

# Das Münchner Fahrradnetz: Datengetriebene Qualitätsbewertung

## Master's Thesis von Patricia Mayer

### Mentor(in):

Dr. rer. nat. Andreas Keler

Dr.-Ing. Simone Weikl

In der Arbeit wird ein datengestützter Ansatz zur Qualitätsbewertung von Radverkehrsnetzen entwickelt, der möglichst objektiv die Bewertung eines Untersuchungsgebiets, in diesem Fall München, ermöglicht. Hierzu wurden die Bewertungskriterien Sicherheit, Komfort, Direktheit, Kohärenz und Attraktivität aus der Literatur herausgearbeitet und weiter entwickelt. Für jedes Bewertungskriterium wurden Unterkriterien erarbeitet, die verschiedene Aspekte des Bewertungskriteriums abdecken. Jedes Unterkriterium erhält einen oder mehrere Indikatoren, anhand deren die Bewertung erfolgt. Die Indikatoren sind Eigenschaften bzw. Datenwerte die erhoben werden können, z. B. für das Unterkriterium Luftqualität ergeben sich die Indikatoren der Luftschadstoffkonzentrationen von NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> und O<sub>3</sub>. Für jeden Indikator wurde eine Bewertungsskala entwickelt, auf Basis derer die Bewertung der Indikatoren erfolgte. Dabei ergaben sich drei Arten von Indikatoren: kantenbasiert, routenbasiert und netzbasiert. Die Umrechnung von kantenbasiert bzw. routenbasiert auf netzbasiert erfolgt anhand der Gewichtung nach Länge der Kante bzw. Route.

Die Ermittlung der Gewichtungen zum einen für die Unterkriterien innerhalb eines Kriteriums, zum anderen für die Kriterien zueinander erfolgte anhand einer Umfrage. Alle Informationen zu den Kriterien, den Unterkriterien, der Bewertungsskala und der Gewichtung kann Abbildung 1 entnommen werden.

Die Anwendung des Konzepts erfolgte mithilfe eines eigens erarbeiteten Python-Framework am Münchner Fahrradnetz. Als Basis dienten verschiedene Datenquellen (OpenStreetMap, Open Data München, Bayrisches Landesamt für Umwelt, Unfallatlas). Daher erfolgte neben der Extraktion der Daten auch eine Aufbereitung der Daten und eine Umrechnung in eine gemeinsame Datenbasis.

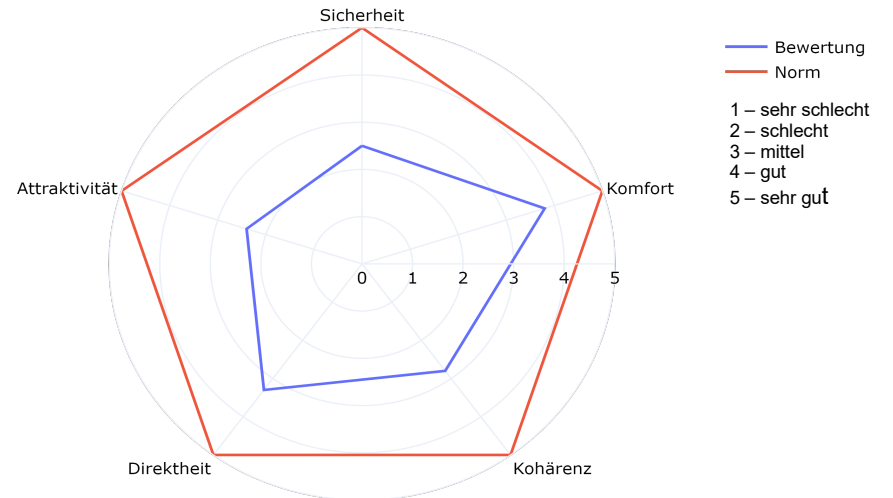


Abbildung 2: Ergebnisse Kriterien für das Münchner Fahrradnetz im Vergleich zu dem bestmöglichen Ergebnis

Eine unzureichende Datenlage für die Indikatoren erlaubte keine vollumfängliche Bewertung des Münchner Fahrradnetzes. Somit erfolgte lediglich eine Bewertung der Indikatoren, bei denen Data vorlagen. Die Bewertung der Kriterien für die Stadt München können Abbildung 2 entnommen werden. Neben dem von München erreichten Wert ist der maximal mögliche Wert dargestellt. Hierdurch wird ersichtlich, dass Verbesserungspotenzial in allen Bereichen für München vorliegt. In der gewichteten Gesamtbewertung erreicht München einen Wert von 2,9 (mittel).

Die Ergebnisse der Bewertungsberechnung wurden mit den Bewertungen aus der Umfrage verglichen und validiert.

Kriterium	Gewichtung Kriterien	Unterkriterium	Gewichtung Unterkriterium	Indikator	Gewichtung Indikator	Daten	Datenquelle	Art	Bewertung					Quelle
									1 – sehr schlecht	2 – schlecht	3 – mittel	4 – gut	5 – sehr gut	
Sicherheit	0,3	Breite der Radverkehrsanlage	0,27	Breite der Radverkehrsanlage	1	Breite des Radwegs Führung des Radwegs	OpenStreetMap OpenStreetMap	Kante	> 30 % der Mindestbreite	30 % unter Mindestbreite	Mindestbreite	Regelbreite	> Regelbreite	ADAC + ERA
		Geschwindigkeitsunterschied Kfz- und Radverkehr	0,11	Geschwindigkeitsunterschiede	1	max. zulässige Geschwindigkeit Kfz-Verkehr Durchschnittsgeschwindigkeit Radverkehr	OpenStreetMap Annahme: 17 km/h	Kante	> 35 km/h	25 -35 km/h	15 -25 km/h	5 - 15 km/h	< 5 km/h	ADFC + CROW + Eigene
		Einsehbarkeit	0	Sichtweite	1	Sichtweite	-	Kante	-	-	-	-	-	-
		Unfallrisiko	0,23	Führung des Radverkehrs	Der schlechter geht ein	Führung des Radwegs	OpenStreetMap	Kante	Mischverkehr: > 5000 Fzg /24h	Mischverkehr: 2500 – 5000 Fzg / 24 h	Schutzstreifen oder Radfahrstreifen: Breite < 2m Oder Mischverkehr 500 – 2500 Fzg/24 h	Schutzstreifen oder Radfahrstreifen: Breite > 2m Oder Mischverkehr: < 500 Fzg / 24 h	baulicher Radweg, geschützter Radweg, gemeinsamer Geh- und Radweg nach Diagramm ERA möglich	CROW + TIL + ERA + Eigene
						Abstand ruhender Verkehr	-	Kante	Abstand zum ruhenden Verkehr	-	< 0,75 m	< 1,5 m	< 2 m	< 5m
		Konfliktstellen	0,26	Anzahl an Konfliktstellen	1	Anzahl von Kreuzungen Anzahl von Hindernissen	OpenStreetMap Meldeplattform	Netz	>= 6 N/km	< 6 N/km	< 5 N/km	< 4 N/km	< 3N/km	Fietersbond
Beleuchtung	0,13	Beleuchtungsstärke	1	Beleuchtungsstärke	-	Kante	0	< 3 lx	< 5 lx	< 7 lx	>= 7 lx	CROW + Eigene		
Komfort	0,19	Breite der Radverkehrsanlage	0,27	Breite des Radverkehrsanlage	1	Breite des Radwegs Führung des Radwegs	OpenStreetMap OpenStreetMap	Kante	> 30 % der Mindestbreite	30 % unter Mindestbreite	Mindestbreite	Regelbreite	> Regelbreite	ADAC + ERA
		Steigungen	0,19	Steigungsindex	1	Höhen Längen	Open Elevation Open Street Map	Kante	S >= 0,4	S >=0,2	S >= 0,075	S >= 0,033	S < 0,033	CROW + Eigene
		Oberfläche	0,27	Oberflächenbeschaffenheit	1	Art des Belags	OpenStreetMap	Kante	['gravel', 'rock', 'pebblestone', 'ground', 'dirt', 'earth', 'grass', 'mud', 'unpaved']	['unhewn_cobblestone', 'sett', 'fine_gravel', 'grass_paver', 'cobblestone:flattened']	['compacted', 'paving_stones', 'wood', 'paved', 'concrete:plates']	['asphalt', 'concrete', 'metal']	['asphalt', 'concrete']	Eigene
						Qualität des Belags	OpenStreetMap	Kante	['very_bad', 'horrible', 'very_horrible', 'impassable']	[bad]	['intermediate', 'medium']	[good]	['very_good', 'excellent']	
		Bremshäufigkeit	0,18	Bremshäufigkeit	1	Anzahl nicht vorfahrtsberechtigten Kreuzungen	OpenStreetMap	Route	> 1,65 N/km	> 1,35 N/km	> 1,05 N /km	> 0,75 N /km	<= 0,75 N/km	Fietersbond
		Abstellanlagen	0,1	-	1	-	-	Netz	-	-	-	-	-	-
Umwegfaktoren	0,4	Umwegfaktor	1	Umwegfaktor	Open Route Service	Route	> 1,5	<= 1,5	<= 1,4	<= 1,3	<= 1,2	Fietersbond		
Direktheit	0,21	Verzögerung	0,32	Verzögerung pro Kilometer	1	Zeitverluste pro Kilometer	OpenStreetMap + H EBRA	Route	> 46 sec/km	> 36 sec/km	> 26 sec/km	> 16 sec /km	<= 16 sec/km	Fietersbond
		Verzögerung	0,32	Durchschnittsgeschwindigkeit Radverkehr	1	Durchschnittsgeschwindigkeit Radverkehr	Open Route Service	Route	< 13 Km/h	< 14 km/h	< 15 km/h	< 16 km / h	>= 16 km/h	Fietersbond
		Reisezeitverhältnis	0,28	Reisezeitverhältnis	1	Reisezeit Radverkehr Reisezeit Kfz-Verkehr	Open Route Service Open Route Service	Route	>= 1,3	< 1,3	< 1,2	< 1,1	< 1	Fietersbond
Kohärenz	0,17	Dichte des Radverkehrsnetzes	0,42	Dichte des Radverkehrsnetz	1	Dichte des Radverkehrsnetz	OpenStreetMap + Berechnung	Netz	> 1000m	> 500 m	> 400 m	> 250 m	<= 250 m	TIL + CROW
		Anteil des Hauptradverkehrsnetz	0,29	Anteil des Hauptradverkehrsnetz	1	Anteil des Hauptradverkehrsnetz am Gesamtnetz	OpenStreetMap + Stadt + Berechnung	Netz	<= 40 %	> 40 %	> 50 %	> 60%	> 70 %	CROW + Eigene
		Wegweisung	0,29	-	1	-	-	Netz	-	-	-	-	-	-
Attraktivität	0,13	Grünanteil	0,35	Grünanteil	1	Grün- und Wasserflächen	OpenStreetMap	Kante	0	<= 25 %	<= 50 %	<= 75%	> 75 %	Eigene
		Lärmbelastigung	0,3	Schalldruckpegel	1	Schalldruckpegel	Umweltamt	Kante	> 75 dB(a)	> 70 dB(a)	> 65 dB(a)	> 60 dB(a)	<= 60 dB(a)	Fietersbond
		Luftqualität	0,35	Luftschadstoffkonzentration PM(10), NO(2) und O(3)	1	NO(2) PM(10) O(3)	Umweltamt	Kante	> 200 µg/m³ > 100 µg/m³ > 240 µg/m³	> 100 µg/m³ > 50 µg/m³ > 180 µg/m³	> 40 µg/m³ > 20 µg/m³ > 120 µg/m³	> 20 µg/m³ > 20 µg/m³ > 60 µg/m³	<= 20 µg/m³ <= 20 µg/m³ <= 60 µg/m³	Umweltbundesamt Umweltbundesamt Umweltbundesamt

Abbildung 1: Darstellung der Kriterien, Unterkriterien, Indikatoren mit deren Gewichtung und der dazugehörigen Bewertungsskala