–958. doi: 10.1016/j.trpro.2016.02.046.