

Der Radverkehrsanteil – Erreichbarkeitsindikatoren und Radverkehrsinfrastruktur

Verknüpfung von Erreichbarkeitsindikatoren mit Informationen zur Radverkehrsinfrastruktur als Faktor für den Radverkehrsanteil

The Cycling Modal Share – Accessibility Indicators and Cycling Infrastructure

Linking Accessibility Indicators with Information on Cycling Infrastructure as a Factor for the Cycling Modal Share

Aggelos Soteropoulos¹, Robert Kalasek², Hans Kramar²

¹Fachbereich für Verkehrssystemplanung, TU Wien · aggelos.soteropoulos@tuwien.ac.at

²Fachbereich für Stadt- und Regionalforschung, TU Wien

Zusammenfassung: Ein besseres Verständnis über die Wirkungszusammenhänge zwischen dem Ausmaß der Radmobilität und den jeweils bestehenden Rahmenbedingungen ist für die Förderung des Radverkehrs von besonderer Wichtigkeit. Hierbei nimmt die Untersuchung der Erreichbarkeitsverhältnisse sowie der infrastrukturellen Ausstattung eine wichtige Rolle ein. Mit einem neuen Ansatz wurden Erreichbarkeitsindikatoren und Informationen zur Radinfrastruktur zu einem Indikator verknüpft und dessen Wirkung (gemeinsam mit weiteren Faktoren) auf den Radverkehrsanteil mittels eines mathematisch-statistischen Modells untersucht.

Schlüsselwörter: Radverkehr, Erreichbarkeit, Routing, Radinfrastruktur, Österreichische Graphenintegrationsplattform

Abstract: *A better understanding of interdependencies between the extent of cycling mobility and the prevailing conditions is of particular importance for the promotion of cycling. Here, the investigation of accessibility conditions and infrastructural equipment plays an important role. With a new approach, accessibility indicators and information on the bicycle infrastructure were combined into an indicator and its effect (along with other factors) on the cycling share was examined by means of a mathematical-statistical model.*

Keywords: *Bicycle traffic, accessibility, routing, bicycle infrastructure, Austria Graph Integration Platform*

1 Einleitung

Die Stärkung des Radverkehrs ist für eine zukünftige emissionsarme Mobilität von besonderer Bedeutung und nimmt aktuell eine zunehmend wichtige Rolle ein. Derzeit besteht die Förderung des Radverkehrs in Österreich aus eher allgemeinen Radverkehrsstrategien, Einzelinitiativen und Einzelplanungen. Eine stärker wissensbasierte Vorgangsweise kann hier deutliche Verbesserungen zur Stärkung und Förderung des Radverkehrs bringen. Im Rahmen des Forschungsprojekts „ACTIV8“ wurde daher die Wirkung räumlicher, sozialer und infrastruktureller Faktoren auf den Radverkehrsanteil auf der Basis aller 444 oberösterreichischen

Gemeinden auf Gemeindeebene (Land Oberösterreich, 2012) mittels eines mathematisch-statistischen Modells (multiples Regressionsmodell) untersucht, erklärt und quantifiziert (Hackl et al., 2017). Einen wesentlichen Faktor nimmt dabei die Untersuchung der lokalen bzw. regionalen Erreichbarkeitsverhältnisse mit dem Fahrrad und im Vergleich zu anderen Verkehrsmodi ein. Hierzu wurden zahlreiche Erreichbarkeitsindikatoren berechnet. Ein neuartiger Ansatz bestand darin die Erreichbarkeitsindikatoren mit Informationen zur Radinfrastruktur zu verknüpfen und deren Einfluss auf den Radverkehrsanteil zu untersuchen. Dieser Beitrag beschreibt die Methode und Ergebnisse dieses Ansatzes.

2 Methode

2.1 Abbildung Erreichbarkeitsverhältnisse

Die Abbildung der lokalen bzw. regionalen Erreichbarkeitsverhältnisse je Gemeinde erfolgte durch die Berechnung unterschiedlicher Erreichbarkeitsindikatoren, d. h. (a) Distanzindikatoren (Erreichbarkeit zur nächsten Einrichtung), (b) Kumulationsindikatoren (Anzahl von Einrichtungen innerhalb bestimmter Zeit) und (c) Potenzialindikatoren (Potenzial von Einrichtungen basierend auf bestimmter Halbwertszeit, d. h. der Zeitspanne, in der sich die Attraktivität einer Einrichtung aufgrund des zur Raumüberwindung notwendigen Zeitaufwands halbiert), zu relevanten Einrichtungen für das Verkehrsmittel Fahrrad sowie im Vergleich mit anderen Verkehrsmodi (Schwarze, 2015). Die Berechnung erfolgte auf Rasterzelebene (250 m) unter Nutzung des GIP-Graphs: Für jede Rasterzelle wurde zu Einrichtungen aus den Bereichen Bildung, Gesundheit, Versorgung, Freizeit und Verwaltung die Erreichbarkeit zur nächsten Einrichtung, die Anzahl von Einrichtungen innerhalb einer bestimmten Zeit sowie das Potenzial von Einrichtungen basierend auf bestimmter Halbwertszeit bestimmt. Anschließend wurden die Erreichbarkeitswerte anhand der Anzahl der Bevölkerung in den jeweiligen Rasterzellen gewichtet und auf Gemeindeebene aggregiert. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die jeweiligen berechneten Erreichbarkeitsindikatoren.

Tabelle 1: Überblick: berücksichtigte Einrichtungen und Erreichbarkeitsindikatoren

Bedürfnisse	Einrichtungen	Indikator
Bildung	AHS, BHS	Anzahl in 30 min
	Hauptschulen	Mindestzeit
	Volksschulen	Mindestzeit
	VHS, Berufsschulen	Anzahl in 30 min
	Kindergärten/Kinderbetreuung	Mindestzeit
Gesundheit	Ärzte (Allgemeinmediziner)	Mindestzeit
	Apotheken	Mindestzeit
	Krankenhäuser, Kliniken	Mindestzeit
Versorgung	Lebensmittelhandel, Supermärkte	Anzahl in 15 min
	Lebensmittelhandel, Supermärkte	Potenzial (HWZ = 5 min, Maximum: 60 min)

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Bedürfnisse	Einrichtungen	Indikator
Freizeit, Erholung und soziale Kontakte	Fitnesscenter, Bäder, Sauna	Potenzial (HWZ = 5 min, Maximum: 60 min)
	Kinos, Theater, Museen, Galerien	Potenzial (HWZ = 5 min, Maximum: 60 min)
	Sport- und Kulturvereine, kirchliche Organisationen	Potenzial (HWZ = 5 min, Maximum: 60 min)
	Gasthäuser, Restaurants, Bars, Cafés	Potenzial (HWZ = 5 min, Maximum: 60 min)
Verwaltung	Gemeindeamt	Mindestzeit
	Bezirkshauptmannschaft	Mindestzeit
	Amt der Landesregierung	Mindestzeit

Zusätzlich wurden die aggregierten Gemeinde-Erreichbarkeitsindikatoren unter Berücksichtigung von Nutzungshäufigkeiten der jeweiligen Einrichtungen aus der Literatur zu einem Gesamt-Gemeinde-Erreichbarkeitsindikator zusammengefasst um einen durchschnittlichen Erreichbarkeitswert je Gemeinde (für alle Einrichtungen) zu erhalten. Die berechneten Indikatoren bildeten dabei neben infrastrukturellen und sozialen Faktoren sowie anderen eher räumlichen Faktoren einen Input für das multiple Regressionsmodell zur Abschätzung der Wirkung auf den Radverkehrsanteil (Hackl et al., 2017).

2.2 Verknüpfung Erreichbarkeitsindikatoren und radinfrastrukturelle Ausstattung

Vor allem Distanz-, aber auch Kumulations- und Potenzialindikatoren wurden bereits in einigen Studien sowohl für das Fahrrad als auch für andere Verkehrsmittel berechnet (vgl. z. B. Prinz & Herbst, 2008; Spitzer, 2010; Kramar et al. 2011; Verracon, 2016). Ein neuartiger Ansatz bestand darin die unterschiedlichen Erreichbarkeitsindikatoren mit Informationen zur Radinfrastruktur (vorhandene Radwege, Radfahrstreifen etc.) zu verknüpfen. Für die Verknüpfung wurde ein Indikator entwickelt, der den Anteil der Streckenlänge mit attraktiver Radinfrastruktur an der gesamten Streckenlänge zur nächsten Einrichtung, zu den Einrichtungen innerhalb bestimmter Zeit bzw. im Potenzialmodell (auf Basis der schnellsten Route) beschreibt. Ein ähnlicher Ansatz wurde bis dato allein in Vorarlberg angewendet (Verracon, 2016). Hierbei wurden jedoch nur Distanzindikatoren (Anteil des Weges zum nächstgelegenen Ziel der Zielkategorie, der auf sicheren Verkehrswegen zurückgelegt werden kann), nicht jedoch Kumulations- und Potenzialindikatoren mit Informationen zur Radinfrastruktur verknüpft (vgl. Verracon, 2016, p. 12). Zudem wurden die Indikatoren auch nicht in Beziehung zum Radverkehrsanteil gesetzt.

Ziel der Verknüpfung der Erreichbarkeitsverhältnisse sowie der radinfrastrukturellen Ausstattung ist die verbesserte Abbildung radinfrastruktureller Ausstattung auf Gemeindeebene auf den schnellsten Routen zu relevanten Einrichtungen. So kann bei einem hohen Indikatorwert bzw. Anteil davon ausgegangen werden, dass auf den tatsächlich schnellsten Routen zu wichtigen Einrichtungen attraktive, fahrradfreundliche Infrastruktur besteht. Damit wird die radinfrastrukturelle Ausstattung in der Gemeinde nicht nur quantitativ (z. B. Gesamtlänge je Gemeinde etc.) abgebildet, sondern ebenso berücksichtigt, ob sich die Radinfrastruktur auf

den relevanten und schnellsten Routen zwischen den Wohnsitzen der Einwohner und den wesentlichen Einrichtungen befindet.

Die Bewertung und Festlegung attraktiver Radinfrastruktur erfolgte unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Verkehrsorganisation des Radverkehrs in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Kfz-Verkehrsstärke nach der RVS 03.02.13 (vgl. Meschik, 2008, p. 57). Die Informationen zur Radinfrastruktur wurden aufgrund etwaiger (zum damaligen Zeitpunkt) fehlender Informationen zur Radinfrastruktur im GIP-Datensatz – festgestellt durch Vergleiche mit Daten der Open Street Map in mehreren Gemeinden – sowohl aus dem GIP-Datensatz als auch aus der Open Street Map bezogen. Dabei wurde eine Kante als attraktive Radinfrastruktur bewertet, wenn diese entweder im GIP oder in der Open Street Map eine Radinfrastruktur aufweist oder die Geschwindigkeit im GIP (in der Regel v_{85}) bzw. in der Open Street Map mit ≤ 30 km/h festgelegt war.

Analog zu den berechneten Erreichbarkeitsindikatoren (Kapitel 2.1) wurden auch für die Verknüpfung mit radinfrastruktureller Ausstattung die in Tabelle 1 beschriebenen Indikatoren (Erreichbarkeit zur nächsten Einrichtung, Anzahl von Einrichtungen innerhalb einer bestimmten Zeit, Potenzial von Einrichtungen basierend auf bestimmter Halbwertszeit) je Rasterzelle (250 m) berechnet:

- Bei der Berechnung der Erreichbarkeit zur nächsten Einrichtung wurde für jede Rasterzelle die Länge der Kanten mit attraktiver Radinfrastruktur akkumuliert und der Quotient aus diesem Wert und der Gesamtlänge der Route gebildet.
- Bei der Berechnung der Anzahl von Einrichtungen innerhalb einer bestimmten Zeit wurde für jede Route von einer Rasterzelle zu Einrichtungen, die innerhalb einer bestimmten Zeit erreichbar sind, die Länge der Kanten mit attraktiver Radinfrastruktur akkumuliert und der Quotient aus der Gesamtlänge der Kanten mit attraktiver Infrastruktur und der Gesamtlänge der Route gebildet. Anschließend wurde – wenn mehrere Einrichtungen von einer Rasterzelle innerhalb einer bestimmten Zeit erreichbar sind – für jede Rasterzelle der Mittelwert dieser Werte berechnet. Wenn für Rasterzellen keine Einrichtungen innerhalb einer bestimmten Zeit erreichbar sind, wird der Anteil der Streckenlänge attraktiver Radinfrastruktur an der Gesamtlänge der Route somit als 0 % bewertet.
- Bei der Berechnung des Potenzials (basierend auf bestimmter Halbwertszeit) von Einrichtungen wurde für jede Route von einer Rasterzelle zu Einrichtungen, für die ein Potenzial berechnet wurde, die Länge der Kanten mit attraktiver Radinfrastruktur akkumuliert und der Quotient aus der Gesamtlänge der Kanten mit attraktiver Infrastruktur und der Gesamtlänge der Route gebildet. Anschließend wurden – wenn für eine Rasterzelle mehrere Potenziale berechnet wurden – die berechneten Anteile der Streckenlänge attraktiver Radinfrastruktur anhand des Anteils des jeweiligen Potenzials an der Gesamtsumme der Potenziale je Rasterzelle gewichtet und diese gewichteten Anteile der Streckenlänge attraktiver Radinfrastruktur an der gesamten Streckenlänge für jede Rasterzelle summiert. Mit dieser Vorgangsweise wird – vor dem Hintergrund der Grundgedanken des Potenzialmodells – der Anteil der Streckenlänge attraktiver Radinfrastruktur an der gesamten Streckenlänge auf zeitlich kürzeren und damit potenziell attraktiveren Routen (höheres Potenzial) höher gewichtet, als bei zeitlich längeren Routen (geringeres Potenzial).

Die so berechneten Anteile der Streckenlänge attraktiver Radinfrastruktur an der gesamten Streckenlänge je Rasterzelle wurden danach wiederum anhand der Anzahl der Bevölkerung in den jeweiligen Rasterzellen gewichtet und auf Gemeindeebene aggregiert. Zusätzlich wur-

den diese auf Gemeindeebene aggregierten Anteile bzw. Werte wiederum unter Berücksichtigung von Nutzungshäufigkeiten der jeweiligen Einrichtungen aus der Literatur zu einem Gesamt-Gemeinde-Anteil bzw. Wert (für alle Einrichtungen) zusammengefasst.

Anschließend wurde sowohl die Wirkung dieser je Einrichtung berechneten und auf Gemeindeebene aggregierten Anteile als auch des gewichteten Gesamt-Gemeinde-Anteils bzw. Werts auf den Radverkehrsanteil in den Gemeinden untersucht. Hierzu wurden in einem ersten Schritt Korrelationskoeffizienten berechnet (Kuckartz et al., 2010). Danach wurde die Wirkung der berechneten Anteile (gemeinsam mit weiteren Faktoren) ebenso im multiplen Regressionsmodell untersucht (Hackl et al., 2017).

3 Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt zunächst grafisch am Beispiel des durchschnittlichen Anteils der Streckenlänge mit für das Fahrrad attraktiver Infrastruktur an der Gesamtstreckenlänge zur nächsten Hauptschule je Gemeinde auf Basis der schnellsten Route (links) den Zusammenhang mit dem Radverkehrsanteil (Anteil des Fahrrads am Modal Split) je Gemeinde (rechts) auf. Hierbei wird bereits ein leichter Zusammenhang (z. B. gleichfalls eher hohe Werte im Raum Linz/Wels sowie im Salzkammergut und im Raum Braunau) erkennbar.

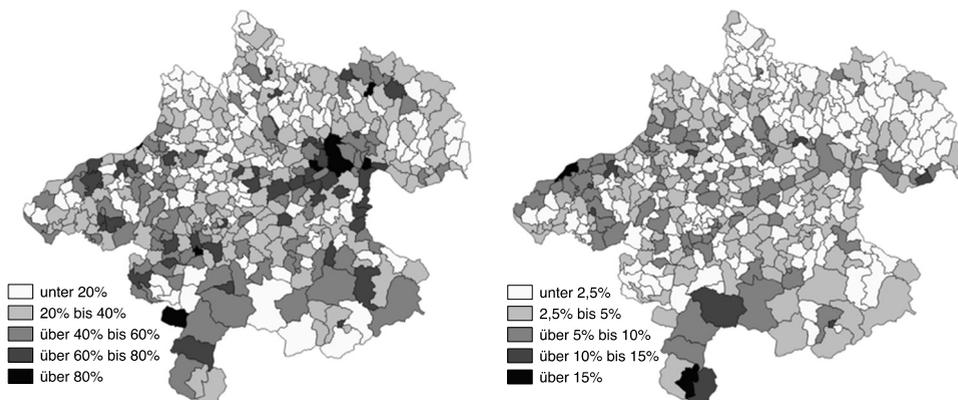


Abb. 1: Durchschnittlicher Anteil der Streckenlänge mit für das Fahrrad attraktiver Infrastruktur an der Gesamtstreckenlänge zur nächsten Hauptschule auf Basis der schnellsten Route (links) und Radverkehrsanteil (rechts)

Noch deutlicher wird der Zusammenhang zwischen den berechneten, mit radinfrastruktureller Ausstattung verknüpften Erreichbarkeitsindikatoren und dem Radverkehrsanteil der Gemeinden durch eine Betrachtung der Korrelationskoeffizienten (Tabelle 2). Hierbei zeigt sich, dass fast alle Korrelationskoeffizienten statistisch signifikant sind und vor allem das Vorhandensein von Radinfrastruktur auf Routen zu Schulen, Restaurants bzw. Cafés und Supermärkten stark mit dem Radverkehrsanteil korreliert.

Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten der mit radinfrastruktureller Ausstattung verknüpften Erreichbarkeitsindikatoren und dem Radverkehrsanteil

Mit Radinfrastruktur verknüpfte Erreichbarkeitsindikatoren	Korrelationskoeffizient mit Radverkehrsanteil
Anteil Radinfrastruktur AHS, BHS	0,336**
Anteil Radinfrastruktur Hauptschulen	0,421**
Anteil Radinfrastruktur Volksschulen	0,334**
Anteil Radinfrastruktur VHS, Berufsschulen	0,233**
Anteil Radinfrastruktur Kindergärten, Kinderbetreuung	0,354**
Anteil Radinfrastruktur Ärzte (Allgemeinmediziner)	0,363**
Anteil Radinfrastruktur Apotheken	0,356**
Anteil Radinfrastruktur Krankenhäuser und Kliniken	0,262**
Anteil Radinfrastruktur Lebensmittelhandel, Supermärkte	0,333**
Anteil Radinfrastruktur Lebensmittelhandel, Supermärkte	0,376**
Anteil Radinfrastruktur Fitnesscenter, Bäder, Sauna	0,342**
Anteil Radinfrastruktur Kinos, Theater, Museen, Galerien	0,375**
Anteil Radinfrastruktur Sport- und Kulturvereine, kirchl. Organisationen	0,311**
Anteil Radinfrastruktur Gasthäuser, Restaurants, Bars, Cafés	0,414**
Anteil Radinfrastruktur Gemeindeamt	0,267**
Anteil Radinfrastruktur Bezirkshauptmannschaft	0,334**
Anteil Radinfrastruktur Amt der Landesregierung	0,094*
Anteil Radinfrastruktur Gesamt-Gemeinde-Wert	0,434**

**p < 0.01, *p < 0.05

Auch die Ergebnisse des mathematisch-statistischen Modells, d. h. der anschließenden Integration der mit Radinfrastruktur verknüpften Erreichbarkeitsindikatoren sowie Indikatoren zu sozialen, eher räumlichen und infrastrukturellen Faktoren in eine multiple Regressionsanalyse (vgl. Hackl, 2017) veranschaulichten den Zusammenhang zwischen dem entwickelten Indikator und dem Radverkehrsanteil der Gemeinden: besonders hinsichtlich dem Anteil von Radinfrastruktur bei der Erreichbarkeit von Hauptschulen ($b = 0,007$; Korrelationskoeffizient = 0,410, $p < 0,01$) zeigte sich eine hohe Korrelation mit dem Radverkehrsanteil der Gemeinden auch in der multiplen Regressionsanalyse.

4 Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass die Verknüpfung von Erreichbarkeitsindikatoren mit Informationen zur Radinfrastruktur wichtige Indikatoren darstellen, die durchaus einen Einfluss auf den Radverkehrsanteil besitzen. Gerade das Vorhandensein von Radinfrastruktur auf Routen zu Schulen, Restaurants bzw. Cafés sowie Supermärkten scheint dabei besonders relevant. Eine Verbesserung der Radinfrastruktur auf den schnellsten Routen von Wohngebieten zu diesen Einrichtungen sowie speziell im direkten Umfeld dieser Einrichtungen kann somit dabei helfen den Radverkehrsanteil in den österreichischen Städten und Gemeinden zu erhöhen. Eine Weiterentwicklung dieses Ansatzes sollte angestrebt werden und könnte beispiels-

weise durch eine Berücksichtigung der radinfrastrukturellen Ausstattung direkt in der Routen- und damit Erreichbarkeitsberechnung vorgenommen werden.

Im Zuge der Arbeit wurde ebenso deutlich, dass im GIP-Graph (zum damaligen Zeitpunkt) noch Informationen hinsichtlich der Radinfrastruktur fehlen – dies wurde durch Vergleiche mittels Open Street Map in mehreren Gemeinden deutlich – weshalb für die Berechnung der Indikatoren auf eine Verknüpfung beider Datenquellen zurückgegriffen wurde. Umso wichtiger ist daher die weitere Aktualisierung des GIP-Graphen. Gerade oben beschriebene Operationen aber beispielsweise auch Fahrradroutingportale, die auf dem GIP-Graph basieren (z. B. Verkehrsauskunft Österreich, radlkarte.info), zeigen, von welcher Relevanz eine hochwertige Qualität des GIP-Graphs insbesondere für die Raum- und Verkehrsplanung bzw. –forschung in Österreich ist und diese daher weiterhin verbessert werden sollte.

Literatur

- Hackl, R., Raffler, C., Friesenecker, M., Kramar, H., Kalasek, R., Soteropoulos, A., Wolf-Eberl, S., Posch, P., & Tomschy, R. (2017). Measuring Political Commitment in Statistical Models for Evidence-based Agenda Setting in Non-motorized Traffic. *Proc. REAL Corp 2017*. Wien.
- Kramar, H., Kalasek, R., & Seidl, R. (2011). *Abbildung des lokalen Verkehrsangebotes an ausgewählten Wohnstandorten in Österreich*. „mobility2know“-Forschungsbericht. Wien: TU Wien, Fachbereich Stadt- und Regionalforschung.
- Kuckartz, U., Rädiker, S., Ebert, T., & Schehl, J. (2010). Korrelation: Zusammenhänge identifizieren. In: Kuckartz, U., Rädiker, S., Ebert, T., & Schehl, J. (Eds.), *Statistik. Eine verständliche Einführung* (pp. 189–213). Wiesbaden: Springer VS.
- Land Oberösterreich (2012). *Oberösterreichische Verkehrserhebung 2012*. Ergebnisse. Linz.
- Meschik, M. (2008). *Planungshandbuch Radverkehr*. Wien/New York: Springer.
- Prinz, T., & Herbst, S. (2008). *Multikriterielle Modellierung der ÖV-Erreichbarkeit für die Stadt Wien*. Forschungsbericht. Wien: Stadt Wien, MA 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung.
- Schwarze, B (2015). *Eine Methode zum Messen von Naherreichbarkeit in Kommunen*. Münster: MV-Verlag.
- Spitzer, W., Prinz, T., Herbst, S., Hochwimmer, B., Schnürch, D., Haring, C., & Füreder, P. (2010). *Grenzübergreifende Bewertung und Analyse des Verflechtungsraumes Salzburg*. Salzburg: Research Studios Austria Forschungsgesellschaft, Studio iSPACE.
- Verracon (2016). *Quaravo – Qualitätsbewertung des Alltagsradverkehrs in Vorarlberg. Bewertung der Attraktivität des Vorarlberger Siedlungsraums für den Alltagsradverkehr*. Endbericht. Wien.