

04.10.2020

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich

Zusammenfassung

Verkehrswende bedeutet auch eine Veränderung der Infrastruktur. Neue Verkehrsmittel erfordern ein Umdenken in der Planung und Gestaltung des öffentlichen Raums. Dies wird hier beispielhaft an der Rad- und Autoinfrastruktur evaluiert.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Stand der Forschung	3
3	Methodik	4
3.1	Datenerfassung	4
3.2	Auswahl der Städte	7
3.3	Features	9
4	Auswertung	10
4.1	Statistik	10
4.2	Infrastrukturnetzwerke	17
5	Fazit	25
A	Anhang	27
A.1	Infrastrukturnetzwerke	27

1 Einleitung

Unter dem Stichwort Verkehrswende wird in Deutschland eine Umkehr von der autozentrierten Infrastruktur diskutiert. Eine Wende hin zu klimafreundlicheren und platzsparenderen Verkehrsmitteln wird gefordert. Den jahrzehnte langen Ausbau der Autoinfrastruktur ist jedoch nicht so leicht rückgängig zu machen und auch nicht von allen gerne gesehen.

Einen objektiven Maßstab für einen Teil der Verkehrswende liefert eine Betrachtung der Wege und Straßen für Autos und Fahrräder. Der Radverkehr zählt mit zu dem umweltfreundlichsten und platzsparendsten Verkehr [20]. Doch hier kommt es zu Reibereien zwischen dem Auto- und dem Radverkehr. Beide Seiten beschuldigen sich der gegenseitigen, negativen Beeinflussung [8].

OpenStreetMap stellt eine Sammlung aller deutschen Straßen und Wege zur Verfügung. So können verschiedene objektive Kriterien für die Betrachtung der beiden Infrastrukturen geschaffen werden. Gerade im Radverkehr spielen jedoch auch eher subjektive Faktoren eine wichtige Rolle, besonders das Sicherheitsgefühl. Das kann mit diesen Daten nicht erfasst werden.

Ein zum Teil subjektiv, aber auch objektiv betrachtbarer Faktor ist die Vernetzung und Verbreitung der Infrastrukturen. Dank der Daten von OpenStreetMap können ganze Netzwerkgraphen visualisiert werden und so stärken, schwächen und städteplanerischer Eigenschaften herausgelesen werden.

2 Stand der Forschung

Die Betrachtung der öffentlichen Infrastruktur ist in vielerlei Hinsicht möglich. Häufig werden dabei Umfragen genutzt, da sich Kennwerte von Infrastruktur nur schwer interpretieren lassen. So kommt eine Umfrage, veröffentlicht von Kords auf Statista, zum Ergebnis, dass sich 80

Prozent der Befragten für mehr Radinfrastruktur aussprechen [15].

In einer Veröffentlichung von 2014 führt das Bundesverkehrsministerium der Bundesrepublik Deutschland Statistiken zum Radverkehr an [10]. So besaß in 2012 ein Durchschnittshaushalt 1,8 Räder und 1,1 Autos. Der Bestand verteilt sich dabei über alle Altersgruppen, mit starken Einschnitten unter 6 und über 75 Jahre und einer leichten Senke um die Altersgruppe 18-29 Jahre. Im Modalsplit (2008) hat das Rad einen konstanten Anteil von 10 Prozent. Der motorisierte Individualverkehr schwankt von 49 Prozent in den Innenstädten bis zu 62 Prozent im ländlichen Raum. Schüler:innen stechen dabei mit einem besonders hohen Radverkehrsanteil heraus. Der Bericht bestätigt dem Radverkehr geringen Energieverbrauch, eine geringe Lärmbelastung und einen positiven gesundheitlichen Effekt für die Fahrenden.

39 Prozent der Bundesstraßen sind mit Radwegen ausgestattet, Landesstraßen und Kreisstraßen folgen mit 25 und 16 Prozent im Jahr 2013 [10].

Im Fahrradklimatest des ADFC von 2018 finden sich Karlsruhe, Münster, Leipzig und Freiburg im Breisgau unter den Top 3 der unterschiedlichen Städtekategorien [6]. Hannover, München, Stuttgart und Berlin bekommen nur eine 4 in der Gesamtwertung. Karlsruhe und Freiburg im Breisgau erhalten eine 3. Zu den am Besten bewerteten Städten gehören Bocholt, Reken, Wettringen und Heek mit einer 2.

Der BUND stellt für Berlin fest, dass das Radwegenetz, im Gegensatz zum Autostraßennetz, löchrig ist und eine bessere Verknüpfung benötigt [9].

3 Methodik

3.1 Datenerfassung

Für die Erhebung von Kennzahlen für öffentliche Infrastruktur werden die Daten des offenen OpenStreetMap-Projekts (OSM) herangezogen. Diese sind frei durch die Nutzer:innen gepflegt und erweitert. Durch diesen Ansatz werden deutschlandweit Straßen, Wege und andere Infra-

strukturinformationen gesammelt. Es kommt durchaus aber auch zu Fehlern in den Daten. Diese entstehen etwa, wenn Infrastruktur verändert wird, diese Änderung aber nicht in die Daten von OSM übernommen werden. Gelegentlich sind Tags und Beschreibungen auch durch Tippfehler verfälscht oder schlichtweg falsche Eintragungen durch die Nutzer:innen vorhanden.

OSM organisiert Geodaten in Knoten ("Nodes"), Kanten ("Edge") und Regionen. Auf das Datenmuster Region wird für die Definition der Städte zurückgegriffen. Eine Region beschreibt eine geographisch beschränkte Fläche, so repräsentiert die Region "Berlin, Deutschland" das Stadtgebiet von Berlin. Die Kanten repräsentieren Wege, diese können mit Tags versehen werden, anhand dieser kann man dann etwa Radwege erkennen. Knoten sind Verknüpfungen oder Start-/Endpunkte von Kanten.

Für die Erhebung von Infrastrukturkennwerten ist zuerst deren Definition vorzunehmen. Für die Erfassung von Radinfrastruktur liegt der Fokus auf Infrastruktur zur Fortbewegung mittels klassischer Fahrräder, die Infrastruktur soll dabei explizit für den Radverkehr angelegt sein. OSM bietet hierfür leider keine eigene Kategorie oder einen Tag, so muss eine Auswahl aus den vorhandenen Tags zugegriffen werden. Dedizierte Radwege sind mit dem Tag "highway=cycleway" ausgestattet, diese werden zur Radinfrastruktur gezählt. Radspuren und Schutzstreifen sollen in den Daten mit dem Tag "cycleway" markiert sein.

Autoinfrastruktur wird definiert als alle mit Kraftfahrzeugen befahrbare öffentliche Wege. Eine genaue Definition der Tags ist hier nicht notwendig, dies übernimmt die eingesetzte Bibliothek.

Auf die Datenbasis von OSM wird mittels der Python-Bibliothek "osmnx" zugegriffen [11]. Diese inkludiert bereits Werkzeuge für die Arbeit mit Netzwerken, wie etwa die Bibliothek "Networkx". Statistische Erfassungen sind ebenfalls möglich. Bei der Länge der Wege ist zwischen der Kantenlänge und der Weglänge zu unterscheiden, erstere beinhaltet jegliche Kanten, also für bidirektionale Wege 2 Kanten, die Weglänge betrachtet die Bidirektionalität nicht. Mit

der Funktion “graph_from_place” bietet sie die Möglichkeit Infrastruktur von Städten direkt zu erhalten. Dies funktioniert problemlos für Autoinfrastruktur, die vorgesehenen Filter für Radinfrastruktur inkludieren jedoch jegliche Infrastruktur die durch Radfahrende genutzt werden darf. In dieser Arbeit soll jedoch lediglich die Infrastruktur betrachtet werden die explizit für den Radverkehr ausgelegt ist und nicht etwa auch jegliche Straßen ohne Radfahrverbot. Diese Differenzierung erfolgt, da die Eingangs erwähnten Konflikte besonders durch die gemeinsame Nutzung der Infrastruktur entstehen. Diese Arbeit setzt sich zum Ziel aufzuzeigen inwiefern Infrastruktur besteht die dediziert für den Radverkehr geschaffen wurde. Die entsprechenden äquivalente Werte für den Autoverkehr sollen nicht als “Zielgrößen” verstanden werden, sondern ermöglichen den Vergleich der Städte die unterschiedlich groß sind.

Für die Radinfrastruktur muss also zusätzlich gefiltert werden. Es werden alle Kanten entfernt die nicht mit “highway=cycleway” oder “cycleway” markiert sind. Ein kurzer Vergleich mit den Daten von OpenCycleMap zeigt jedoch deutliche Unterschiede zu der tatsächlich vorhandenen Infrastruktur am Beispiel von Karlsruhe [7].

Eine Recherche in der OSM-Dokumentation zeigt, dass gerade in Deutschland die Verwendung der Tags nicht immer eindeutig ist [5]. Der zusätzliche Tag “bicycle=designated” kann verwendet werden und soll Radinfrastruktur markieren. Fügt man diesem zum Filter hinzu, so vervielfacht sich die Weglänge der Radverkehrsinfrastruktur für die Beispielstadt von 170 auf 450 Kilometer. Nach wie vor sind jedoch Radwege in der OpenCycleMap ersichtlich, die in diesen gefilterten Daten von OSM nicht enthalten sind.

Eine weitere Recherche in den Quelldaten von OSM zeigt, dass viele offizielle Radrouten in OSM nicht als Radweg, oder Radstreifen markiert sind. OpenCycleMap nutzt diese Routen jedoch auch zur Anzeige. An diesem Punkt ist die Entscheidung zu treffen, ob Radrouten ebenfalls zur Radinfrastruktur zählen soll, oder nicht. Ein Blick auf die fehlenden Wege in der Beispielstadt zeigt, dass es sich vielmals um simple Feld- oder Waldwege handelt.

Da es sich um keine dedizierte Radinfrastruktur handelt werden diese Radrouten nicht weiter berücksichtigt. Diese Infrastruktur ist nicht zwingend gut für den Radverkehr geeignet, z.B. wegen einem schlechten Untergrund, ihre Intention ist in der Regel nicht der Radverkehr. Diese Widmung wurde erst im nachhineine vorgenommen.

Eine separate Betrachtung der Tags für Radinfrastruktur offenbart, dass eine Unterscheidung zwischen Radwegen und Schutzstreifen nicht ersichtlich ist. Der größte Teil an Infrastruktur ist mit dem "bicycle=designated" Tag versehen, aus diesem ist nicht ersichtlich um welche Art von Infrastruktur es sich handelt. In der Beispielstadt fallen 307 Kilometer Weglänge auf diesen Tag, 48 Kilometer auf den "cycleway" Tag und 124 Kilometer auf den Tag "highway=cycleway". Wege die mit mehreren Tags versehen werden, werden für die gesamtheitliche Betrachtung zusammengeführt.

Ein Plausibilitätscheck mit dem Stadtgebiet von Stuttgart offenbart weitere Mängel in der Erfassung der Radinfrastruktur. Ein tiefergehende Analyse der Tags offenbart, dass es sich bei der fehlenden Infrastruktur um die Tags "bicycle=official", "bicycle=track", "bicycle=use_sidepath", "bicycle:lanes=designated", "cycleway:right" sowie "cycleway:left" handelt. Diese wurden dem Filter hinzugefügt. Zudem wurden noch alle Varianten des "cycleway" Tags entfernt die auf "no" gesetzt sind. Ein weiteres Problem ergibt sich durch die Vereinfachung der Graphen. Hierdurch werden Knoten entfernt, dies führt in Einzelfällen dazu, dass Radinfrastruktur um mehrere Knoten verlängert wird, wenn die Zwischenknoten entfernt werden. Es darf nur eines der beiden Infrastruktur-Netzwerke vereinfacht werden um dies zu verhindern.

3.2 Auswahl der Städte

Für den Vergleich muss eine Auswahl der Städte getroffen werden. Hierbei ist eine Einstufung in 3 Kategorien vorgenommen:

- Deutsche "Fahrradstädte"

- Deutsche “Durchschnittsstädte”
- Ausländische Vergleichsstädte

Für die deutschen Fahrradstädte wird ein Teil der Liste aus dem Wikipediaeintrag “Fahrradstadt” herangezogen [21]. Die dort gelisteten ausländischen Städte gelten als Vergleichsstädte, sowie einige Städte aus dem Fahrradstädte-Index [2]. Für die Durchschnittsstädte werden die Landeshauptstädte genutzt [1].

Einige Städte wie Kopenhagen und Sandnes konnten leider nicht herangezogen werden, da es nicht möglich war ein entsprechendes Polygon der Städte zu erhalten.

Es ergeben sich als deutsche Fahrradstädte:

- Karlsruhe
- Münster
- Erlangen
- Freiburg im Breisgau
- Heidelberg
- Kiel
- Greifswald
- München
- Bonn

Als Durchschnittsstädte:

- Stuttgart
- Berlin
- Hamburg
- Leipzig

- Bremen
- Dresden
- Düsseldorf
- Erfurt
- Hannover
- Magdeburg
- Mainz
- Potsdam
- Saarbrücken
- Schwerin
- Wiesbaden

Als Vergleichsstädte:

- Antwerpen
- Montreal
- New York City
- Utrecht
- Barcelona

3.3 Features

Für den Vergleich der Städte müssen Features definiert werden die den Vergleich ermöglichen. Einige Metriken werden direkt durch die eingesetzte Bibliothek errechnet. Die totale Länge aller Kanten l_{total} (richtungsgebunden), sowie die Länge der Straßen l_{single} (richtungsneutral) werden erfasst. Die Länge der Straßen ist dabei die Länge zwischen zwei Knoten, sind zwei Richtungsfahrbahnen vorhanden, wird nur eine gezählt. Bei der Kantenlänge hingegen werden diese Richtungsfahrbahnen einzeln gezählt. Die durchschnittliche Länge der Straßen l_{avg} , also

von Knoten zu Knoten ist ebenfalls errechenbar. Über die Angabe der Fläche des betrachteten Gebiets lassen sich die Kantendichte d_{edge} und die Knotendichte d_{node} , was in etwa der Kreuzungsdichte entspricht, errechnen.

Die 3 absoluten Größen haben den Nachteil, dass sie stark von der Größe der Stadt abhängen. Um diese in einen relatives Feature zu überführen betrachten wir jeweils die Relation von Rad- zu Autoinfrastruktur. Sie sind am Formelzeichen r zu erkennen. Die verwendeten Formelzeichen für die Features sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit (original)
l_{total}	Gesamte Kantenlänge (gerichtet)	m (Meter)
l_{single}	Gesamte Straßenlänge (ungerichtet)	m (Meter)
l_{avrg}	Durchschnittliche Segmentlänge	m (Meter)
d_{edge}	Kantendichte	$\frac{m}{km^2}$ (Meter pro Quadratkilometer)
d_{node}	Knotendichte	$\frac{1}{km^2}$ (Anzahl pro Quadratkilometer)
r_{total}	Kantenlängenverhältnis Rad zu Auto	-
r_{single}	Straßenlängenverhältnis Rad zu Auto	-
r_{avrg}	Segmentlängenverhältnis Rad zu Auto	-

Tabelle 1: Verwendete Formelzeichen

4 Auswertung

4.1 Statistik

Bei der Betrachtung der gesamten, gerichteten Kantenlänge zeigt sich, wenig überraschend, ein starker Anstieg mit der Größe der Städte (Abb. 1). So sind New York City, Berlin und Hamburg führend bei der Kantenlänge für den Autoverkehr. Bei der Länge der Radinfrastruktur führt Montreal die Liste an, gefolgt von Berlin. Schlusslichter sind Greifswald und Erfurt, Greifswald gilt als Fahrradstadt, besitzt aber auch die geringste Länge an Autoinfrastruktur.

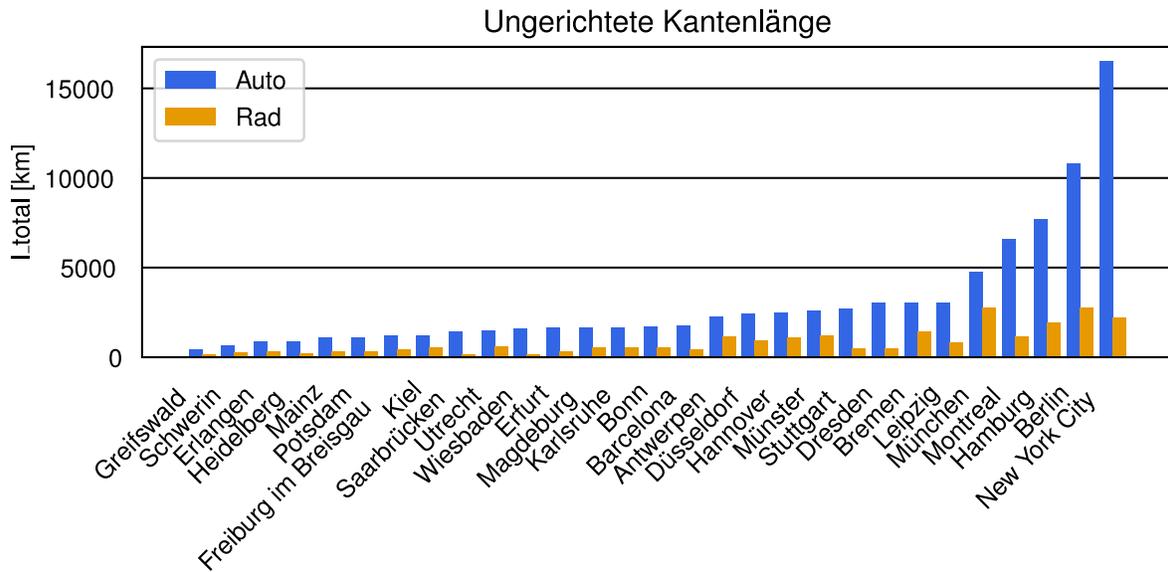


Abbildung 1: Gesamte ungerichtete Kantenlänge l_{total}

Die Länge der Autoinfrastruktur und der Radinfrastruktur korreliert im Allgemeinen nicht, dies ist offensichtlich zu erkennen, eine weitere statistische Untersuchung wird daher nicht vorgenommen. Städte bauen diese beiden Infrastrukturarten also nicht gleichermaßen aus.

Berechnet man das Verhältnis der Kantenlänge von Rad- und Autoinfrastruktur (Formel 1), so fällt Montreal, das die längste Radinfrastruktur besitzt, auf den sechstletzten Platz ab, dahinter New York City (Abb. 2). 7 der 9 Fahrradstädte liegen über dem Durchschnitt von 0,3 und nur eine, Heidelberg, liegt deutlich darunter. Den größten Wert erreicht die Fahrradstadt München mit einem Verhältnis von 0,57. 5 der Fahrradstädte liegen rund um den Mittelwert. Der kleinste Wert beträgt 0,1 und wird von Wiesbaden erreicht.

$$\frac{l_{Rad}}{l_{Auto}} \quad (1)$$

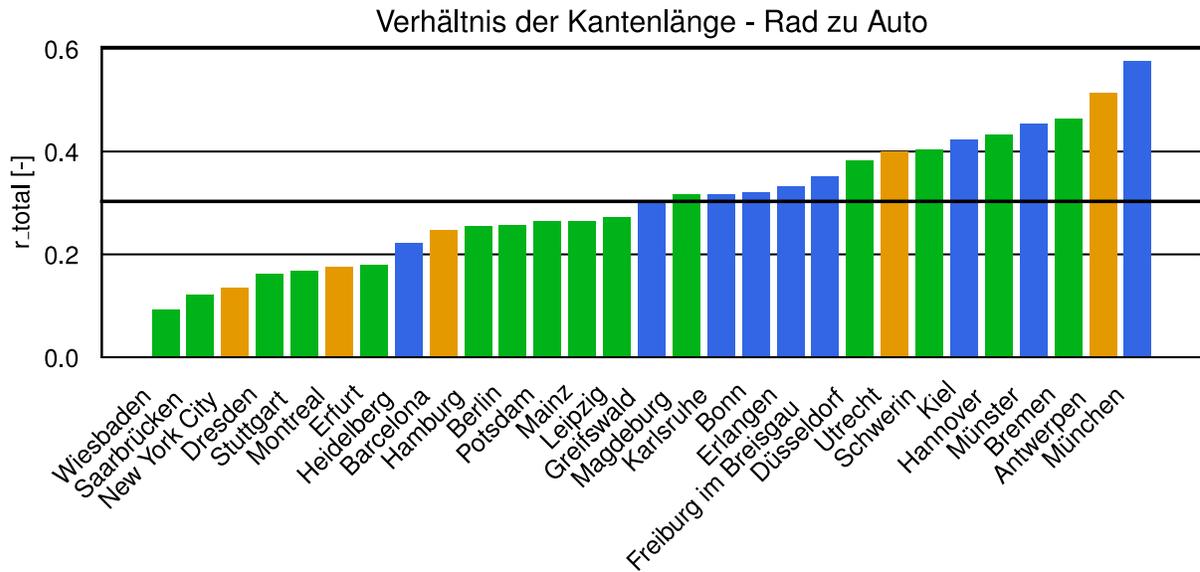


Abbildung 2: Kantenlängenverhältnis - Rad zu Auto r_{total} (Blau = Fahrradstadt, Orange = Ausland)

Das Verhältnis der Straßenlängen verändert an der Reihenfolge der Städte nur wenig. Sie wird im wesentlichen beibehalten. Der Durchschnitt liegt ebenfalls bei 0,3.

Spitzenreiter München fällt auf den achtletzten Platz zurück, bei der Betrachtung der durchschnittlichen Kantenlängen (Abb. 3). 4 der 9 Fahrradstädte sind über dem Durchschnitt von 0,3. Die beiden größten Werte gehen an die Vergleichsstädte Saarbrücken und Magdeburg. In allen Städten, bis auf Kiel und Montreal, sind die Segmente der Radinfrastruktur länger als die der Autoinfrastruktur.

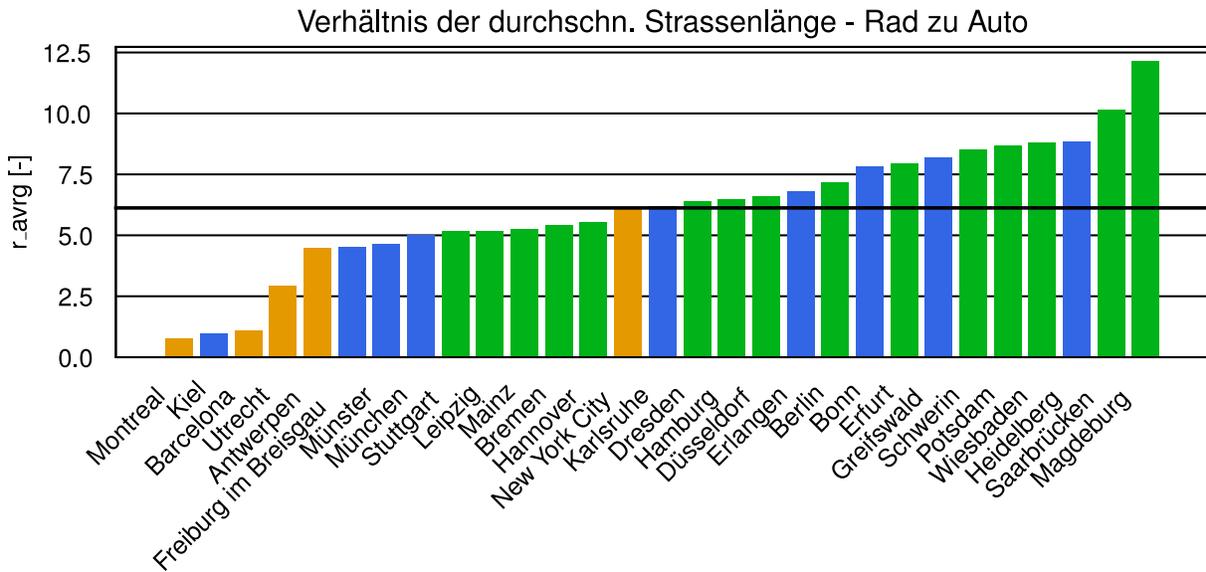


Abbildung 3: Verhältnis der durchschnittlichen Straßenlänge - Rad zu Auto r_{avg} (Blau = Fahrradstadt, Orange = Ausland)

Die durchschnittliche Straßendichte für die Radinfrastruktur liegt bei 3,2 Kilometern Infrastruktur pro Quadratkilometer (Abb. 4). Damit um 2/3 niedriger im Vergleich zur Autoinfrastruktur ($10,5 \frac{km}{km^2}$). Auch hier ist die Stadt München mit 8,8 Kilometer Radinfrastruktur pro Quadratmeter Spitzenreiter, bei der Autoinfrastruktur fällt sie mit gut 15 Kilometer pro Quadratmeter auf den dritten Platz zurück (Abb. 5).

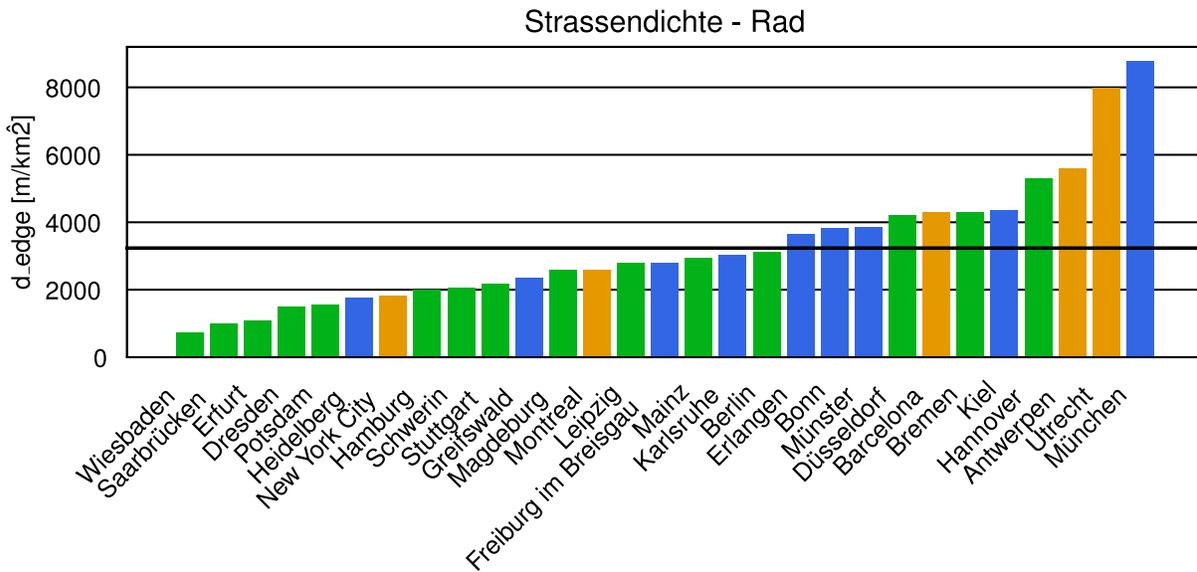


Abbildung 4: Straßendichte - Rad d_{edge} (Blau = Fahrradstadt, Orange = Ausland)

Im Wesentlichen besteht ein Zusammenhang der Straßendichten der unterschiedlichen Infrastrukturen. Städte mit geringer Straßendichte für den Autoverkehr haben meist auch eine geringe Straßendichte für den Radverkehr. Dies kann an lokalen Gegebenheiten und Bebauungen liegen. Die geringste Dichte liegt bei 0,7 Kilometer Radinfrastruktur pro Quadratkilometer für Montreal und 5,1 Kilometer Autoinfrastruktur pro Quadratkilometer in Wiesbaden. Antwerpen steigt vom dritten Platz für Radinfrastruktur in das Mittelfeld für die Autoinfrastruktur auf. New York City kämpft sich vom untersten Drittel Radinfrastruktur zum oberen Drittel Autoinfrastruktur.

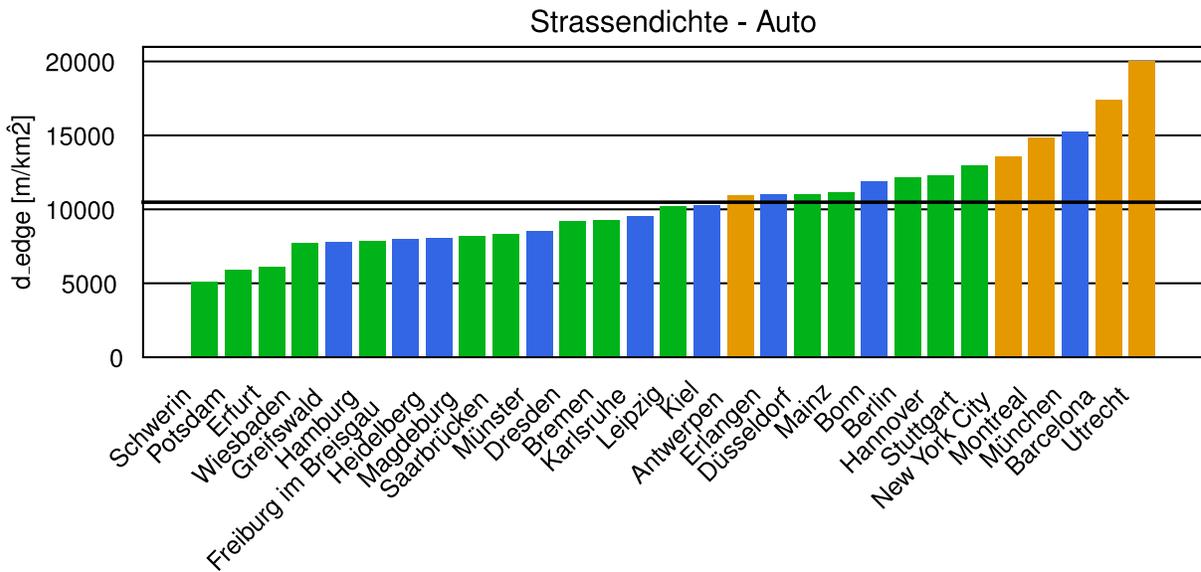


Abbildung 5: Straßendichte - Auto d_{edge} (Blau = Fahrradstadt, Orange = Ausland)

Die Kreuzungsdichte liegt für den Radverkehr bei durchschnittlichen 17,1 Kreuzungen pro Quadratkilometer (Abb. 6). Die Differenz zwischen dem Maximalwert von 106,2 Kreuzungen pro Quadratkilometer in Barcelona und dem Minimalwert von 1,9 Kreuzungen pro Quadratkilometer in Wiesbaden ist groß. Die beiden Städte Kiel und Barcelona heben den Durchschnitt an, da sie eine verhältnismäßig sehr hohe Kreuzungsdichte haben. Lediglich 2 der Fahrradstädte liegen über dem Durchschnittswert, zusammen mit 3 Städten im Ausland. Alle Vergleichstädte liegen unter dem Durchschnitt.

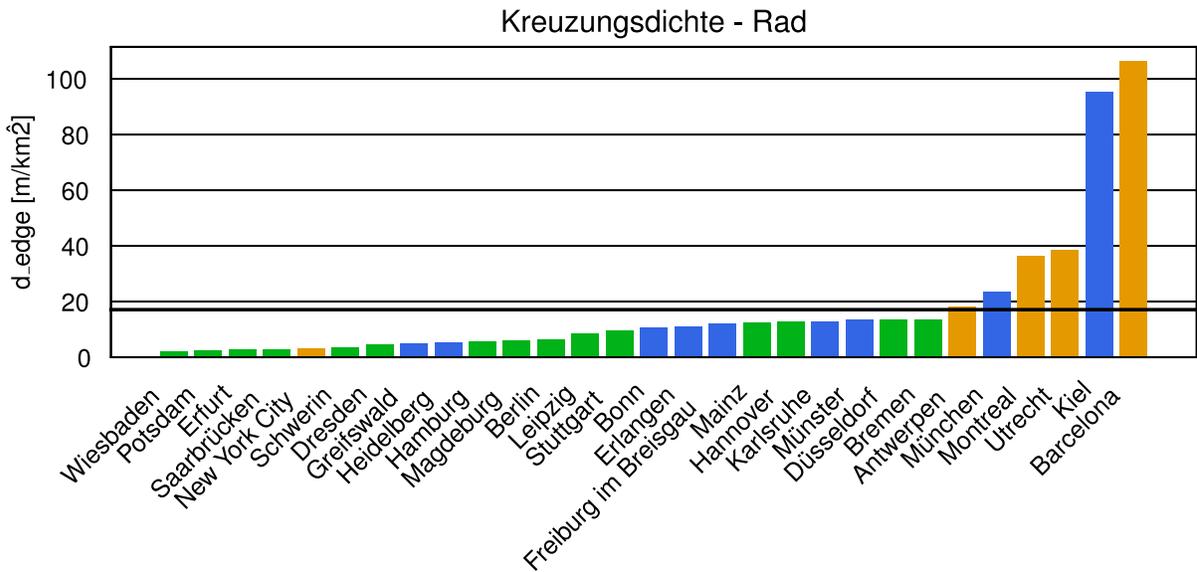


Abbildung 6: Kreuzungsdichte - Rad d_{mode} (Blau = Fahrradstadt, Orange = Ausland)

Auch bei der Autoinfrastruktur führt Barcelona die Statistik an, mit 498,5 Kreuzungen pro Quadratkilometer (Abb. 7). Der Durchschnittswert liegt bei 199 Kreuzungen pro Quadratkilometer, Schwerin ist mit 74,9 Kreuzungen Schlusslicht. Die Verteilung ist beim Autoverkehr jedoch deutlich gleichmäßiger im Vergleich zum Radverkehr. 2/3 der Fahrradstädte liegen über dem Durchschnitt, der Großteil der Vergleichsstädte darunter.

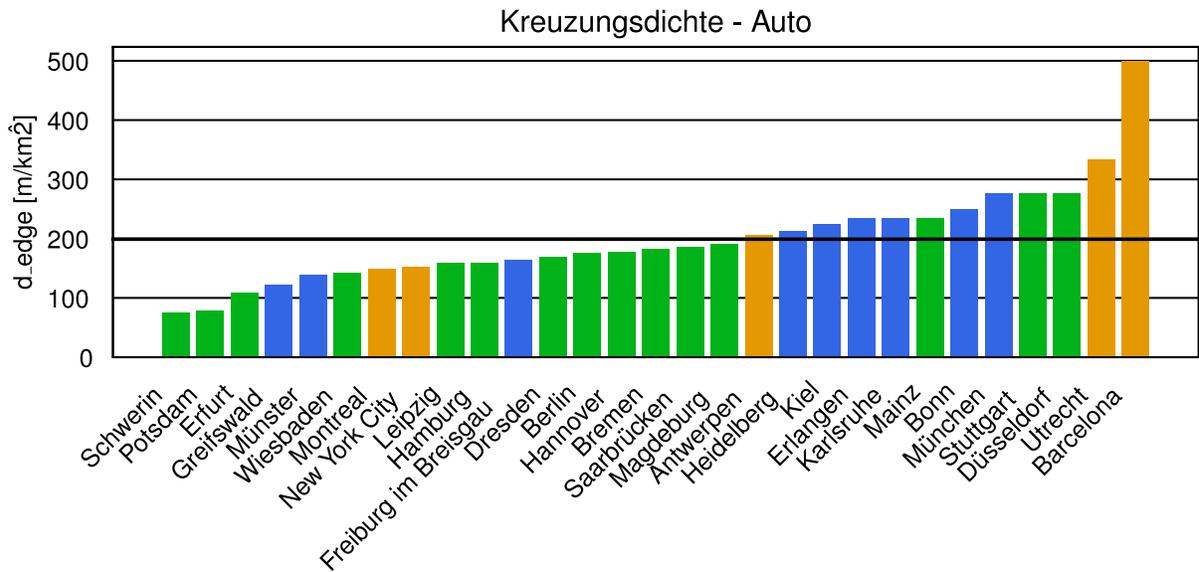


Abbildung 7: Kreuzungsdichte - Auto d_{node} (Blau = Fahrradstadt, Orange = Ausland)

Stuttgart nimmt bei der Autoinfrastruktur den vierten Platz ein, rutscht bei der Radinfrastruktur aber in das Mittelfeld ab. Die Abfolge der Städte ist im Großen und Ganzen jedoch nicht signifikant verändert, im Vergleich zur Knotendichte der Radinfrastruktur. Dennoch scheinen Radwege im Schnitt 1/5 weniger Kreuzungen zu beinhalten. Kreuzungen für den Autoverkehr sind jedoch häufig größer angelegt und können durchaus mehrere Knoten beinhalten, die hier einzeln gezählt wurden.

4.2 Infrastrukturnetze

Ein Blick auf den Netzwerkgraphen der Infrastrukturen offenbart Lücken und dichte Stellen der Netzwerke. In der Stadt München, Spitzenreiter bei der Länge an Radinfrastruktur, zieht sich ein durchgehendes Netzwerk an Radinfrastruktur durch die gesamte Stadt (Abb. 8). Es gibt kaum Lücken, Stellen ohne Kanten und Knoten, in diesem Netzwerk. Lediglich in den Randbereichen im Nord-Westen und im Süd-Osten gibt es vereinzelt Lücken. Es ist jedoch zu beachten, dass

in verkehrsberuhigten Wohngebieten dedizierte Radinfrastruktur unüblich ist.

Der Verkehrsverbund in München gibt an über 50.000 Parkplätze für Räder an Haltestellen zur Verfügung zu stellen [16]. Die Stadt stellt auch mehrere Parkhäuser für Räder zur Verfügung [4]. Für den Autoverkehr stehen mehrere Dutzend kostenpflichtige und kostenlose "Park und Ride"-Anlagen zur Verfügung [17].



Abbildung 8: Infrastrukturnetzwerk - München (Blau = Rad, Grau = Auto)

New York City, das sich im Mittelfeld der Infrastrukturverhältnisse befindet, weist deutliche Lücken in der Radinfrastruktur auf (Abb. 9). Die Autoinfrastruktur ist durch die ganze Stadt sehr dicht. Außerhalb der Kernstadt verdünnt sich die Radinfrastruktur sehr schnell, besonders im östlichen und südlichen Teil der Stadt ist kaum noch Radinfrastruktur vorhanden.

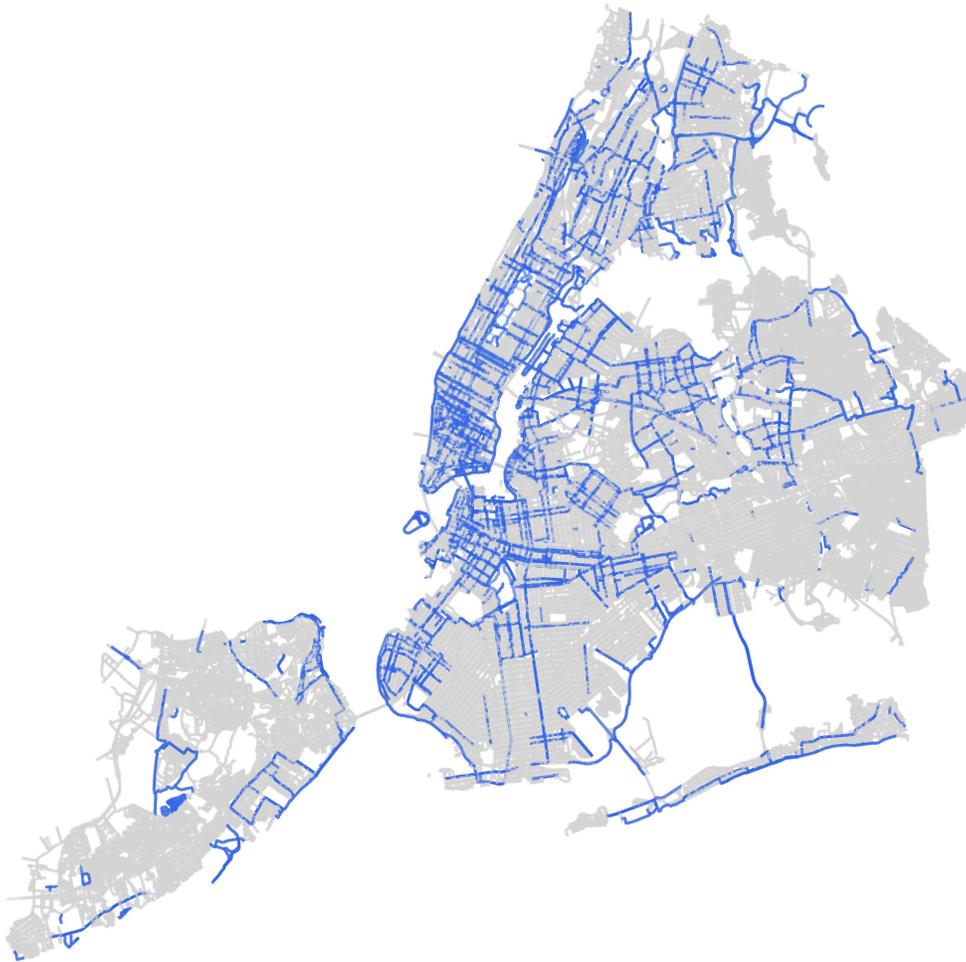


Abbildung 9: Infrastrukturnetzwerk - New York City (Blau = Rad, Grau = Auto)

Die Stadt Wiesbaden gehört mit knapp 300.000 Einwohnern zu den kleineren Städten, dies spiegelt sich auch in den geringeren absoluten Zahlen der Infrastruktur für Auto und Rad wieder, soweit wenig überraschend (Abb. 10). Der Radweg entlang des Rheins ist deutlich zu erkennen, in der Kernstadt findet sich nur vereinzelt Radinfrastruktur. Rad- und Autoinfrastruktur dünnt sich sehr schnell aus, wenn man die Kernstadt verlässt. Es besteht kein zusammenhängendes Netz an Radinfrastruktur.



Abbildung 10: Infrastrukturnetzwerk - Wiesbaden (Blau = Rad, Grau = Auto)

Die Hauptstadt Berlin kann ebenfalls ein dichtes Netzwerk an Rad- und Autoinfrastruktur aufweisen (Abb. 11). Die Radinfrastruktur wird jedoch mit zunehmender Entfernung zur Stadtmitte immer löchriger. Dies mag an einer mangelnden Übersicht der Verwaltung vor Ort liegen [14]. Die Ambitionen sind jedoch hoch, so sollen auch mehrere Fahrradparkhäuser entstehen [12]. Pläne der Politik gehen gar soweit den Großteil des Autoverkehrs aus der Stadt zu verbannen [19].

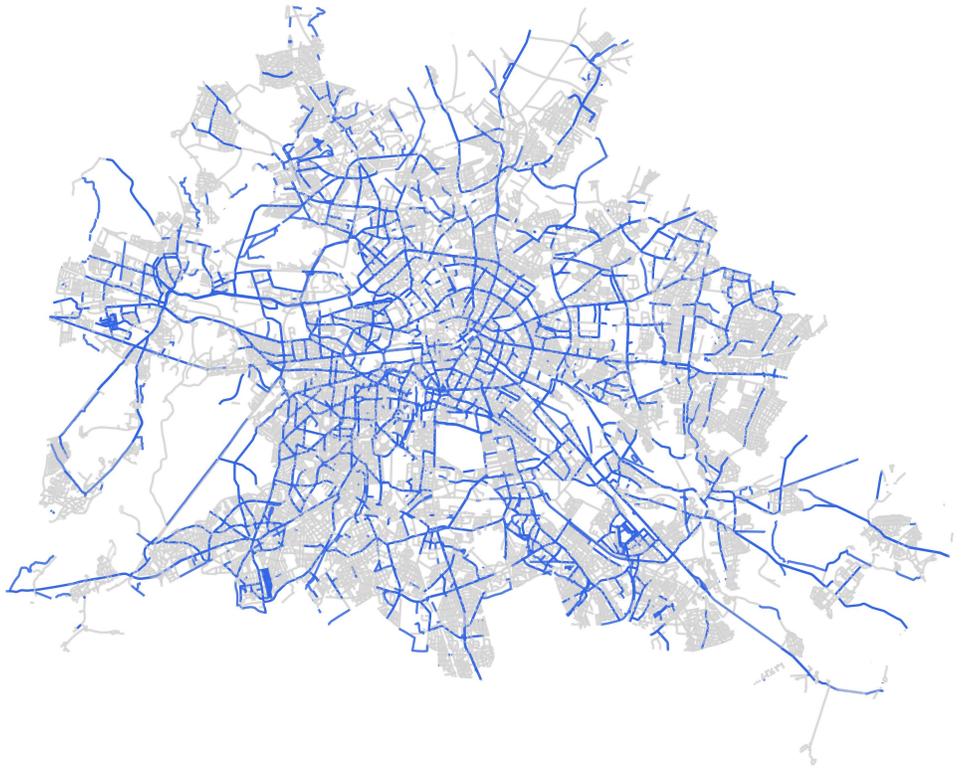


Abbildung 11: Infrastrukturnetzwerk - Berlin (Blau = Rad, Grau = Auto)

Stuttgart wird gerne auch als “Autohauptstadt” bezeichnet, hat sie doch einen starken Bezug zur Autoindustrie. Im Netzwerkgraphen ist ersichtlich, dass es keine zusammenhängende Radinfrastruktur gibt (Abb. 12). Abgesehen von Strecken entlang des Neckar ist die Radinfrastruktur sehr lückenhaft, die Autoinfrastruktur hingegen ist dicht vernetzt. Vielmehr ergeben sich einzelne Inseln mit etwas Radinfrastruktur.



Abbildung 12: Infrastrukturnetzwerk - Stuttgart (Blau = Rad, Grau = Auto)

Utrecht gilt als niederländische Vorzeige-Stadt für den Radverkehr. Ein Blick auf die Infrastruktur zeigt, dass die Stadt eine durchdachte und vernetzte Radinfrastruktur aufgebaut hat (Abb. 13). Entlang fast aller größeren Straßen ist Radinfrastrukturangelegt, nur die Schnellstraßen und die Wohngebiete sind ausgenommen. Dennoch ist parallel dazu eine noch stärker

vernetzte Autoinfrastruktur geschaffen. Die große Radinfrastruktur ist vorallem der starken Investitionen in Radwege, Radschnellwege und ein Fahrradparkhaus zu verdanken [18].



Abbildung 13: Infrastrukturnetzwerk - Utrecht (Blau = Rad, Grau = Auto)

Barcelona besitzt in der gesamten Innenstadt an fast jeder Straße für den Autoverkehr auch dedizierte Radinfrastruktur (Abb. 14). Dieses engmaschige Netzwerk hört jedoch außerhalb der Innenstadt abrupt auf, so dass die äußeren Bezirke kaum bis keine Radinfrastruktur vorweisen können.

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 14: Infrastrukturnetzwerk - Barcelona (Blau = Rad, Grau = Auto)

Die Netzwerke aller aufgeführten Städte sind im Anhang A.1 zu finden.

5 Fazit

Die Autoinfrastruktur ist in allen betrachteten Städten großflächig vorhanden. Das Netzwerk ist stark verbunden, die Kreuzungsdichte ist hoch. Unterschiedliche städteplanerische Konzepte zeigen sich, so etwa die blockweise Struktur in Barcelona oder die Autobahnkreuze in Utrecht. Im Vergleich dazu ist die Radinfrastruktur in vielen Städten weniger zusammenhängend, die Kreuzungsdichte beträgt im Durchschnitt nur ein Zehntel im Vergleich zur Autoinfrastruktur. Insbesondere kleine Städte wie Erfurt und Wiesbaden, aber auch größere Städte wie Stuttgart und Montreal besitzen keine zusammenhängende Radinfrastruktur. In Städten wie Karlsruhe oder Kiel sind einzelne Regionen von einem sonst dichten Netz an Radinfrastruktur abgehängt. Das Ziel "Fahrradstadt" zu sein, haben sich viele auf die Fahnen geschrieben, die Umsetzung ist aber nicht überall in der Infrastruktur zu sehen.

Systematisch angeordnete Radinfrastruktur ist vor allem im Ausland, Utrecht und Barcelona, zu beobachten. Die entsprechenden verwaltungstechnischen Grundlagen und Konzepte scheinen in Deutschland nur in wenigen der hier betrachteten Städte umgesetzt zu sein.

Parks, Grünanlagen, Wälder, Seen und Flüsse gestalten die Lage der Infrastruktur maßgeblich. In Städten mit eher geringer Radinfrastruktur orientiert sich die bestehende Infrastruktur oftmals an solchen Gegebenheiten. Die touristische Attraktivität der Radinfrastruktur scheint in diesen Fällen Einfluss genommen zu haben.

München ist im Bereich der Radinfrastruktur die "Hauptstadt" Deutschlands, mit einem gut vernetzten und dichten Infrastrukturnetzwerk. Neben Radwegen und Radstreifen sind Parkmöglichkeiten und eine Integration in den ÖPNV Parameter, die nicht durch diese Datenbasis abgedeckt werden können. Das gilt auch für Leihradssysteme. Die Qualität der Infrastruktur und die genau Verkehrsführung kann jedoch lediglich vor Ort bewertet werden.

Wichtiger Faktor für die Akzeptanz von Radinfrastruktur ist auch deren Zustand. Eine Er-

hebung in Baden-Württemberg attestiert 1/3 der Radwege Sanierungsbedürftigkeit [3]. Dabei handelt sich bereits um die, meist großzügiger gebauten, Wege an den Bundes- und Landesstraßen. Besonders in den Städten ist eine ausreichende Breite und klare Führung von Radwegen und Radstreifen nicht immer einfach umzusetzen.

Im Durchschnitt ist die Infrastruktur für den Autoverkehr deutlich länger und besser ausgebaut, als die für den Radverkehr. Inwiefern eine dedizierte Radinfrastruktur geschaffen werden muss ist jedoch nicht abschließend geklärt. Der überwältigende Teil der Autoinfrastruktur darf auch vom Radverkehr genutzt werden. Geringe Abstände, Falschparker und Nötigungen können Radfahrende jedoch davon abhalten diese Infrastruktur zu nutzen [13]. Inwiefern dedizierte oder gemeinsame Infrastruktur die Verkehrsmittelwahl beeinflusst ist nicht Bestandteil dieser Arbeit.

A Anhang

A.1 Infrastrukturnetzwerke



Abbildung 15: Infrastrukturnetzwerk - Antwerpen (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 16: Infrastrukturnetzwerk - Barcelona (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich

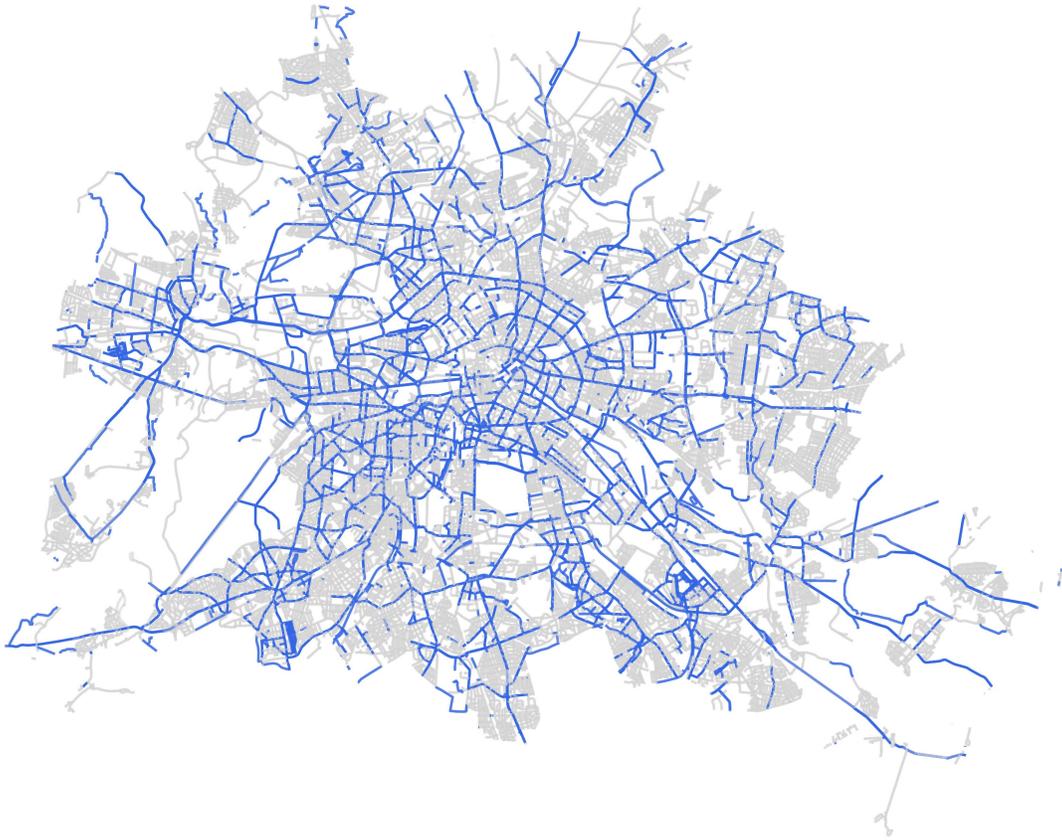


Abbildung 17: Infrastrukturnetzwerk - Berlin (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 18: Infrastrukturnetzwerk - Bonn (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 19: Infrastrukturnetzwerk - Bremen (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 20: Infrastrukturnetzwerk - Dresden (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 21: Infrastrukturnetzwerk - Düsseldorf (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich

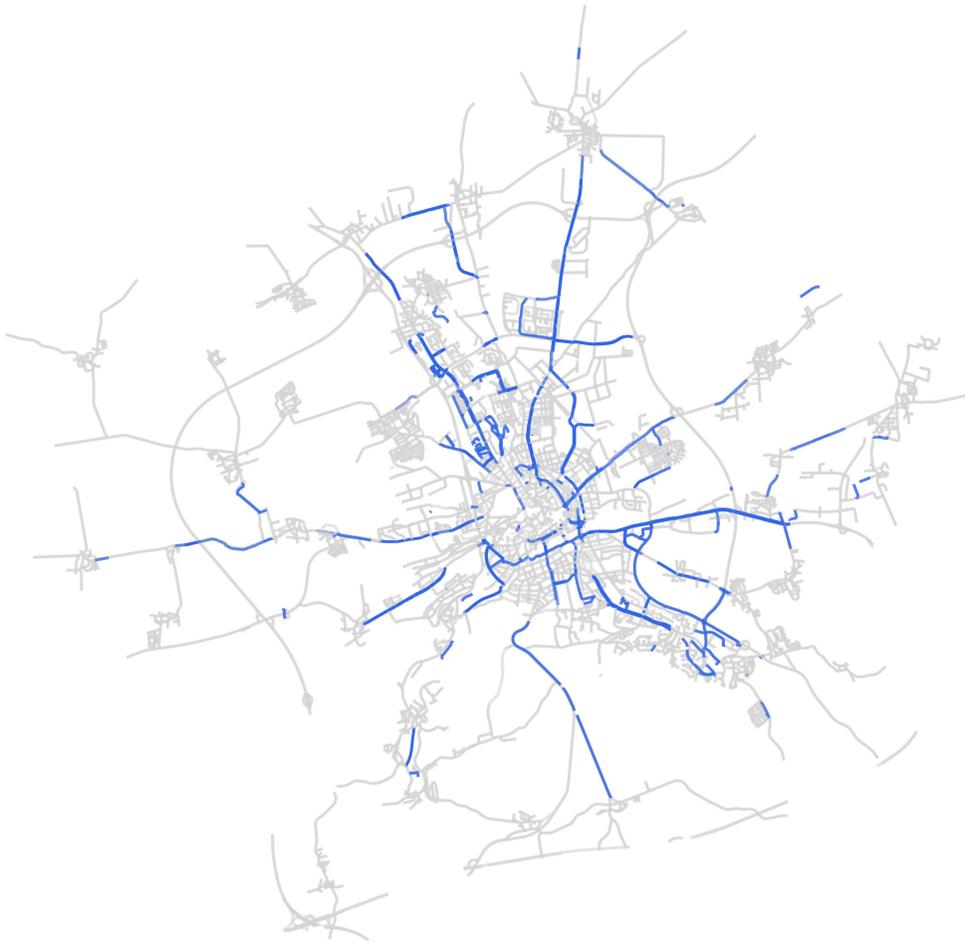


Abbildung 22: Infrastrukturnetzwerk - Erfurt (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 23: Infrastrukturnetzwerk - Erlangen (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 24: Infrastrukturnetzwerk - Freiburg im Breisgau (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 25: Infrastrukturnetzwerk - Greifswald (Blau = Rad, Grau = Auto)



Abbildung 26: Infrastrukturnetzwerk - Hamburg (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 27: Infrastrukturnetzwerk - Hannover (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich

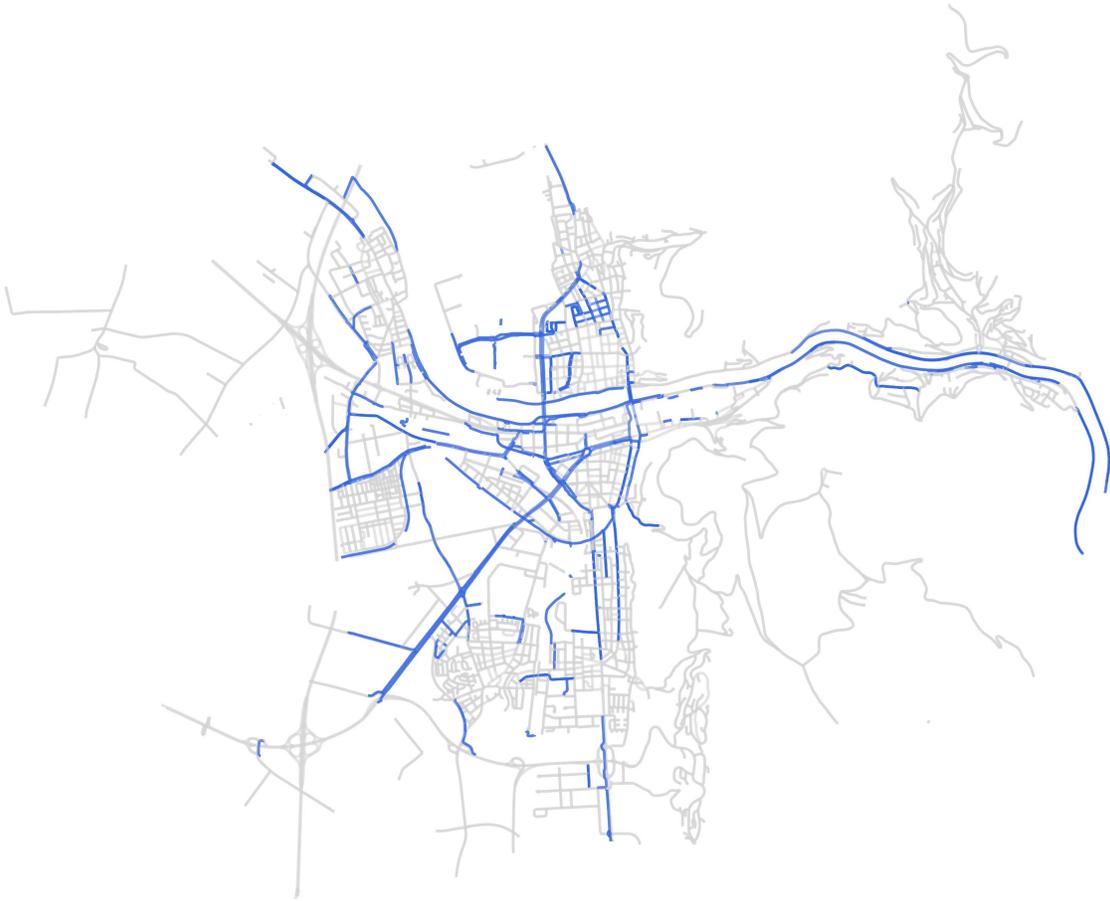


Abbildung 28: Infrastrukturnetzwerk - Heidelberg (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 29: Infrastrukturnetzwerk - Karlsruhe (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 30: Infrastrukturnetzwerk - Kiel (Blau = Rad, Grau = Auto)



Abbildung 31: Infrastrukturnetzwerk - Leipzig (Blau = Rad, Grau = Auto)



Abbildung 32: Infrastrukturnetzwerk - Magdeburg (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 33: Infrastrukturnetzwerk - Mainz (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 34: Infrastrukturnetzwerk - Montreal (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 35: Infrastrukturnetzwerk - München (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 36: Infrastrukturnetzwerk - Münster (Blau = Rad, Grau = Auto)

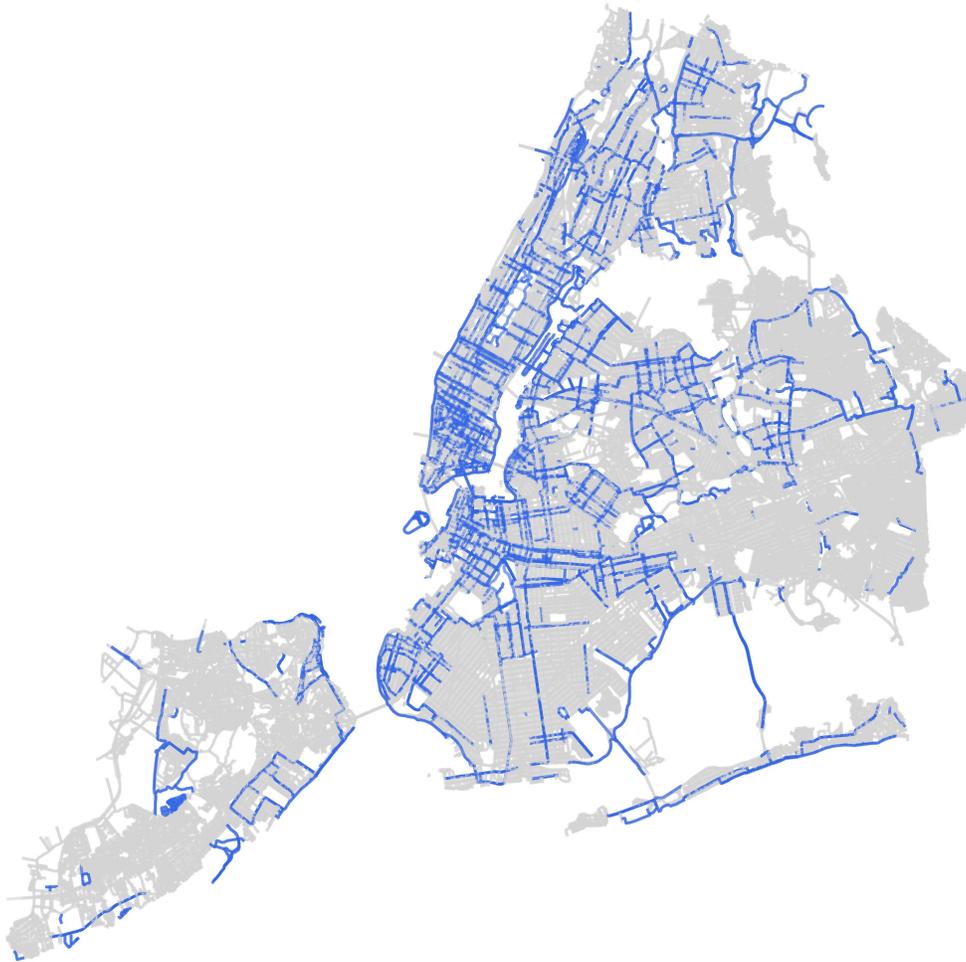


Abbildung 37: Infrastrukturnetzwerk - New York City (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 38: Infrastrukturnetzwerk - Potsdam (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 39: Infrastrukturnetzwerk - Saarbrücken (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 40: Infrastrukturnetzwerk - Schwerin (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 41: Infrastrukturnetzwerk - Stuttgart (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 42: Infrastrukturnetzwerk - Utrecht (Blau = Rad, Grau = Auto)

Rad- und Autoinfrastruktur im Städtevergleich



Abbildung 43: Infrastrukturnetzwerk - Wiesbaden (Blau = Rad, Grau = Auto)

Literatur

- [1] *Landeshauptstädte der Bundesrepublik Deutschland*. <https://www.deutschland.de/de/topic/leben/mobilitaet-reise/landeshauptstaedte>, May 2018.
- [2] *Globaler Fahrradstädte-Index 2019*. <https://www.coya.com/bike/fahrrad-index-2019>, 2019.
- [3] *Zustand der Radwege*. <https://www.fahrradland-bw.de/news/news-detail/zustand-der-radwege-1/vom/18/9/2019/>, Sept. 2019.
- [4] *Fahrradabstellplätze*. <https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Stadtplanung-und-Bauordnung/Verkehrsplanung/Radverkehr/Fahrradabstellplatzsatzung.html>, 2020.
- [5] *Key:cycleway*. <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:cycleway>, Sept. 2020.
- [6] ADFC, *ADFC Fahrradklima-Test 2018*. https://fahrradklima-test.adfc.de/fileadmin/BV/FKT/Download-Material/Ergebnisse_2018/STAEDTERANKING_inkl._Uebersicht_Gewinnerstaedte_FKT2018.pdf, 2018.
- [7] A. ALLEN, *OpenCycleMap*. opencyclemap.org, Sept. 2020.
- [8] B. BRUMM, *Wir gegen die: Das ist die Kampfansage zwischen Rad- und Autofahrern in unserer Stadt. Aber dieser Kampf ist dumm – denn er kennt nur Verlierer*. <https://www.suedkurier.de/region/kreis-konstanz/konstanz/Wir-gegen-die-Das-ist-die-Kampfansage-zwischen-Rad-und-Autofahrern-in-unserer-Stadt-Aber-dieser-Kampf-ist-dumm-denn-er-kennt-nur-Verlierer;art372448,9923102>, Oct. 2018.
- [9] BUND BERLIN, *Mehr Platz fürs Rad*. <https://www.bund-berlin.de/themen/mobilitaet/radfahren/wege-fuer-das-rad/>, 2020.
- [10] BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR, *Radverkehr in Deutschland - Zahlen, Daten, Fakten*. <https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/PDFs/radverkehr-in-zahlen.pdf>, Aug. 2014.
- [11] GBOEING, *osmnx*. <https://github.com/gboeing/osmnx>.
- [12] J. HASSELMANN, *Berlins erstes Fahrradparkhaus kommt*. <https://www.tagesspiegel.de/berlin/mobilitaet-berlins-erstes-fahrradparkhaus-kommt/20749262.html>, Dec. 2017.

- [13] R. JULKE, *Warum ich ab jetzt nicht mehr mit dem Rad ins Büro fahre*.
<https://www.l-iz.de/wirtschaft/mobilitaet/2020/05/Warum-ich-ab-jetzt-nicht-mehr-mit-dem-Rad-ins-Buero-fahre-330154>, May 2020.
- [14] R. KIESEL, *Der Ausbau der Berliner Radinfrastruktur ist schleppend*.
<https://www.tagesspiegel.de/berlin/mehr-mobilitaet-fuer-fahrradfahrende-der-ausbau-der-berliner-radinfrastruktur-ist-schleppend/24996962.html>, Sept. 2019.
- [15] M. KORDS, *Meinungsumfrage zum Zustand der Fahrradinfrastruktur in Deutschland 2018*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1079734/umfrage/meinungsumfrage-zu-fahrradwegen-in-deutschland/>, Jan. 2020.
- [16] MVV, *Mit dem Rad unterwegs im MVV*. <https://www.mvv-muenchen.de/service/weitere-mobilitaetsangebote/radfahrer/index.html>, 2020.
- [17] —, *Park und Ride in und um München*.
<https://www.mvv-muenchen.de/plaene-bahnhofe/park-ride/index.html>, 2020.
- [18] S. PRIESEMANN, *Bicycle first: Wie Utrecht in den Radverkehr investiert - und dabei spart*.
<https://www.bikecitizens.net/de/bicycle-first-radverkehr-utrecht/>, May 2017.
- [19] G. SCHUPELIUS, *Die Grünen haben offenbar jedes Augenmaß verloren*.
<https://www.bz-berlin.de/berlin/kolumne/die-gruenen-haben-offenbar-jedes-auge-mass-verloren>, Sept. 2020.
- [20] UMWELTBUNDESAMT, *Radverkehr*. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/radverkehr#gtgt-gesund>, Dec. 2019.
- [21] WIKIPEDIA, *Fahrradstadt*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Fahrradstadt>, 2020.