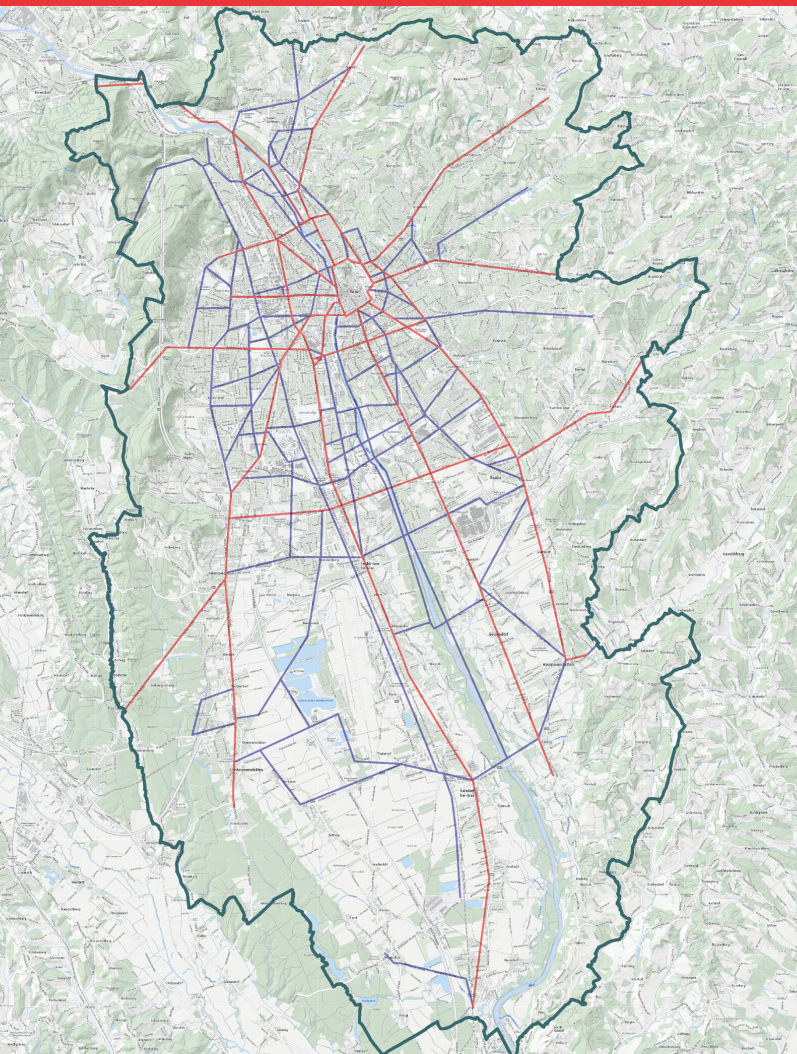


ENDBERICHT

Radnetzstudie

des steirischen Kernballungsraums

Graz, Feldkirchen, Fernitz-Mellach, Grambach,
Hart bei Graz, Hausmannstätten, Kalsdorf,
Premstätten, Raaba-Grambach, Seiersberg-Pirka,
Wundschuh, Werndorf



PLANUM



Graz, Juni 2020

Dieser Endbericht wurde erstellt von:

**Bike Citizens Mobile Solutions GmbH
(Projektleitung)**

Kinkgasse 7

8020 Graz

Daniel Kofler

daniel.kofler@bikecitizens.net

Simone Feigl, MSc

simone.feigl@bikecitizens.net



PLANUM Fallast Tischler & Partner GmbH

Wastiangasse 14, 8010 Graz

DI Dr. Kurt Fallast

fallast@planum.eu

DI Georg Huber

huber@planum.eu

DI Markus Moser

moser@planum.eu

PLANUM



**Technische Universität Graz, Institut für Straßen-
und Verkehrswesen**

Rechbauerstraße 12/II, 8010 Graz

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf

martin.fellendorf@tugraz.at

Alex van Dulmen, BBE MSc

alex.vandulmen@tugraz.at



Graz, im Juni 2020

Die Radnetzstudie wurde erstellt im Auftrag von:

Amt der Steiermärkischen Landesregierung – Land Steiermark

A16 – Verkehr und Landeshochbau

Referat Gesamtverkehrsplanung und Straßeninfrastruktur - Neubau

Dipl. Ing. Dr. Peter Sturm, BSc

Stempfergasse 7

8010 Graz



Das Land
Steiermark

→ A16 Verkehr und Landeshochbau

Unterstützt von:



Die Radnetzstudie des steirischen Kernballungsraums wurde mit dem VCÖ-Mobilitätspreis 2019 ausgezeichnet.

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG.....	1
1.1 Ausgangssituation.....	1
1.2 Zielsetzung.....	2
2 GRUNDLAGEN.....	4
2.1 Abgrenzung.....	4
2.1.1 Inhaltliche Abgrenzung.....	4
2.1.2 Räumliche Abgrenzung.....	6
2.1.3 Zeitliche Abgrenzung.....	8
2.2 Datenbasis.....	8
2.2.1 Strukturdaten.....	8
2.2.2 GPS-Datenerhebung.....	11
2.2.3 Zählungen.....	12
3 METHODIK.....	13
3.1 GPS-Datenanalyse.....	15
3.1.1 Filterung (zeitlich und räumlich) und Plausibilitätscheck.....	16
3.1.2 Mapmatching-Verfahren.....	17
3.1.3 Aggregation.....	17
3.1.4 Dauerlinien-Analyse.....	17
3.1.5 Analyse der verschiedenen Gewichtungsvarianten.....	17
3.1.6 Hochrechnung.....	17
3.1.7 Erstellung von Differenz-Bildern.....	18
3.1.8 Erstellung von Quelle-Ziel-Matrizen.....	19
3.1.9 Analysen zum Routenwahlverhalten.....	19
3.2 FamoS-Verkehrsnachfragemodell für den Radverkehr.....	19
3.3 Kategorisierung.....	22

4	ERGEBNISSE.....	23
4.1	Fließender Radverkehr.....	24
4.1.1	Netzhierarchie.....	24
4.1.2	Analyse der IST-Situation anhand GPS-Radverkehrsdaten (2018).....	26
4.1.3	Planfall 2017 (25%/40%).....	31
4.1.4	Planfall 2030 (Idealnetz 2030: 25%/40%, kategorisiert).....	33
4.2	Ruhender Radverkehr.....	40
4.2.1	Ruhender Radverkehr 2019.....	40
4.2.2	Ruhender Radverkehr 2030.....	43
4.2.3	Qualität von Radabstellanlagen.....	44
4.3	Erreichbarkeit multimodaler Knotenpunkte.....	47
4.3.1	Nahverkehrsknoten Graz Gösting.....	48
4.3.2	Graz Hauptbahnhof.....	49
4.3.3	Graz Köflacherbahnhof.....	51
4.3.4	Graz Ostbahnhof.....	53
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	55
6	AUSBLICK.....	57
7	ANHANG.....	58
7.1	Weiterführende Literatur Radabstellanlagen.....	58
7.2	Glossar.....	58
7.3	Lieferumfang.....	59
7.4	Abbildungsverzeichnis.....	60
7.5	Tabellenverzeichnis.....	61
7.6	Kategorisiertes Idealnetz 2030 (straßensegmentfein).....	62
7.7	Repräsentativität.....	63

1 Einleitung

Die Radnetzstudie soll die richtungweisende Grundlage für die Radverkehrsinfrastruktur im steirischen Kernballungsraum darstellen. Dabei wurde sie als strategisches Instrument konzipiert, um im Rahmen von „Radmobil Graz 2030“ und „Radverkehrsstrategie Steiermark 2025“ sinnvoll, nachhaltig und in enger Zusammenarbeit mit allen Gemeinden im Planungsraum in die Radinfrastruktur zu investieren. Gleichzeitig stellt die Radnetzstudie einen wichtigen Baustein für die Säule A „Planen und Bauen“ der Radverkehrsstrategie des Landes Steiermark dar, der eine Orientierung für zukünftige (Rad-)verkehrsplanungen liefert (Abbildung 1).¹

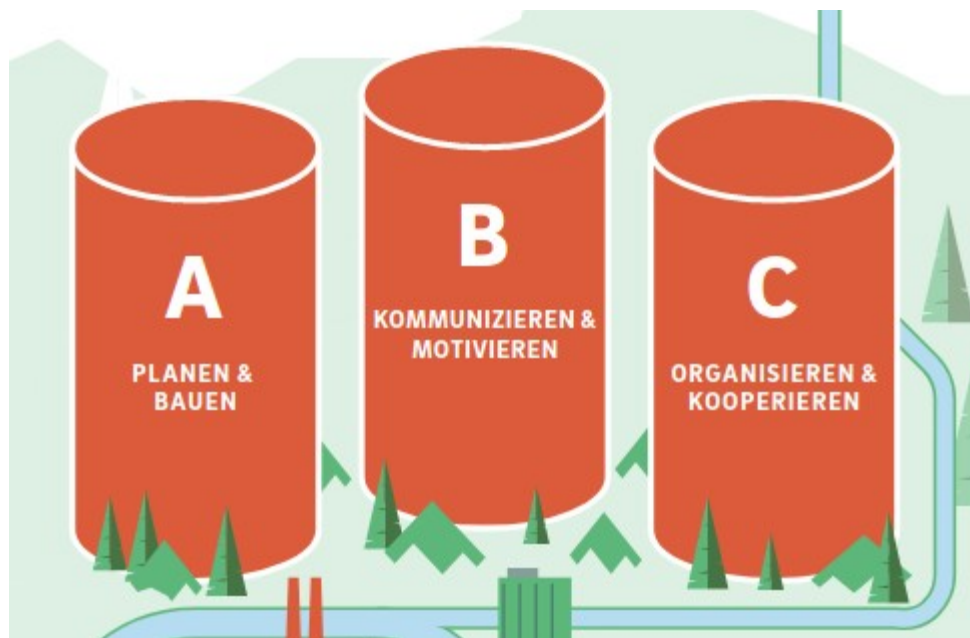


Abbildung 1: Drei Säulen der Radverkehrsstrategie Steiermark 2025

Quelle: Radverkehrsstrategie Steiermark 2025

1.1 Ausgangssituation

Die Straßeninfrastruktur des steirischen Kernballungsraums stößt in den täglichen Verkehrsspitzenzeiten (Pendlerverkehr) an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Der globale Urbanisierungstrend führt auch in der Steiermark zu einer weiteren massiven Verdichtung des steirischen Kernraumes bei gleichbleibendem Flächenangebot des öffentlichen Raumes (Verkehrsfläche), sodass in absehbarer Zukunft die vorhandene Straßeninfrastruktur dem steigenden Kfz-Verkehrsaufkommen nicht mehr gewachsen sein wird.

Zum drohenden Kollaps des Verkehrssystems kommen die negativen Begleiteffekte aus dem hohen Anteil des motorisierten Individualverkehrs am Modal Split. Der konstant wachsende Kernballungsraum leidet zunehmend unter Lärm- und Schadstoffemissionen,

¹Starker Antritt, Das grüne Trikot für die Steiermark, Radverkehrsstrategie Steiermark 2025, 2016, Land Steiermark, Abteilung 16 Verkehr und Landeshochbau, S. 9

Verlust von öffentlichen Lebensräumen und externen Effekten aus Verkehrsstaus. Die Auswirkungen der Klimakrise sind bereits an den steigenden Temperaturen zu messen.

Eine positive Entwicklung hin zu einer fairen Verteilung des öffentlichen Raums im Sinne der verkehrspolitischen Verantwortung und Zielsetzung soll auch in Zukunft fortgesetzt werden können. Die Zusammenschau aus der bisherigen Mobilitätsentwicklung bis 2018 und den Prognosen für die demografische und wirtschaftliche Entwicklung in Graz und im steirischen Zentralraum zeigt, dass es dafür verstärkter Maßnahmen bedarf.

Die Maßnahmen müssen darauf ausgerichtet sein, die Erreichbarkeiten des steirischen Kernballungsraumes sowohl innerhalb als auch von außen her zu sichern oder zu verbessern, um damit den individuellen Mobilitätsbedürfnissen gerecht zu werden. Den Erreichbarkeiten durch den motorisierten Individualverkehr sind allein schon aus Platzgründen Grenzen gesetzt, dies gilt sowohl für den fließenden als auch für den ruhenden Verkehr in den Ballungsräumen.

1.2 Zielsetzung

Für eine nachhaltige Mobilitätsstrategie spielt der Radverkehr insbesondere im urbanen Raum durch den hohen Anteil der kurzen Wege an der Gesamtmobilität eine integrale Rolle. Um Radverkehr überhaupt zu ermöglichen und darüber hinaus Radmobilität attraktiv zu machen, bedarf es einer den Mobilitätsbedürfnissen der Bevölkerung entsprechenden Infrastruktur. Etliche Beispiele europäischer Städte zeigen, dass bei entsprechenden Angebotsqualitäten der Radverkehrsnetze der Radfahranteil am Modal Split 30% bis 40% erreichen kann.

Es existiert im steirischen Kernballungsraum ein Radverkehrsnetz, das seit 1980 peu a peu wächst. Damit das Netz qualitativ und quantitativ und in den Quelle-Ziel Beziehungen zukünftig den tatsächlichen Mobilitätsbedürfnissen der Bevölkerung entspricht und gleichzeitig mehr Menschen dazu motiviert, aufs Rad umzusteigen oder öfter mit dem Fahrrad Wege zurückzulegen, braucht es einen strategischen angebotsbasierten Ansatz. Die Grundlage eines funktionierenden Verkehrsnetzes bilden direkte Verbindungen zwischen Quellen und Zielen, entsprechende Projektierungsgeschwindigkeiten und dem Potenzial entsprechende Dimensionierungen. Bis dato fehlt im steirischen Kernballungsraum die Definition eines übergeordneten Radverkehrsnetzes nach diesen Kriterien.

Während Straßennetze für den Kfz-Verkehr hierarchisiert werden, indem Orte mit hoher Bedeutung über Straßen hoher Kategoriestufe miteinander verbunden werden (s. RVS 03.01.13), fehlt bei der Radnetzplanung der Gedanke einer nachfrageorientierten Netzhierarchisierung mit einer direkten Verbindung von Räumen mit hoher Nutzungsintensität.²

²FSV, RVS 03.01.13, Kategorisierung und Anforderungsprofile von Straßen, Wien, 2012

Diese Radnetzstudie wurde erstellt, um die Grundlage für ein funktionierendes Radverkehrsnetz bereitzustellen (siehe Kapitel 2.1.1, Abbildung 2), damit darauf aufbauend in weiteren Projekten Machbarkeitsstudien erstellt werden können, welche exakte Trassenführungen definieren. In vielen Bereichen wird mangels zusätzlichen öffentlichen Raumes eine Umverteilung der Nutzungen oder eine gemeinsame Nutzung von Flächen erforderlich sein. Durch eine realistisch langfristige Umsetzung können die Detailplanungen in Projekt-/Bauabschnitten nach Priorität und Realisierbarkeit vorgenommen werden.

Eine strategische Radnetzplanung erfolgt methodisch nach denselben Prinzipien wie die Netzplanung für Kfz- oder öffentlichen Verkehr. Die wenigen Anwendungsfälle in den Städten Europas zeigen aber, dass dieses Vorgehen heutzutage immer noch nicht selbstverständlich ist. Die Nachfragepotenziale der Quelle-Ziel-Beziehungen nach verhaltenshomogenen Gruppen (Mobilitätsbedürfnisse) bestimmen Linienführungen und Qualitäten (Dimension, Geschwindigkeit) eines Netzes. Die große Dichte von Quellen und Zielen in den Ballungsräumen, der durchschnittliche Aktionsradius in der Nutzung von Fahrrädern (fünf km) und E-Fahrrädern (15 km) und spezifische topografische Radfahrhemmnisse stellen zusätzliche Herausforderungen an eine nachfragebasierte Radnetzplanung und Kategorisierung.

Ein geeigneter Lösungsansatz zur Bestimmung eines bedarfsorientierten Radverkehrsnetzes ist mit der Auswertung und Bearbeitung von evidenzbasierten Radfahrdaten (Quelle, Ziel, Routenwahl, Zeit, Geschwindigkeiten, Standorte, Standzeiten) sowie der Modellierung von zukünftigen Radverkehrspotentialen gegeben.

In diesem Pilotprojekt wurden im steirischen Kernballungsraum erstmals genaue und zuverlässige GPS-Daten³ zum Verhalten des Radverkehrs ausgewertet. Gemeinsam mit der Technischen Universität Graz, Institut für Straßen- und Verkehrswesen, wurde ein Radverkehrsmodell für dem Untersuchungsgebiet um die Erkenntnisse aus dem GPS-Daten von Bike Citizens ergänzt, um dem heutigen und zukünftig zu erwartenden Mobilitätsbedürfnis der Bevölkerung im Kernballungsraum der Steiermark abzuschätzen.

Eine zusätzliche Analyse zum ruhenden Radverkehr und zur Erreichbarkeit von multimodalen Knotenpunkten wurde durchgeführt, um in der Radnetzstudie Aufschluss über den Radverkehr in seiner Gesamtheit zu erhalten.

³Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Dokument ausschließlich der Begriff GPS (Global Positioning System) statt des Fachbegriffs GNSS (Global Navigation Satellite System) verwendet, weil GPS im allgemeinen Sprachgebrauch verankert ist.

2 Grundlagen

Nachfolgend wird eine Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes vorgenommen, die vorliegende Datenbasis erläutert und Literatur, auf die sich die Radnetzstudie in Teilbereichen bezieht, gelistet.

2.1 Abgrenzung

2.1.1 Inhaltliche Abgrenzung

Die Radnetzstudie liefert das Grundgerüst für weiterführende Untersuchungen und Planungen. Das bedeutet, dass Machbarkeitsstudien, in denen verschiedene Trassierungsvarianten geprüft werden, sowie Detailplanungen mit genauen Querschnittsplanungen, **nicht** Teil der Radnetzstudie sind (siehe Abbildung 2).

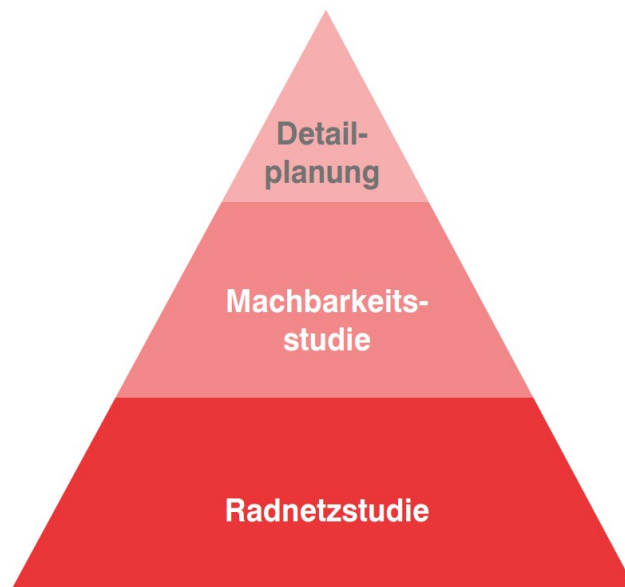


Abbildung 2: Planung der Fahrradinfrastruktur analog zum Vorgehen für den MIV

Inhaltlich befasst sich die Radnetzstudie mit folgenden Teilbereichen:

- Idealnetz für den Radverkehr im steirischen Kernballungsraum (Kapitel 4.1.4)
- Entwicklung einer Kategorisierung für verschiedene Netzhierarchiestufen (Kapitel 3.3)
- Weiterentwicklung des FamoS-Verkehrsnachfragemodells für den Großraum Graz (Kapitel 3.2)
- Radparken im steirischen Kernballungsraum (Kapitel 4.2)
- Erreichbarkeitsanalysen von multimodalen Knotenpunkten im steirischen Kernballungsraum (Kapitel 4.3)

Das Potential für den Radverkehr (für das abgeleitete Ideal-Radnetz aus Quelle-Ziel-Beziehungen) wird aufgrund empirisch verfügbarer Daten aus europäischen Vergleichsstädten (Münster – DE, Groningen – NL, Utrecht – NL, Kopenhagen – DK) in zwei Szenarien mit einem Radverkehrsanteil von 25 % und 40 % im Modal Split angenommen. Die Stadt Graz verfügt aktuell über einen Radverkehrsanteil im Modal Split von beinahe 20 %⁴.

Der Fokus der Radnetzstudie liegt auf dem Pendlerverkehr, weil in diesem Sektor der größte Modal Shift-Effekt zu erwarten ist. Ein entsprechendes Infrastrukturangebot soll zum Umstieg von anderen Verkehrsmitteln auf das Rad motivieren.

Zum Detailierungsgrad der Radnetzstudie ist festzuhalten, dass dieser sich für die Bestimmung des Idealnetzes auf Makroebene bezieht: Die Modellierung im FamoS-Modell der Technischen Universität Graz wurde auf Makroebene durchgeführt. Quelle-Ziel-Beziehungen zwischen Bezirken und Gemeinden wurden berücksichtigt. Die Mikroebene, also Analysen innerhalb eines Bezirks fand in der Modellierung keine Berücksichtigung. Lediglich die Auswertung der GPS-Daten hinsichtlich der Analysen zum Radparken und der Erreichbarkeit fand auf Mikroebene statt.

Da Elektromobilität auch im Radverkehr eine immer größere Rolle spielt und vom Gesetzgeber E-Scooter zur Benutzung der Radinfrastruktur verpflichtet wurden, sind hier folgende Klarstellungen zu treffen: Erweiterte Reichweiten durch E-Fahrräder wurden zwar in der manuellen Validierung der Untersuchungsergebnisse berücksichtigt und haben auch für Randgemeinden im Untersuchungsraum (siehe Kapitel 2.1.2) Relevanz, konkrete Analysen und Berechnungen waren jedoch kein Betrachtungsgegenstand. E-Fahrräder werden vertieft in einem Folgeprojekt der Radnetzstudie, das FFG-Projekt KATinka⁵, in dem alle Projektpartner der Radnetzstudie mitwirken, behandelt. Im Gegensatz zu (E-)Fahrrädern legen E-Scooter geringere Entfernungen zurück. Zusätzlich unterscheiden sich die möglichen Geschwindigkeiten wesentlich. Es wurde davon ausgegangen, dass bei entsprechenden Projektierungsgeschwindigkeiten in einem ersten Schritt, kein Unterschied in Bezug auf das Netz zu machen ist. Zudem kündigte die Stadt Graz an, keinen E-Scooter-Verleih zu erlauben.⁶ Es ist zu erwarten, dass daher die Marktdurchdringung von E-Scootern im steirischen Kernballungsraum wesentlich langsamer voranschreitet als in anderen Städten mit entsprechender Verleihinfrastruktur. Weitgehende Analysen zu E-Scootern waren in der Radnetzstudie nicht vorgesehen und werden ebenfalls im FFG-Projekt KATinka behandelt.

⁴Stadt Graz Verkehrsplanung, ZIS+P, Mobilitätserhebung: Mehr Rad, weniger Auto, März 2019, <https://www.graz.at/cms/beitrag/10329333/8106444/>, abgerufen am 4. Februar 2020, 13:40 Uhr

⁵Technische Universität Graz et al., „Katinka – Künftige Anforderungen an öffentliche Räume transmodal inklusive aktive Mobilität abschätzen“, Projektnummer 873354, Graz 2019

⁶Müller, W., Graz will keine E-Scooter in der Stadt, Der Standard, 4. Dezember 2019

2.1.2 Räumliche Abgrenzung

Für automatische Analysen und GPS-Datenhandling sowie die Modellierung des Radverkehrs im Zuge der Radnetzstudie, wurden mit der Bike Citizens App aufgezeichnete Radfahrten betrachtet, die teilweise oder zur Gänze im Planungsraum liegen. Dieser umfasst Graz, sowie die Gemeinden Hart bei Graz, Raaba-Grambach, Hausmannstätten, Gössendorf, Feldkirchen bei Graz, Seiersberg-Pirka, Fernitz-Mellach, Kalsdorf bei Graz, Premstätten, Werndorf, Wundschuh. Die Abgrenzung des Planungsraums erfolgte aufgrund der Bedeutung der Region als zusammenhängender Siedlungs- und Wirtschaftsraum. Abbildung 3 zeigt die Arbeitsplätze und Hauptwohnsitze in einem 250-Meter-Raster. Es ist demnach zu erkennen, dass vor allem die Gemeinden im Süden von Graz, was ihre räumliche Siedlungs- und Wirtschaftsentwicklung betrifft, bereits seit einiger Zeit sowohl untereinander, als auch mit der Landeshauptstadt Graz „zusammengewachsen“ sind. Für eine durchgängige Planung der aktiven Mobilität war es daher zweckmäßig diesen zusammenhängenden Raum gemeinsam als Planungsraum (Abbildung 4) zu definieren.

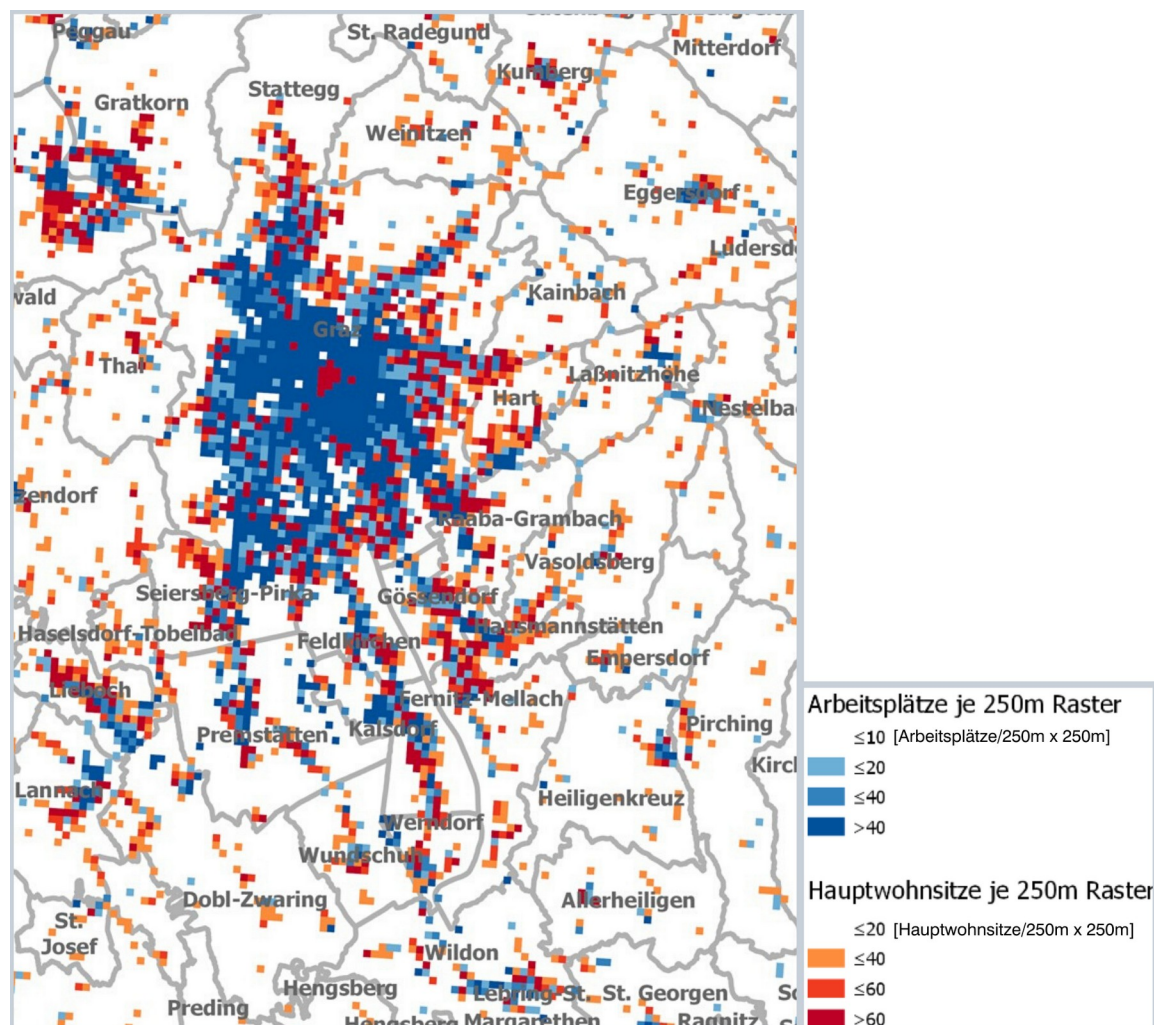


Abbildung 3: Rolle der südlichen Gemeinden für den steirischen Kernballungsraum

Betrachtungshinweis: Der Layer der Hauptwohnsitze ist von jenem der Arbeitsplätze überdeckt.

Darüber hinaus wurde ein Untersuchungsraum definiert, der bei Plausibilitätsprüfungen immer auch die Berücksichtigung weiterer Netzanschlüsse über den Planungsraum hinaus ermöglichte. Der Untersuchungsraum beinhaltet die Gemeinden Gratwein-Straßengel, Gratkorn, Stattegg, Weinitzen, Kainbach bei Graz, Laßnitzhöhe, Vasoldsberg, Empersdorf, Heiligenkreuz am Waasen, Allerheiligen bei Wildon, Wildon, Dobl-Zwaring, Lieboch, Haselsdorf-Tobelbad, Hitzendorf, Thal, sowie Sankt Oswald bei Plankenwarth.

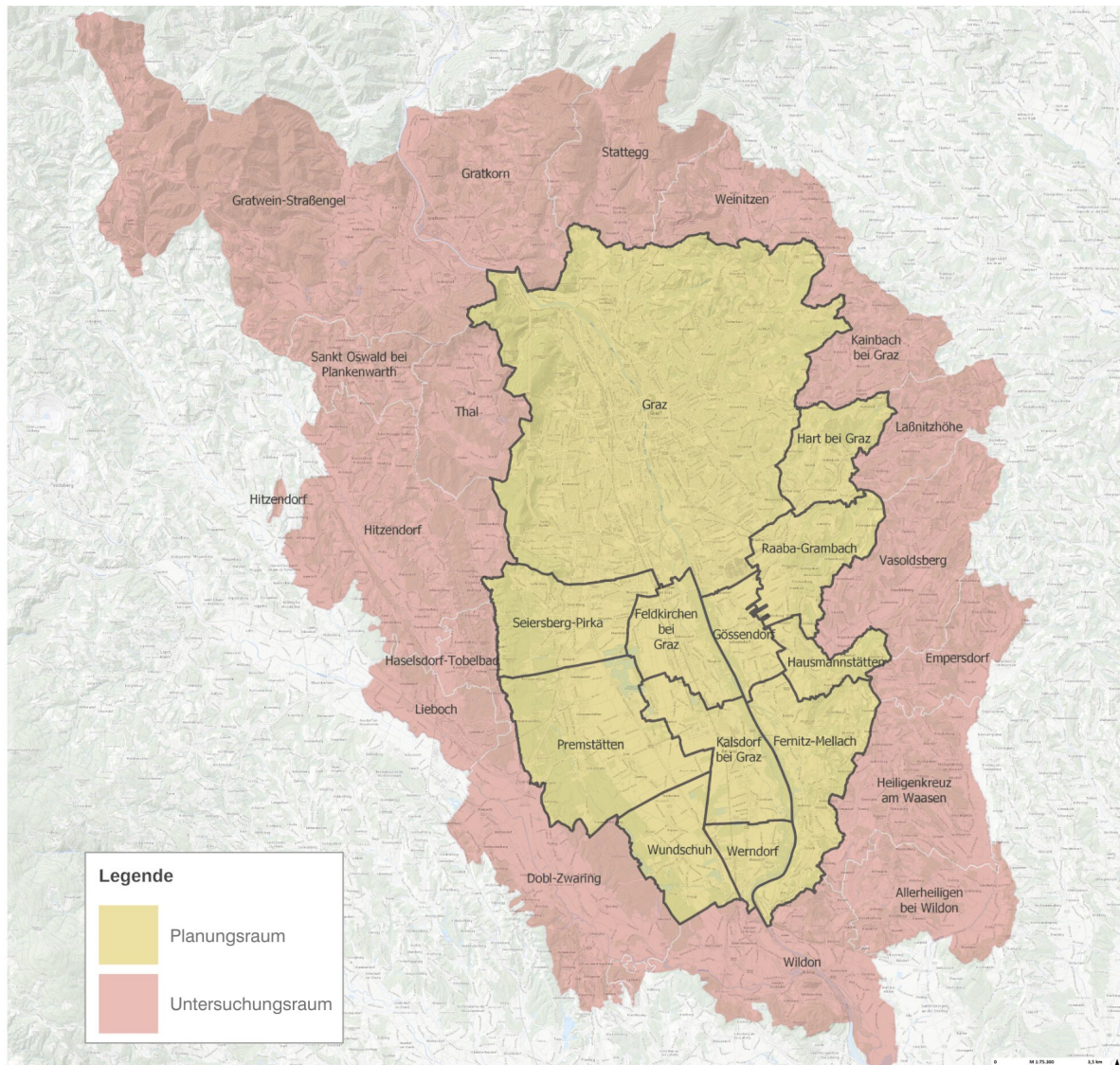


Abbildung 4: Räumliche Abgrenzung – Planungsraum und Untersuchungsraum

Kartengrundlage: Digitaler Atlas Land Steiermark

2.1.3 Zeitliche Abgrenzung

Für die Analyse der exakten Routenwahl, sowie für die jeweiligen Quelle-Ziel-Beziehungen, wurden GPS-Daten der folgenden Sommerzeitmonate – von Montag bis Freitag aufgrund des Fokus auf den Pendlerverkehr – herangezogen:

Von 31.03.2013 bis 27.10.2013,
von 30.03.2014 bis 26.10.2014,
von 29.03.2015 bis 25.10.2015,
von 27.03.2016 bis 30.10.2016,
von 26.03.2017 bis 29.10.2017 und
von 25.03.2018 bis 28.10.2018.

Aufgrund des Fokus auf den Pendlerverkehr wurden mit dem Entfernen von Wochenend-GPS-Daten größtenteils Daten, die den Freizeitradverkehr betreffen, entfernt, gleichzeitig wurden dadurch die Spitzenlasten der jeweils wärmeren Jahreshälfte von Montag bis Freitag erfasst.

Die oben genannten Zeiträume orientieren sich an den jeweiligen Zeitumstellungsterminen, da davon ausgegangen wird, dass die Zeitumstellung auch einen psychologischen Effekt auf das Radverkehrsverhalten der Bevölkerung im Planungsraum hat, sodass mit der Winterzeit weniger Daten zur Verfügung stehen.

2.2 Datenbasis

Nachfolgend wird auf die in der Radnetzstudie verwendete Datengrundlage eingegangen.

2.2.1 Strukturdaten

Die Strukturdaten für den steirischen Kernballungsraum, also Informationen darüber, wo die Menschen wohnen, arbeiten oder auch wo sie in Ausbildung sind, wurden für die Definition des Netzes und die Potenzialabschätzung für die Zukunft berücksichtigt. Im FamoS-Modell der Technischen Universität Graz wurden hierfür folgende Datengrundlagen auf Basis der Masterarbeit von Ruzicka „Mobilität und Siedlungsentwicklung“ von 2017 der Masterarbeit einbezogen⁷:

- Arbeitsplatzprognosen des AMS Steiermark (Auskunft 2017)
- ÖROK-Regionalprognose 2014-2030 (2014 ÖROK)
- Einwohnerkapazitäten von Siedlungsprojekten bis 2030 (Reininghaus und Smart City: Auskunft durch Stadtplanungsamt 2017)

⁷Ruzicka J., Szenarien der Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung am Beispiel von Graz, Masterarbeit, Technische Universität Graz, 2017

- Bevölkerungsprognose 2015-2034 für die Landeshauptstadt Graz (Statistik Austria 2015 auf Basis ÖROK-Regionalprognose, zur Verfügung gestellt vom Referat für Statistik des Magistrat Graz)
- Geplante Schulausbauten, sowie Ausbildungsstätten bis 2030 (Auskunft durch Stadtplanungsamt 2017)
- Gemeindebevölkerungsprognose für 2015-2030 (2015/2016 Statistik Austria und der Landesstatistik Steiermark)
- Baulandreserven bereitgestellt vom Stadtplanungsamt Graz (2017) und Abschätzung der Nutzungswahrscheinlichkeit bis 2030 durch das Amt für Verkehrsplanung der Stadt Graz gemeinsam mit TU Graz (2017)
- Geplante Verkaufsflächen bereitgestellt vom Stadtplanungsamt Graz (2017)

Arbeitsplätze und Wohnorte für 2030 sind zählsprengelegen auf Basis der Masterarbeit von Ruzicka „Mobilität und Siedlungsentwicklung“ von 2017 vorhanden (siehe auch Kapitel 2.2.1). Diese beschreibt, wie man insbesondere die sehr aggregierte (auf NUTS-2-Ebene) Arbeitsplatzprognose auf die Katastralgemeinden umlegen kann. Der Einfluss des zukünftigen Fahrplans auf den reduzierten Widerstand für den Öffentlichen Verkehr wird in den 2030-Szenarien berücksichtigt.⁸ Gleichfalls wurde manuell überprüft, ob folgende Stadtentwicklungspläne berücksichtigt wurden:⁹

- Reininghaus
- Smart City
- Inffeldgasse (Erweiterung TU Graz)
- Liebenau: neues Bezirkszentrum
- Nahverkehrsknoten Gösting
- Puchstraße/Herrgottwiesgasse
- Standorte mit Industriepotential

⁸Ruzicka J., Szenarien der Mobilitäts- und Siedlungsentwicklung am Beispiel von Graz, Masterarbeit, Technische Universität Graz, 2017

⁹Stadtbaudirektion Graz, Stadtentwicklungskonzept 4.0, persönliches Treffen am 22. November 2019

Abbildung 5 zeigt die Modellgrundlage des FamoS-Modells.

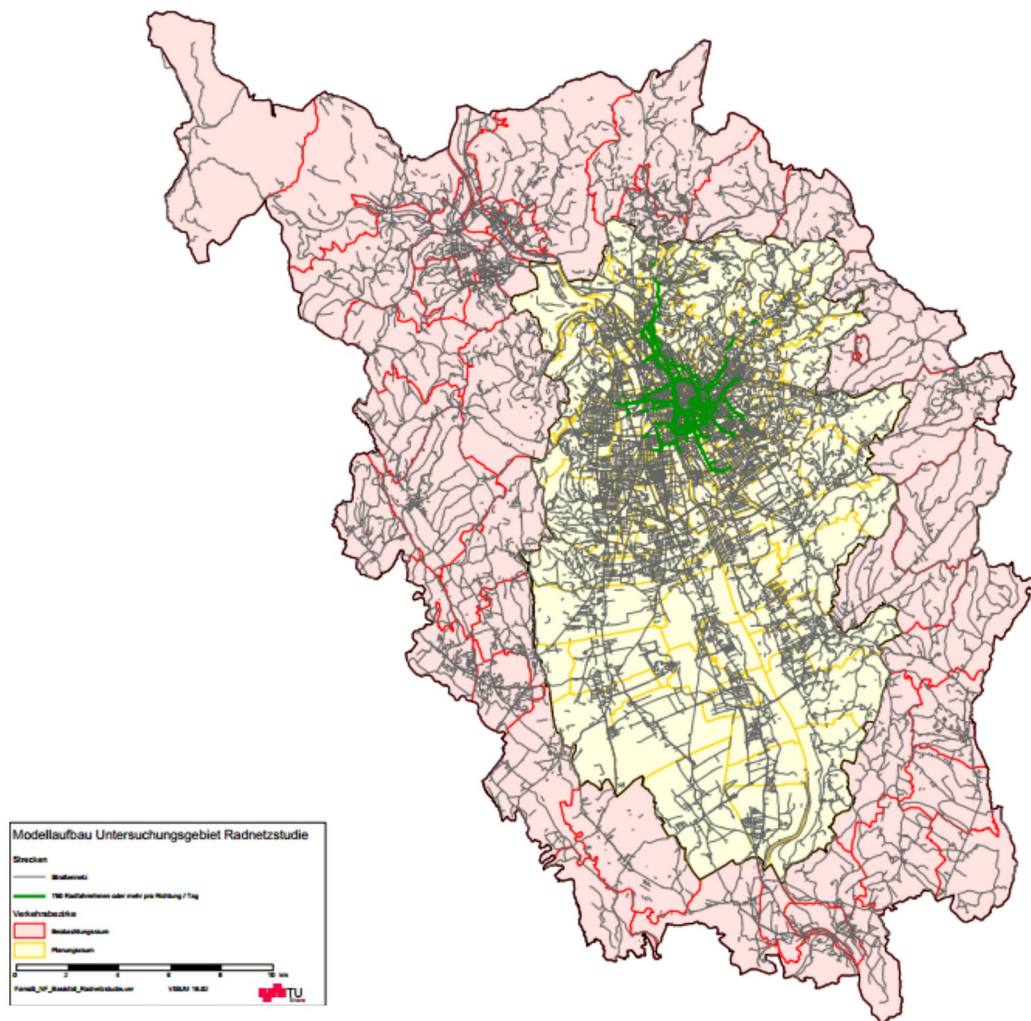


Abbildung 5: Untersuchungsraum, Planungsraum und Straßennetz des FamoS-Modells

2.2.2 GPS-Datenerhebung

GPS-Radverkehrsdaten bieten einen zeitlich und räumlich sehr dichten Datensatz mit sehr hoher Informationsdichte: Genaues Routenwahlverhalten, Geschwindigkeit, Verzögerungen sowie Wartestellen.

Aufgrund einer langjährigen Kooperation zwischen dem Land Steiermark (seit 2013) und Bike Citizens gibt es für den Planungsraum große GPS-Radverkehrsdatenmengen. Die Bike Citizens App bzw. deren Vorgänger BikeCityGuide sowie BikeNatureGuide sind in der Steiermark bereits seit 2012 bzw. 2013 verfügbar (Abbildung 6).

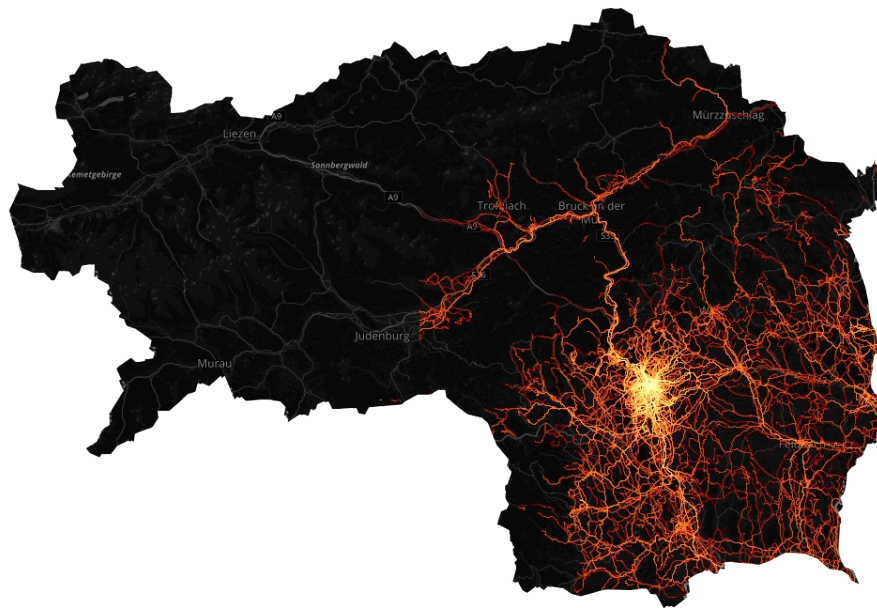


Abbildung 6: Mit der Bike Citizens App aufgezeichnete Radfahrten in der Steiermark (2013- 2018)

Wissenschaftliche Untersuchungen für die Repräsentativität von GPS-Radverkehrsdaten liegen vor. Die Untersuchungen zeigen ein einheitliches Bild:

Die Verwendung von GPS-Radverkehrsdaten ist zulässig, wenn entsprechende Validierungsschritte gesetzt werden. Die Technische Universität Dresden beschreibt in ihrem Bericht, wann ein GPS-Radverkehrsdatensatz nutzbar ist. Dabei bezieht sie sich auf einen Testdatensatz mit einer Nutzeranzahl von 0,68 % der Gesamtbevölkerung. Der GPS-Radverkehrsdatensatz im steirischen Kernballungsraum umfasst 1,1 % der Gesamtbevölkerung (3.796 User*innen, Annahme: 333.000 Einwohner*innen im Planungsraum).

„Grundsätzlich ist der Datensatz dann nutzbar, wenn eine sinnvolle, qualitative Netzabdeckung möglich wird. [...] Auch sollte für eine sinnvolle Datenaggregation ein längerer Zeitraum, wie z. B. ein Jahr gewählt werden. [...] Je weniger sportiv der Hintergrund

*der Nutzerinnen und Nutzer, desto besser wird eine breite Grundgesamtheit von Radfahrenden abgebildet.*¹⁰

Diese Anforderungen zur Verwendung der GPS-Datengrundlage für die Radnetzstudie wurden erfüllt. Die Berücksichtigung der Nutzergruppe wird mittels einer entsprechenden Power-User-Bereinigung, bei der überrepräsentierte Nutzergruppen entfernt werden, Rechnung getragen (siehe Kapitel 3.1).

Neben den Forschungsergebnissen der Technischen Universität Dresden stützt auch eine Untersuchung im Projekt FamoS¹¹ die Verwendung von GPS-Radverkehrsdaten in der Radverkehrsplanung. Hierbei wurde die Stichprobe der „Österreich unterwegs“-Untersuchung mit der Stichprobe der Bike Citizens GPS-Radverkehrsdaten verglichen. Das Ergebnis zeigt, dass das Mobilitätsverhalten in beiden Stichproben vergleichbar ist und somit keine Überrepräsentativität von bestimmten Gruppen vorliegt (siehe Anhang 7.7). Die Bike Citizens GPS-Radverkehrsdaten haben somit eine Gültigkeit für Alltagsradfahrten.¹²

2.2.3 Zählungen

Zur Validierung der Ergebnisse und für Prognoserechnungen wurden verschiedene Verkehrszählungen und -untersuchungen herangezogen:

Radzählstellendaten der Stadt Graz: Der von der Abteilung für Verkehrsplanung zur Verfügung gestellte Datensatz¹³ (2013 bis 2018) beinhaltet folgende Standorte:

- Z2: Keplerbrücke
- Z3: Stadtpark/Glaxis ca. Mitte zwischen Geidorfplatz und Zinzendorfsgasse
- Z4: Körösistraße auf Höhe Bicycle Fahrradgeschäft
- Z5: Augarten (etwas südlich vom nordwestlichen Schwimmbadeck)
- Z6: Berta-von-Suttner-Brücke-West (auf Höhe Möbel Lutz)

Österreich unterwegs 2013/2014: Intermodale Mobilitätserhebung von 2013/2014¹⁴

Stadt Graz Mobilitätserhebung 2018: Intermodale Mobilitätserhebung von 2018¹⁵

¹⁰A. Francke, S. Lißner, Big Data im Radverkehr – Ein anwendungsorientierter Leitfaden zur Nutzung von smartphone-generierten Radverkehrsdaten, Dresden, 2017, S. 37

¹¹Van Dulmen et al., FamoS – Fahrradverkehrsmodelle als Planungsinstrument zur Reorganisation des Straßenraums, Graz, 2019

¹²Österreich unterwegs 2013/2014, Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2016

¹³Radzählstellendaten der Stadt Graz 2013 bis 2018, zur Verfügung gestellt von Helmut Spinka, Radverkehrskordinator der Stadt Graz am 18. April 2019

¹⁴Österreich unterwegs 2013/2014, Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2016

¹⁵Mobilitätsverhalten der Grazer Wohnbevölkerung, Stadt Graz Verkehrsplanung, Graz 2018

3 Methodik

Die Methodik der „Funktionalen Netzgestaltung“ in der Radnetzstudie unterteilt sich in drei Teilbereiche:

- GPS-Datenanalyse
- FamoS-Verkehrsnachfragemodell
- Kategorisierung

Während der gesamten Erarbeitung der Radnetzstudie wurde auf einen Partizipationsprozess hohen Wert gelegt. Stakeholder wie die Stadt Graz Verkehrsplanung, Stadt Graz Stadtplanung, Stadt Graz Stadtbaudirektion, Gemeinden im Grazer Süden (Feldkirchen, Hart bei Graz, Kalsdorf, Seiersberg-Pirka) lokale NGOs und Initiativen im Verkehrsbereich (Radlobby ARGUS Steiermark, Move It!), sowie das mitarbeiterintensive Unternehmen Magna Steyr wurden im Projektverlauf eingebunden. Mehrere Austausch-Besprechungen und Workshops fanden zu diesem Zweck statt.

Folgend ist die Methodik der einzelnen Teilbereiche GPS-Datenanalyse, FamoS-Modell und Kategorisierung detailliert beschrieben.

In Abbildung 7 ist die Methodik für die Radnetzplanung skizziert.

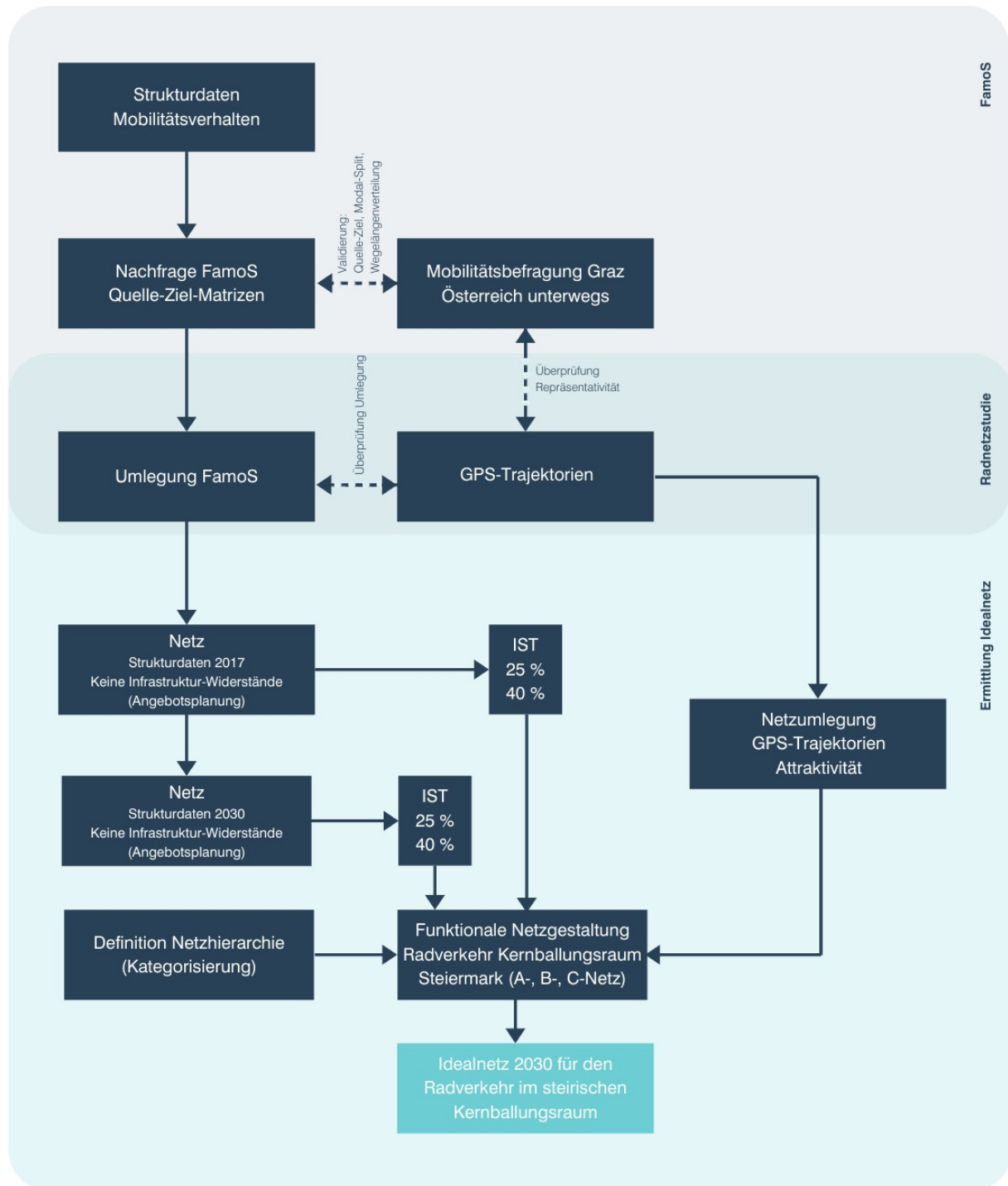


Abbildung 7: Übersicht Methodik der Netzplanung

3.1 GPS-Datenanalyse

Die Nutzung von Daten aus Mobiltelefonen ist für viele Anwendungen im Bereich der Stadtentwicklung und Mobilitätsplanung vor allem durch ihren interaktiven und realitätsnahen Charakter von großem Interesse. Die GPS-Datengenerierung erfolgt ausschließlich durch einen aktiven Beitrag von App-User*innen, die freiwillig ihre Radfahrten aufzeichnen. Mit dem aktiven Einbezug der Radmobilisten entsteht durch die Nutzung von GPS-Daten ein digitales Abbild des Radverkehrs.

Zu den herkömmlichen Datenquellen in der Radverkehrsplanung zählen unter anderem stationäre Dauerzählstellen, sowie manuelle Radverkehrszählungen. Stationäre Dauerzählstellen sind räumlich eingeschränkt und bilden bestimmte Punkte im Netz ab, manuelle Zählungen bilden oft einen eingeschränkten Zeitraum ab. Dafür verfügen beide Datenarten über eine hohe Datengüte.

Im Gegensatz dazu liefern Smartphone-Aufzeichnungen eine sehr hohe Informationsdichte. GPS-Punkte werden im Sekundentakt aufgenommen und liefern neben der Position auch zusammenhängende Informationen wie z. B. Quelle-Ziel-Verbindungen, Routenwahl, Wartezeit oder Durchschnittsgeschwindigkeiten auf Straßensegmentbasis. Aus den GPS-Datensätzen, die mit der Bike Citizens App aufgezeichnet wurden, lassen sich außerdem Abweichungen von vorgeschlagener und tatsächlich gefahrener Route und Potentiale für Fuß- und Radinfrastrukturmaßnahmen ableiten.

Die vorhandenen GPS-Rohdaten wurden mehreren Analyse- und Behandlungs-Schritten unterzogen, um einerseits die bestmögliche Repräsentativität herzustellen und andererseits der Zielsetzung der Radnetzstudie gerecht zu werden:

- Filterung (zeitlich und räumlich) und Plausibilitätscheck
- Mapmatching-Verfahren
- Aggregation auf Zählsprengel- und Katastralgemeindenebene
- Analyse zu verschiedenen Gewichtungsvarianten
- Dauerlinienanalyse zum Vergleich mit Zählstellendaten
- Hochrechnung mittels Zählstellendaten
- Erstellung von Differenzbildern
- Erstellung von Quelle-Ziel-Matrizen auf GPS-Datenbasis
- Analysen zum Routenwahlverhalten

3.1.1 Filterung (zeitlich und räumlich) und Plausibilitätscheck

Im ersten Schritt wurden die GPS-Rohdaten gefiltert, zum einem zeitlich auf die oben erwähnten Sommerzeitmonate von 2013 bis 2018, zum anderen räumlich auf den Planungsraum (siehe Kapitel 2.1). Die verwendeten GPS-Radverkehrsdaten inkludierten auch alle grenzüberschreitenden Fahrten, die im Planungsraum starteten und endeten. Im zweiten Filterschritt wurden Trajektorien entfernt, die von sogenannten Power-User*innen stammen (um beispielsweise Fahrradkuriere zu detektieren). Die Definition von Trajektorien von Power-User*innen wurde nach folgenden Kriterien vorgenommen:

- Fahrdauer
- Anzahl aufgezeichnete Fahrten/Tag
- Anzahl Stopps/Tag
- Durchschnittsgeschwindigkeit

Dieser Schritt wurde unternommen, um eine Überrepräsentativität von Fahrradkurieren, die beruflich Rad fahren und deren Fahrten explizit keine Pendlerfahrten darstellen, zu vermeiden. Gleichzeitig konnten damit auch Fahrradausfahrten (Freizeitwege) herausgefiltert werden. Die Anzahl der Datensätze wurde durch die Filterschritte wie folgt reduziert:

Steiermark	Anzahl User*innen	GPS-Punkte	aufgezeichnete Fahrten	aufgezeichnete Kilometer
a) Mo bis Fr, Sommerzeitmonate 2013 bis 2018	4.551	58.642.627	62.849	320.605
a) + Filter auf Planungsraum	3.796	50.901.996	58.761	281.837

Tabelle 1: Auswirkung der Filterschritte auf den GPS-Datensatz

Die in der Radnetzstudie verwendete Datenbasis zeigt

- eine durchschnittliche Fahrdauer (inklusive Wartezeiten) von **20 Minuten**,
- eine durchschnittliche Distanz von **4,80 km** (Median: **3,35 km**) und
- eine Durchschnittsgeschwindigkeit (inklusive Wartezeiten) von **14,31 km/h**.

Diese Daten wurden in weiterer Folge einem Plausibilitätscheck unterzogen, um fehlerhafte Trajektorien, die beispielsweise auf eine Kfz-Fahrt oder Zugfahrt aufgezeichnet wurden, zu entfernen. Dabei werden Trajektorien auf die Parameter Beschleunigung, Durchschnittsgeschwindigkeit überprüft. Zum Sicherstellen, dass keine Zugfahrt aufgezeichnet wurde, wurde im Mapmatching-Verfahren mit der Kartengrundlage geprüft, ob die Trajektorie auf einer Trasse liegt, die ausschließlich Schienenfahrzeugen vorbehalten ist.

3.1.2 Mapmatching-Verfahren

Um aggregierte Aussagen über Eigenschaften von Straßensegmenten tätigen zu können, wurden mithilfe eines Mapmatching-Verfahrens die GPS-Informationen der Trajektorien mit der Ortsinformation einer digitalen Karte abgeglichen.

3.1.3 Aggregation

Für die Berechnung von Quelle-Ziel-Matrizen wurden jeweils die gewichteten (siehe Kapitel 3.1.5) Start- und Endkoordinaten der Fahrten auf entsprechende Zellen (Zählsprenkel- bzw. Katastralgemeindenebene) summiert.

Ebenso wurde diese Aggregation auf einer höheren Ebene („Oberbezirke“) durchgeführt, um verschiedene Aggregationsstufen als Input für das FamoS-Modell verfügbar zu haben.

3.1.4 Dauerlinien-Analyse

Ein weiterer Schritt zur Feststellung der Repräsentativität wurde mit einer Dauerlinienanalyse unternommen, bei der anhand der Zählstellendaten von Land Steiermark und der Stadt Graz die Dauerlinien aus GPS-Radverkehrsdaten mit den Dauerlinien von Land Steiermark und Stadt Graz verglichen wurden.

3.1.5 Analyse der verschiedenen Gewichtungsvarianten

Mit dem Ziel der Abbildung eines repräsentativen Referenztages, worin Variationen im Fahrverhalten der einzelnen App-User*innen über Zeitperioden hinweg ausgeglichen werden, wurden verschiedene Ansätze für die Gewichtung der Fahrten pro User*in untersucht:

- Keine Normierung der Fahrtenanzahl
- Normierung der Fahrten eines Users/einer Userin abhängig von der Start-Zelle (Zählsprenkel- bzw. Katastralgemeindenebene)
- Normierung der Fahrten eines Users/einer Userin abhängig von der End-Zelle (Zählsprenkel- bzw. Katastralgemeindenebene)
- Normierung auf Basis einer Klasseneinteilung der Anzahl an Fahrten eines Users/einer Userin
- Normierung aller Fahrten eines Users/einer Userin, d. h. gleiche Gewichtung aller User*innen unabhängig von ihrer Fahrtenanzahl

3.1.6 Hochrechnung

Da die vorliegende GPS-Datenbasis nur einen Teil des Radverkehrs abbildet, wurde anhand der Zählstellendaten aus Kapitel 2.2.3 Hochrechnungsfaktoren ermittelt. Anschließend wurden bestimmte Kohorte der Datensätze gewichtet und in der Folge eine

Sensitivitätsanalyse zur Überprüfung der Gewichtungsergebnisse vorgenommen. Durch dieses Vorgehen wurde sowohl eine Über- als auch Unterrepräsentation bestimmter User*innen-Gruppen vermieden. Eine Hochrechnung der GPS-Daten ergab ein mögliches Abbild des absoluten Radverkehrs im Planungsraum. Dieses Ergebnis diente zum Abgleich der Ergebnisse aus dem FamoS-Modell, wie im folgenden Kapitel 3.2 erläutert wird. Quelle-Ziel-Beziehungen, die nicht in den GPS-Radverkehrsdaten abgebildet waren, wurden mit dem FamoS-Modell modelliert.

3.1.7 Erstellung von Differenz-Bildern

Um den Einfluss von Großbaustellen im Zeitraum 2013 bis 2018 zu berücksichtigen, die den Radverkehr maßgeblich beeinflussen, wurden Differenzbilder erstellt. Hierbei wurden die Großbaustellen anlässlich des zentralen Speicherkanals (Augarten), des Murkraftwerks und der Bauarbeiten im Norden (Arlandgründe) identifiziert und in weiterer Folge deren Einfluss auf den Radverkehr bei der Erarbeitung des Idealnetzes berücksichtigt (Abbildung 8).

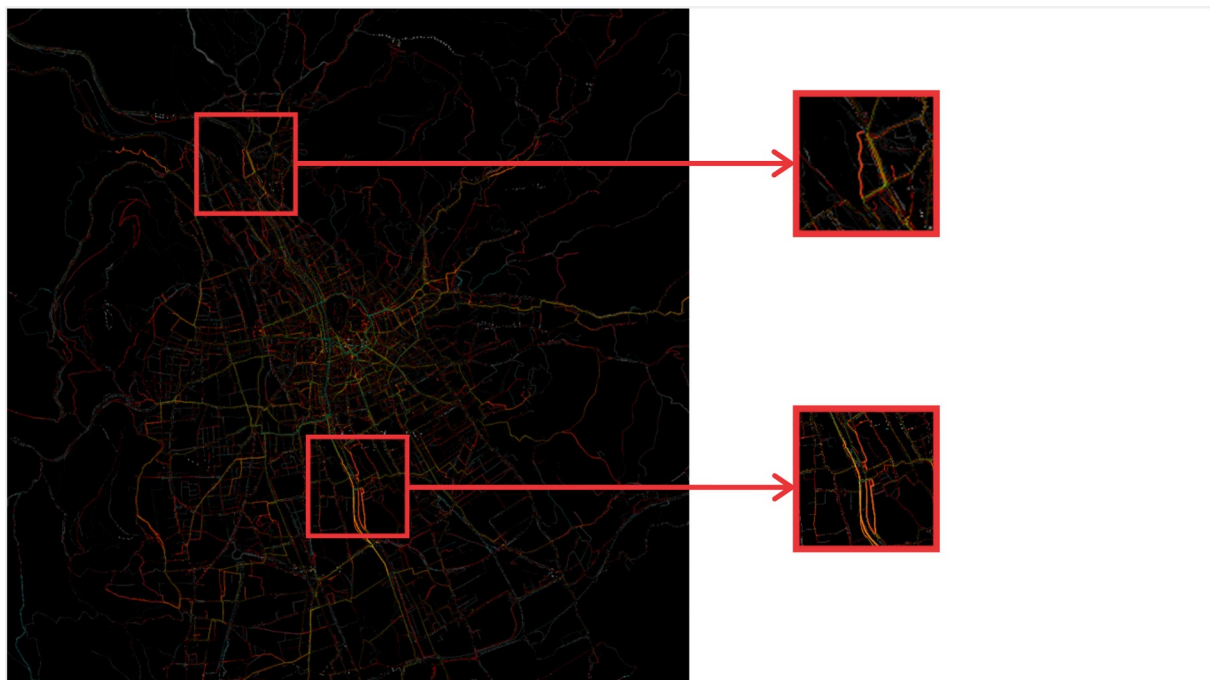


Abbildung 8: Auswirkungen von Großbaustellen auf das Radverkehrsverhalten: Arlandgründe und Zentraler Speicherkanal

3.1.8 Erstellung von Quelle-Ziel-Matrizen

In weiterer Folge wurden Quelle-Ziel-Matrizen auf Zählsprenkel- und Katastralgemeindeebene auf Basis der GPS-Radverkehrsdaten erstellt. Zusätzlich dazu, wurden sie auf politischer Bezirks-/Stadtbezirksebene aggregiert. Diese zeigen den relativen Anteil jeder Verbindung, also welche Bezirke stärker miteinander verbunden sind, und welche weniger. Dabei zeigte sich, dass die räumlich aggregierten Daten auf plausible Ergebnisse als fein aufgelöste Verkehrsbeziehungen liefern, weil Einzelereignisse weniger stark ins Gewicht fallen.

3.1.9 Analysen zum Routenwahlverhalten

Parallel zu den oben genannten Analyse-Schritten wurden auch Analysen zum Routenwahlverhalten des Radverkehrs (Routenpräferenzen, Geschwindigkeiten, Fahrdauer, Aufenthaltszeiten und -orte) erstellt. An dieser Stelle zeigte sich die Stärke von GPS-Radverkehrsdaten. Die Ergebnisse wurden in einer Heatmap und einer Attractivity-Karte (Abweichungen von tatsächlicher Route zur kürzesten Route) dargestellt.

Analysen zu Wegekettens wurden für die Radnetzanalysen nicht unternommen, da Zwischenstopps keinen Einfluss auf die gesamte Netzstruktur haben.

3.2 FamoS-Verkehrsnachfragemodell für den Radverkehr

Das FamoS-Modell ist ein makroskopisches Verkehrsnachfragemodell für u. a. Graz und Graz-Umgebung, das in der Lage ist, die Radverkehrsnachfrage in Abhängigkeit zum motorisierten und öffentlichen Verkehr abzuschätzen. Als Eingangsdaten verwendet das Nachfragemodell den GIP-Graphen, Strukturdaten wie Einwohnerzahlen, Arbeitsplätze, Einkaufspotential usw. sowie das Mobilitätsverhalten der Einwohner*innen im Planungs- und Untersuchungsraum. Die abgeschätzten Quelle-Ziel Matrizen wurden mit den Ergebnissen aus der Mobilitätserhebung für Graz¹⁶ sowie Österreich Unterwegs¹⁷ validiert. Hier wurden neben der Verkehrsmittelwahl (Modal-Split) und Wegelängenverteilung auch die im Modell ermittelten Quelle-Ziel-Matrizen validiert.

Die im Nachfragemodell ermittelten Quelle-Ziel-Matrizen wurden umgelegt auf einen OpenStreetMap-Graphen mit detaillierterem Knoten-Kanten-Modell. Das Routenwahlverhalten aus den Umlegungsergebnissen aus dem FamoS-Modell wurde anhand GPS-Trajektorien für den Planungsraum überprüft. Die Repräsentativität der GPS-Trajektorien selbst wurde sowohl anhand eines Vergleichs mit den Quelle-Ziel-Matrizen im FamoS-Modell als auch anhand eines Vergleichs mit der Mobilitätsbefragung für Graz und Österreich Unterwegs überprüft.

¹⁶Mobilitätsverhalten der Grazer Wohnbevölkerung, Stadt Graz Verkehrsplanung, Graz 2018

¹⁷Österreich unterwegs 2013/2014, Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2016

In der Radnetzstudie des steirischen Kernballungsraums wurde die Frage behandelt, wie ein Netz für den Radverkehr im steirischen Kernballungsraum aussehen kann, wenn dieses angebotsorientiert geplant wird. Das FamoS-Modell wurde dazu angewandt, um mittels „was-wäre-wenn“-Analysen Potenziale für ein solches Radverkehrsnetz zu identifizieren. Diese Analysen wurden für sechs Szenarien durchgeführt, die in Tabelle 2 aufgeführt sind.

Radverkehrsanteil	2017	2030
40 %	Planfall: Strukturdaten+Netz 2017, 40%-Radverkehrsanteil	Planfall: Strukturdaten+Netz 2030, 40%-Radverkehrsanteil
25 %	Planfall: Strukturdaten+Netz 2017, 25%-Radverkehrsanteil	Planfall: Strukturdaten+Netz 2030, 25%-Radverkehrsanteil
IST	Referenzfall: Strukturdaten+Netz 2017, IST-Radverkehrsanteil	Planfall: Strukturdaten+Netz 2030, IST-Radverkehrsanteil

Tabelle 2: Sechs Szenarien aus der Radnetzstudie des steirischen Kernballungsraums

Für alle Planfälle gilt die Annahme, dass das Straßennetz über ideale Bedingungen und über bestmögliche Infrastrukturqualität für den Radverkehr verfügt. In den 2030-Szenarien wurden zudem zusätzliche Verbindungen für den Radverkehr geschaffen.

Die Aufteilung der Mobilitätsnachfrage für eine gegebene Beziehung (z. B. Hauptplatz–Hauptbahnhof) über die verschiedenen Verkehrsmittel findet im FamoS-Modell mittels Nutzenfunktionen statt. Für jedes Verkehrsmittel gibt es eine eigene Funktion, die das Verhältnis des (Un-)Nutzens zwischen den Verkehrsmitteln bestimmt. Durch dieses Vorgehen wird die Mobilitätsnachfrage (Wege) anteilmäßig über die Verkehrsmittel (Fahrten) verteilt. Die (Un-)Nutzenfunktion für das Fahrrad enthält im Verkehrsmodell drei Komponenten:

- Distanz (je länger der Weg umso höher wird der Widerstand),
- Höhenmeter (desto mehr Höhenmeter positiv oder negativ zu überwinden sind, umso höher wird der Widerstand) und
- allgemeine Widerstandsparameter (z. B. keine Radfahrten unter 450 m und ein allgemeiner Widerstand gegen die Nutzung des Fahrrads).

Die Planfälle wurden simuliert indem in der Nutzenfunktion zur Transportmittelwahl der Alpha-Parameter „Konstante Widerstand Rad“ entsprechend angepasst wurde, um die jeweilige Änderung des Modal-Splits zu erreichen. Die variablen Widerstände für Distanz und Höhenmeter blieben gleich.

$$U_{rad} = \alpha_{rad} + \beta_{distanz.rad} * t_{distanz.rad} + \beta_{höhenmeter.rad} * t_{höhenmeter.rad}$$

Formel 1: Nutzenfunktion Transportmittelwahl Radverkehr

Um die Benutzung der Umlegungsergebnisse der Radverkehrsnachfrage für eine Angebotsplanung zu ermöglichen, blieben in der Radnetzstudie alle Infrastruktur bezogenen Widerstände (ausgenommen Distanz und Höhenmeter) unberücksichtigt.

Für die Berechnung der 25%- und 40%-Szenarien wurde ausschließlich der allgemeine Widerstand gegen die Radnutzung herabgesetzt. Es wurde in der Berechnung nicht davon ausgegangen, dass der Widerstand der Menschen gegenüber längeren Fahrten sinkt, sie vermehrt Fahrten unter 450 m oder Fahrten mit mehr Höhendifferenz absolvieren werden. Diese Annahmen führten dazu, dass insbesondere im urbanen Gebiet der Radverkehrsanteil sehr stark steigt, während in ländlicheren Bereichen des Planungsraumes der Radverkehrsanteil eher unwesentlich steigt. Die Ursache dieses Effekts liegt darin, dass die ländlichen Distanzen zwischen Quelle und Ziel erheblich größer sind als im städtischen Bereich. Entsprechend wirkt die Reduktion des allgemeinen Widerstands gegen die Radnutzung weniger stark und es überwiegt weiter ein höherer Widerstand gegen die größeren Wegelängen im ländlichen Bereich. Die größere Wegelängen und bessere Höhenüberwindung von E-Bikes wurden bei der Definition des Netzes berücksichtigt.

3.3 Kategorisierung

Es wurden in der Radnetzstudie nach ausführlicher Literaturrecherche und Expertenworkshops drei Verbindungsqualitätsstufen definiert (siehe Kapitel 4.1.1). Diese Verbindungsqualitätsstufen wurden auf die Umlegungsergebnisse der „was-wäre-wenn“-Analysen projiziert, um das funktionale Radverkehrsnetz zu bestimmen.

Ein ideales Radverkehrsnetz muss sicher, direkt, zügig befahrbar, selbsterklärend, durchgängig und komfortabel sein. Zudem soll es flexibel erweiterbar sein.

Zur Sicherstellung einer hohen Akzeptanz und Wirkung sind Radverkehrsanlagen unter Berücksichtigung der vorhandenen gültigen Richtlinien und Strategien (RVS, Radverkehrsstrategie Steiermark, u. dgl.) zu entwickeln.

Im Sinne eines effizienten Mitteleinsatzes und zur Erreichung eines größtmöglichen Steuerungseffektes (Modal Shift vom Pkw zum Fahrrad) kommt einer hierarchischen Netzplanung eine besondere Bedeutung zu. Je wichtiger ein Element für die gesamte Bedeutung des Radnetzes ist, desto höher sind auch die Anforderungen an die Ausbauqualität.

Ziel der Kategorisierung ist somit die Festlegung von Ausbaurkriterien für einzelne Netzelemente in Abhängigkeit der Bedeutung, diese werden im Anforderungsprofil gesammelt dargestellt. Die Kategorisierung stellt im Rahmen der Netzplanung die Grundlage für die gewünschte Ausbauqualität, die Reihung von Maßnahmen und Zuteilung von finanziellen Mitteln dar.

Nach einem Vergleich von bestehenden Kategorisierungssystemen im In- und Ausland wurde aufgrund der Verbindlichkeit, Handhabbarkeit und der erreichbaren Lenkungseffekte eine Anlehnung an das „Design Manual for Bicycle Traffic“ für sinnvoll erachtet.¹⁸ So wie es für die Straßeninfrastruktur schon seit langem üblich ist, wurden Qualitätskriterien in Abhängigkeit der jeweiligen Kategorie festgelegt.

Die Kategorisierung wurde systematisch anhand der Grundlage des Belastungsplans durch PLANUM Fallast Tischler & Partner GmbH vorgenommen. In mehreren Iterationsschritten mit dem Auftraggeber und dem gesamten Projektteam wurden die Ergebnisse diskutiert und an neue Erkenntnisse angepasst. Zusätzlich wurden die weiteren Reichweiten von E-Bikes berücksichtigt.

¹⁸CROW, Design manual for bicycle traffic, 2017

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Radnetzstudie erläutert, wobei der Fokus auf dem fließenden Radverkehr und dem Ideal-Radverkehrsnetz 2030 liegt. Daneben wird das Radparken sowie die Ergebnisse der Erreichbarkeitsanalysen multimodaler Knotenpunkte aufgegriffen, um ein möglichst vollständiges Bild des Radverkehrs im steirischen Kernballungsraum zu erhalten.

4.1 Fließender Radverkehr

4.1.1 Netzhierarchie

Die nachfolgende Tabelle 3 wird auf den folgenden Seiten erläutert.

Netzhierarchie für den steirischen Kernballungsraum			
	Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C
Räumliche Funktion	Verbindung von Gemeinden oder Stadtteilen	flächige Erschließung	ergänzende Erschließung
Planungsprinzip	hohe Geschwindigkeit am gesamten Streckenzug, Konkurrenzfähigkeit z. Pkw	Netzwerk	Erschließung von Potenzialen
Organisationsform*	<ul style="list-style-type: none"> Trennprinzip zum Kfz-Verkehr bei $v_{\max_{\text{Kfz}}} > 30\text{km/h}$ Trenn-/Mischprinzip zum Kfz-Verkehr bei $v_{\max_{\text{Kfz}}} \leq 30\text{km/h}$ 	<ul style="list-style-type: none"> Trennprinzip zum Kfz-Verkehr bei $v_{\max_{\text{Kfz}}} > 30\text{km/h}$ Trenn-/Mischprinzip zum Kfz-Verkehr bei $v_{\max_{\text{Kfz}}} \leq 30\text{km/h}$ 	Mischprinzip zum Kfz-Verkehr ($v_{\max_{\text{Kfz}}} \leq 30\text{km/h}$)
Linienführung	direkt, geringe Steigungen	nach Erfordernis	nach Erfordernis
Führung im Knotenpunktbereich	bevorzugt, wenn erforderlich planfrei	bevorzugt	nach Erfordernis
Projektierungsgeschwindigkeit	mind. 30 km/h	mind. 25 km/h	mind. 20 km/h
Durchschnittliche Reisegeschwindigkeit*	25 bis 30 km/h	15 bis 25 km/h	Bis 25 km/h
Querschnittsform	Überholen ist möglich	für entsprechend hohe Kapazitäten ausgelegt	ohne nähere Definition

Anmerkung: Grundsätzlich gilt, dass vom Anforderungsprofil vor allem in der Grazer Innenstadt im Sinne der sanften Mobilität (insbesondere Fußverkehr) abgewichen werden kann.

*angelehnt an CROW, Design manual for bicycle traffic, NL, 2017

Tabelle 3: Netzhierarchie (inkl. Anforderungsprofil) des Radnetzes im steirischen Kernballungsraum

Die Netzhierarchie beschreibt die verschiedenen Netzkategorien und deren Charakteristika. Für das Idealnetz des steirischen Kernballungsraums wurde eine Netzhierarchie mit folgenden 3 Kategorien (A bis C) entwickelt.

Durch die Planung eines hierarchischen Radverkehrsnetzes kann ein zielgerichteter Einsatz der finanziellen Mittel und ein auf die Bedürfnisse der Radfahrenden ausgerichtetes Verkehrssystem erreicht werden. In Zuge der Radnetzstudie wurde folgende Kategorisierung vorgenommen, die für alle Radverkehrsnetze in der Steiermark Anwendung finden soll (siehe Tabelle 3).

Radnetz Kategorie A

Netzelemente, die als Kategorie A eingestuft sind, verbinden über längere Distanzen Stadtbezirke und/oder Gemeinden miteinander (bis zu 30 km, Beispiel Pirka – Graz Hauptplatz (10 km) oder Voitsberg – Köflach (7 km)). Sie stellen wie Autobahnen für den Kfz-Verkehr die höchstrangigen Verbindungen mit hohen Projektierungsgeschwindigkeiten dar. Damit sich der Radverkehr als eine attraktive Alternative zum Kfz Verkehr positionieren kann, sind hohe Geschwindigkeiten im gesamten Bereich des Radnetzes der Kategorie A sehr wichtig.

Die Verbindungsfunktion steht im Vordergrund, gute Erreichbarkeit und attraktive Fahrzeiten stellen somit das Hauptkriterium für die Planung dar. Die Netzwirkung ist untergeordnet.

Das Trennprinzip überwiegt, das Überholen ist möglich, Verbindungen der Kategorie A werden an Knotenpunkten bevorrangt geführt, oder falls erforderlich planfrei. Die Kapazität ist hoch. Die Infrastruktur ist zügig befahrbar, weist geringe Steigungen und kaum Umwege auf. Eine direkte Linienführung ohne Umwege ist unter Bedachtnahme auf die topographischen Verhältnisse anzustreben.

Radnetz Kategorie B

Das Radnetz der Kategorie B stellt das Rückgrat einer funktionierenden Radinfrastruktur dar. Dessen Netzelemente haben in bebauten Gebieten eine verteilende/sammelnde Funktion auf Ortsteilebene (z. B. Eggenberg – Zentrum Graz), sie ergänzen das Radnetz Kategorie A und ermöglichen direkte Beziehungen zu den Hauptquellen und -zielen abseits des Radnetzes der Kategorie A (Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Bildung).

Außerhalb bebauter Gebiete werden Ortsteile und/oder Städte (z. B. Kalsdorf – Fernitz) miteinander verbunden. Es ist besonders wichtig, dass die Netzwirkung jederzeit vorhanden ist.

Diese Routen werden für hohes Radverkehrsaufkommen dimensioniert. Die Netzwirkung und die Bereitstellung der erforderlichen Kapazität stellen das Hauptkriterium der Planung dar.

Bei der Entwicklung des Radnetzes soll davon ausgegangen werden, dass rund 70 % der Wege auf Netzelementen des Radnetz der Kategorie B zurückgelegt werden können. Auf

eine entsprechend kleine Maschenweite, die sich nach dem Bedarf richtet, muss dabei geachtet werden. Abseits der dicht bebauten Gebiete werden vor allem wichtige Quellen und Ziele miteinander verbunden (ÖV-Knotenpunkte, Schulen, Ortszentren, Gewerbegebiete).

Radnetz Kategorie C

Das Radnetz der Kategorie C stellt in bebauten Gebieten eine flächige Ergänzung zum Netz der Kategorie A und B dar. Sie haben eine flächenhaft erschließende Funktion innerhalb der einzelnen Stadtbereiche.

Außerhalb bebauter Gebiete verbinden diese Netze ländliche Gebiete, Ortschaften oder Ortsteile. Grundsätzlich sind darunter alle geeigneten Straßen und Wege des untergeordneten Straßennetzes zu sehen, also Straßen mit Geschwindigkeitsbeschränkungen von 30 km/h und darunter.

4.1.2 Analyse der IST-Situation anhand GPS-Radverkehrsdaten (2018)

Im ersten Schritt wurde die Analyse des Bestandsnetzes (Referenzfall) und damit einhergehend des Radverkehrsverhaltens im Bestandsnetz durchgeführt. Die GPS-Radverkehrsdaten durchliefen mehrere Bearbeitungsschritte wie in Kapitel 3 beschrieben. Die Analysen verschiedener Gewichtungsvarianten ergab, dass die Normierung der Fahrten pro User bzw. Userin (jede Trajektorie eines Users/einer Userin erhält den Wert „1 durch die Anzahl Trajektorien dieses Users/dieser Userin“) das für den Anwendungsfall eines einzigen repräsentativen Referenztages das repräsentativste Ergebnis lieferte. Damit wurde auch sichergestellt, dass unterschiedliche Trackingverhalten berücksichtigt sind. Die einzelne aufgezeichnete Fahrt eines Users/einer Userin ist damit gleichwertig von mehreren Fahrten auf derselben Strecke eines anderen Users/einer anderen Userin.

Die GPS-Radverkehrsdaten ergeben eine Belastung wie in Abbildung 9 dargestellt. Darauf aufbauend wurde die Attraktivität des Radnetzes (Bestand) ermittelt. Die entsprechende Attraktivität des Netzes wird in Abbildung 10 gezeigt. Dickere Linien zeugen von einer höheren anteiligen Netzbelastung. In Gelb ist die tatsächliche, gewichtete relative Belastung abgebildet. Grün markierte Streckenabschnitte zeigen, die Wege an, die bevorzugt gefahren werden, obwohl es sich nicht um die kürzeste Verbindungsrouten der jeweilig aufgezeichneten Fahrt von Quelle zu Ziel handelt. Hier werden also Umwege in Kauf genommen. In Rot sind die vermiedenen Streckenabschnitte dargestellt. Diese wurden für den Weg zwischen Quelle und Ziel anteilig weniger genutzt, obwohl sie die kürzeste Verbindung darstellten.

Im Gegensatz dazu zeigt Abbildung 11 ein theoretisches Radverkehrsverhalten, das jeweils den kürzesten Weg wählt. Hierbei besteht also die Annahme, dass der kürzeste Weg, auch der für den Radverkehr attraktivste ist und nicht durch Verkehrsinfrastruktur oder Verkehrsregelungen eingeschränkt ist.

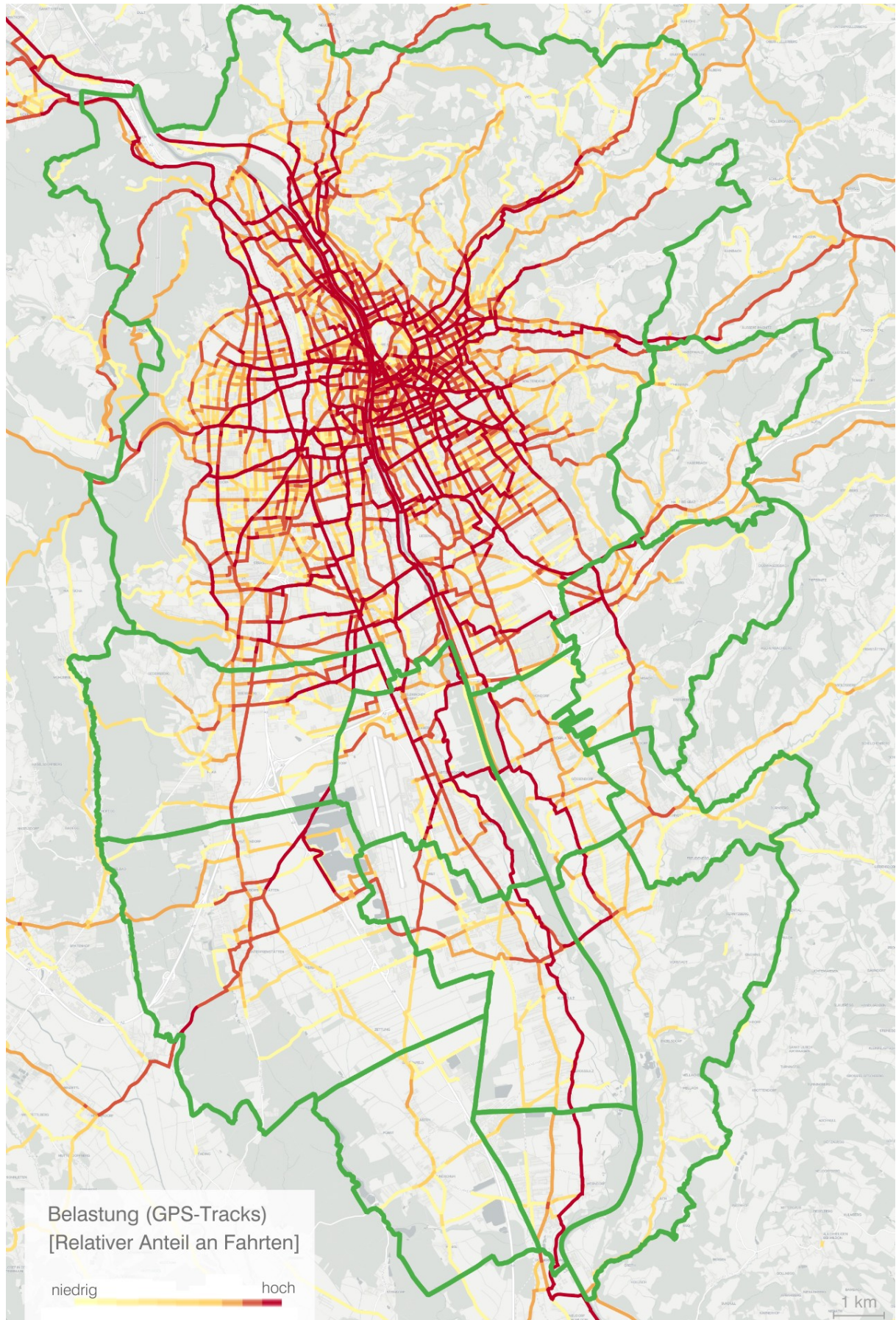


Abbildung 9: Heatmap: IST-Belastung durch GPS-Radverkehrsdaten (2018)
Kartengrundlage: OpenMapTiles, OpenStreetMap Contributors

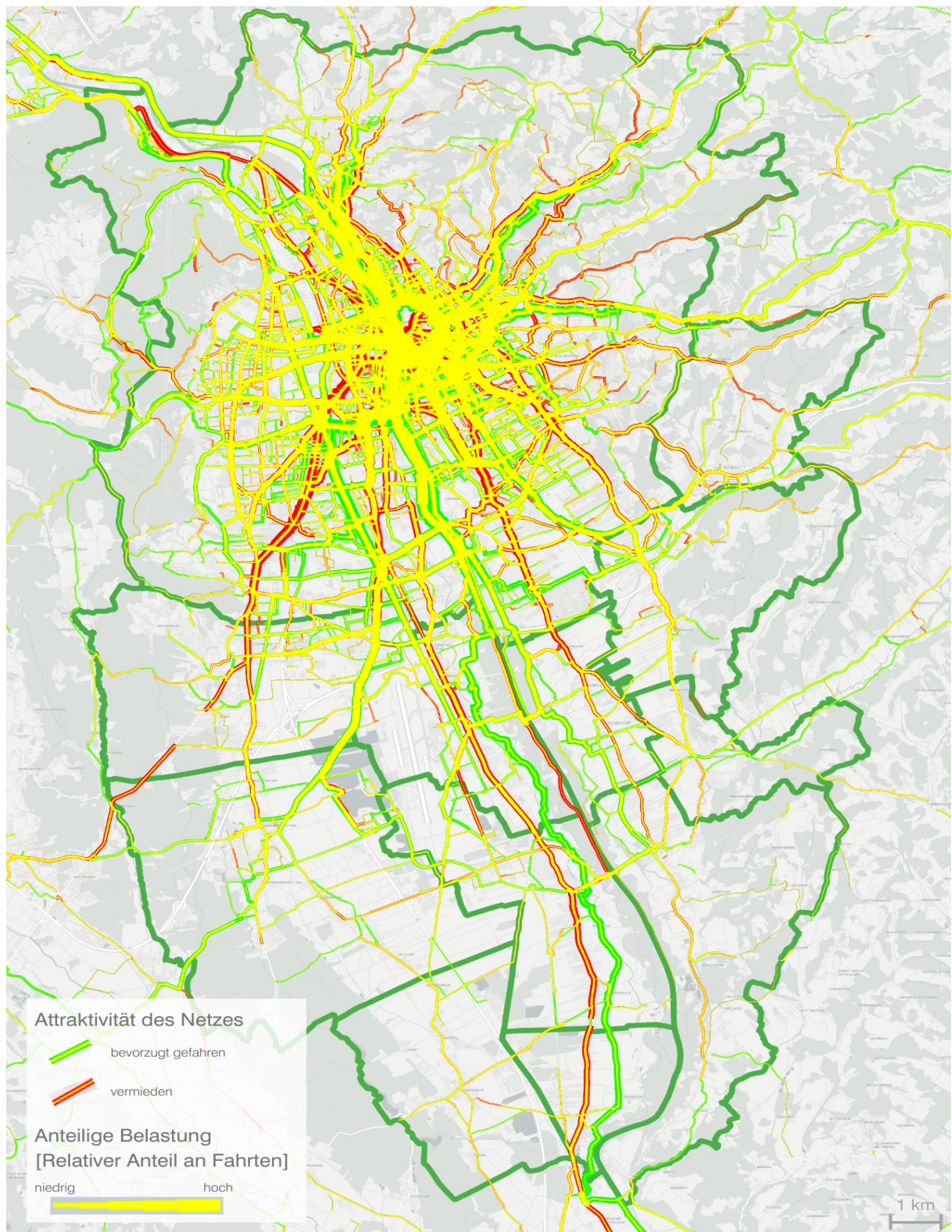


Abbildung 10: Attraktivität des Bestandsnetzes gemäß GPS-Radverkehrsdaten
 Kartengrundlage: OpenMapTiles, OpenStreetMap Contributors

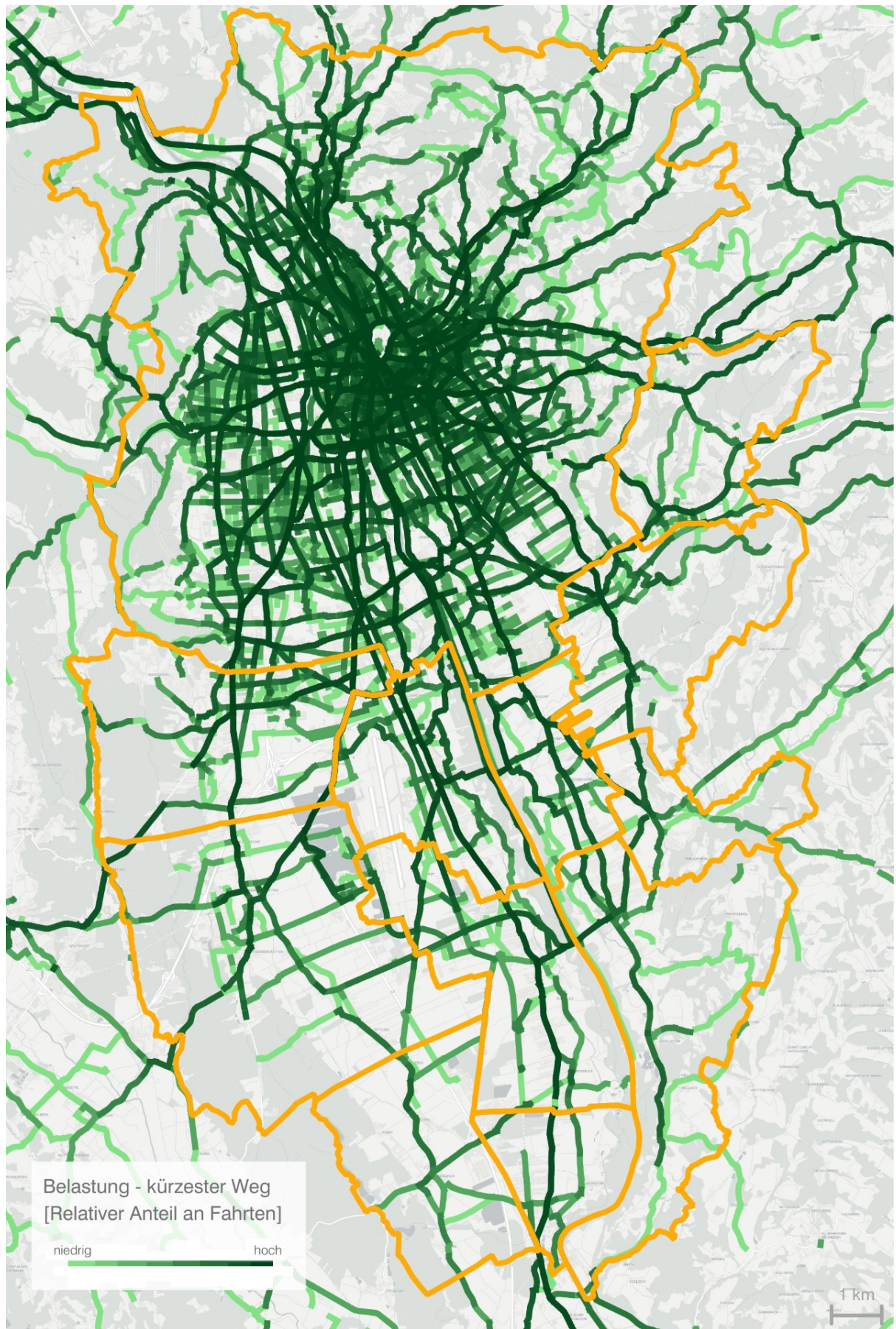


Abbildung 11: Belastung 2018 bei Wahl der kürzesten Verbindung gemäß GPS-Radverkehrsdaten
Kartengrundlage: OpenMapTiles, OpenStreetMap Contributors

Fazit: Vor allem die Kärntner Straße, die Triester Straße, die Lazarettgasse, Annenstraße, Liebenauer Hauptstraße, Petersgasse, Elisabethstraße, Plüddemanngasse und in ihrer Verlängerung die St.Peter-Hauptstraße werden gemieden, obwohl sie die kürzeste Verbindung für den Radverkehr darstellen. Das sind die Straßen, die für den Kfz-Verkehr optimiert – also als direkte kürzeste Verbindung – angelegt wurden und einen entsprechend hohen MIV-Anteil aufweisen. Auch gemieden werden die Sporgasse, Herrengasse, obwohl sie die kürzeste Verbindung darstellen. Der Grund hierfür liegt im teilweisen Fahrverbot für den Radverkehr auf beiden Straßen.

Ein großer Teil des Radverkehrs verlagert sich auf den Murradweg, obwohl dieser nicht die kürzeste Verbindung darstellt. Das liegt an der derzeit für den Radverkehr wesentlich höheren Attraktivität und der Tatsache, dass hier kein MIV-Anteil vorhanden ist.

4.1.3 Planfall 2017 (25%/40%)

Der Planfall 2017 wurde mittels FamoS-Modell auf ein optimiertes Netz mit 25 % und 40 % Radverkehrsanteil ermittelt. Diese Modellierung berücksichtigte durch unterschiedliche Parametrisierung einzelne Widerstandsfaktoren. Dazu wurden die Quelle-Ziel-Matrizen aus dem Verkehrsmodell mit dem Routenwahlverhalten aus den GPS-Radverkehrsdaten auf den Straßengraphen umgelegt. Bei dieser Umlegung wurden nach Absprache mit dem Auftraggeber nur Gehwege, die Distanz und die Steigung als Widerstand berücksichtigt. Radinfrastruktur und Kfz-Mischverkehre wurden als ideal angenommen. Das bedeutet, dass die unterschiedlichen Netzqualitäten im derzeitigen Netz ignoriert wurden, um ein Ergebnis zu erhalten, das den Radverkehr unter Idealbedingungen abbildet und daher auch 25 % bzw. 40 % Radverkehrsanteil erreichen kann. Die Strukturdaten wie Arbeitsstätten und Wohnorte wurden vom FamoS-Modell ebenso berücksichtigt. Abbildung 12 zeigt das kategorisierte optimierte Netz 2019. Auf Basis der Ergebnisse aus dem FamoS-Modell wurde ein erster Netzplan der Kategorien A und B in Expertenworkshops erstellt. Netzelemente der Kategorie A sind **rot** dargestellt, Netzelemente der Kategorie B sind **blau** dargestellt. Die Details zum jeweiligen Anforderungsprofil von Kategorie A und Kategorie B finden sich unter Kapitel 4.1.1.

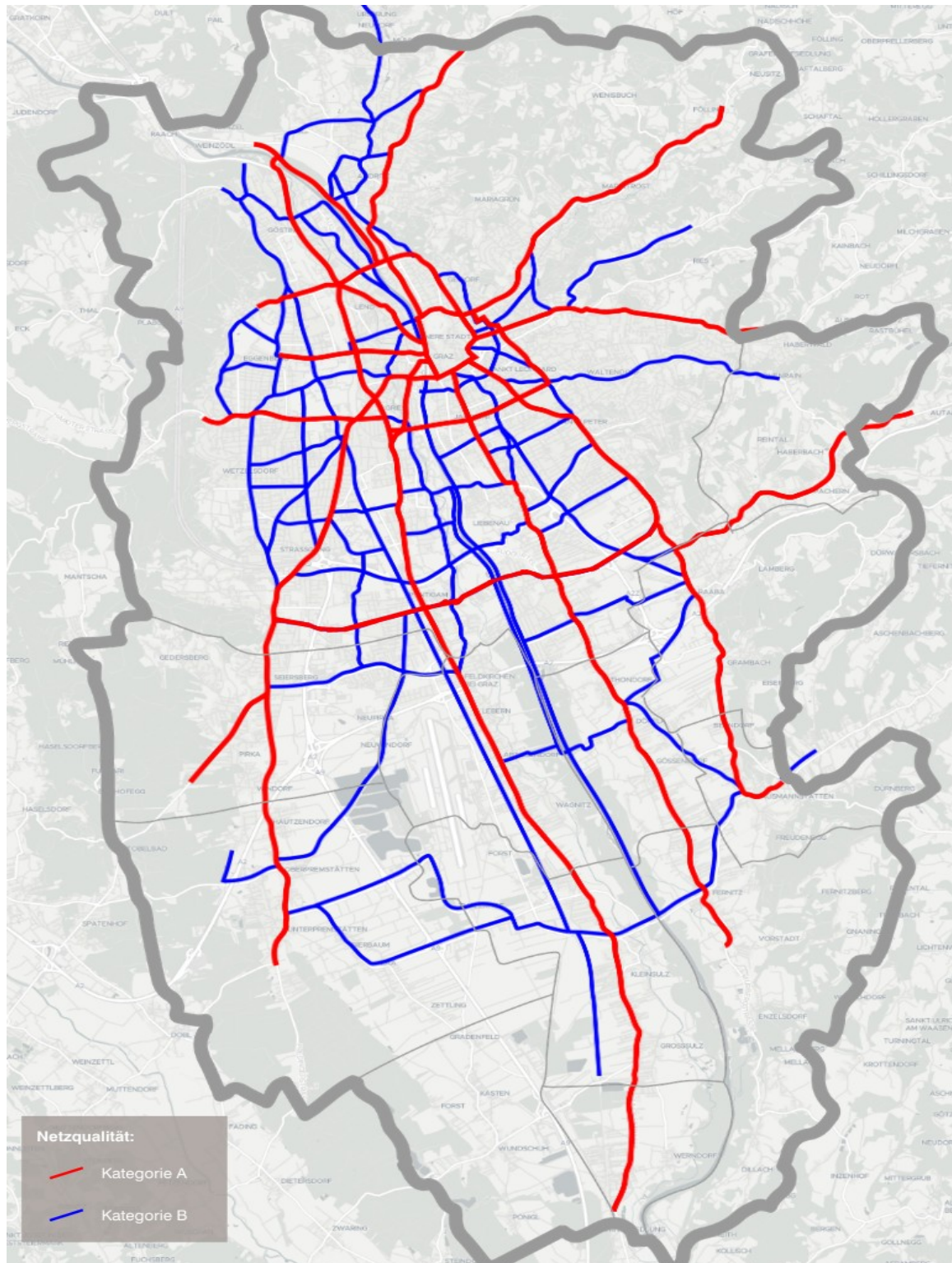


Abbildung 12: Kategorisiertes Idealnetz 2019 für den Radverkehr im steirischen Kernballungsraum
 Kartengrundlage: OpenMapTiles, OpenStreetMap Contributors

Fazit: Radiale Verbindungen führen einerseits zum Stadtzentrum und ermöglichen andererseits schlüssige Verbindung zwischen Nord und Süd, die über das Stadtzentrum hinweg führt. Zusätzliche Tangenten führen bspw. von Straßgang über Don Bosco nach St. Peter. Durchgängige West-Ost-Verbindungen und Nord-Süd-Verbindungen können die Nachfrage des Radverkehrs bedienen.

Für den Radverkehr sollen kürzere und direktere Verbindungen westlich und östlich des Murradwegs geschaffen werden. Es ist zu berücksichtigen, dass der Murradweg meist durch unbewohntes Gebiet führt und daher Parallelverbindungen durch die Ortskerne eine wesentlich bessere Attraktivität verzeichnen könnten, wenn diese eine entsprechende Ausbauqualität aufweisen. Damit wären Feldkirchen, Kalsdorf bei Graz bzw. Thondorf (mit der großen Arbeitsstätte Magna Steyr), Gössendorf und Fernitz besser in in Richtung Grazer Stadtzentrum angeschlossen.

4.1.4 Planfall 2030 (Idealnetz 2030: 25%/40%, kategorisiert)

Unter der Annahme, das Idealnetz 2030 unterliegt keiner Kapazitätsbeschränkung, wurde der Planfall 2030 mit 25 % und 40 % Radverkehrsanteil auf dem heutigen Straßengraphen ermittelt, der um relevante weitere – heute noch nicht bestehende – Verbindungen ergänzt wurde, wie weiter unten im Detail beschrieben wird. Im Süden von Graz ist eine wesentliche Verbindung der Kategorie B als West-Ost-Verbindung entlang der A2 notwendig. Im Gegensatz dazu wird davon ausgegangen, dass weiter südlich im Bereich Graz-Umgebung-Süd keine zusätzlichen Querungen im Prognosezeitraum realisiert werden, weil der verfügbare Straßenraum dort ohnehin die kürzesten Verbindungen zwischen Quellen und Zielen darstellt.

Verbindungskorridore sollen den zuständigen Verkehrsplanungsabteilungen die entsprechende strategische Grundlage liefern, um darauf aufbauend Machbarkeits- und Variantenstudien für die einzelnen Achsen für den Radverkehr zu entwickeln. Für die Radialen muss dabei sichergestellt sein, dass diese nicht im Stadtzentrum von Graz enden und ihre Durchgängigkeit gewährleistet ist. Die Umsetzung einzelner Achsen muss gesamtheitlich geplant werden, um die entsprechenden Verbindungsqualitäten zu erreichen, weil diese wesentliche Gebiete miteinander verbinden. Diese gesamtheitliche Betrachtung in der Planung ist eine Voraussetzung für den Erfolg der umgesetzten Maßnahmen.

In Abbildung 13 sind die Verbindungskorridore der Kategorie A vom modellierten Idealnetz 2030 abgebildet. Hierbei wird deutlich, dass vor allem die Nord-Süd/Süd-Nord-Verbindungen sowie die West-Ost/Ost-West-Verbindungen eine große Rolle spielen. Das ist grundsätzlich durch die bestehenden und neuen Siedlungsgebiete sowie bestehende und geplante Betriebsansiedelungen im Grazer Süden bedingt.

Die Nord-Süd/Süd-Nord-Korridore sind die folgenden:

- Grazer Stadtzentrum – Straßgang – Seiersberg – Unterpremstätten
- Grazer Stadtzentrum – Puntigam – Feldkirchen – Kalsdorf – Werndorf
- Grazer Stadtzentrum – Liebenau – Thondorf (Magna Steyr) – Gössendorf – Fernitz
- Grazer Stadtzentrum – St. Peter – Raaba – Grambach – Hausmannstätten

Die West-Ost/Ost-West-Korridore schlüsseln sich wie folgt auf:

- Straßgang/Seiersberg – Hart bei Graz
- Steinberg (nicht mehr im Planungsgebiet liegend) – Grazer Stadtzentrum

Der Planfall 2030 berücksichtigt auch die Erschließung neuer Entwicklungsgebiete der Stadt Graz. Abbildung 14 zeigt das abstrahierte kategorisierte Idealnetz 2030 mit den bestmöglichen Verbindungen ohne Restriktionen für den Radverkehr. Netzelemente der Kategorie A sind **rot** dargestellt, Netzelemente der Kategorie B sind **blau** dargestellt. Die Details zum jeweiligen Anforderungsprofil von Kategorie A und Kategorie B finden sich unter Kapitel 4.1.1. Auf die Darstellung des Netzes der Kategorie C wird verzichtet, weil dies ohnehin die flächige Erschließung abdecken muss und das untergeordnete Straßennetz davon zur Gänze betroffen ist.

Zu beachten sind vier zusätzliche West-Ost-Verbindungen über die Mur im Vergleich zum Bestandsnetz. Zwei Verbindungen davon sind im Norden verortet, eine im Süden von Graz. Zur West-Ost-Verbindungsachse nördlich der A2-Autobahnbrücke über die Mur (Kategorie B, blau) ist anzumerken, dass diese alternativ auch südlich der A2 verlaufen könnte. Aufgrund der Siedlungsstruktur wurde davon ausgegangen, dass nördlich der A2 ein höheres Potential besteht, was auch durch die Kalkulation des Verkehrsmodells bestätigt wurde.

Da für eine Detailplanung Machbarkeitsstudien notwendig sein werden, wurde hier die Darstellung des abstrahierten kategorisierten Idealnetzes 2030 gewählt (Abbildung 14). Eine alternative, straßensegmentfeine Darstellung des kategorisierten Idealnetzes 2030 findet sich im Anhang 7.6.

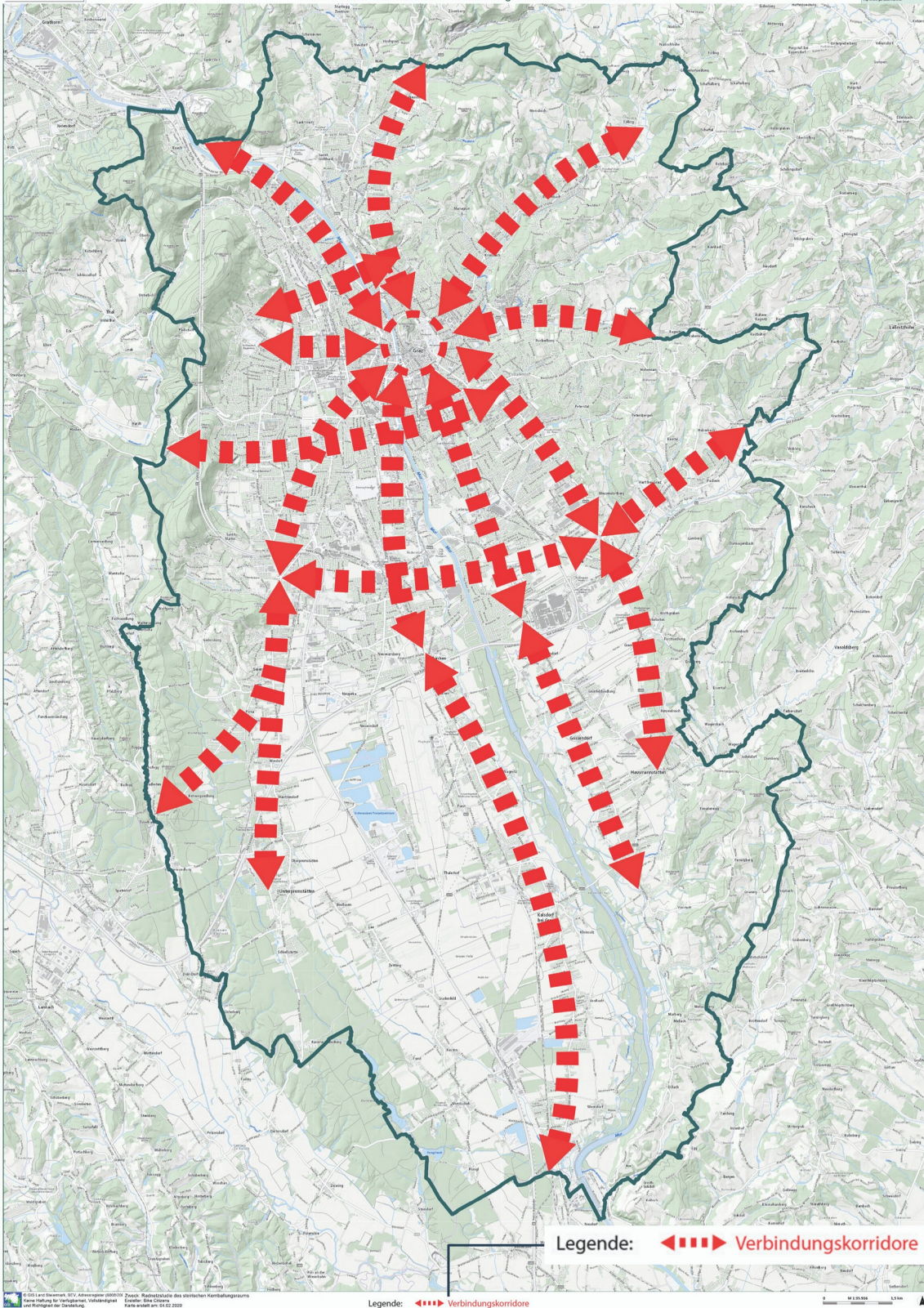


Abbildung 13: Idealnetz 2030 - Verbindungskorridore der Kategorie A
Kartengrundlage: Digitaler Atlas Steiermark

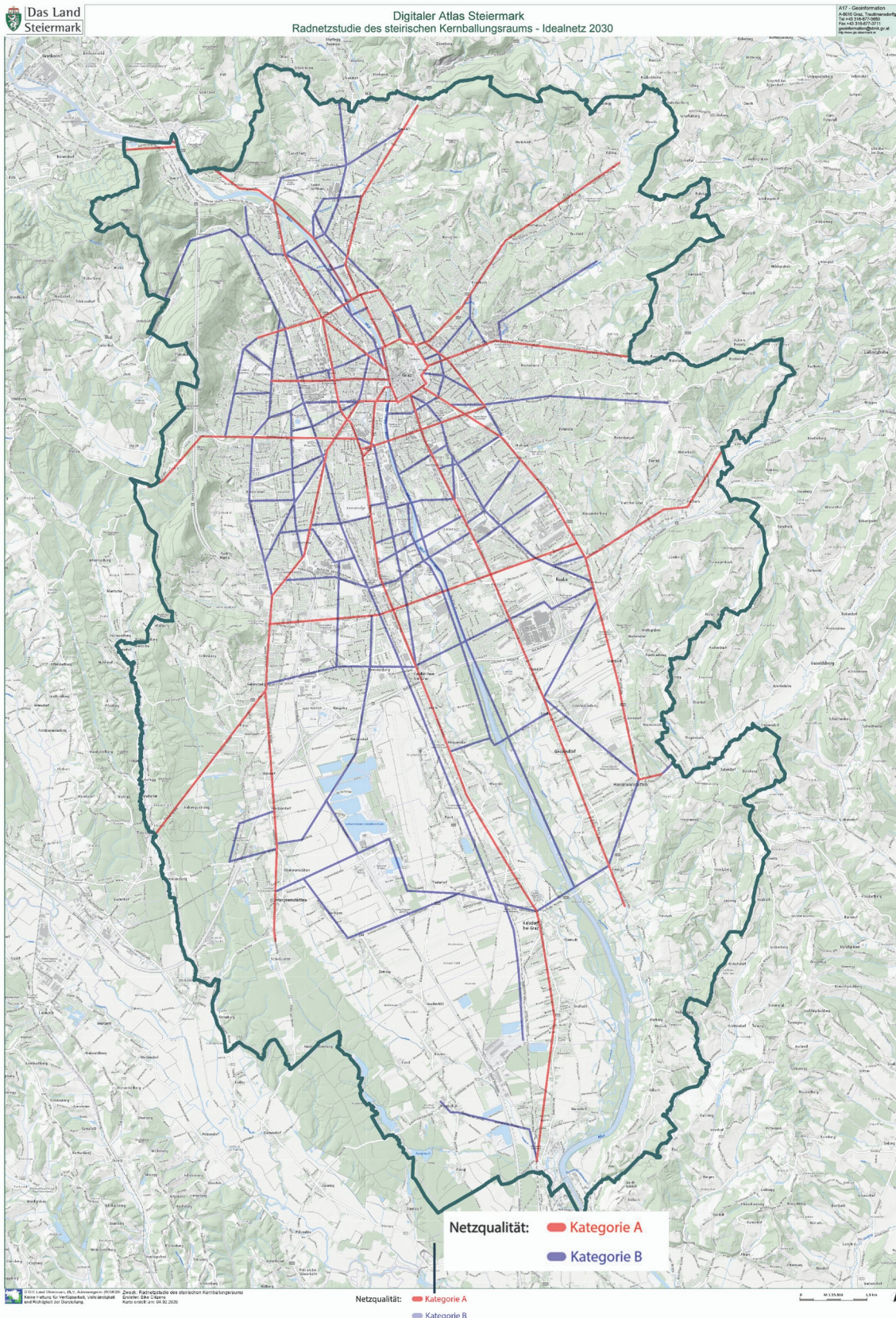


Abbildung 14: Abstrahiertes, kategorisiertes Idealnetz 2030 (Radverkehr im steir. Kernballungsraum)
 Kartengrundlage: Digitaler Atlas Steiermark

Auch die Verbindung entlang der Trasse der Graz-Köflach-Bahn ist nicht Teil des Bestandsnetzes, wurde aber in die Umlegung 2030 für die Modellierung in den Straßengraphen aufgenommen. Die Modellierung zeigte, dass alternative Verbindungen dieser Trasse gegenüber zu bevorzugen sind.

Das Idealnetz 2030 stellt sicher, dass auch die S-Bahnhaltestellen gut angeschlossen sind, um der Multimodalität gerecht zu werden. Daher ergibt sich beispielsweise der Stumpf in der Flurgasse als Anschluss zum Graz Ostbahnhof (Kategorie B) oder die Schleife im Kategorie-B-Netz in Unterpremstätten. Auch Wundschuh ist so mittels Kategorie-B-Netz an die S-Bahnhaltestelle angebunden.

Die Radnetzstudie bildet das kategorisierte Idealnetz für den gesamten Planungsraum ab. Darauf aufbauend werden konkrete Machbarkeitsanalysen durchgeführt. Es wird sich zeigen, ob und wie adäquate Radinfrastrukturen in den ausgewiesenen Straßenräumen realisierbar sind. In einigen Fällen kann es erforderlich sein, in der näheren Umgebung nach Alternativen zu suchen. Aus verschiedenen Erhebungen (z. B. Österreich unterwegs 2014) ist bekannt, dass die Längen von tatsächlich zurückgelegten Radverkehrswegen stark limitiert ist.

Ein Abweichen von mehr als 300 m vom idealen Radverkehrsnetz und damit auch von großen Potentialen würde die Akzeptanz der Verkehrsteilnehmenden deutlich reduzieren: Abbildung 15 zeigt die Auswirkungen auf das Radverkehrspotential am Beispiel der Triester Straße und Liebenauer Hauptstraße (links) sowie am Beispiel der Straßganger Straße (rechts), wenn die Trassierung (in grün) stark von der Idealposition (in rot) abweicht. Für die Führung entlang der Triester Straße und Liebenauer Hauptstraße statt entlang des Murradwegs ergibt das hohe Potentialunterschiede (250-m-Puffer: 2.898 zu 14.090 Hauptwohnsitzen sowie 2.735 zu 8.383 Beschäftigten). Auch für die Straßganger Straße ergibt sich ein entsprechendes Bild: Mit einer geringeren Streckenlänge als eine mögliche alternative Trassierung im Westen werden entlang der Straßganger Straße mehr Menschen erreicht, weil die Position des Radverkehrsnetzes ideal liegt. Gleichzeitig haben wesentlich weniger Menschen Zugang zum Radverkehrsnetz, wenn von dieser Idealposition stark abgewichen wird. Für den 250-m-Puffer stehen 2.408 Hauptwohnsitze 6.037 Hauptwohnsitzen und 1.724 Beschäftigte 3.979 Beschäftigten gegenüber.

Um die Akzeptanz der Verkehrsteilnehmenden und das Radverkehrspotential zu erhalten, wurde in Abbildung 14 ein 300-m-Puffer als Planungskorridor für realisierbare Routen berücksichtigt.

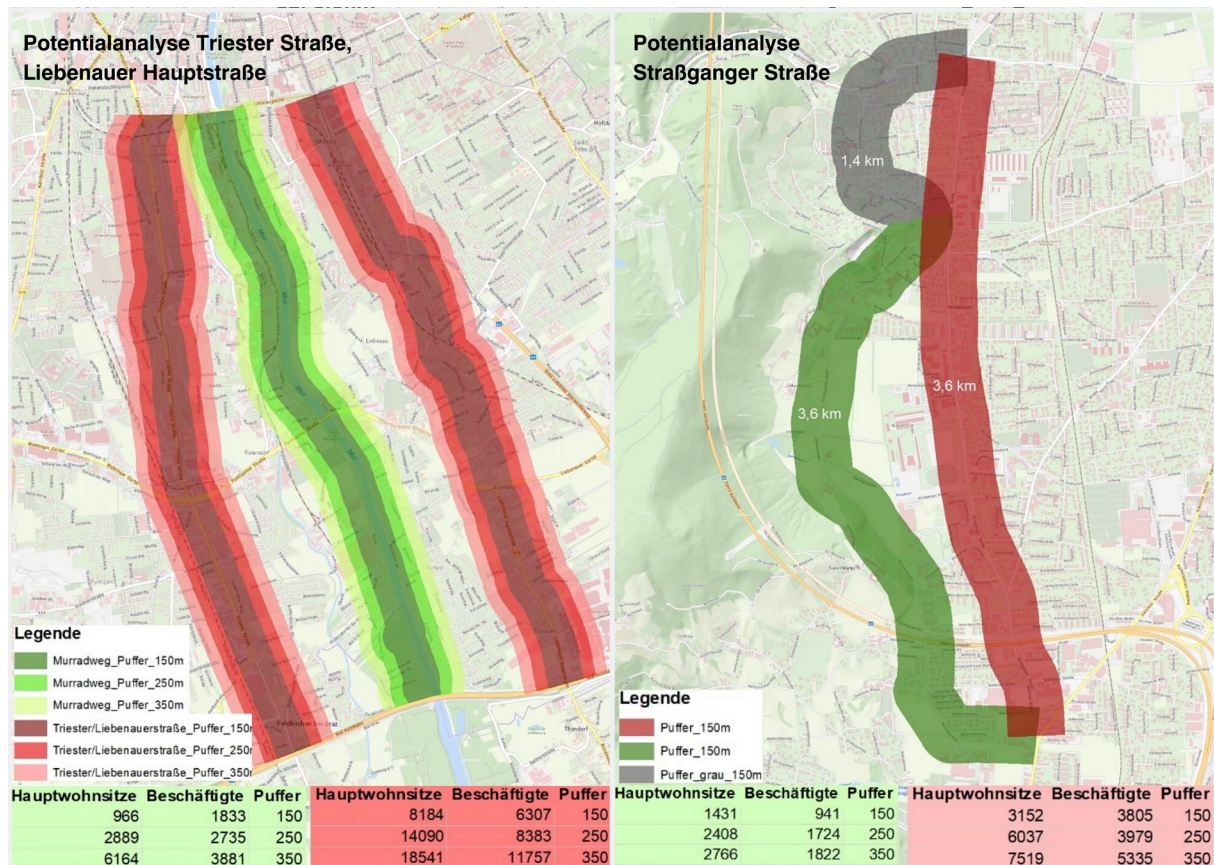


Abbildung 15: Potentialanalyse Triester Straße, Liebenauer Hauptstraße und Straßganger Straße

Die Shape-Dateien zum Idealnetz 2030, die Auswertungen der einzelnen Netzelemente in einem Geoinformationsprogramm mit genauer Verortung (Koordinaten) ermöglichen (zum Beispiel hinsichtlich der Länge), wurden gemeinsam mit dem Endbericht an den Auftraggeber übermittelt. Eine entsprechende Auswertung ergab eine Netzlänge von 127 km für das Kategorie A Netz. Davon verlaufen 87,5 km in Graz. Das Kategorie-B-Netz hat eine Netzlänge von 187 km, wovon 123,5 km auf Graz fallen. In Summe erstreckt sich das Netz auf 314 km.

Fazit: Um eine Veränderung im aktuellen und zukünftigen Verkehrsverhalten zu bewirken, ist ein entsprechendes Angebot Grundvoraussetzung. Dazu gehört ein attraktives, direktes und durchgängiges Radverkehrsnetz. Als Ergebnis der Radnetzstudie zum fließenden Verkehr wurde auf Basis qualitativer und quantitativer Datenanalysen ein kategorisiertes Idealnetz entwickelt. Dieses Idealnetz 2030 liefert den zuständigen Verkehrsplanungsabteilungen die entsprechende strategische Grundlage, um darauf aufbauend Machbarkeits- und Variantenstudien für die einzelnen Achsen für den Radverkehr zu entwickeln. Die Umsetzung einzelner Achsen muss gesamtheitlich geplant werden, um die entsprechenden Verbindungsqualität zu erreichen.

Das Idealnetz 2030 reduziert die Barrierewirkung der Mur durch zusätzliche Verbindungen über die Mur. Zudem wird es der Siedlungsstruktur gerecht und erlaubt Pendler*innen möglichst direkte und somit kurze Wege zwischen Wohn- und Zielort. Auch ermöglicht das Idealnetz 2030 Menschen, die multimodal mobil sind, eine optimale Anbindung der S-Bahnhaltestellen an das Radverkehrsnetz.

Das Kategorie-A-Netz verfügt über eine Netzlänge von 127 km. Das Kategorie-B-Netz hat eine Netzlänge von 187 km.

Eine Anhebung des Radverkehrsanteils auf 25 % bzw. 40 % ist also unter idealen Voraussetzungen mit dem vorgelegten Idealnetz 2030 im steirischen Kernballungsraum möglich.

4.2 Ruhender Radverkehr

Wenn ein strategisches Radnetz entwickelt wird und die Beliebtheit des Fahrrads als Mobilitätsform steigt, darf der Bedarf an geeigneter Infrastruktur zum Abstellen des Fahrrads am Zielort (und Wohnort) nicht vernachlässigt werden. Dem wesentlichen Vorteil der Fahrradnutzung, direkt zum Ziel fahren zu können und unmittelbar das Fahrrad abzustellen, soll mit entsprechender Infrastruktur für den ruhenden Radverkehr Rechnung getragen werden. Im Zuge der Radnetzstudie wurden die GPS-Radverkehrsdaten auch für den ruhenden Radverkehr einer Analyse unterzogen.

4.2.1 Ruhender Radverkehr 2019

Im Stadtgebiet von Graz werden laufend Radabstellanlagen mit Radanlehnbügel oder andere, qualitative Radabstellanlagen eingerichtet. Aufgrund fehlender Daten früherer Jahre kann die absolute Anzahl der vorhandenen Anlagen nicht genannt werden. Methoden der Kapazitäts- und Qualitätserhebungen des Altbestandes sollen im Rahmen von (Pilot-) Projekten (u. a. GIS) geprüft werden.¹⁹

Die – ähnlich zu Wikipedia – von einer Community befüllte OpenStreetMap (OSM) verfügt zwar über eine Datengrundlage zum Fahrradparken. Hier kann aber nicht von einer systematischen Befüllung und damit einer Vollständigkeit ausgegangen werden. Unter der Prämisse, dass diese Einschränkung bedacht wird, kann ein Vergleich der OSM-Daten mit den GPS-Radverkehrsdaten vorgenommen werden.

754 der 1.692 OSM-Datensätze²⁰ verfügten zwar über Werte zum genauen Standort, aber nicht über Werte zur Kapazität. Daher wurde der Medianwert aller über Aussagen zur Kapazität verfügbaren Datensätzen berechnet (Medianwert=7). Die Daten wurden in weiterer Folge auf ein 125x125 m Raster aggregiert. Die folgenden Abbildungen zeigen die Anzahl von Radabstellplätzen gemäß OSM (Abbildung 16), bzw. den Anteil von Starts von GPS-Trajektorien (Abbildung 17). Je röter und größer der Kreis, desto höher ist der Anteil.

Grundsätzlich wird bei Radabstellanlagen zwischen jenen auf öffentlichem Grund und jenen auf Privatgrund unterschieden. OSM führt hier zwar eine Differenzierung durch, eine solche ist aber für die GPS-Radverkehrsdaten nicht gegeben. Um eine annähernde Vergleichbarkeit zu erhalten, wurden deshalb auch für die OSM-Daten öffentliche und nicht-öffentliche Radabstellanlagen summiert.

Von den GPS-Radverkehrsdaten wurden jeweils die Start- und Endpunkte der jeweiligen Trajektorie als Indikator für potentiellen Bedarf von Radabstellplätzen herangezogen (Abbildung 17). Da die OSM-Daten fast ausschließlich für Graz vorliegen wird in der Analyse auch nur hierauf Bezug genommen.

¹⁹Spinka, H., Steurer, B., persönliche Auskunft von Herrn Helmut Spinka (Radverkehrskoordinator) und Herrn Burkhard Steurer (Leiter Bereich Stadtraum der Holding Graz), Graz, September 2019

²⁰OpenStreetMap Contributors, OSM-Export am 23. April 2019

Bei der Analyse zeigt sich, dass vor allem in der Grazer Innenstadt ein großer Anteil von Radabstellplätzen verfügbar ist. Hier unterscheiden sich beide angepassten OSM-Datensätze nur wenig. Wobei beim Median-Szenario die Radabstellplätze um den Schlossberg gleichmäßiger verteilt sind. Im Gegensatz zu den OSM-Daten zeigen die Quellen- und Zieldaten der GPS-Tracks einen verhältnismäßig stärkeren Bedarf im Süden des Schlossbergs. Deutlich sichtbar sind auch die Radabstellplätze entlang der Straßenbahnlinie 1 Richtung Mariatrost. Die Radabstellplätze bei den Einkaufszentren sowie beim Zentralfriedhof, an Endstationen der Buslinien (z. B. Linie 60, Park&Ride Lustbühel), und den Universitäten und Fachhochschulen sind ebenfalls relevante Standorte für Radabstellanlagen. Wobei zum Center West zu erwähnen ist, dass diese zwar in OSM standortmäßig erfasst sind, aber ohne Aussagen zur Kapazität. Die GPS-Daten zeigen hier ein anteilig stärkeres Bild. Die Bildungseinrichtungen sind auch hier stark präsent.

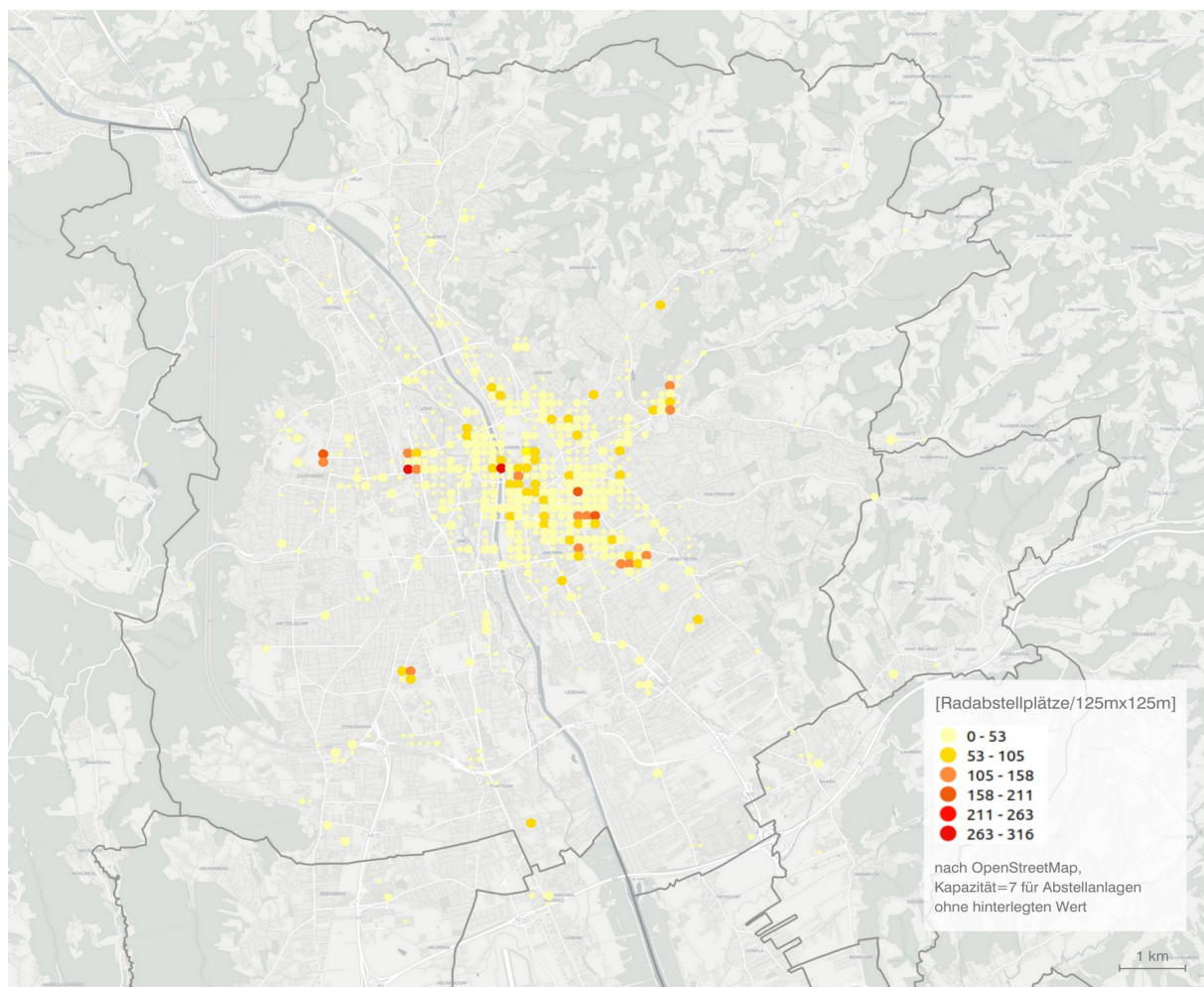


Abbildung 16: Radabstellanlagen gemäß OpenStreetMap, bei fehlenden Kapazitätsdaten wurde der Median (=7) herangezogen

Kartengrundlage: OpenMapTiles, OpenStreetMap Contributors

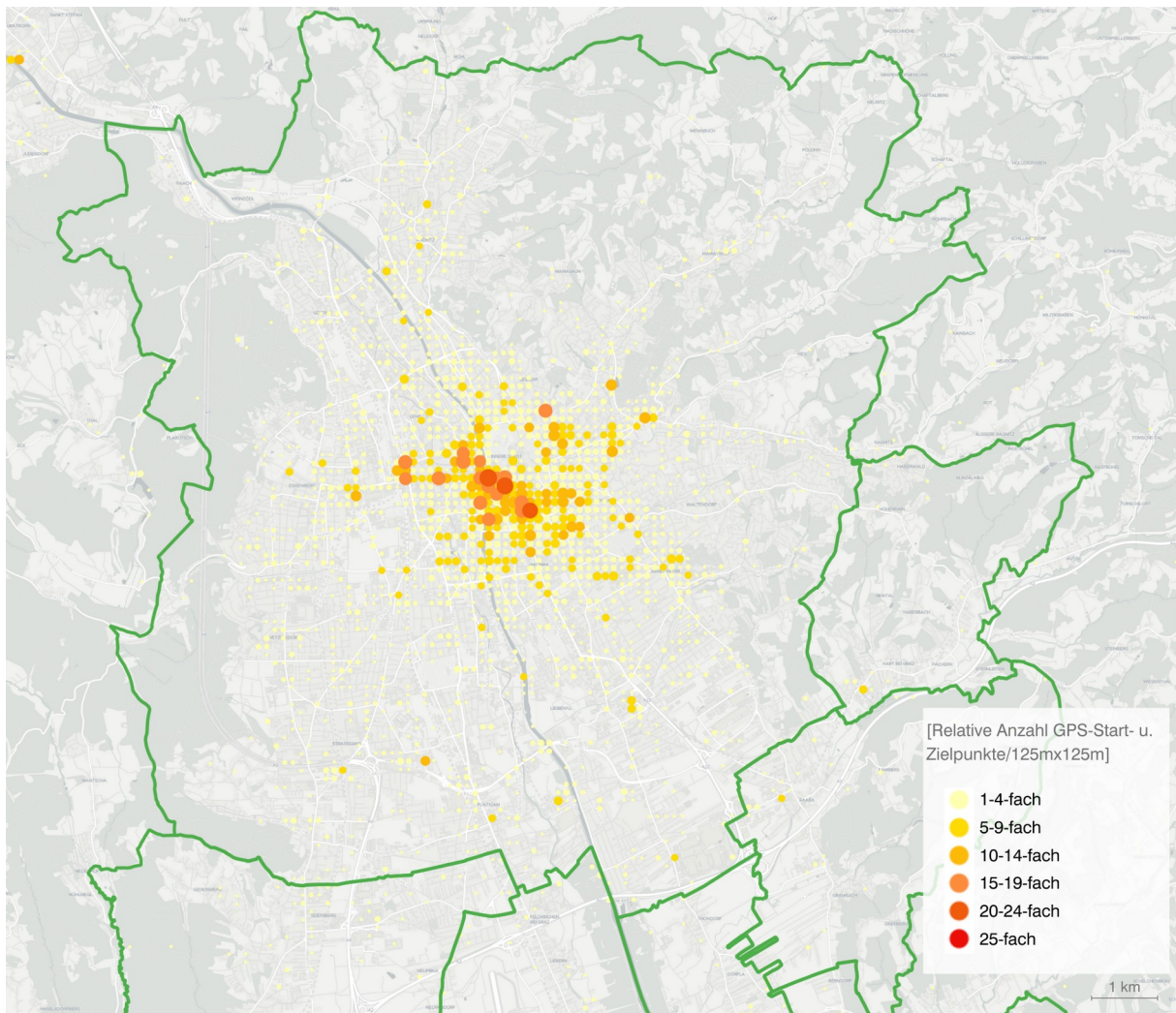


Abbildung 17: Quellen und Ziele der GPS-Tracks

Kartengrundlage: *OpenMapTiles, OpenStreetMap Contributors*

Fazit: Grundsätzlich gibt die Analyse über die IST-Situation, sowie den Bedarf von Radabstellanlagen ein interessantes Bild, das sich mit dem Wissen in der Verkehrsplanung über verschiedene Attraktoren deckt. Dennoch sind diese Ergebnisse nicht wissenschaftlich fundiert. Die fehlende Datengrundlage zu vorhandenen Radabstellanlagen und deren Kapazität verhindert aber eine wissenschaftlich fundierte Aussage. Mit entsprechend vollständiger Datengrundlage ließen sich hier genaue Aussagen zum Delta zwischen Bedarf und Angebot tätigen.

4.2.2 Ruhender Radverkehr 2030

Die Abschätzung des ruhenden Radverkehrs 2030 erfolgte auf Basis des FamoS-Modells. Abbildung 18 zeigt, wo der Anteil an Quellen höher (rot) bzw. niedriger (gelb) ist. Auch hier wurde zwischen öffentlichen und nicht-öffentlichen Anlagen nicht differenziert. Der Bedarf im Grazer Stadtzentrum wird auch im Jahr 2030 am höchsten sein. Der Ortskern in Andritz wird in Zukunft hohen Bedarf an Abstellanlagen haben. Aber auch der Standort des Murparks – und damit verbundene Arbeitsplätze im Grazer Süden – sticht hervor. Eine Mehrfachnutzung (also eine zeitliche Differenzierung des Bedarfs) von Radabstellanlagen wurde hier nicht berücksichtigt. Das Bild zeigt das theoretische Maximum des Bedarfs an Abstellplätzen.

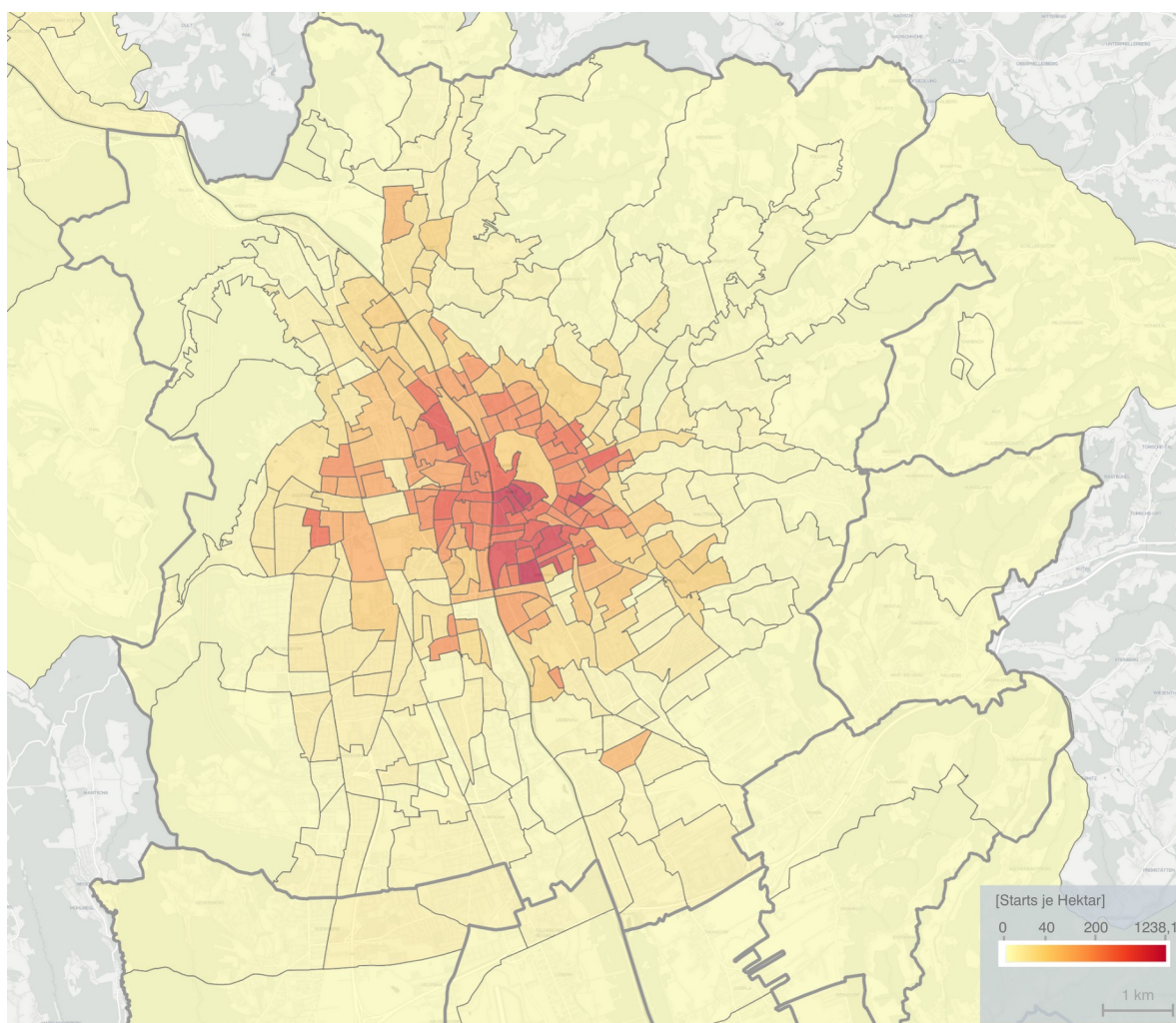


Abbildung 18: Bedarf Radparken 2030 in FamoS (Starts je Hektar)

Kartengrundlage: *OpenMapTiles, OpenStreetMap Contributors*

Fazit: Es ist davon auszugehen, dass auch in Zukunft der größte Bedarf an Radabstellanlagen im Grazer Zentrum und den Bezirken Innere Stadt, Geidorf, Lend, Gries, Jakomini vorliegen wird.

4.2.3 Qualität von Radabstellanlagen

Ergänzend zu den Aussagen zur Kapazität von Radabstellanlagen, sollen hier noch Angaben zur empfohlenen Qualität dieser gemacht werden. Die folgende Abhandlung umfasst nur die wesentlichen Punkte. Für eine tiefgehende Befassung mit dem Thema wird auf die weiterführende Literatur verwiesen.

Bei der Bereitstellung einer Radabstellinfrastruktur sind folgende Kriterien zu beachten, damit die Anlagen auch entsprechend genutzt werden:

1. Standortwahl und Parkleitsystem
2. Gestaltung und Geometrie
3. Ausbauart und Qualität
4. Wartung und Reinigung im laufenden Betrieb



Abbildung 19: Ausbauart 0: Radstation Bhf Graz; Radbox Bhf St.Veit/Glan; voll-automatisierte Radabstellanlage U-Bahn Station Lotte Turm, Seoul (von links)

Fotos: PLANUM Fallast Tischler & Partner GmbH

Standortwahl und Parkleitsystem

Der gewählte Standort soll radfahrend direkt vom Radverkehrsnetz erreichbar sein und kein Hindernis für Kinderwagen, Rollstühle oder Ähnliches darstellen.

Grundsätzlich hängt der ideale Standort stark von der eigentlichen Parkdauer ab. Besonders bei Kurzzeitnutzung (einige Minuten bis 2 Stunden) wird ein Standort in unmittelbarer Nähe des Zieles bevorzugt bzw. in weniger als 50 m Entfernung gewählt.²¹ Daher sind mehrere, kleinere Parkanlagen für Kund*innen in einer Einkaufsstraße für Nutzer*innen attraktiver als große, konzentrierte Radabstellanlagen.

Gestaltung und Geometrie

Effiziente Platznutzung am gewählten Standort ist bis zu einem gewissen Grad durch die Anordnung und Gestaltung der Stellplätze sowie Geometrie zu beeinflussen. Ein leichter

²¹Dufour, D., et al., PRESTO - Give Cycling a Push, Implementation Fact Sheet, Cycling Policy Guide, Intelligent Energy Europe, 2010, abgerufen November 2019

Zugang soll ermöglicht werden. Gleichzeitig sind Behinderungen für andere aktive Verkehrsteilnehmende zu vermeiden. Größer dimensionierte Lastenräder und Anhänger sind einzuplanen. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass nicht die Mindestmaße alleine für eine Fahrradgerechte Gestaltung ausschlaggebend sind, sondern es muss situativ die beste Lösung bezüglich Stellplatzabstand und Fahrgasse gefunden werden.

Übersicht Ausbauqualität

Die folgende Tabelle 4 liefert eine Übersicht der verschiedenen Abstellmöglichkeiten und ihre Eignung bezüglich Parkdauer und Fahrradkategorie. Die Errichtungs- und Instandhaltungskosten steigen in der Tabelle nach unten hin mit jeder Zeile.

Art der Abstellanlage	Empfohlen bis Fahrradwert 1: < 100 EUR 2: 100-500 EUR 3: 500-1.500 EUR 4: > 1.500 EUR	Parkdauer  min  h  1 Tag  2-3 Tage	Ausbauart 0: ebenerdig +1: ab 1. Stock -1: Tiefgarage		
			0	+1	-1
Radbügel zum Anlehnen	1,2		X		
Fahrradständer	1, 2	  	X		
Temporärer Fahrradständer (Veranstaltungen, nicht fixiert)	1,2	  	X		
Vorderrad-Rahmenhalter	1, 2, 3	  	X		
Überdachte Radabstellanlage mit Beleuchtung	1, 2, 3	  	X		
Fahrradbox	2, 3, 4	   2-3	X		
Fahrradhäuschen (getrennte Einhäusung für mehrere Fahrräder)	2, 3, 4	   2-3	X		
Fahrradgarage, über Rampen zugänglich inkl. Sicherheitspersonal/Kameras	3,4	   2-3		X	X
Vollautomatisierte Fahrradparkgarage (z. B. Bike Tower)	3,4	   2-3		X	X

Tabelle 4: Übersicht Radabstellanlagen

Quelle: modifiziert nach BMVIT²²

²² BMVIT, Bau auf's Rad - Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs bei Hochbauvorhaben, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2012

Wartung und Reinigung im laufenden Betrieb

Die kontinuierliche Wartung (Defekte beheben, Reinigung, Entfernung von Radleichen) der Anlagen ist erforderlich, um die Akzeptanz zu sichern. Damit wird die Lebensdauer erhöht und Radfahrenden Wertschätzung vermittelt.

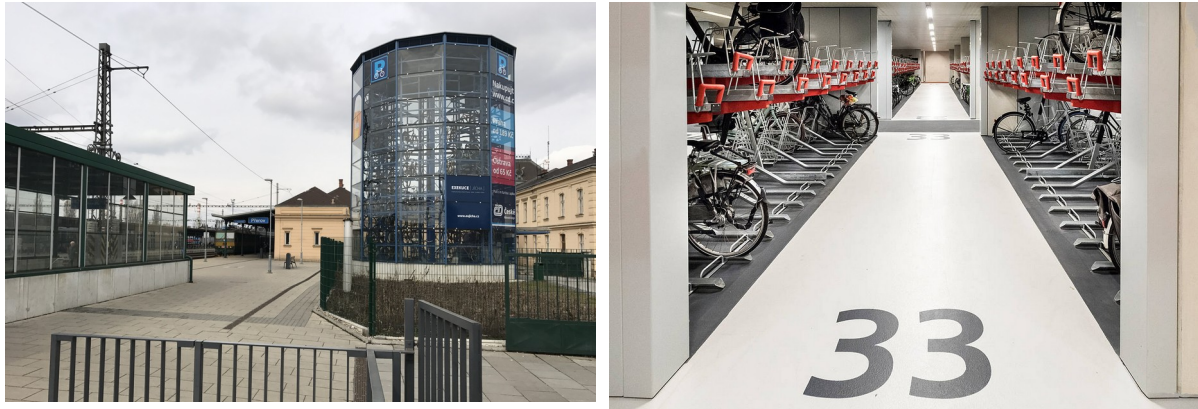


Abbildung 20: BikeTurm in Prerov, CZ (Ausbauart +1), Radgarage in Utrecht, NL (Ausbauart -1)

Fotos: Bike Turm: Biketower.cz , Radgarage Utrecht: CU2030.nl

Fazit: In der Planung von Radabstellanlagen sind die Art und Dauer der Nutzung ausschlaggebend für die Standortwahl, die Gestaltung und Geometrie. Während sich für Kurzzeitparker*innen Abstellplätze in einer Entfernung unter 50 m zwischen Abstellanlage und Zielort und somit eine flächige Verteilung der Abstellmöglichkeiten empfiehlt, sind für Langzeitparker*innen, z. B. Pendler*innen an multimodalen Knoten, besonders abgesicherte, zentrale Abstellrichtungen geeignet. Laufende Kosten für die Wartung im laufenden Betrieb müssen einkalkuliert werden. Zahlreiche Literatur gibt Aufschluss über eine bedarfsorientierte Planung von Radabstellanlagen. Diese ist im Anhang unter „Weiterführende Literatur Radabstellanlagen“ (Kapitel 7.1) verfügbar.

4.3 Erreichbarkeit multimodaler Knotenpunkte

Wie sich der Status-Quo der Attraktivität derzeitigen multimodaler Knotenpunkte verhält, wurde anhand einer Erreichbarkeitsanalyse eruiert. Mittels der GPS-Radverkehrsdaten (siehe Kapitel 3.1) wurden hierfür Isochronen berechnet, die anzeigen, welche Punkte in welcher Zeit (zwischen 0 und 45 Minuten) vom jeweiligen multimodalen Knotenpunkt mit dem Fahrrad erreicht werden können.

Den Isochronen liegt eine Fahrtzeit in Minuten gemäß Tabelle 5 zugrunde. Die Radien der dargestellten Kreise in den folgenden Abbildungen 19 bis 22 sind aus eben dieser Tabelle 5 zu entnehmen.

Klasse	Farbe	Minuten	Radius in [km]
1	hellblau	0-5	1,25
2	grün	5-10	2,50
3	gelb	10-20	5,00
4	orange	20-30	7,50
5	rot	30-45	11,25
6	blau	45-60	15,00

Tabelle 5: Erreichbarkeitsanalyse: Werte der sechs Isochronenklassen und Kreisradien

Erreichbarkeitsanalysen wurden für die Knotenpunkte Graz Hauptbahnhof, Graz Ostbahnhof, Graz Köflacherbahnhof und für den möglichen Standort des Nahverkehrsknoten Graz Gösting (Anton-Kleinoscheg-Straße/Exerzierplatzstraße) durchgeführt. Diese wurden als wichtigste Knotenpunkte definiert. Auch Visualisierungen zur Erreichbarkeit der S-Bahn-Haltestellen im Planungsraum liegen vor und werden dem Auftraggeber beigelegt. Darüber hinausgehende Detail-Analysen sind nicht Teil der Radnetzstudie.

Neben den Visualisierungen zur Erreichbarkeit des jeweiligen Knotenpunkts wird hier auch die jeweilig relative Netzbelastung auf Basis der GPS-Daten (Fahrten, nicht normiert) im direkten Umfeld dargestellt. Ergänzend muss festgehalten werden, dass die Erreichbarkeitsanalyse zwar konkrete Aufschlüsse über die Reisezeit von bestimmten Punkten liefert, aber nicht über die Qualität des Netzes. Es sind also keine Aussagen über die Infrastrukturqualität oder Eignung für bestimmte Radverkehrsteilnehmenden des jeweiligen Streckenabschnitts zulässig, auch wenn dieser die Reisezeit stark verkürzt. Die vorliegende Analyse spiegelt lediglich die heute zurückgelegten Zeiten ausgehend vom gewählten Ort wider und berücksichtigt ebenso keine Kapazitäten des Netzes. Das bedeutet, bei möglichen Veränderungen im Radverkehrsverhalten (z. B. sprunghafter

Anstieg des Radverkehrsanteils) kann nicht davon ausgegangen werden, dass die heute vorliegenden Reisezeiten mit unveränderter Infrastruktur und Kapazität möglich sind.

4.3.1 Nahverkehrsknoten Graz Gösting



NVK Graz Gösting

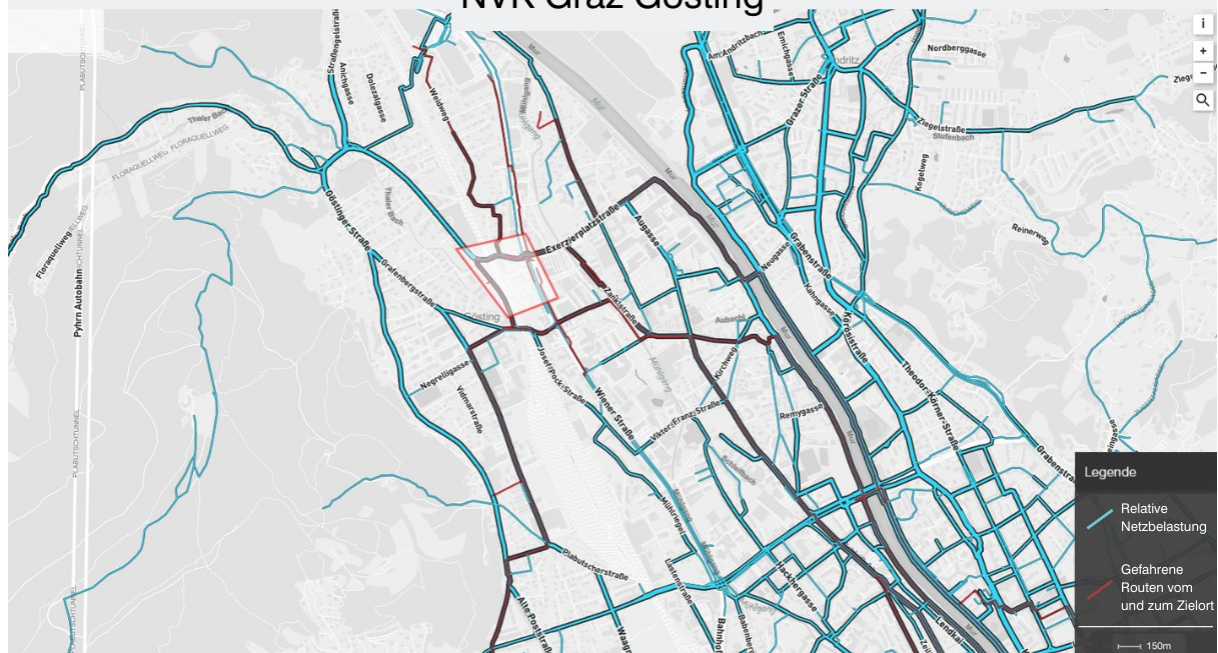


Abbildung 19: Erreichbarkeit potentieller Nahverkehrsknoten Graz Gösting

Die Visualisierung der Erreichbarkeit des geplanten Standorts des Nahverkehrsknoten (NVK) Graz Gösting (Abbildung 19) zeigt, dass dieser derzeit nur schlecht für den Radverkehr angeschlossen ist. Gegen Osten wirkt die Mur als eine Barriere, auf Höhe des NVK Graz Gösting befindet sich keine Murquerung.

Eine Solche ist im Falle einer Realisierung des Bahnhofs einzuplanen. Zusätzlich soll in diesem Fall die Kapazität des Pongratz-Moore-Stegs erhöht werden.

Der Standort befindet sich in unmittelbarer Nähe des Plabutsch, die Topographie bedingt hier vom Westen Gefälle bzw. Richtung Westen eine Steigung. Thal ist aber über die Landstraße angeschlossen, die zum jetzigen Zeitpunkt teilweise über einen Radweg verfügt. Gleichzeitig ist der Standort von Süden und Süd-Osten her besser erreichbar. Es wird auch deutlich, welche wichtige Funktion die Brücke (Wiener Straße) im Norden einnimmt, dank der eine Anbindung an den Norden ermöglicht wird.

Aufgrund der beschriebenen topografischen Barrieren und der Datenanalyse kann ein zukünftiger NVK Graz Gösting nur als lokaler Knotenpunkt für den Grazer Radverkehr angesehen werden. Die Detailansicht der derzeitigen Routenwahl lässt grundsätzlich keine Aussage über das zukünftige Fahrverhalten von Radfahrenden zu, wenn an diesem Standort ein NVK Graz Gösting errichtet wird. Sie zeigt aber, dass in der jetzigen Situation sich die Anfahrten großteils auf den Bezirk Gösting selbst zusammen mit den angrenzenden Bezirken Eggenberg und Lend beschränken. Hauptzufahrtswege in diesen Bezirken sind hierbei die Exerzierplatzstraße, die Zanklstraße, die Augasse und die Grafenbergstraße, sowie der Murradweg auf beiden Seiten der Mur. Auffällig bei der visuellen Analyse ist schließlich noch die fehlende Anbindung direkt nach Süden über die Wienerstraße oder die Josef-Pockstraße, die Radfahrende lieber umfahren als zu nutzen.

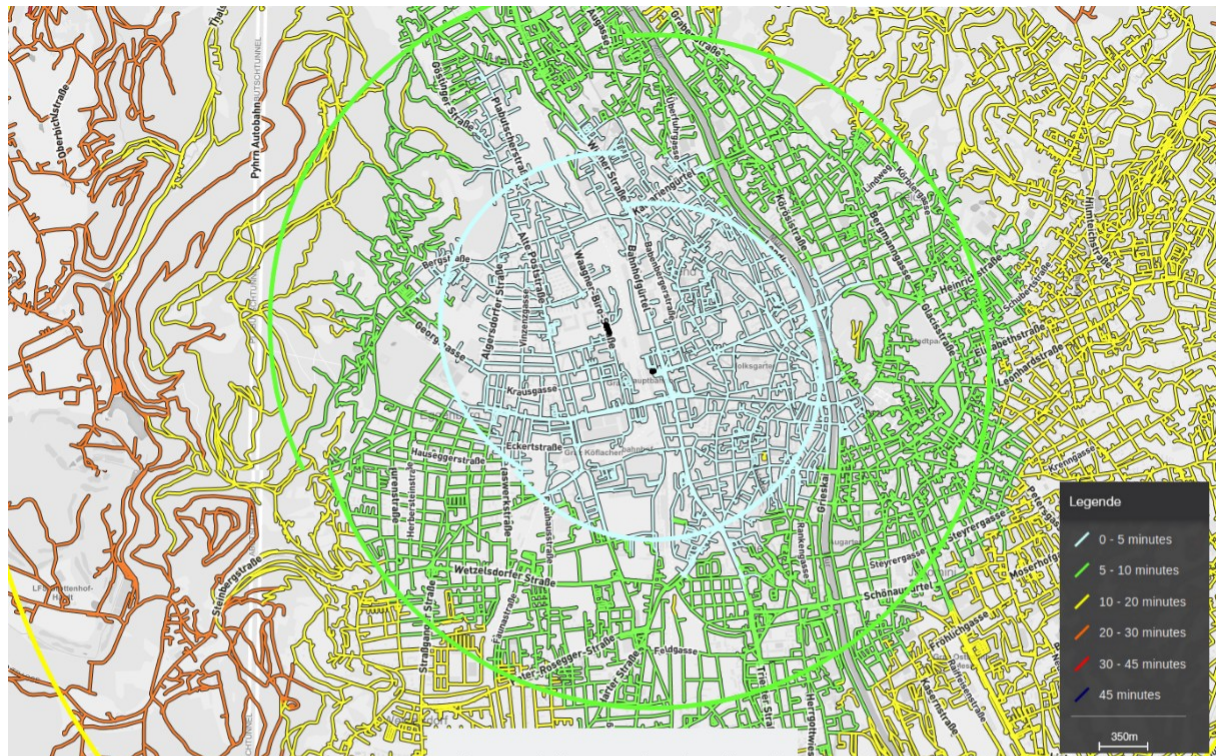
4.3.2 Graz Hauptbahnhof

Für die Analyse zur Erreichbarkeit des Hauptbahnhofs Graz wurden zwei verschiedene Ausgangspunkte gewählt, um die Standorte der Radabstellanlagen auf beiden Seiten des Hauptbahnhofs am Eingang West und am Eingang Ost zu berücksichtigen. Aus diesem Grund setzt sich auch die Darstellung in Abbildung 20 aus zwei Visualisierungen zusammen und die Schnittstellen der Kreise sind erkennbar. Die Analyse ergibt, eine reduzierte Erreichbarkeit der Gebiete im Westen. Das ist durch die Topographie (Steigungen im Westen) erklärbar, welche die die Fahrtzeit vergrößert und dadurch die Erreichbarkeit reduziert. Die dünn besiedelten Gebiete an den Hängen des Plabutsches und des Buchkogels sind nur mit einer relativ längeren Fahrtzeit erreichbar.

Das Areal auf dem Schlossberg ist vom Hauptbahnhof Graz aus schlechter erreichbar als die Attraktoren in seiner Umgebung. Dies ergibt sich aufgrund der Topographie und der Steigung der Zufahrten auf den Schlossberg. Allerdings hat der Schlossberg in seiner Funktion als Freizeitziel keine Relevanz für den Alltagsradverkehr.

Im Gegensatz dazu sind folgende Punkte vom Hauptbahnhof Graz sehr gut erreichbar:

Nur fünf Minuten Reisezeit werden vom Hauptbahnhof zum Hauptplatz benötigt. Die dicht bebauten Gebiete um Innenstadt und Körösisstraße sind damit gut angebunden. Auch viele Fahrradmechaniker und -händler sind innerhalb von fünf Minuten ausgehend vom Hauptbahnhof zu erreichen. Große Attraktoren wie die AVL oder die FH Joanneum liegen ebenso im fünf-Minuten-Umkreis vom Hauptbahnhof wie die städtischen Schwimmbäder Auster und Bad zur Sonne.



Graz Hauptbahnhof



Abbildung 20: Erreichbarkeit Graz Hauptbahnhof

Der Hauptbahnhof ist eindeutig ein überregionaler Knotenpunkt für den Radverkehr in Graz. Auch die Detailanalyse zeigt: Er wird grundsätzlich von jedem Ort in Graz aus angefahren. Die bevölkerungsstarken Innenstadtbezirke, allen voran Jakomini und Gries führen zu Nutzung der Annenstraße als Hauptanbindungsrouten, wobei die Visualisierung in Abbildung 20 zeigt, dass wenig Umgehungsverkehr zu verzeichnen ist und die allgemeine Anbindung als gut eingeschätzt werden kann.

4.3.3 Graz Köflacherbahnhof

Die Erreichbarkeit des Köflacherbahnhofs ist durch die Topographie im Westen eingeschränkt. Anhand der Visualisierung in Abbildung 21 ist aber auch sichtbar, dass dieser in der Ebene im Norden sowie im Westen etwas schneller erreichbar ist.

Die Anbindung des Köflacherbahnhofs an das Radnetz ist ebenfalls als überregional zu bezeichnen. In der Detailanalyse zeigt sich: Sowohl die Nord-Süd- als auch die Ost-West-Verbindung mit dem Bahnhof als Zentrum ist gut gegeben. Auffällig ist auch eine intensive Anfahrt aus dem Südosten von Graz aus den Bezirken Straßgang und Wetzelsdorf. Eine einzige Anbindungsrouten lässt sich aufgrund der gleichmäßigen Verteilung auf die Zufahrtsstraßen wie die Friedhofgasse, die Alte Poststraße oder die Köflachergasse nicht ausmachen.



Graz Köflacherbahnhof

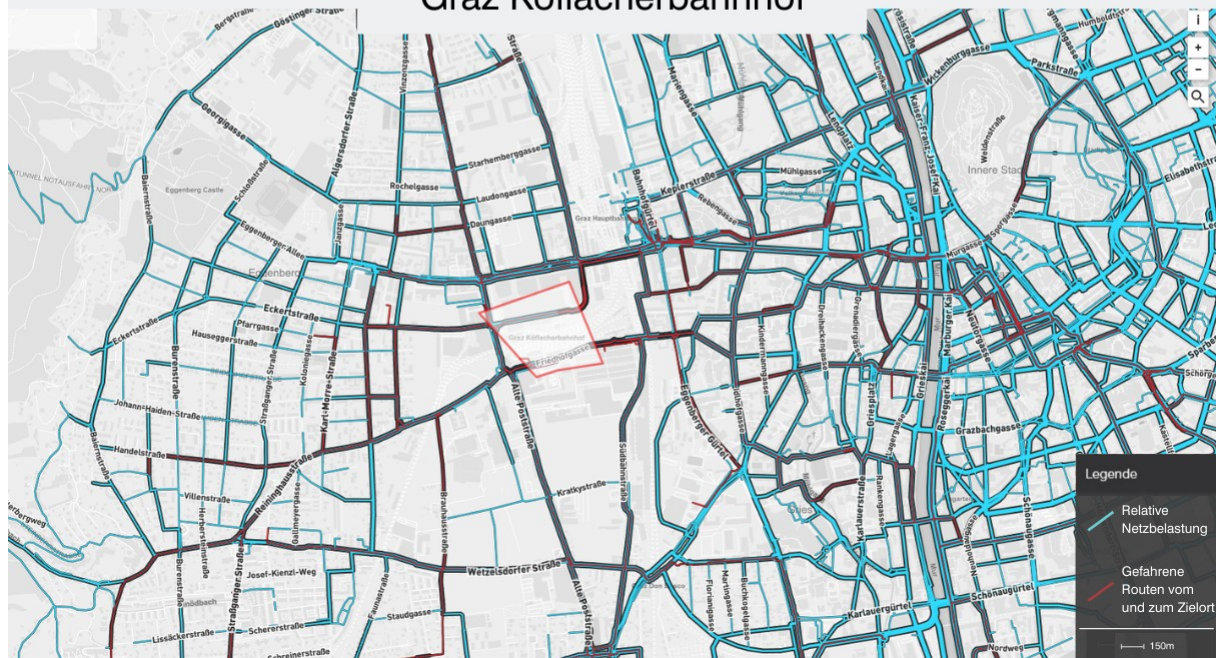


Abbildung 21: Erreichbarkeit Graz Köflacherbahnhof

4.3.4 Graz Ostbahnhof

Bei Betrachtung der Isochronen um den Ostbahnhof Graz wird Folgendes deutlich: Die Mur wirkt hier als Radverkehrsbarriere Richtung Westen. Das ist ersichtlich daran, dass bereits im jeweiligen Radius die Isochronen der nächst höheren Klasse abgebildet sind.

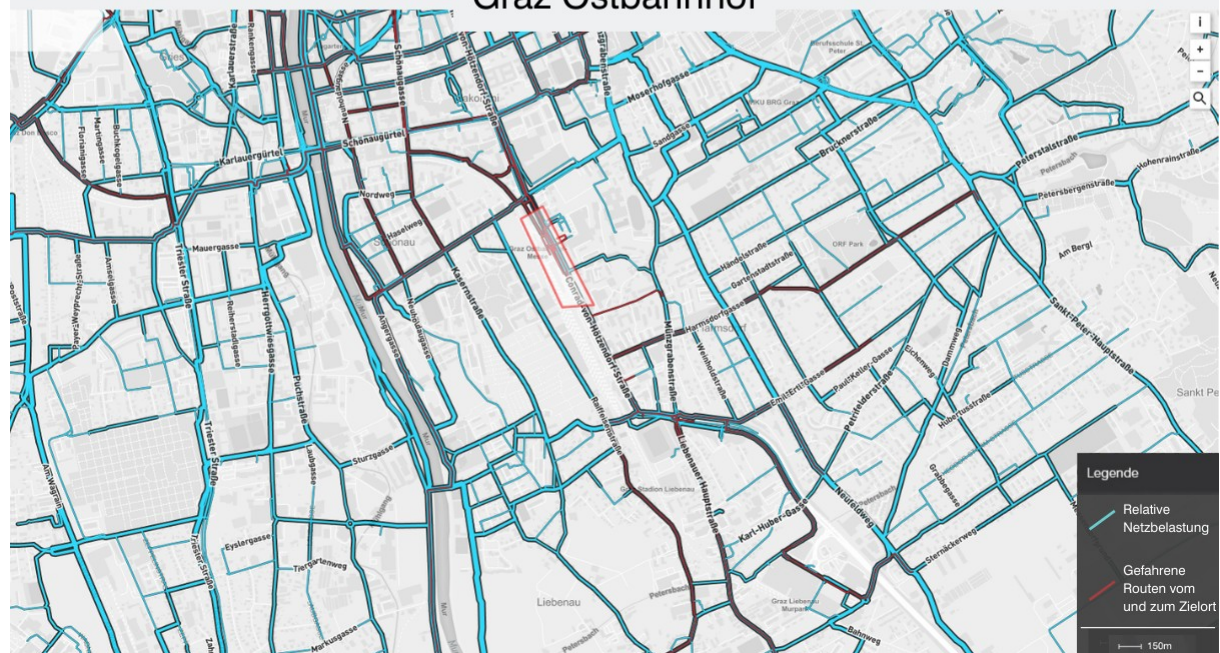
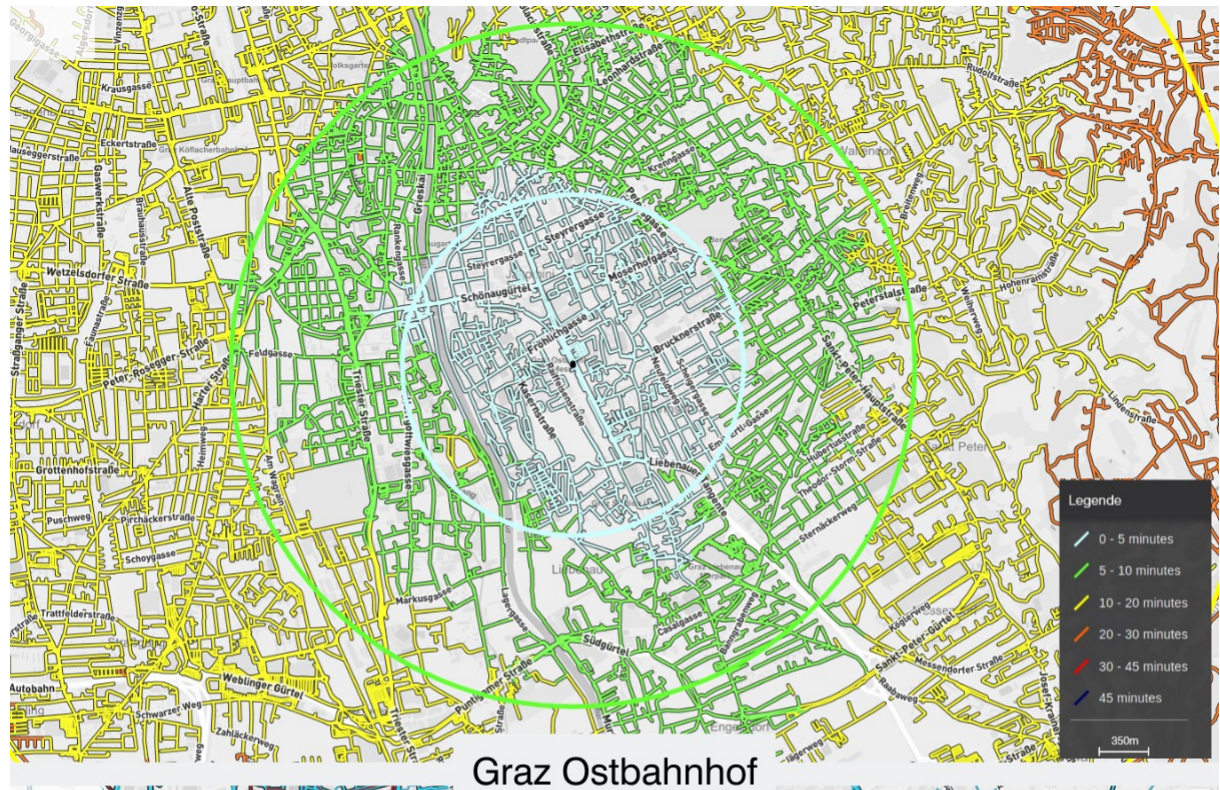


Abbildung 22: Erreichbarkeit Graz Ostbahnhof

Sichtbar wird das beispielsweise an der Grünfärbung (5-10-min-Radius) des Straßennetzes westlich der Mur, die bereits im 0-bis-5-min-Radius liegt. Der Ostbahnhof ist etwas besser über den Norden und Süden erreichbar. Hier verlängern sich die Isochronen geringfügig Richtung Nord und Süd.

Gleichzeitig wird auch deutlich, dass die Entfernungen, die in 30 bis 45 Minuten (11,25 km) liegen, im Westen und Osten näher am Ziel liegen, als sie idealerweise sollten (im 7,5 km Radius).

Das Areal der Energie Steiermark in der Puchstraße 47 (in Gelb, daher 10 bis 20 Minuten) sticht im 1,25km-Radius (entspricht 0 bis 5 Minuten) hervor. Eine mögliche Erklärung hierfür ist ein länger dauernden Austrittsvorgang sowie die Absicherung durch einen Schranken.

Die Visualisierung der GPS-Daten zur Radverkehrsintensität in direkter Ostbahnhof-Umgebung zeigt, dass dieser als Attraktor wirkt und die Intensität auf der Conrad-von-Hötzendorf-Straße auf Höhe des Ostbahnhofs eine stärkere Radverkehrsintensität aufweist als südlich oder direkt nördlich des Hauptbahnhofs. Auch zeigt die Fröhlichgasse westlich der Conrad-von-Hötzendorf-Straße eine höhere Belastung, als östlich davon.

Bei der Detailanalyse der Anfahrten zum Grazer Ostbahnhof ist zuallererst das Fehlen von gefahrenen Routen nach Westen ersichtlich. Aber auch nach Osten gibt es gemäß der Visualisierung der GPS-Daten in Abbildung 22 nicht viel Varianz. Die Radverkehrsströme bündeln sich hingegen entlang der Conrad-von-Hötzendorf-Straße in einer Nord-Südverbindung. Gleichzeitig ist die fehlende Abdeckung des westlichen Teils des Bezirks Liebenau sowie dem Bezirk St. Peter trotz der örtlichen Nähe frappant und deutet auf eine nicht optimale Anbindung an den Ostbahnhof hin.

Fazit: In der Erreichbarkeitsanalyse zeigt der Hauptbahnhof im Gegensatz zum Ostbahnhof eine sehr gute Anbindung an das Bestandsradverkehrsnetz. Davon profitiert auch der Graz Köflacherbahnhof in unmittelbarer Nähe zum Hauptbahnhof. Der Standort für einen möglichen Nahverkehrsknoten Graz Gösting wurde analysiert. Wenig überraschend ist hier die Anbindung an das Netz de facto nicht gegeben. Bei den Planungen für einen Nahverkehrsknoten Graz Gösting muss die Anbindung an das Radverkehrsnetz dringend berücksichtigt werden.

Nach erfolgreicher Implementierung von geeigneter Radinfrastruktur auf Netzebene soll die Erreichbarkeit stark verbessert sein. Das bedeutet, dass die Fahrtzeiten für die Erreichbarkeit bestimmter Knotenpunkte im Netz abnehmen und dadurch auch in den Visualisierungen die Isochronen jeder der sechs Klassen längere Reichweiten haben und die Kreisradien ansteigen, was zu einer höheren Attraktivität aller analysierten Standorte für den Radverkehr führt.

5 Zusammenfassung

In den Spitzenstunden stößt im steirischen Kernballungsraum das Verkehrssystem bereits heute an seine Kapazitätsgrenzen. Bei zunehmendem Mobilitätsbedürfnis in einem begrenzten öffentlichen Raum bleibt als Lösungsansatz der vermehrte Einsatz von raumeffizienten Verkehrsmitteln. Dazu zählt im lokalen und regionalen Individualverkehr in erster Linie das Fahrrad. Eine große Anzahl der Arbeitspendlerwege liegt mit ihrer Distanz im Bereich der mit dem Fahrrad zurückgelegten Wegelängen. Um tatsächlich mehr Menschen dazu zu bewegen ihr Verkehrsverhalten zu ändern und ihre Alltagswege mit dem Fahrrad zurückzulegen, gilt es ein entsprechendes Radverkehrsangebot zu schaffen. Im Wesentlichen geht es darum ein durchgängiges, zügiges und sicheres Radverkehrsnetz bereitzustellen.

Im Rahmen der vorliegenden Radnetzstudie wurde daher vorrangig der Frage nachgegangen, wie ein Idealnetz für den Radverkehr aussehen müsste, um viele Menschen dazu zu bewegen, ihr Verkehrsverhalten zu ändern. Auf Basis einer GPS-Datenerhebung und unter Anwendung eines makroskopischen Radverkehrsmodells wurde letztlich ein kategorisiertes Idealnetz für das Jahr 2030 entwickelt. Einhergehend wurde eine Netzhierarchie mit Qualitätskategorien entworfen, die dieses Netz in regionale und lokale Verbindungen (A- und B-Netz), sowie Wege zur flächigen Erschließung (C-Netz) differenziert.

Das kategorisierte Idealnetz 2030, mit rund 320 km Länge in den Kategorien A und B, ist die strategische Grundlage der darauf aufzubauenden Machbarkeitsstudien der einzelnen Radinfrastrukturachsen. Die Umsetzung der einzelnen Achsen muss in weiterer Folge durchgängig und gesamtverkehrlich geplant werden, um die erforderliche Qualität für die erwarteten Effekte zu erreichen.

Im Rahmen dieser Studie wurde zusätzlich zum fließenden Radverkehr auch der ruhende Radverkehr betrachtet. In der konkreten Planung von Radabstellanlagen sind die Art und Dauer der Nutzung ausschlaggebend für Standortwahl, Gestaltung und Geometrie. Während sich für Kurzzeitparker Abstellplätze in einer Entfernung unter 50 m zwischen Abstellanlage und Zielort und somit eine flächige Verteilung der Abstellmöglichkeiten empfiehlt, sind für Langzeitparker, z. B. Pendler an multimodalen Knoten, besonders abgesicherte, zentrale Abstellrichtungen geeignet. Die Analyse über Radabstellanlagen zeigt den stärksten Bedarf im Grazer Stadtzentrum und den Bezirken Innere Stadt, Geidorf, Lend, Gries, Jakomini.

In der Erreichbarkeitsanalyse der multimodalen Knoten zeigt der Hauptbahnhof, im Gegensatz zum Ostbahnhof, eine sehr gute Anbindung an das Bestandsradverkehrsnetz. Davon profitiert auch der Graz-Köflacherbahnhof in unmittelbarer Nähe zum Hauptbahnhof. Die Analyse des möglichen Nahverkehrsknoten Graz-Gösting hat ergeben, dass sich eine Anbindung an das Radverkehrsnetz dringend empfiehlt.

Nach erfolgreicher Implementierung von geeigneter Radinfrastruktur unter gesamtverkehrlichen Gesichtspunkten ist nicht nur ein deutlich höherer Radverkehrsanteil im Modal Split möglich, sondern auch eine verbesserte Erreichbarkeit multimodaler Knoten. Langfristig wird ein raumeffizienteres Gesamtverkehrssystem Vorteile für alle Verkehrsarten mit sich bringen. Darüber hinaus ist es ein wesentlicher Beitrag zu einer weiteren Steigerung der Lebensqualität im steirischen Kernballungsraum und ein Beitrag zur Erreichung der Klimaziele.

6 Ausblick

Im FFG-Forschungsprojekt „KAtinka“ wird das Mobilitätsverhalten im Großraum Graz weiter untersucht werden. Die neuen Entwicklungen in der aktiven Mobilität können zukünftig Verhaltensänderungen auslösen. Beispielsweise können E-Scooter, E-Bikes und Speedpedelecs Verhaltensveränderungen im Fußverkehr bzw. im Radverkehr bewirken. Ziel des Projekts „KAtinka“ ist es ein Werkzeug zu schaffen, um künftige Anforderungen an öffentliche Räume transmodal, inklusive aktiver Mobilität, abschätzen zu können. Mit Hilfe dieses Werkzeugs können Maßnahmen in öffentlichen Räumen auf ihre Wirkungen in allen Modalitäten überprüft werden. Gemäß Projektplan sollen die Ergebnisse Ende 2021 vorliegen. Die Projektpartner der Radnetzstudie sind auch hier Teil des Projektkonsortiums.

Neben dieser Forschungsrichtung gibt es aber auch Bedarf an tiefgehender Forschung zu gendergerechten Radinfrastruktur, die sicherstellen sollen, dass die Netzelemente in einem Radverkehrsnetz auch auf die Bedürfnisse aller Verkehrsteilnehmenden ausgelegt ist. Auch GPS-Radverkehrsdaten können hierfür eine wichtige Grundlage darstellen, wenn das Geschlecht der App-User*innen abgefragt wird, wie es bei der Bike Citizens App der Fall ist.

Zusätzlicher Forschungsbedarf besteht in der Erfassung bestehender Radabstellanlagen und deren Kapazität. Mit einer fundierten Datengrundlage können zukünftig bessere Analysen angestellt werden, sowie Vergleiche über die Zeit vorgenommen werden. Auch Erreichbarkeitsanalysen wie in der Radnetzstudie für wichtige multimodale Knotenpunkte vorgenommen wurden, können für Radabstellanlagen wichtige Aussagen liefern.

Weitere Erreichbarkeitsanalysen zu Standorten von großen Arbeitgebern, Einkaufszentren, Sporteinrichtungen, Veranstaltungsorten und anderen Attraktoren können zukünftig wichtige Informationen zu Planungen für den Radverkehr liefern.

Zuletzt wird auf die Wichtigkeit von weiterführenden Arbeiten hin zu einer Realisierung eines Radverkehrsnetzes im steirischen Kernballungsraum hingewiesen. Dabei spielen Machbarkeitsstudien für ganze Korridore des Idealnetzes 2030, die verschiedene Trassierungsvarianten untersuchen, eine entscheidende Rolle. Es muss darauf geachtet werden, entsprechende Korridore gesamtheitlich zu betrachten, um die Durchgängigkeit der jeweiligen Verbindung zu gewährleisten. Die Abstimmung zwischen dem Land Steiermark, der Stadt Graz und den einzelnen Gemeinden ist ein entscheidender Faktor für eine erfolgreiche Umsetzung von beschlossenen Trassen. Schließlich gilt es, auf Basis der Machbarkeitsstudien die Detailplanungen voranzutreiben.

7 Anhang

7.1 Weiterführende Literatur Radabstellanlagen

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Intermodale Schnittstellen im Radverkehr, Handbuch, 2008

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT)

Bau auf's Rad - Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs bei Hochbauvorhaben, Wien, 2012

Energieinstitut Vorarlberg

Leitfaden Fahrradparken

Land Steiermark

Strategie Radverkehr Steiermark, Fahrradabstellanlagen Maßnahmenblatt, 4.2 Infrastruktur - Ruhender Radverkehr 2008-2012

Executive Agency for Competitiveness and Innovation (EACI)

Promoting Cycling for Everyone as a Daily Transport Mode (PRESTO), Give Cycling a Push, Implementation Fact Sheet, Cycling Policy Guide, 2010

Radlobby Österreich

Ratgeber Radparken, 2017

The Danish Cyclists Federation

Bicycle parking manual, 2008

7.2 Glossar

- GIP** Graphenintegrations-Plattform: Referenzsystem für Verkehrsinfrastrukturdaten
- GNSS** Global Navigation Satellite System gibt Information über die jeweilige Satellitenkonstellation. GNSS-Empfänger nutzen diese Informationen, um den genauen Standort zu bestimmen.
- GPS** Global Positioning System: Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Dokument ausschließlich der Begriff GPS (Global Positioning System) statt des Fachbegriffs GNSS verwendet, weil GPS im allgemeinen Sprachgebrauch verankert ist.
- MIV** Motorisierter Individualverkehr: Umfasst Kfz-Verkehr, aber auch Motorräder und Mopeds
- NVK** Nahverkehrsknoten: Hier Nahverkehrsknoten Graz Gösting. Dieser ist noch nicht realisiert, es liegen aber bereits klare Überlegungen zum Standort sowie Funktionalität vor.

OSM OpenStreetMap: Ist ein Open Data Projekt, wobei die OSM-Community frei nutzbare Geodaten sammelt, strukturiert und für die freie Nutzung für alle in einer Datenbank bereithält.

NUTS Nomenclature des unités territoriales statistiques: Bezeichnet eine hierarchische Systematik zur eindeutigen Identifizierung und Klassifizierung der räumlichen Bezugseinheiten der amtlichen Statistik in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union.

7.3 Lieferumfang

Mit dem Endbericht wurden dem Auftraggeber folgende Dateien übermittelt:

Grafiken:

Karte: Heatmap 2013-2018

Karte: Attraktivität 2013-2018

Karte: Kategorisiertes Idealnetz 2030

Karte: Verbindungskorridore 2030, A-Netz

Karte: Radparken 2013-2018 - GPS-Tracks

Karte: Radparken 2019 - IST gemäß OpenStreetMap

Karte: Radparken 2030

Karte: Planungs- und Untersuchungsraum

Erreichbarkeit Graz Hauptbahnhof, Graz Ostbahnhof, Graz Köflacherbahnhof, NVK Graz Gösting

Bezirksspinnen aus dem FamoS-Verkehrsnachfragemodell

A0-Poster mit Idealnetz 2030

Shape-Files:

Planungsraum

Heatmap 2013-2018

Attraktivität 2013-2018

Kategorisiertes Idealnetz 2030

Radparken 2013-2018 - GPS-Tracks

Radparken 2019 - IST gemäß OpenStreetMap

Radparken 2030 - FamoS-Verkehrsnachfragemodell

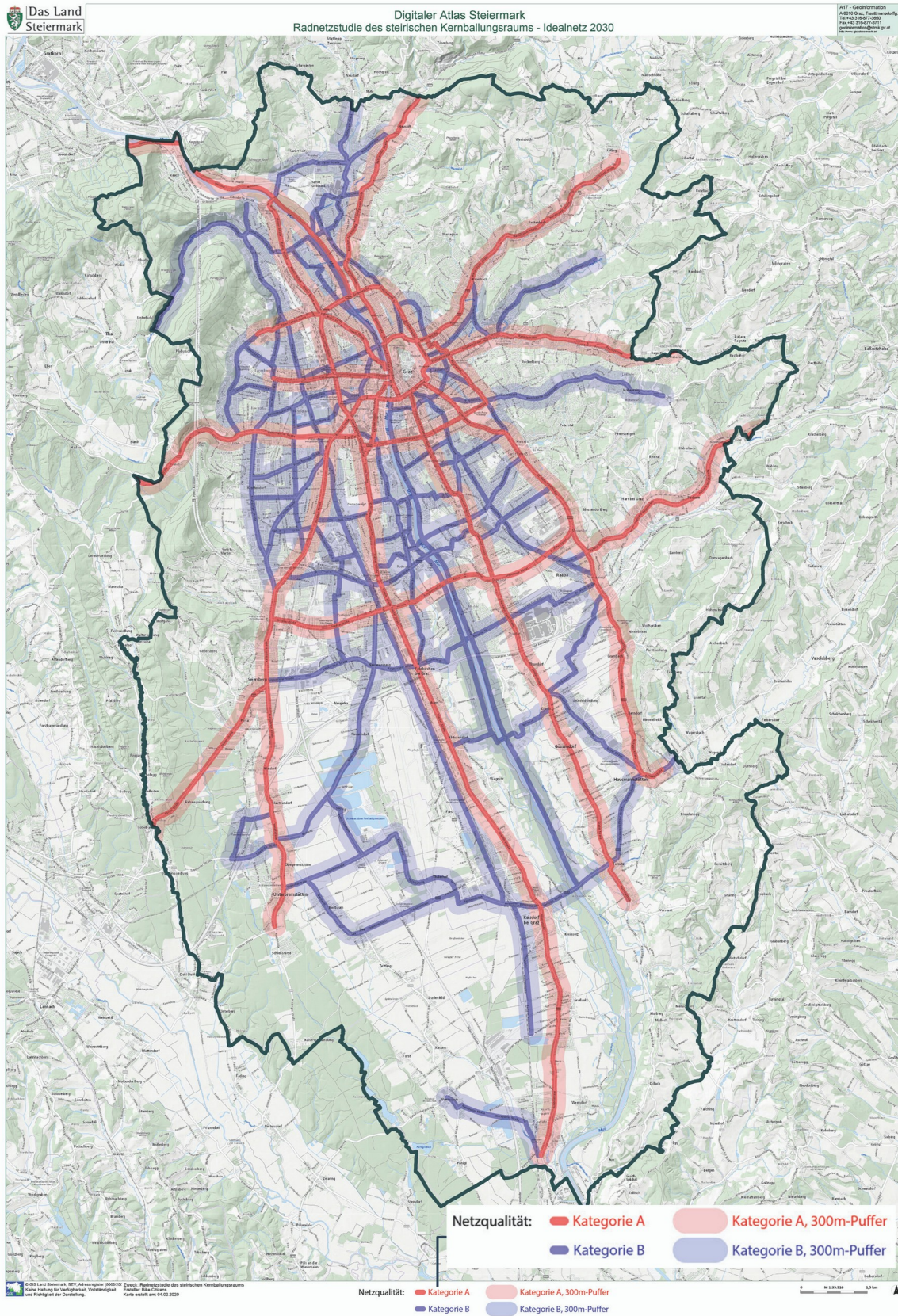
7.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Drei Säulen der Radverkehrsstrategie Steiermark 2025.....	1
Abbildung 2: Planung der Fahrradinfrastruktur analog zum Vorgehen für den MIV.....	4
Abbildung 3: Rolle der südlichen Gemeinden für den steirischen Kernballungsraum.....	6
Abbildung 4: Räumliche Abgrenzung – Planungsraum und Untersuchungsraum.....	7
Abbildung 5: Untersuchungsraum, Planungsraum und Straßennetz des FamoS-Modells...	10
Abbildung 6: Mit der Bike Citizens App aufgezeichnete Radfahrten in der Steiermark (2013-2018).....	11
Abbildung 7: Übersicht Methodik der Netzplanung.....	14
Abbildung 8: Auswirkungen von Großbaustellen auf das Radverkehrsverhalten: Arlandgründe und Zentraler Speicherkanal.....	18
Abbildung 9: Heatmap: IST-Belastung durch GPS-Radverkehrsdaten (2018).....	27
Abbildung 10: Attraktivität des Bestandsnetzes gemäß GPS-Radverkehrsdaten.....	28
Abbildung 11: Belastung 2018 bei Wahl der kürzesten Verbindung gemäß GPS-Radverkehrsdaten.....	29
Abbildung 12: Kategorisiertes Idealnetz 2019 für den Radverkehr im steirischen Kernballungsraum.....	32
Abbildung 13: Idealnetz 2030 - Verbindungskorridore der Kategorie A.....	35
Abbildung 14: Abstrahiertes, kategorisiertes Idealnetz 2030 (Radverkehr im steir. Kernballungsraum).....	36
Abbildung 15: Potentialanalyse Triester Straße, Liebenauer Hauptstraße und Straßganger Straße.....	38
Abbildung 16: Radabstellanlagen gemäß OpenStreetMap, bei fehlenden Kapazitätsdaten wurde der Median (=7) herangezogen.....	41
Abbildung 17: Quellen und Ziele der GPS-Tracks.....	42
Abbildung 18: Bedarf Radparken 2030 in FamoS (Starts je Hektar).....	43
Abbildung 19: Erreichbarkeit potentieller Nahverkehrsknoten Graz Gösting.....	48
Abbildung 20: Erreichbarkeit Graz Hauptbahnhof.....	50
Abbildung 21: Erreichbarkeit Graz Köflacherbahnhof.....	52
Abbildung 22: Erreichbarkeit Graz Ostbahnhof.....	53

7.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auswirkung der Filterschritte auf den GPS-Datensatz.....	16
Tabelle 2: Sechs Szenarien aus der Radnetzstudie des steirischen Kernballungsraums.....	20
Tabelle 3: Netzhierarchie (inkl. Anforderungsprofil) des Radnetzes im steirischen Kernballungsraum.....	23
Tabelle 4: Übersicht Radabstellanlagen.....	44
Tabelle 5: Erreichbarkeitsanalyse: Werte der sechs Isochronenklassen und Kreisradien.....	46

7.6 Kategorisiertes Idealnetz 2030 (straßensegmentfein)



7.7 Repräsentativität

Repräsentativität von Bike Citizens – Daten auf Basis von Österreich Unterwegs

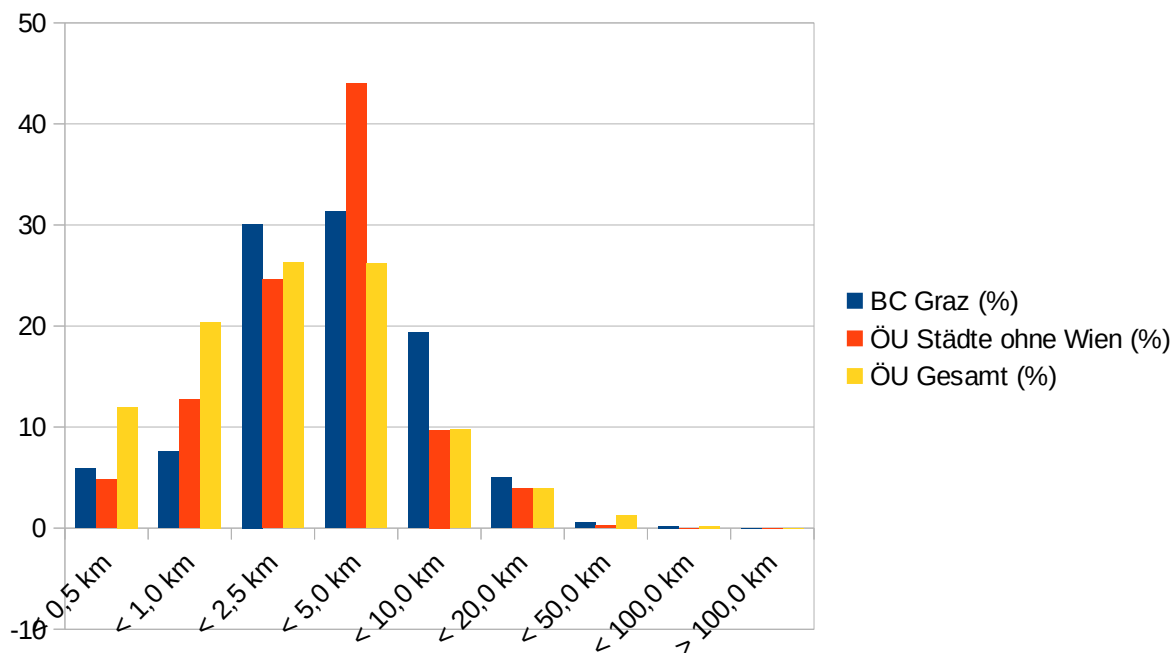


1 Werte

Zur Dokumentation der Repräsentativität der verwendeten Bike Citizens-Daten werden Kennzahlen und Werte aus der Österreich Unterwegs 2013/2014-Studie mit vergleichbaren Kennzahlen von Bike Citizens aus dem im Projekt betrachteten Zeitraum von 01.01.2016 bis 31.03.2017 im Raum der Stadt Graz verglichen (sofern nicht anders angegeben).

2 Wegelänge

2.1 Wegelängenverteilung



Die Wegelängenverteilung bei Bike Citizens wurde für den im Projekt betrachteten räumlichen und zeitlichen Bereich erhoben.

Als Vergleich wurden aus der Studie Österreich Unterwegs 2013/2014 die Gesamtwerte für das Verkehrsmittel Rad (*Anhang C - Teil 3 - Seite 1*), ebenso wie die entsprechenden Werte für österreichische Städte (ohne Wien) (*Anhang C - Teil 3 - Seite 11*) herangezogen.



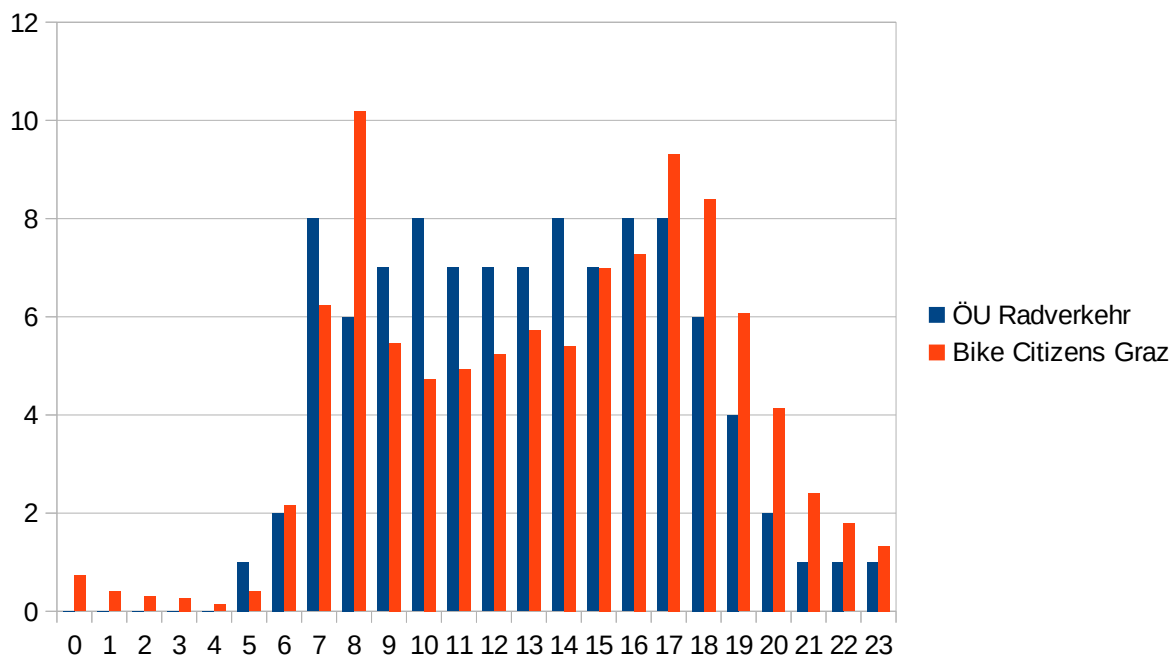
Im Allgemeinen ist die Wegelängenverteilung vergleichbar. 43,6 % der mittels Bike Citizens aufgezeichneten Wege haben eine Länge von weniger als 2,5 km (bei ÖU: Städte ohne Wien sind das 42,1 %), 74,9 % haben eine Länge von weniger als 5 km (bei ÖU: Städte ohne Wien sind das 86,1 %).

2.2 Wegelänge nach Raumtyp

Die durchschnittliche Wegelänge nach Raumtyp wurde untersucht. Hierfür wurden die Kennzahlen aus Österreich Unterwegs (*Anhang C - Teil 3 - Seite 33 bzw. Anhang C - Teil 3 - Seite 33*) mit den entsprechenden Daten von Bike Citizens im Projektzeitraum verglichen.

Raumtyp	ÖU: Wegelänge Durchschnitt (Hauptverkehrsmittel Rad)	BC: Wegelänge Durchschnitt (Rad)
Wien	4,1 km	4,1 km
Großstädte (ohne Wien) ¹	4,0 km	4,1 km

3 Tagesganglinie



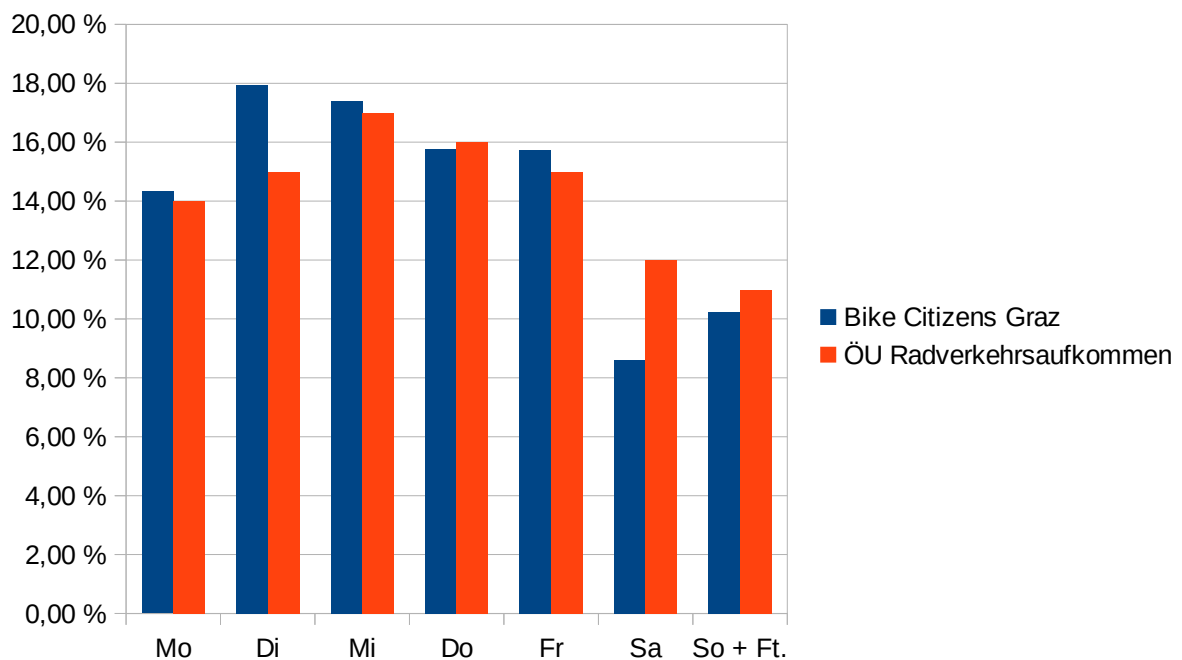
Die Tagesganglinie vergleicht die prozentuelle Anzahl der Bike Citizens-Fahrten pro Stunde des Tages im Betrachtungszeitraum mit den Ergebnissen aus Österreich Unterwegs (*Quelle: Auswertung ISV*). Hier sind die Daten vergleichbar (die Durchschnittliche Abweichung pro Stunde beträgt 1,34 %).

¹In Bike Citizens verfügbare Großstädte in Österreich, ohne Wien: Graz, Salzburg, Linz, Innsbruck, Klagenfurt



4 Verteilung auf einzelne Tage

4.1 Wochenganglinie



Die Wochenganglinie zeigt die prozentuelle Verteilung der Fahrtenanzahl über die Wochentage (mit Feiertagen zu den Sonntagen gezählt) von Bike Citizens, verglichen mit dem Anteil der Wochentage am Radverkehrsaufkommen laut Österreich Unterwegs (*Österreich Unterwegs ...mit dem Fahrrad, Abb 6.10, S. 35*). Die Abweichung nach Wochentag beträgt durchschnittlich rund 1,25 %.

4.2 Wege mit Rad pro Tagestyp

Verglichen werden hier die Wege mit Rad pro Einwohner und Tagestyp (Österreich Gesamt) aus der Österreich Unterwegs 2013/2014 Studie (*Quelle: Auswertung ISV*) mit dem Anteil aufgezeichneter Wege bei Bike Citizens.

Für die Bike Citizens-Wege wurden alle Kalendertage im Betrachtungszeitraum in den entsprechenden Kategorien aufgeteilt, die Anzahl der Wege pro Kategorie erfasst und diese durch die Anzahl der Tage in dieser Kategorie dividiert.

Insbesondere zeigt sich, dass an Werktagen ungefähr doppelt so viele Wege wie an den sonstigen Tagen aufgezeichnet werden.



Tagestyp	ÖU: Wege mit Rad pro Einwohner	BC: Anteil aufgezeichneter Wege
Werktag	0,196	16,8 %
Samstag	0,150	8,7 %
Sonn- und Feiertag	0,114	7,3 %
Durchschnittlicher Wochentag	0,156	14,3 %

4.3 Wegelänge pro Tagestyp

Hier wird der Anteil der Wochentage an der Radverkehrsleistung (Gesamtkilometer) aus Österreich Unterwegs (*Österreich Unterwegs ...mit dem Fahrrad, Abb 6.10, S. 35*) mit der durchschnittlichen Wegelänge der entsprechenden mit Bike Citizens aufgezeichneten Fahrten verglichen.

Tagestyp	ÖU: Anteil der Wochentage an der Radverkehrsleistung	BC: Durchschnittliche Wegelänge
Werktag	0,13	3,98 km
Samstag	0,14	4,49 km
Sonn- und Feiertag	0,19	5,08 km
Durchschnittlicher Wochentag	0,156	4,12 km

4.4 Wege mit Rad pro Jahreszeit (Österreich Gesamt)

Hier wird aus Österreich Unterwegs die Anzahl der Wege mit Rad pro Einwohner, nach Jahreszeit unterschieden (*Quelle: Auswertung ISV*), mit dem prozentuellen Anteil der über Bike Citizens aufgezeichneten Wege, im entsprechenden Zeitraum, auf einen Tag normiert, verglichen. Hierfür wurde pro Jahreszeit die Anzahl der über Bike Citizens aufgenommenen Fahrten durch die Anzahl der betroffenen Tage dividiert und miteinander verglichen.



Jahreszeit	ÖU: Wege mit Rad pro Einwohner	BC: Anteil aufgezeichneter Wege pro Tag in Jahreszeit
Frühling (21.3. – 20.6.)	0,156	31,4 %
Sommer (21.6. – 22.9.)	0,252	35,0 %
Herbst (23.9. – 21.12.)	0,168	20,0 %
Winter (22.12. – 20.3.)	0,140	13,6 %

5 Verteilung Altersklassen App-Nutzer

Die Verteilung der Altersklassen der Bike Citizens App-Nutzer im Betrachtungszeitraum global und auf der Android-Plattform wird hier angeführt.

Altersgruppe	App-User (%)
18 – 24	9,79 %
25 - 34	30,67 %
35 - 44	23,53 %
45 - 54	18,32 %
55 - 64	10,75 %
65+	6,94 %

