

Bachelorarbeit von Rupert Carl Johann von der Kammer

Radschönrouten im östlichen Landkreis Lüneburg

Auswertung von radverkehrsrelevanten Infrastrukturdaten der OpenStreetMap anhand einer Multi Criteria Analysis

Eingereicht am 27.07.2022 bei

Erstprüferin: Dr. Antje Seidel

Zweitprüfer: Apl. Prof. Dr. Peter Pez

(Zu Publikationszwecken überarbeitete Fassung vom 30.11.2022.)

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand als Abschluss meiner fast dreijährigen Tätigkeit als studentische Hilfskraft meiner Betreuerin Dr. Antje Seidel. Ihr gilt mein besonderer Dank, nicht nur für die Hilfe bei der Themenwahl und bei der Erstellung der Arbeit, sondern auch ganz persönlich für die bereichernde Arbeitsgemeinschaft der letzten Jahre und das Wecken meiner Leidenschaft für die OpenStreetMap, die ich ohne sie wohl nie entdeckt hätte: Danke, Antje!

Auch bei meinem Zweitbetreuer Apl. Prof. Dr. Peter Pez möchte ich mich herzlich für die Möglichkeit bedanken, mit meiner Bachelorarbeit einen Teil zu dem Projekt „Radverkehrsförderung 3.0“ beitragen zu können. Auch für den kritischen Blick auf Radverkehrsinfrastruktur, den ich wohl nie mehr loswerde, möchte ich sagen: Danke, Peter!

Abschließend möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mich während meines Studiums unterstützt und mir während des Verfassens dieser Arbeit zur Seite gestanden haben.

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	VI
Kartenverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
1 Fragestellung, Forschungsstand und Aufbau der Arbeit	1
1.1 Fragestellung, Gliederung und Vorgehensweise der Arbeit	1
1.2 Das Projekt „RVF 3.0“ und das Konzept der „Radschönrouten“	3
1.3 Einordnung in den Forschungsstand	4
1.4 Die Auswahl des Untersuchungsraumes	5
2 Die OpenStreetMap als Datenbank für Radverkehrsinfrastruktur.....	6
2.1 Das Projekt OpenStreetMap	6
2.2 Das Datenmodell der OpenStreetMap.....	6
2.3 Grenzen der OpenStreetMap.....	8
2.4 Radverkehrsorientierte Datenerfassung in der OpenStreetMap.....	10
2.5 Radverkehrsorientierte Auswertung von OpenStreetMap-Daten	12
3 Darstellung der Methodik	16
3.1 Auswahl der Multi Criteria Analysis als Methode	16
3.2 Kriterien der Multi Criteria Analysis.....	17
3.2.1 Das Attribut class:bicycle=* als Kriterium für die Attraktivität für den Radverkehr ..	19
3.2.2 Das Attribut highway=* als Kriterium für die Trennung vom motorisierten Verkehr	20
3.2.3 Das Attribut lit=* als Kriterium für die Beleuchtung	21
3.2.4 Das Attribut segregated=* als Kriterium für die Trennung vom Fußverkehr.....	21
3.2.5 Das Attribut smoothness=* als Kriterium für die Nutzbarkeit mit Fahrrädern sowie den Rollwiderstand	24
3.2.6 Das Attribut surface=* als Kriterium für die Witterungsanfälligkeit.....	24
3.2.7 Das Attribut width=* als Kriterium für die Breite der Radverkehrsfläche	25
3.3 Gewichtung der Kriterien	28
3.4 Praktische Durchführung der Multi Criteria Analysis in QGIS	29

4 Kartographische Darstellung der Ergebnisse in QGIS	30
5 Auswertung der Ergebnisse der Multi Criteria Analysis.....	40
5.1 Nach Kriterien differenzierte Betrachtung der Ergebnisse und Ableitung von Aussagen über den Untersuchungsraum	40
5.2 Kombinierte Betrachtung der Ergebnisse und Ableitung von Vorschlägen für Radschön- routen im Untersuchungsraum.....	43
5.2.1 Routenvorschläge für die Verbindung Lüneburg – Bleckede.....	45
5.2.2 Routenvorschläge für die Verbindung Bleckede – Hohnstorf.....	48
5.2.3 Routenvorschläge für die Verbindung Lüneburg – Hohnstorf.....	50
5.2.4 Routenvorschläge für die Verbindungen von/nach Neetze.....	52
5.2.5 Vorschläge für zusätzliche Verbindungsstrecken.....	55
5.2.6 Vollständiges Routennetz im Untersuchungsraum.....	56
6 Diskussion.....	58
6.1 Reflexion der Ausarbeitung der Methode	58
6.2 Reflexion der Ergebnisse und ihrer kartographischen Darstellung	60
6.3 Reflexion des Vorgehens zur Herausarbeitung der Routen.....	61
7 Fazit und Ausblick.....	62
Literaturverzeichnis.....	64
Internetquellenverzeichnis	65
Anhang	67
Eidesstattliche Erklärung.....	81

Abkürzungsverzeichnis

B	Bundesstraße
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
dies.	dieselben
ESK	Elbe-Seitenkanal
GIS	Geoinformationssystem
ID	Identifikationsnummer
K	Kreisstraße
Kfz	Kraftfahrzeug
L	Landesstraße
MCA	Multi Criteria Analysis
n.a.	nicht anwendbar
n.i.	nicht implementiert
ODbL	Open Commons Open Database License
OSM	OpenStreetMap
RVF 3.0	Radverkehrsförderung 3.0
s.	siehe

Kartenverzeichnis

Karte 1: OSM-Datenlage aller mit dem Primärattribut highway=* beschriebenen Linienelemente im Landkreis Lüneburg, ausgenommen des östlichen Amt Neuhaus', mit dunkler Hervorhebung des Untersuchungsraumes. Quelle: s. Karte.	8
Karte 2: Einzelergebnisse des Kriteriums der Breite der Radverkehrsfläche, erfasst mit den OSM-Attributen width=* und maxwidth:physical=*. Quelle: s. Karte.	31
Karte 3: Einzelergebnisse des Kriteriums der Attraktivität für den Radverkehr, erfasst mit dem OSM-Attribut class:bicycle=*. Quelle: s. Karte.	32
Karte 4: Einzelergebnisse des Kriteriums der Trennung von Rad- und Kfz-Verkehr, erfasst mit dem OSM-Attribut highway=*. Quelle: s. Karte.	33
Karte 5: Einzelergebnisse des Kriteriums der Beleuchtung, erfasst mit dem OSM-Attribut lit=*. Quelle: s. Karte.	34
Karte 6: Einzelergebnisse des Kriteriums der Trennung von Rad- und Fußverkehr, erfasst mit dem OSM-Attribut segregated=*. Quelle: s. Karte.	35

Karte 7: Einzelergebnisse des Kriteriums der Nutzbarkeit mit Fahrrädern sowie des Rollwiderstands, erfasst mit dem OSM-Attribut lit=*. Quelle: s. Karte.....	36
Karte 8: Einzelergebnisse des Kriteriums der Witterungsanfälligkeit, erfasst mit den OSM-Attributen width=* und maxwidth:physical=*. Quelle: s. Karte.....	37
Karte 9: Ergebnisse der MCA auf grauer Hintergrundkarte, ohne Ortsnamen. Quelle: s. Karte.	38
Karte 10: Ergebnisse der MCA auf farbiger Hintergrundkarte, mit Ortsnamen. Quelle: s. Karte.	39
Karte 11: Kartographische Darstellung der naturräumlichen Untereinheiten im Untersuchungsraum. Quelle: s. Karte.....	42
Karte 12: Darstellung der Routenvorschläge für die Strecke Lüneburg-Bleckede. Quelle: s. Karte.	47
Karte 13: Darstellung der Routenvorschläge für die Strecke Hohnstorf-Bleckede. Quelle: s. Karte.	49
Karte 14: Darstellung der Routenvorschläge für die Strecke Lüneburg-Hohnstorf. Quelle: s. Karte.	51
Karte 15: Darstellung der Routenvorschläge für die Anbindung von Neetze. Quelle: s. Karte. .	54
Karte 16: Darstellung von Haupttrouten im Untersuchungsraum. Quelle: s. Karte	56
Karte 17: Darstellung von zusätzlichen Routen als Ergänzung der Haupttrouten. Quelle: s. Karte.	56
Karte 18: Darstellung des vollständigen Routennetzes. Quelle: s. Karte.....	57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der radverkehrsrelevanten Punktobjekte in der OpenStreetMap. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022e; Raifer/OSM-MW 2022.	11
Tabelle 2: Übersicht der radverkehrsrelevanten Attribuierungen von Linienelementen der OpenStreetMap. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022e; Raifer/OSM-MW 2022.	11
Tabelle 3: Zusammenstellung der radverkehrsrelevanten Relationen der OpenStreetMap. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022e; Raifer/OSM-MW 2022.....	12

Tabelle 4: Punkte in dem Bewertungsschema der BAST 1998. Quelle: ALRUTZ/BOHLE/WILHAUS 1998, 78.....	14
Tabelle 5: Übersetzung der „Basic quality design principles for cycle infrastructure and networks“ in Spalte 1-2 sowie in Spalte 3 die Möglichkeiten der Analyse mit OSM-Schlüsseln (eng.: keys). Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von EC o.J. für Spalte 1-2 sowie OSM-W 2022e für Spalte 3.	15
Tabelle 6: Datenskalen und abgeleitete MCA-Kriterien der ausgewählten OSM-Attribute. Quelle: Eigener Entwurf mit Einbeziehung von Informationen über die Attribute von OSM-W 2022e.	17
Tabelle 7: Punktwertvergabe für das Kriterium der Attraktivität für den Radverkehr. Quelle: Eigener Entwurf, Spalte 2 direkt zitiert OSM-W 2022f.	19
Tabelle 8: Punktwertvergabe für das Kriterium der Trennung von Rad- und Kfz-Verkehr. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022g.....	20
Tabelle 9: Punktwertvergabe für das Kriterium der Beleuchtung. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022h.	21
Tabelle 10: Punktwertvergabe für das Kriterium der Trennung von Rad- und Fußverkehr. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022i, OSM-W 2022j, OSM-W 2022k, OSM-W 2022l.	23
Tabelle 11: Punktwertvergabe für das Kriterium der Nutzbarkeit mit Fahrrädern sowie den Rollwiderstand. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022m.....	24
Tabelle 12: Punktwertvergabe für das Kriterium der Witterungsanfälligkeit. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022n.	25
Tabelle 13: Anforderungen an die Breite von Radverkehrsanlagen nach der ERA 2010. Quelle: Eigener Entwurf ohne Abänderungen von der Tabelle in FGSV 2010, 16.....	26
Tabelle 14: Punktwertvergabe für das Kriterium der Breite der Verkehrsfläche. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022e; FGSV 2010, 16.	27
Tabelle 15: Gewichtungsmatrix der MCA-Kriterien. Quelle: eigener Entwurf.....	28
Tabelle 16: Bevölkerungszahlen der Gemeinden im Untersuchungsraum. Quelle: LSN 2021. ...	44

1 Fragestellung, Forschungsstand und Aufbau der Arbeit

1.1 Fragestellung, Gliederung und Vorgehensweise der Arbeit

Bei der fahrradgerechten Umgestaltung urbaner Mobilität spielen zwei kartographische Ansätze eine wichtige Rolle: Bikeability-Studien sowie kritisches Kartieren von Verkehrssituationen und Stadtraum, [...] die jedoch unterschiedliche Daten heranziehen und auch hinsichtlich Darstellung, Karteninhalt, Zielsetzung, Argumentation und Rezeption divergieren. (HAFERBURG/KRAUDZUN 2022, 139)

Zu diesem Zeitpunkt lässt sich die methodische und praktische Lücke zwischen diesen beiden Ansätzen durchaus bestätigen, wie im nachfolgenden Kapitel 1.3 erklärt wird. Nachzuvollziehen ist sie jedoch aus der Sicht des Autors der vorliegenden Arbeit nicht: Seiner Meinung nach eröffnet das wohl weltweit größte Projekt kritischen Kartierens¹ – die OpenStreetMap (OSM) – unzählige bisher nicht genutzte Möglichkeiten, auch und insbesondere für fahrradorientierte Datenanalysen – sogenannte Bikeability-Studien.

In der vorliegenden Bachelorarbeit soll sich mit dieser Hypothese auseinandergesetzt und dafür eingangs in Kapitel 2 die Frage beantwortet werden, inwiefern die Datenbank der OSM für die Bewertung von radverkehrsrelevanter Verkehrsinfrastruktur geeignet ist. Auf Grundlage einer Literaturrecherche werden dafür zunächst die Idee und das Datenformat der OSM vorgestellt, sowie die Grenzen der Datenerfassung mit der OSM aufgezeigt. Dann werden die Möglichkeiten radverkehrsbezogener Datenerfassung mit der OSM vorgestellt und anschließend auf Bewertungskriterien von Radverkehrsinfrastruktur übertragen. Dieser theoretische Brückenschlag zwischen den Bewertungskriterien von Radverkehrsinfrastruktur – also der Grundlage aller Bikeability-Studien – einerseits und des kritischen Kartierens in Form des OSM-Projektes andererseits wird dann, im Hauptteil dieser Arbeit, auf seine Praxistauglichkeit untersucht: In einem spezifisch ausgewählten Untersuchungsraum im östlichen Landkreis Lüneburg soll dafür eine radverkehrsorientierte Auswertung der lokalen OSM-Daten durchgeführt werden.

¹ Kritisches Kartieren meint: eine kartographische Praxis, die sich „kritisch mit dem Medium Karte auseinandersetzt“ (DAMMANN/MICHEL 2022a, 11), zur Übertragung auf die OSM vgl. dies. 2022b.

Das eingangs gewählte Zitat unterstreicht indes nicht nur die wissenschaftliche Herausforderung dieser Arbeit, sondern dient darüber hinaus dem Aufzeigen einer allgegenwärtigen Schwerpunktverfehlung: So wird dem Begriff der Mobilität in dem zitierten Text ohne weitere Erläuterung das Adjektiv „urban“ konjugiert – obwohl doch Bikeability-Studien und kritisches Kartieren von Verkehr und Raum unabhängig von der Siedlungsstruktur funktionieren (müssen!), wenn sie nicht sogar in ländlichen Räumen eine ganz neue Dimension erfahren: Während städtische Räume, nicht nur was ihre Verkehrsinfrastruktur anbelangt, sondern insbesondere auch in Bezug auf Radverkehrsförderung und -planung, auf eine Jahrzehnte zurückreichende Entwicklung und Forschung aufbauen, wird der ländliche Raum wortwörtlich auf der Strecke gelassen: Planungsvorhaben konzentrieren sich auf Hauptverkehrsstrecken zwischen Ortschaften und lassen dabei außer Acht, dass eine alternative Radverkehrsführung oft ohne große Umwege auf weniger stark befahrenen und landschaftlich attraktiveren Routen möglich wäre (PEZ/SEIDEL 2020a, 22f.). Auch bietet gerade der ländliche Raum Entwicklungsmöglichkeiten jenseits der klassischen Radverkehrsförderung, dient er schließlich – anders als urbane Räume – nicht prioritär dem Alltags- und Berufsradverkehr, sondern in besonderem Maße auch dem Freizeitradverkehr. Dass eine Orientierung an den Anforderungen des letzteren auch für erstere Radverkehrszwecke vorteilhaft ist, wird von PEZ/SEIDEL dargelegt, die für eine Konzeptionierung alltagstauglicher und zugleich attraktiver Radverkehrsrouten empfehlen, „Streckenqualitäten zu entdecken und zu nutzen, wie sie für touristische Radroutenführungen üblich sind“ (2020b, 18). Weiters kritisieren die beiden Autoren, dass dies für den Landkreis Lüneburg bisher nicht geschehen sei und dort folglich ein solches ortsverbindendes und gleichzeitig attraktives Radroutennetz fehlt – was mitnichten einem Mangel geeigneter Wege geschuldet sei, sondern vielmehr der raumplanerischen Fixierung auf die Radverkehrsführung entlang stark befahrener Straßen (PEZ/SEIDEL 2020a, 21).

Diese Schwerpunktverfehlung soll in der vorliegenden Arbeit – nachdem in den Kapiteln 3 und 4 zunächst die Datenauswertungen mittels einer Multi Criteria Analysis (MCA) beschrieben und die Ergebnisse kartographisch dargestellt werden – Anlass geben, in Kapitel 5 der Frage nachzugehen, welche Rückschlüsse auf die Attraktivität der radverkehrsrelevanten Verkehrsinfrastruktur im ländlich geprägten Untersuchungsraum sich anhand der MCA aus der OSM-Datenbank ziehen lassen. Dafür werden die Ergebnisse zunächst anhand ihrer einzelnen Bewertungskriterien untersucht und daran anschließend im Rahmen einer kartographischen Ausarbeitung von Vorschlägen für „Radschönrouten“, also besonders radverkehrstaugliche Wegeverbindungen, im Untersuchungsraum dargestellt.

In Reflexion der vorangegangenen Kapitel erfolgt in Kapitel 6 eine Diskussion der Methodik und der mit ihr für das Untersuchungsgebiet produzierten Ergebnisse. Es wird dabei insbesondere auf die Ausarbeitung der Kriterien der MCA sowie die Verteilung ihrer Ergebniswerte eingegangen. Zuletzt erfolgt eine Reflexion der Vorgehensweise bei der Ableitung von Routenempfehlungen anhand der MCA-Ergebnisse. Das abschließende Fazit in Kapitel 7 fasst die Vorgehensweise und Kernergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammen, um darauf aufbauend einen Ausblick auf weitere Forschungsarbeit in diesem Feld zu eröffnen.

1.2 Das Projekt „RVF 3.0“ und das Konzept der „Radschönrouten“

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsprojektes „Radverkehrsförderung 3.0“ (RVF 3.0), welches unter der Leitung von Peter Pez und Antje Seidel eine weiterentwickelte Radverkehrsförderung in Lüneburg erforscht. Diese Weiterentwicklung basiert auf drei Forderungen: nach einem erstens barrierefreien und zweitens flächendeckenden Netz für den Radverkehr, das drittens mit Hilfe digitaler Navigation für Fahrradfahrende transparent erschließ- und nutzbar ist. Während die erste und zweite Forderung nach Netzdurchlässigkeit mit Verbesserungen von Radverkehrsinfrastruktur und -wegweisung zu erreichen sind, bedarf die Umsetzung der dritten Forderung nach digitaler Netztransparenz einer umfangreichen und frei nutzbaren Datenbasis fahrradbezogener Verkehrsinfrastrukturdaten (PEZ/SEIDEL 2022b, 16f.).

Der digitale Projektbaustein der RVF 3.0 – „Lüneburg Maps“ – befasst sich bereits seit dem Jahr 2019 mit der **Erhebung** solcher explizit radverkehrsrelevanter Geodaten im Raum Lüneburg und hat innerhalb der ersten drei Jahre bereits über 1000 km Wegstrecke erhoben (Stand Juli 2022). Für die **Speicherung** der erhobenen Geodaten stützt sich das Projekt auf die globale Geodatenbank OpenStreetMap, deren Daten frei verfü- und uneingeschränkt nutzbar sind und somit eine uneingeschränkte **Auswertung** der Daten erlauben. Dies wurde zu Beginn des Projekts mit der Fahrradrouting-App BikeCitizens getestet und im weiteren Verlauf den zahlreichen, auf OSM-Daten basierten Navigationsprogrammen und -apps überlassen. Hier sah das Projekt „die Betreiber der Navigationssysteme zur Überprüfung und Korrektur der unterstellten Fahrzeitwerte“ in der Pflicht, während es sich selbst auf die Verbesserung der Datenbasis konzentrierte (PEZ/SEIDEL 2020b, 17). Mit Fortschreiten des Projektes wurde jedoch der Bedarf einer projektinternen Datenanalyse deutlich, da einerseits keines der bekannten Navigationsprogramme eine transparente und gleichzeitig alle im Projekt erhobenen Informationen umfassende Datenauswertung ermöglicht hatte und andererseits die drastisch zunehmende Quantität und Qualität der im Projekt erhobenen Daten eine solche Analyse immer aussichtsreicher erschienen ließen. Die vorliegende Arbeit beschreibt einen Schritt des Projektes RVF 3.0 hin zu einer detaillierten und transparenten Nutzbarmachung der erhobenen Daten für den Radverkehr im Sinne von dessen Forderung nach digitaler Netztransparenz.

Die Konzeptionierung von Radrouten nach der RVF 3.0 basiert auf ortsverbindenden Routenführungen abseits der Hauptverkehrsstraßen, mit folglich geringer Frequentierung durch Kraftfahrzeuge (Kfz) und attraktiver Umgebung – sogenannten „Radschönrouten“ – und geht mit einer Umkehr der üblichen verkehrsplanerischen Herangehensweisen einher:

Während in der KFZ-Planung Zählungen und Messungen von Verkehrsströmen sowie Umlegungsberechnungen eine sehr große Bedeutung zukommt, ist dies im Bereich Radverkehr nahezu irrelevant [...]. Für den Radverkehr wären hingegen flächige Befahrungen (mit dem Fahrrad) und die qualitative Streckenaufnahme [...] von aussagekräftigster Relevanz. (PEZ/SEIDEL 2020b, 18)

In diesem Sinne entstand die vorliegende Arbeit auch als Schlussfolgerung einer solchen flächigen Befahrung des ausgewählten Untersuchungsraumes durch den Verfasser, mit dem Ziel einer qualitativen Streckenaufnahme im Feld, der Datenspeicherung in der OSM und der in dieser Arbeit vorgestellten Auswertung der Daten hinsichtlich möglicher „Radschönrouten“ im Untersuchungsraum.

1.3 Einordnung in den Forschungsstand

Die im vorangegangenen Zitat beschriebene Umkehr der verkehrsplanerischen Herangehensweisen an den Radverkehr lässt sich auf die wissenschaftliche Bearbeitung dieses Themenkomplexes, also die Bewertungsmethoden von Radverkehrsinfrastruktur, übertragen: Die klassischen Methoden der Verkehrswissenschaften in Form von Verkehrszählungen und -messungen sowie die Befragung von Verkehrsteilnehmenden lassen nur einen indirekten Rückschluss auf die Qualität der damit zu untersuchenden Radverkehrsinfrastruktur zu. Dennoch erhielt in Deutschland die Emanzipation der Radverkehrsforschung von den klassischen, auf den motorisierten Verkehr fokussierten Verkehrswissenschaften erst in den 1990er Jahren des letzten Jahrhunderts Aufschwung: Die erste – im wahrsten Sinne des Wortes – wegweisende Studie über die „Bewertung der Attraktivität von Radverkehrsanlagen“ wurde Ende der 90er Jahre von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) vorgelegt (ALRUTZ/BOHLE/WILHAUS 1998). Die Studie sammelte zunächst bestehende Bewertungsmethoden in den Radverkehrsplanungen deutscher Städte und Gemeinden. Das Ergebnis war ebenso wenig erfreulich für den Radverkehr wie verwunderlich: „Die meisten Städte [...] setzen keine feststehenden Verfahren ein“ (ALRUTZ/BOHLE/WILHAUS 1998, 18). Aus diesem Grund arbeitete die Studie anhand einer Sammlung von radverkehrsbezogenen Attraktivitätsmerkmalen ein planungsorientiertes, zweigliedriges Bewertungsverfahren aus: Es unterscheidet für Fahrradfahrende relevante Nutzer*innen-Kriterien und für die Kommunen relevante Betreiber*innen-Kriterien. Mit diesem Verfahren wurden zwei Planspiele in Heidelberg und Gießen durchgeführt, um es auf die Anforderungen der kommunalen Planungspraxis zu eichen. Das Ergebnis führt vor, inwiefern die Trennung von Nutzenden und Betreibenden als methodisches Kernproblem der Studie auf die damals übliche Vorgehensweise der Radverkehrsplanung übertragen werden kann:

Die hier aufgetretenen Grenzen des nutzwertanalytischen Verfahrenskonzeptes führten zu seiner Weiterentwicklung zu einem abwägungsmethodisch orientierten Verfahren und zu einer stärkeren Berücksichtigung von Betreiberkriterien. (ALRUTZ/BOHLE/WILHAUS 1998, 10)

In anderen Worten: Nicht die Belange der Fahrradfahrenden hatten Priorität, sondern die möglichst kostengünstig umsetzbare Radverkehrsführung. Kritik an der damaligen kommunalen Radverkehrsplanung und deren nahezu direkter Reproduktion in der Forschung kam bereits seit den 1980er Jahren aus deutschen Radverkehrs- und Umweltverbänden: Mit sogenannten „Radfahrerstadtplänen“ stellten sie anhand eigener Erfahrungen geeignete Routen heraus und wollten somit zum Fahrradfahren motivieren (HAFERBURG/KRAUDZUN 2022, 142). In Lüneburg wurde ein solcher Radstadtplan 1992 von Studierenden der Universität ausgearbeitet – damals ein Novum (OD-LG 1992; s. weiters Anhang 1).

Eine Neuauflage dieses Plans fand 2008 im Rahmen eines GIS-Seminars an der Leuphana Universität Lüneburg statt (MIX 2008). Die Verwendung digitaler Geodaten läutete nicht nur in Lüneburg, sondern weltweit eine neue Phase der wissenschaftlichen Untersuchung von Radverkehrsinfrastruktur ein: In Form sogenannter „Bikeability“-Studien bereits seit den frühen 2000er Jahren im angloamerikanischen Raum populär geworden, wurde die GIS-basierte Bewertung der Radverkehrseignung innerhalb der letzten Jahre von europäischen und auch deutschen Studien in einem stets ähnlichen Schema übernommen (HAFERBURG/KRAUDZUN 2022, 141):

Typischerweise werden mit multivariaten Indikatorensystemen Bikeability-Indizes konstruiert, die dann mit GIS-Anwendungen zellenbasiert kartographisch dargestellt werden. (ebd.)

Das Schema dieser Methode beruht auf einer 2013 in Vancouver durchgeführten Bikeability-Studie von WINTERS et al. (2013). Als aktuelles Beispiel einer solchen in Deutschland durchgeführten Studie sei die Berechnung eines Bikeability-Index von Dresden aus dem Jahr 2017 angeführt (GEHRING): Anhand fünf als radverkehrsrelevant eingeschätzter Kriterien – Radinfrastruktur, baulich getrennter Radwege, Grünflächen, Topographie sowie Flächennutzung – wurde ein Radverkehrseignungs-Index berechnet und kartographisch mit einem 100x100 m auflösenden Raster dargestellt. Für jedes der fünf Kriterien wurde eine andere Datenquelle zur Berechnung herangezogen: Für die baulich getrennten Radwege etwa die Straßendatenbank der Stadt Dresden, für die Flächennutzung ein entsprechender Plan des Stadtplanungsamtes Dresden und für die Grünflächen ein über die Website mapzen.com heruntergeladenes Shapefile mit OSM-Daten. Nicht nur in Hinblick auf die Rasterdaten-Analyse, sondern auch in Bezug auf die zur Berechnung herangezogenen Daten lässt sich die Arbeit von Gehring als exemplarisch für die in Bikeability-Studien übliche Datenakquise betrachten: So konnte der Autor der vorliegenden Arbeit in seiner Literaturrecherche nicht eine einzige Studie finden, für deren Analysen

- **ausschließlich auf Daten der OSM zurückgegriffen wurde**, aber auch keine, die
- **ohne den Einbezug von OSM-Daten durchgeführt wurde**.²

Dies gestattet den Schluss, dass die Daten der OpenStreetMap zwar häufig von Bikeability-Studien genutzt, jedoch weitaus seltener von diesen gezielt untersucht werden.

Ein weiteres Defizit in der üblichen Praxis der Bikeability-Studien wird von HAFERBURG/KRAUDZUN herausgestellt: Bemerkenswert sei, „dass die theoretisch berechnete »Radfahrfreundlichkeit« bislang kaum mit eigenen empirischen Erhebungen abgeglichen – also validiert – wurde“ (2022, 141). Dieser Mangel soll in der vorliegenden Arbeit Anlass geben zu einer Gegenüberstellung der Ergebnisse der Datenanalyse mit den persönlichen Erfahrungen des Autors, dessen umfangreiche, auf dem Fahrrad durchgeführte Datenerhebung im Untersuchungsraum einer solchen Diskussion die notwendige Grundlage verleiht.

1.4 Die Auswahl des Untersuchungsraumes

Die Festlegung des Untersuchungsraumes erfolgte auf Grundlage einer umfangreichen Datenerhebung im Rahmen des Projektes RFV 3.0 / Lüneburg Maps, welche im Jahr 2021 durch Studierende der Leuphana Universität Lüneburg sowie den Autor dieser Arbeit im östlichen Landkreis Lüneburg durchgeführt wurde. Die dadurch garantierte Qualität und Aktualität der lokalen OSM-Daten ermöglicht eine hohe Detailtiefe der Auswertung und folglich eine starke Differenzierung unterschiedlicher Streckenqualitäten. Ausschlaggebend für die Auswahl des Gebiets war der Umfang der erhobenen Wegstrecken, der anhand von Karte 1 deutlich wird, denn für die Herausarbeitung eines flächendeckenden Radroutennetzes nach den Forderungen der RFV 3.0 ist eine möglichst vollständige Erhebung der Verkehrsinfrastruktur notwendig.

² In einigen Fällen ist damit lediglich auf die Visualisierung der Hintergrundkarten gemeint.

2 Die OpenStreetMap als Datenbank für Radverkehrsinfrastruktur

2.1 Das Projekt OpenStreetMap

Die OpenStreetMap ist eine globale Geodatenbank, deren Daten sämtlich unter der „Open Commons Open Database Lizenz“ (ODbL) vorliegen (OSM o.J.). Sie sind folglich für jegliche, auch kommerzielle, Nutzung frei verfügbar, sofern die Ergebnisse selbst unter dieselbe freie Lizenz gestellt werden. Das Ziel ist dabei weniger der finanzielle Aspekt im Sinne kostenloser Daten, sondern vielmehr die möglichst umfangreiche Sammlung von Geodaten, die keine urheberrechtlichen Nutzungseinschränkungen haben (RAMM/TOPF 2008, 3).

Mit Erfolg: Das Projekt hat seit seiner Gründung im Jahr 2004 die größte freie Geodatenbank der Welt geschaffen (OSM-B/Mikel 2021). Dies beruht auf der kontinuierlichen kartographischen und kommunikativen Arbeit der Mitwirkenden, der sogenannten OSM-Community. Die kartographisch herausragende Leistung ist dabei, dass ein Großteil der OSM-Daten nicht aus sekundären Datenbanken übernommen, sondern von Freiwilligen im Feld und am Computer erhoben wurde. Dieser Leistung in nichts nach steht jedoch die kommunikative Arbeit der Community, also der über 1,5 Millionen an der OSM mitwirkenden Personen und Firmen, die ihre Zusammenarbeit an der OSM ohne festgelegte Regeln oder Hierarchien koordinieren. Es gibt keine Institution oder Person, die festlegt, welche Daten auf welche Weise erhoben und gespeichert werden – das Datenformat stützt sich nicht auf herkömmliche Geodaten-Formate wie bspw. Shapefile-, KML- oder GPX-Dateien, sondern wurde von der OSM-Community selbstständig entwickelt und verbessert (RAMM/TOPF 2008, 9). Eine Konvertierung der OSM-Daten in die aufgeführten Dateiformate ist problemlos mit GIS-Programmen und sogar mit Web-Anwendungen wie etwa dem Abfragewerkzeug für OSM-Daten „overpass-turbo.eu“ möglich.

Das Datenformat ist jedoch weder für Beitragende noch für Nutzende der OSM auf den ersten Blick ersichtlich, anders als das Datenmodell, also die Gruppierungen und die Syntax, in welchen Objekte und Informationen über diese Objekte in der OSM gespeichert werden. Das Verständnis davon ist sowohl für das Einpflegen wie auch für das Auswerten von OSM-Daten eine grundlegende Voraussetzung, weswegen im folgenden Kapitel das Datenmodell der OSM dargelegt werden soll.

2.2 Das Datenmodell der OpenStreetMap

Die OpenStreetMap erfasst Objekte in drei unterschiedlichen Formaten, den sogenannten Elementen (Quelle für das gesamte folgende Kapitel sind: OSM-W 2022a, OSM-W 2022b): **Punktelemente** entsprechen einem einzigen durch seine geografische Breite und Länge bestimmten Punkt. Sie beschreiben auf einen Ort bezogene Objekte wie beispielsweise eine Straßenlaterne, ein Geschäft oder auch eine Ortschaft. **Linienelemente** bestehen aus Punktelementen, die mit Geraden verbunden sind. Sie dienen so der Erfassung von linienförmigen Objekten wie etwa Straßen, Bächen oder Zäunen in der OSM. Zusätzlich zu den geometrischen Positionen ihrer Punkte ist für Linien stets eine Richtung definiert, die sich aus der hierarchischen Reihenfolge der Punkte erschließt. Dadurch wird beispielsweise die Erfassung der Fahrtrichtung einer Einbahnstraße ermöglicht. Sind der erste und der letzte Punkt

einer Linie identisch, bildet die Linie ein Polygon, was in der OSM zur Darstellung von Flächen wie etwa Gebäuden, aber auch von Verwaltungseinheiten wie Gemeinden, Kreisen und Ländern genutzt wird. Das dritte Element der OSM sind **Relationen**, die der thematischen Gruppierung von Punkt- und Linienelementen dienen – beispielsweise der Erfassung mehrerer als Linienelemente vorliegender Straßen und Wege, die Teil eines bestimmten Wanderweges sind.

Allen in der OSM erfassten Objekten ist eine Identifikationsnummer, die sogenannte **ID** zugeordnet. Diese Nummer ist in der OSM je Grundelement nur einmal vergeben und dient der Identifizierung von OSM-Elementen. Über die ID allein lässt sich jedoch kein Objekt in der OSM bestimmen, so gibt es beispielsweise ein Punktelement mit der ID=1000 und ebenso ein Linienelement mit der ID=1000, die geografisch jedoch keinerlei Beziehung zueinander haben (müssen). Es braucht zur eindeutigen Identifizierung eines in der OSM erfassten Objektes also stets dessen Elementtyp und ID. Mit diesen beiden Informationen lässt sich auch über die Webseite der OSM jedes beliebige OSM-Objekt aufrufen, indem an die Webadresse zuerst der Elementtyp und dann die ID angehängt werden: „www.openstreetmap.org/ELEMENT-TYP/ID“, wie etwa in diesem Beispiel: „www.openstreetmap.org/way/1000“.

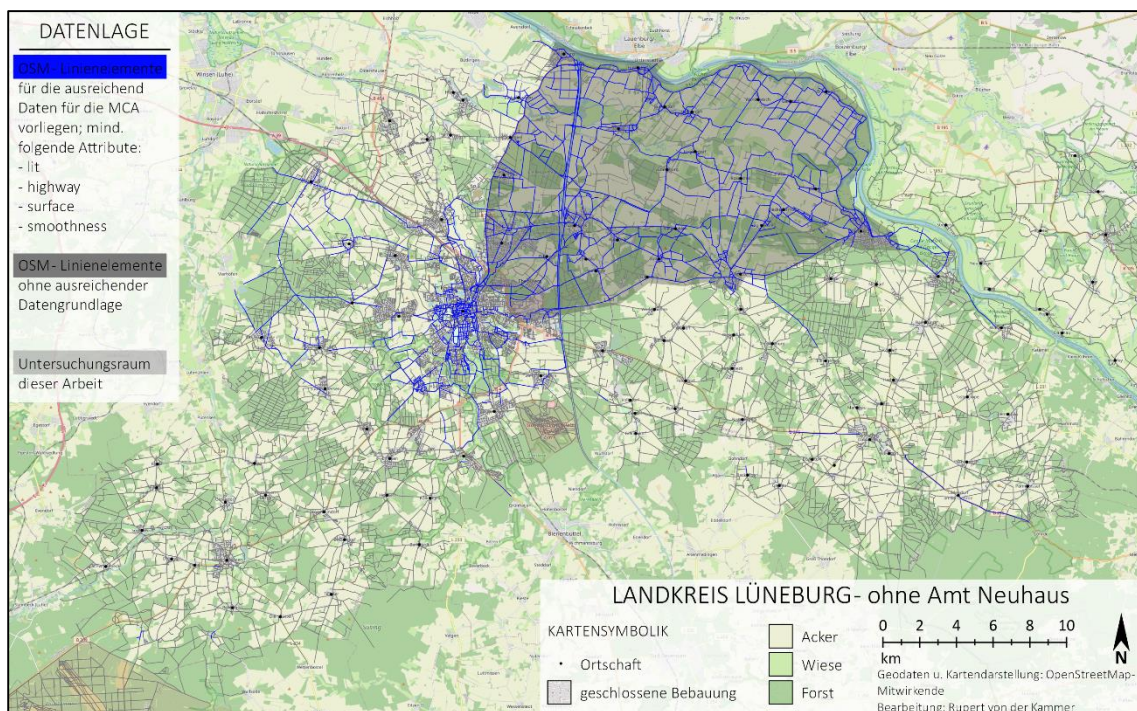
Jedem Element in der OpenStreetMap werden spezifische, dieses Objekt näher beschreibende **Attribute** – auch Tags genannt – zugeschrieben, welche stets in englischer Sprache angegeben werden. Das Format der Attribute ist auf einem Schlüssel-Wert-Prinzip aufgebaut. Der Schlüssel gibt eine bestimmte Eigenschaft an, die mit dem Wert spezifiziert wird. Dazwischen wird als Verbinder von Schlüssel und Wert stets ein Gleichzeichen eingesetzt: Schlüssel=Wert. Mehrere Werte können mit einem Semikolon hintereinander angegeben werden: Wert;Wert. Schlüssel können durch Prä- und Suffixe erweitert werden, die mit einem Doppelpunkt voran- oder nachgestellt werden: Präfix:Schlüssel:Suffix. Die vollständige Syntax einer OpenStreetMap-Attributierung ist daher wie folgt: (Präfix :) Schlüssel (: Suffix) = Wert (; Wert)

Einem Objekt der OpenStreetMap können beliebig viele Attribute zugeordnet werden – je besser der Kenntnisstand über ein Objekt ist, desto umfangreicher ist folglich die Liste jener Attribute, die diesem Objekt zugeordnet werden können. Der Autor schlägt für eine Kategorisierung dieser Attribute die Unterteilung in Primär- und Sekundärattribute vor: **Primärattribute** sind als Identifikatoren eines Objektes zu verstehen, sie geben grundlegende Informationen zur Einordnung des Elements, dem sie zugeschrieben sind. So gibt beispielsweise das Primärattribut `highway=*` für ein Linienelement an, dass dieses einen Weg oder eine Straße beschreibt. **Sekundärattribute** hingegen beschreiben zusätzliche Details eines Objekts, die sich mit dem Primärattribut allein nicht erfassen lassen. So gibt beispielsweise das Sekundärattribut `name=*`, wenn es einem Linienelement mit dem Primärattribut `highway=*` zugeordnet ist, den Namen der Straße oder des Weges an. Ist es jedoch einem Linienelement mit dem Primärattribut `waterway=*` zugeordnet, wird damit der Name des Wasserkörpers beschrieben, welcher mit der Linie erfasst wird. Zwar lässt sich die Bedeutung der Sekundärattribute zumeist aus ihrem Schlüssel deuten, einen geografischen Datenwert erfahren sie jedoch erst in Bezug zu ihrem Primärattribut.

2.3 Grenzen der OpenStreetMap

Das im vorangegangenen Kapitel dargestellte Datenformat der OSM ermöglicht in der Theorie eine unbegrenzte Erfassung von Informationen zu lokalisierbaren Objekten. So ist dem Autor keine geografische Begebenheit vorstellbar, die sich nicht – zumindest aus einer hypothetischen Perspektive auf die OSM-Elemente und deren Attributsyntax – im Datenformat der OSM erfassen ließe. Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit unterliegt die kartographische Praxis der OSM jedoch Grenzen, welche den Umfang und die Qualität der erfassten Daten einschränken und in diesem Kapitel erklärt werden. Es sei an dieser Stelle erneut darauf hingewiesen, dass die OSM keineswegs als statisches Datenmodell zu verstehen ist, sondern im Gegenteil als ein ständig in der Weiterentwicklung befindliches, global-gemeinschaftliches Projekt mit dem Ziel, frei verfügbare Geodaten zu erfassen und zur Verfügung zu stellen. Während das Ziel vermutlich auch in Zukunft Bestand hat, kann und wird sich der Weg dorthin beständig ändern und die im Folgenden dargelegten Grenzen dabei verschieben oder gar überwinden.

Die wohl grundlegendste Einschränkung der OSM besteht in der **Vollständigkeit der Daten**. Diese beruht schließlich einzig auf der aktiven Mitarbeit von freiwilligen Beitragenden und ist daher, je nach Aktivität der lokalen OSM-Community, starken regionalen Schwankungen unterworfen. So wurde in Deutschland zwar die Primärattribuierung landschaftsprägender Objekte bereits umfänglich durchgeführt und kann als weitestgehend abgeschlossen betrachtet werden. Die detailliertere Erfassung dieser Objekte über Sekundärattribute hingegen ist noch lückenhaft und lokal unterschiedlich genau ausgeführt. Dies lässt sich eindrucksvoll mit einem Blick über die Grenzen des ausgewählten Untersuchungsraumes hinaus in den restlichen Landkreis Lüneburg belegen. Wie in Karte 1 ersichtlich, enthalten im grau hinterlegten Untersuchungsraum die meisten der highway-Linienelemente, also der in der OSM erfassten



Karte 1: OSM-Datenlage aller mit dem Primärattribut `highway=*` beschriebenen Linienelemente im Landkreis Lüneburg, ausgenommen des östlichen Amt Neuhaus', mit dunkler Hervorhebung des Untersuchungsraumes. Quelle: s. Karte.

Straßen und Wege, zusätzlich zu der Spezifizierung des `highway=*`-Attributs zumindest Sekundärattribute bezüglich der Beleuchtung, des Oberflächenmaterials sowie der Nutzbarkeit mit bestimmten Fahrzeugtypen. Dies lässt sich auf die bereits in Kapitel 1.4 vorgestellte systematische Erhebung von Verkehrsinfrastruktur durch das Projekt Lüneburg Maps zurückführen. Eine solch detaillierte Datenlage findet sich außerhalb des Untersuchungsraumes nur im Stadtgebiet Lüneburg und dem westlich davon gelegenen Teil des Landkreises – jeweils Gebiete, in denen bereits Erhebungen durch das Projekt stattgefunden haben. Außerhalb dieser im Rahmen des Projektes Lüneburg Maps gezielt erhobenen Gebiete sind Straßen und Wege zwar über ihr Primärattribut in der OSM erfasst, radverkehrsrelevante Sekundärattribute liegen jedoch zu großen Teilen nicht vor, wie anhand des nahezu vollständigen Fehlens blauer Linien in diesen Gebieten auf Karte 1 ersichtlich wird.

Die zweite Einschränkung ergibt sich aus der **Genauigkeit der Daten**, womit der Grad gemeint ist, bis zu welcher Detailtiefe Informationen erfasst werden und wie exakt deren geografische Positionsangaben sind. Wie bereits ausgeführt, würde das Datenformat der OSM in der Theorie eine unbegrenzte Detailtiefe und Genauigkeit der Positionsangaben zulassen. In diesem Fall verläuft die Grenze jedoch nicht allein an der Verfügbarkeit und Erfassung solch exakter Daten, sondern vielmehr entlang einem Konsens in der OSM, auf sogenanntes Micromapping, also das kleinteilige und sehr exakte Erfassen von Informationen, zu verzichten (OSM-W 2022c). Wie in der OSM üblich, gibt es hier jedoch weder eine eindeutige Meinung noch klare Regeln – und sogar einige Projekte, die gezielt eine solche kleinräumige Datenerfassung in der OSM vorantreiben (s. bspw. OSM-Berlin o.J.). Dennoch lässt sich über den Großteil der in der OSM vorliegenden Daten sagen, dass die Genauigkeit zwar deutlich über jene von anderen großen Kartendatenbanken wie etwa Google Maps oder Bing hinausgeht, jedoch nicht die Maßstabsebene von Fachplanungsdaten erreicht (RAMM/TOPF 2008, 3; PEZ/SEIDEL 2020b, 17).

Nicht zuletzt gibt es hinsichtlich des **Umfangs der Daten** eine maßgebliche Einschränkung: Die OSM erfasst keine Objekte, die temporären oder statistischen Charakter haben. Diese Vorgabe ist als Richtwert zu verstehen und kennt auch Ausnahmen, gibt aber dennoch die Abgrenzung der OSM gegenüber statistischen Datenbanken einerseits sowie Diensten der Echtzeitdatenspeicherung andererseits vor. So lässt sich in der OSM beispielweise die Bevölkerungszahl einer Stadt oder eines Landes erfassen, doch zusätzliche demografische Kennzahlen wie die Bevölkerungsdichte oder die Lebenserwartung werden nicht gespeichert. Auch erfasst die OSM – anders als bekannte Geodatendienstleister wie etwa Google Maps – keinerlei Nutzer*innen-Daten, Verkehrsstatistiken, Unfall- oder Staumeldungen. Sogar Baustellen sollen nur dann in die OSM eingetragen werden, wenn sie mehrere Monate existieren (OSM-W 2022d). Die OSM erlaubt zwar die weitere Nutzung ihrer Daten, kann also folglich als Grundlage für die Erstellung einer eigenen Datenbank all jener Informationen dienen, in ihrem originären Datensatz werden diese Arten von Informationen aber derzeit nicht erfasst, was als Einschränkung der Datenbank OSM zu sehen ist. So sind in dem konkret betrachteten Fall der Radverkehrsforschung statistische Kennzahlen wie etwa die Verkehrsgeschwindigkeit, der Verkehrsfluss und die Unfallhäufigkeit nach derzeitigem Stand nicht in der OSM zu erfassen.

2.4 Radverkehrsorientierte Datenerfassung in der OpenStreetMap

Im Folgenden soll ein Überblick über radverkehrsrelevante Daten in der OpenStreetMap gegeben werden. Der Fokus liegt auf der derzeit nutzbaren Datenlage in der OpenStreetMap. Es wird daher nicht auf die in der Theorie äußerst umfangreichen Möglichkeiten eingegangen, die das Datenformat der OpenStreetMap zu bieten hätte, sondern vielmehr auf die zum Zeitpunkt dieser Arbeit bereits in der OSM etablierten Attribute. Dafür werden für jedes der drei Datenelemente der OpenStreetMap (s. dazu Kapitel 2.2) all jene Attribute aufgelistet, für die sich ein Bezug zum Radverkehr herstellen lässt. Bei der Recherche wurde induktiv vorgegangen, indem im OpenStreetMap-Wiki nach Attributen mit radverkehrsrelevantem Informationsgehalt gesucht wurde und diese dann in einer Liste je Datenelement gesammelt wurden.

Grundsätzlich kann allen Objekten eines durchfahrenen Raumes ein – wenn auch indirekter – Einfluss auf den Radverkehr zugeschrieben werden. Als Beispiel sind an dieser Stelle die OSM-Attribute `natural=*` für physische und geologische Landschaftselemente zu nennen, also Eigenschaften der ortsspezifischen Umwelt von Wegelinien. Da das Ziel dieses Kapitels jedoch nicht eine Herausarbeitung der Gesamtheit aller in der OSM etablierter Objekt-Attribuierungen ist, wurde sich auf Attribute beschränkt, für die ein direkter Radverkehrsbezug hergestellt werden konnte. Im Folgenden sind die drei Ergebnis-Tabellen dieser Literaturrecherche aufgeführt, denen zusätzlich zu der OSM-Attribuierung und der daraus abgeleiteten Bedeutung für den Radverkehr noch die Zahl der jeweils mit dieser Attribuierung im Landkreis Lüneburg erfassten Objekte ergänzt wurde (Stand 15.07.2022, Quelle: RAIFER/OSM-MW 2022). Diese Zahlen werden angeführt, um zusätzlich zu der theoretischen Etablierung dieser Attribute in der OSM auf die für den Untersuchungsraum praktisch verfügbaren Datenmengen hinzuweisen.

Während für Punktelemente die Angabe der Datenmenge einzig – wie in der Tabelle 1 aufgeführt – über deren absolut vorliegende Anzahl möglich ist, liegt für Linienobjekte zunächst eine Angabe der insgesamt erfassten Streckenlängen nahe. Schließlich ist primäre Aufgabe von Linienelementen die Erfassung von Eigenschaften einer Strecke mit einer – durch die Position ihrer Knotenpunkte – genau bestimmten Länge. Dieser intuitiv richtig erscheinenden Angabe der Datenmenge von Linienattributen über deren in der OSM vorliegende Länge wurde jedoch in dieser Arbeit nicht entsprochen. Vielmehr kommt der Autor zu der Beobachtung, dass die Länge der Linien selbst wenig Aussagekraft über die erhobene Datenmenge hat: So wäre etwa die Analyse eines langen, jedoch unzureichend erhobenen und deshalb nur in wenigen Linienelementen vorliegenden Straßennetzes weit weniger aussagekräftig als die eines kürzeren, aber detailliert in vielen Linienelementen erfassten Straßennetzes. Aus diesem Grund wird in den nachfolgenden Tabellen der radverkehrsrelevanten Attribuierungen von Linien- und Relationselementen kongruent zu der Tabelle der Punktelemente auf die Anzahl und nicht die Länge der attribuierten Objekte im Landkreis Lüneburg verwiesen.

Die Quellen der aufgeführten Attribute sind sämtlich Unterseiten des OpenStreetMap-Wikis zu dem jeweiligen Attribut. Diese werden für eine bessere Übersichtlichkeit im Folgenden nicht einzeln zitiert, sondern lassen sich mit einer Suche im Wiki finden, weshalb als Quelle auf die Hauptseite des Wikis referenziert wird (OSM-W 2022e).

Tabelle 1: Übersicht der radverkehrsrelevanten Punktoobjekte in der OpenStreetMap. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022e; Raifer/OSM-MW 2022.

Primärattribut + Sekundärattr.	Radverkehrsbezug	Landkreis LG
traffic_sign=*	Verkehrszeichen	1830
barrier=*	Bauliche Barriere	1736
+ access=*	+ rechtl. Zugangsbeschränkung	880
+ bicycle=*	+ max. Durchfahrbreite (neues Schema)	75
+ maxwidth:physical=*	+ Breite (altes Attributierungsschema)	29
+ width=*		
highway=bus_stop	Bushaltestelle	1204
highway=street_lamp	Straßenlaterne	963
highway=crossing	Fußgängerüberweg	765
amenity=bicycle_parking	Fahrradabstellanlage	319
kerb=*	Bordstein	212
amenity=bicycle_rental	Fahrradverleih	19
shop=bicycle	Fahrradladen	16
amenity=vending_machine	Fahrradschlauchautomat	3
+ vending=bicycle_tube		
amenity=bicycle_repair_station	Fahrradreparaturstation	0

Tabelle 2: Übersicht der radverkehrsrelevanten Attribuierungen von Linienelementen der OpenStreetMap. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022e; Raifer/OSM-MW 2022.

Primärattribut + Sekundärattr.	Radverkehrsbezug	Landkreis LG
highway=*	Verkehrsweg	40119
+ access=*	+ rechtliche Zugangsbeschränkung	³ / 5107
+ bicycle=*	+ Eignung für den Radverkehr	3422
+ class:bicycle=*	+ Radverkehrsinfrastruktur	421
+ cycleway=*	+ Radverkehrsinfrastruktur	421
+ incline=	+ Längsneigung	2374
+ lit=*	+ Beleuchtung	9005
+ maxspeed=	+ max. zulässige Geschwindigkeit (Kfz)	7662
+ maxwidth:physical=*	+ max. Durchfahrbreite	153
+ oneway=*	+ Einbahnregelung / für den Radverkehr	3374 / 240
+ oneway:bicycle=*	+ Einbahnregelung / für den Radverkehr	3374 / 240
+ parking:lane=*	+ Kfz-Parkplätze	7
+ segregated	+ Trennung von Rad- u. Fußverkehr	1246
+ sidewalk=*	+ Bürgersteig	1964
+ smoothness=*	+ Oberflächennutzbarkeit	4930
+ surface=*	+ Oberflächenbelag	23104
+ traffic_sign=*	+ für die Linie gültige Verkehrszeichen	1428
+ tracktype=*	+ Art d. Befestigung v. Wirtschaftswegen	5201
+ width=*	+ Breite d. Verkehrsfläche	3149
barrier=*	Bauliche Barriere (als Linie erfasst)	1176

³ keine Angabe möglich, da sich die Angabe des access-Attributes auf zahlreiche, einzelne Verkehrsmittel oder -zwecke beschreibende Attribute spezifiziert hat (bspw. mit dem bicycle=*-Attribut), sodass die Zahl des access-Attributs allein nicht die Umfänglichkeit der in der OSM erfassten rechtlichen Zugangsbeschränkungen wiedergeben kann.

Tabelle 3: Zusammenstellung der radverkehrsrelevanten Relationen der OpenStreetMap. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022e; Raifer/OSM-MW 2022.

Primärattribut + Sekundärattr.	Radverkehrsbezug	Landkreis LG
route=bus	Buslinie	114
route=bicycle	Ausgeschilderte Fahrradroute	67
+ network=*	+ räumliche Einordnung	66
+ distance=*	+ Streckenlänge der Route	24
+ ascent=*	+ kumulierter Anstieg der Route	2
+ descent=*	+ kumuliertes Gefälle der Route	2
restriction=*	Abbiegevorschriften	379
type=destination_sign	Zusammenfassung v. Wegweisern	184

2.5 Radverkehrsorientierte Auswertung von OpenStreetMap-Daten

Im vorangegangenen Kapitel wurde dargestellt, dass die OSM zahlreiche Möglichkeiten der Erfassung und Speicherung von radverkehrsrelevanten Informationen eröffnet. Inwiefern jedoch die Auswertung dieser Daten gelingen kann und welche Aussagekraft eine solche Datenanalyse hat, soll in dieser Arbeit anhand einer praktischen Untersuchung geprüft werden. Ausgehend von den Ergebnissen der Literaturrecherche über radverkehrsrelevante Attribute in der OSM wird das Linienelement mit dem Primärattribut `highway=*` ausgewählt, um anhand dessen eine objektspezifische Datenanalyse durchzuführen.

Wie bereits in der Einführung aufgezeigt wurde, stützt sich die Gesamtheit der bisher mit OSM-Daten durchgeführten Bikeability-Studien auf Rasterdaten-Analysen. Das heißt, das Untersuchungsgebiet wird in zumeist quadratische Flächen eingeteilt, die zu analysierenden Daten auf dieses Raster umgerechnet und alle folgenden Analyseschritte ausschließlich flächenbasiert durchgeführt. Für jede Fläche werden die Ausprägungen der zuvor festgelegten Indikatoren bestimmt und daraus ein Teilpunktwert abgeleitet. Aus diesen Einzelwerten wird dann ein Gesamtpunktwert errechnet und kartographisch durch Farbabstufungen visualisiert. Dieses Vorgehen verwundert in zweierlei Hinsicht: So erscheint die Auswertung und Visualisierung der Attraktivität eines Radverkehrsnetzes anhand von Rasterflächen wenig aussagekräftig und scheint wenig mehr als die Darstellung einer erfolgreich durchgeführten Datenakkumulation zu sein. Während diese Schlussfolgerung unabhängig von den herangezogenen Datenquellen zu ziehen ist, zeigt sich in Bezug auf die OSM als Datenquelle ein weiterer Kritikpunkt: So lässt sich anhand der exemplarisch für den Landkreis Lüneburg herausgearbeiteten Datenmengen (s. Tabellen 1 bis 3) eine (raster)flächenbasierte Analyse kaum rechtfertigen. Zwar erscheint eine Flächenanalyse von Punktelementen etwa für eine problemorientierte Erfassung und Identifikation von Mängelstellen über das Attribut `barrier=*`, oder auch für eine am Radtourismus orientierte Darstellung aller Fahrradläden, -werkstätten und -abstellanlagen möglich. Demgegenüber hätte jedoch eine netz-, also im Grunde linienbezogene Auswertung eben dieser aufgeführten Punktelemente wohl eine deutlich höhere Aussagekraft und einen Nutzwert über die Wissenschaft hinaus.

Doch auch die netzbezogene Auswertung von Punktobjekten lässt allein nur wenig Rückschluss auf die Eignung des Netzes für den Radverkehr zu. Die mit dem Primärattribut `highway=*` netzbildenden Linienelemente hingegen erscheinen für eine Analyse nicht nur aufgrund der Datenmenge, sondern auch aufgrund der großen Anzahl von Sekundärattributen aussichtsreich (s. Tabelle 2). Die in der OSM erfassten Relationen schließlich bieten sich etwa für die Analyse bestehender Radrouten-Netze und ihrer Anbindungen anhand des Attributs `route=bicycle` an. Da sie jedoch ausschließlich Informationen über das Vorhandensein dieser Netze speichern, nicht jedoch deren spezifische Attraktivität für den Radverkehr, erscheint ihre Auswertung allein wenig ertragreich, die Kombination mit etwa der Auswertung von Problemstellen oder der Wegeigenschaften entlang einer Radrouten-Relation jedoch durchaus möglich.

Da in der vorliegenden Arbeit untersucht werden soll, ob und mit welcher Aussagekraft die direkte, nicht weiter in GIS-Programmen verarbeitete Datenauswertung aus der OSM möglich ist, wurde eine Rasterdaten-Analyse von vorneherein verworfen und stattdessen eine Vektordaten-Analyse gewählt. Weiters wurde sich für die Auswertung der `highway`-Linienelemente im Untersuchungsraum entschieden – nicht nur aufgrund der oben angeführten und in Tabelle 2 ersichtlichen umfangreichen Datenmenge, sondern auch, weil sich nach Ansicht des Autors für die Analyse eines (Rad-)Verkehrsnetzes zuvorderst die Betrachtung der netzbildenden Linien anbietet – also im Fall der OSM aller mit dem Attribut `highway=*` beschriebenen Linienelemente.

Für die radverkehrsbezogene Auswertung der Linieneigenschaften soll in dieser Arbeit auf ein möglichst breit anzuwendendes, allgemein gültiges Bewertungsschema zurückgegriffen werden. In der deutschsprachigen Literatur war ein solches Schema, das sich mit der in Kapitel 2.3 beschriebenen Detailtiefe der OSM-Daten abbilden lässt, nicht zu finden: Das deutsche Standardwerk zu den Anforderungen an Radverkehrsanlagen, die ERA (FGSV 2010), ist einerseits für die meisten in der OSM erfassten Attribute zu spezifisch und spiegelt andererseits die Fortführung der bereits in der Einleitung kritisch betrachteten klassischen Herangehensweise an die Radverkehrsplanung wieder (PEZ/SEIDEL 2020a, 21). Die in der Einleitung angeführte Studie über die Bewertung der Attraktivität von Radverkehrsanlagen (ALRUTZ/BOHLE/WILHAUS 1998) kommt mit ihrem Schema für die Bewertung der Nutzer*innen-Kriterien den Anforderungen deutlich näher: So werden die Kfz-Verkehrsstärke und -geschwindigkeit, das Vorhandensein sowie die Breite der Radverkehrsanlagen, mögliche Beeinträchtigungen durch verschiedene andere Verkehrsteilnehmende und der Bodenbelag als Bewertungskriterien aufgestellt, deren jeweils mögliche Ausprägungen dann mit Punkten bewertet werden (s. Tabelle 4). Die Punktwerte sind dabei auf den Bereich von -1 bis +6 verteilt, ihre Festlegung und Intervallsetzung wird jedoch in der Arbeit nicht erläutert. Aus diesem Grund und weil die Bewertung der meisten Kriterien spezifisch auf Verkehrszählungen oder -messungen aufgebaut ist, wurde dieses Bewertungsschema nicht für die vorliegende Arbeit übernommen. Wie bereits in Kapitel 1.3 ausgeführt, konnten auch in den übrigen bereits in Deutschland durchgeführten Bikeability-Studien keine auf diese Arbeit übertragbaren Bewertungsmethoden ausfindig gemacht werden, sodass die Suche nach einem anwendbaren Bewertungsschema auf den europäischen Raum ausgeweitet wurde.

Tabelle 4: Punkte in dem Bewertungsschema der BAST 1998. Quelle: ALRUTZ/BOHLE/WILHAUS 1998, 78.

A Kriterium	B Parameter	C Meßgrößen und Schwellenwerte	P Punktwert der Attraktivität	Zu-/Abschläge/ Bemerkungen	
Subjektive Sicherheit/ Fahrkomfort	Kfz-Geschwindigkeit	V _{zul} > 50 km/h = 50 km/h 30 - 50 km/h < 30 km/h	3 4 5 6		
	Kfz-Verkehrsstärke	DTV > 10.000 Kfz/Tag 5.000 - 10.000 Kfz/Tag 100 - 5.000 Kfz/Tag < 100 Kfz/Tag	3 4 5 6		
	Existenz Radverkehrsanlage	<ul style="list-style-type: none"> Fahrbahn (DTV > 5.000 Kfz/Tag) Fahrbahn (DTV < 5.000 Kfz/Tag) Fahrradstraße Radweg, Radfahrstreifen, Angebotstreifen, selbständiger Radweg 	3 4 5 6		
	Breite der Verkehrsfläche		< 1,0 m	3	<ul style="list-style-type: none"> Bei Zweirichtungsbetrieb ohne Richtungs-trennung Ansatz von 2/3 der befestigten Breite Bei gemeinsamer Führung mit Fußgängern Breite abzgl. 1,5 m
			1,0 - 1,5 m	4	
1,6 - 2,0 m			5		
> 2,0 m			6		
Beeinträchtigungen durch Radfahrer		Punkte zur Wertung der Breite bei Radverkehrs-führung auf Radweg oder Radfahrstreifen mit			
		<ul style="list-style-type: none"> Zuschlag geringer Radverkehr Abschlag starker Radverkehr Abschlag hoher Anteil linksfahrender Radfahrer ohne Zulässigkeit 	+1 -1 -1		
Belag		Grober Kopfsteinbelag	3	<ul style="list-style-type: none"> Abzüge für bauliche Mängel (außer bei groben Kopfsteinbelägen): -2 für grobe bauliche Mängel -1 für einzelne bauliche Mängel 	
		Kleinkopfsteinbelag, wassergebundene Decke	4		
		Gefaste Betonsteine	5		
		Asphalt, ungefaste Betonsteine	6		
Beeinträchtigungen durch ruhenden Verkehr		Geringer Abstand, häufige Parkstandwechsel, Ein-/Ausparken über Radverkehrsfläche, regelmäßiges Parken auf Radverkehrsfläche	3		
		Geringer Abstand, häufige Parkstandwechsel, Ein-/Ausparken nicht über Radverkehrsfläche, kein Parken auf Radverkehrsfläche	4		
		Geringer Abstand, seltene Parkstandwechsel, Ein-/Ausparken nicht über Radverkehrsfläche, kein Parken auf Radverkehrsfläche	5		
		Ausreichender Abstand, seltene Parkstandwechsel, Ein-/Ausparken nicht über Radverkehrsfläche, kein Parken auf Radverkehrsfläche bzw. kein ruhender Verkehr	6		
Beeinträchtigungen durch Fußgänger		Bei Führung des Radverkehrs auf Radweg, nicht ausreichend breite Gehwege bei hoher Fußgänger-Verkehrsstärke	3		
		Nicht ausreichend breite Gehwege bei niedrigerer Fußgänger-Verkehrsstärke	4		
		Ausreichend breite Gehwege bei hoher Fußgänger-Verkehrsstärke	5		
		Ausreichend breite Gehwege bei niedrigerer Fußgänger-Verkehrsstärke	6		

Aus den Ergebnissen dieser Recherche wurde ein Leitfaden der Kommission der Europäischen Union ausgewählt, welcher in Bezug auf den niederländischen Planungsleitfaden für Radverkehrsinfrastruktur CROW sogenannte „Basic quality design principles for cycle infrastructure and networks“ – also Basiskriterien für Radverkehrsinfrastruktur – aufstellt (EC o.J.). Da sich die CROW-Kriterien nicht auf spezifische Messgrößen oder Verkehrszahlen stützen und darüber hinaus dezidiert angeführt wird, dass diese auch zur Bewertung von Radverkehrsinfrastruktur herangezogen werden können, wurden sie als Richtschnur in die Ausarbeitung der Analyse-methode dieser Arbeit einbezogen. Dafür wurde zunächst untersucht, inwieweit eine Auswertung der Kategorien mit Daten der OSM möglich ist. Dafür wurde eine vollständige Übersetzung der CROW-Kriterien angefertigt und diese jeweils um die Angabe jener OSM-Attribute ergänzt, mit welchen eine Analyse möglich erscheint (s. Tabelle 5). Die praktische Umsetzung dieser zunächst nur theoretisch angenommenen Auswertungsmöglichkeiten soll im folgenden Teil der Arbeit praktisch überprüft werden.

Tabelle 5: Übersetzung der „Basic quality design principles for cycle infrastructure and networks“ in Spalte 1-2 sowie in Spalte 3 die Möglichkeiten der Analyse mit OSM-Schlüsseln (eng.: keys). Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von EC o.J. für Spalte 1-2 sowie OSM-W 2022e für Spalte 3.

KATEGORIE	QUALITÄTSPRINZIPIEN	OSM-KEY
Sicherheit	Reduktion von Konflikten mit anderen Radfahrenden, Zufußgehenden und dem Kfz-Verkehr - Mischverkehr auf wenig befahrenen Straßen - Trennung von Fahrradhaupttrouten vom Fußverkehr	class:bicycle highway segregated width
	Verringerung des Verkehrsaufkommens und der Geschwindigkeiten von Kfz in der Nähe von Radfahrenden, insbesondere im Mischverkehr	class:bicycle maxspeed
	Trennung von Fahrrädern und schnellem/schwerem Kfz-Verkehr, um die Zahl der gefährlichen Begegnungen zu verringern - einschließlich der Trennung auf Strecken und/oder an Kreuzungen	access maxspeed
	Klare Darstellung von Konfliktpunkten an Kreuzungen und Einmündungen, damit sich Verkehrsteilnehmende der Risiken bewusst sind und ihr Verhalten entsprechend anpassen können. Die Sichtbarkeit des Radverkehrs für den Kfz-Verkehr sollte bei der Annäherung an Kreuzungen maximiert werden	nicht anwendbar (n.a.)
	Gute Beleuchtung von Radverkehrsanlagen	lit
	Guter Erhaltungs- und Wartungszustand der Infrastruktur	smoothness
Direktheit	Angebot des direktesten Weges für den Radverkehr	n.a.
	Minimierung der Gesamtreisezeit durch Berücksichtigung von Faktoren wie Umwegen, Anzahl der Stopps an Kreuzungen, Ampeln und Steigungen	n.a.
	Beibehaltung konstanter Geschwindigkeit des Radverkehrs	class:bicycle
	Priorisierung des Radverkehrs gegenüber dem Kfz-Verkehr	highway
Kohärenz	Durchgängiges und erkennbares Routennetz, das Ausgangs- und Zielorte miteinander verbindet	n.a.
	Durchgängige, gute Ausschilderung von Routen	n.a.
	Direktheit der Routen	n.a.
	Durchgängiger Schutz des Radverkehrs	highway
	Intermodalität mit anderen Netzen/Verkehrsträgern	n.a.
	Gut gelegene und sichere Fahrradabstellplätze	n.a.
Attraktivität	Ästhetisch ansprechende Infrastruktur und interessante Routenführung	class:bicycle
	Integration der Infrastruktur in die lokale Umgebung	n.a.
	Objektive und subjektiv wahrgenommene Sicherheit	lit
	Guter Erhaltungs- und Wartungszustand	smoothness
Komfort	Oberflächenbelag ist glatt und gut gepflegt (entwässert und frei von Ablagerungen)	smoothness surface
	Geeignete Auswahl von Materialien zur Vermeidung von Vibrationen, Stößen und Hindernissen	smoothness surface
	Reduktion von Unterbrechungen (s. Kohärenz)	n.a.
	Reduktion von komplizierten Manövern (s. Kohärenz u. Sicherheit)	class:bicycle
	Adäquate Breite	width
	Vermeidung von starker Längsneigung	incline
	Minimierung der Auswirkungen von Lärm, Spritzwasser und Scheinwerferblendung durch andere Verkehrsteilnehmer	class:bicycle

3 Darstellung der Methodik

3.1 Auswahl der Multi Criteria Analysis als Methode

Für die Festlegung einer Methode wurden zunächst drei Anforderungen an die Datenanalyse gestellt: Ausschließlichkeit, Umfänglichkeit und Direktheit. Um auf die Eignung der OSM als Datenbank schließen zu können wurden, obwohl der Einbezug verschiedener Datenquellen und -typen für die Herausarbeitung eines empfehlenswerten Radverkehrsnetzes von Vorteil erscheint, in dieser Arbeit ausschließlich Daten der OSM zur Auswertung der radverkehrsrelevanten Infrastruktur des Untersuchungsraums herangezogen. Auch sollte eine möglichst große Anzahl an den in Kapitel 2.5 herausgestellten Kategorien einbezogen werden, um einen möglichst umfangreichen Kenntnisstand zu den Möglichkeiten der OSM als Datenbank zu erzielen. Zuletzt sollen die Rohdaten der OSM ohne weitere Bearbeitung mit GIS-Programmen oder anderer Software ausgewertet werden, um ihren direkten Informationsgehalt für den Radverkehr zu bewerten.

Mit diesen drei Bedingungen als Richtschnur wurde eine Multi Criteria Analysis als Auswertungsmethode der Daten festgelegt, da sie versprach, die drei aufgestellten Anforderungen umsetzen zu können. Ihre Ausschließlichkeit ist gegeben, da für eine MCA keine zusätzlichen Daten benötigt werden: Es ist möglich, sie einzig mit den in der OSM vorliegenden Informationen durchzuführen. Auch die Direktheit ist gegeben, denn es ist keine weitere GIS-basierte Bearbeitung der Daten notwendig, um sie mit einer MCA auswerten zu können. An dieser Stelle sei vermerkt, dass die Ausschließlichkeit und die Direktheit eher eine Einschränkung der Möglichkeiten dieser Methode als eine Anforderung an diese darstellen: Eine MCA wäre problemlos mit zusätzlichen, nicht aus der OSM bezogenen Daten sowie mit einer weiteren Bearbeitung der OSM-Rohdaten durchzuführen, was jedoch den Rahmen und die Fragestellung dieser Arbeit verfehlen würde. Ausschlaggebende Bedingung für die Festlegung auf eine MCA war folglich die Umfänglichkeit der mit einer MCA durchführbaren Auswertung. Eine Multi Criteria Analysis oder auch Multi Criteria Decision Analysis, ins Deutsche übersetzt multikriterielle (Entscheidungs-)Analyse, ermöglicht die kombinierte Auswertung mehrerer Kriterien auf eine spezifische Entscheidung oder Anforderung hin (DCLG 2009, 9). Im Kontext einer radverkehrsbezogenen Datenauswertung ist mit einer MCA somit die Auswertung mehrerer, voneinander unabhängiger Kriterien möglich, die dann zu einem Index der Radverkehrseignung kombiniert werden.

Für die Datenanalyse im Rahmen dieser Arbeit wurde auf eine gewichtete Linearkombination (aus dem Englischen: weighted linear combination) zurückgegriffen: Für die Umsetzung dieser Methode wurden zunächst in Anlehnung an die Ergebnisse der Literaturrecherche in Kapitel 2.3 radverkehrsrelevante Kriterien gebildet. Die möglichen Ausprägungen jedes einzelnen Kriteriums wurden dann standardisiert, indem sie einem für jedes Kriterium gleichen numerischen Punktwertbereich zugewiesen wurden. Anschließend wurden die Punktwerte der einzelnen Kriterien mit einem Faktor gewichtet, der die Relevanz des jeweiligen Kriteriums für den Radverkehr widerspiegelt, und dann zu einer Gesamtsumme addiert. Diese bildet schließlich für jedes untersuchte Objekt einen innerhalb der Grundgesamtheit vergleichbaren Indexwert.

3.2 Kriterien der Multi Criteria Analysis

Im ersten Schritt der Umsetzung einer MCA sind die Kriterien und deren jeweilige Wertungsstufen herauszuarbeiten, anhand derer die Datenanalyse vorgenommen wird. In der vorliegenden Arbeit wurden die in Kapitel 2.3 festgestellten Überschneidungen der CROW mit Attributen der OSM als Grundlage für die Ausarbeitung der Kriterien herangezogen. Es wurde dafür zunächst anhand der Tabelle 5 eine Liste all jener OSM-Attribute, die mindestens einmal in der Tabelle aufscheinen, erstellt (s. Tabelle 6, Spalte „Attribut“).

Um aus den aufgelisteten OSM-Attributen auswertbare Kriterien für eine MCA zu bilden, bedarf es einer Punktbewertung der jeweils möglichen Attributausprägungen. Es wurde deshalb zunächst untersucht, inwiefern die Attribute auf der Liste eine Übertragung ihrer Ausprägungen in eine Punktwert-Skala zulassen. Dafür wurde zunächst ihr jeweiliger Skalentyp analysiert (s. Tabelle 6, Spalte „Skala“). Die meisten Attribute liegen als **Nominalskalen** vor, das heißt mit Ausprägungen, die zueinander in keinen erkennbaren Wertabstufungen stehen. Um diese auf eine Punktwert- bzw. Intervallskala zu übertragen, braucht es folglich eine Wert-Interpretation der Ausprägungen, welche in der vorliegenden Arbeit stets anhand von möglichen Auswirkungen auf den Radverkehr vorgenommen wurde.

Einige der Attribute, wie beispielweise `class:bicycle=*` oder `smoothness=*`, liegen als **Ordinalskalen** vor, das heißt ihre einzelnen Attributausprägungen sind in einer klaren Hierarchie zueinander eingestuft, lassen jedoch keinen Rückschluss auf die Abstände ihrer Ausprägungen zu. Für die Übertragung von ordinalskalierten Attributen auf intervallskalierte Punktwerte bedarf es folglich nur noch der begründeten Festlegung der Intervalle zwischen den einzelnen Ausprägungen. Insbesondere sind dabei Extremausprägungen der Attribute zu beachten, die zwar in ihrer ursprünglichen Ordinalskala dieselbe Abstufung wie die übrigen Werte aufweisen, bei der Übertragung in eine Intervallskala jedoch einen deutlichen Intervallunterschied erfahren sollten.

Tabelle 6: Datenskalen und abgeleitete MCA-Kriterien der ausgewählten OSM-Attribute. Quelle: Eigener Entwurf mit Einbeziehung von Informationen über die Attribute von OSM-W 2022e.

Attribut	Skala	abgeleitetes Kriterium der MCA
<code>access=*</code>	Nominal-	nicht implementiert (n.i.)
<code>class:bicycle=*</code>	Ordinal-	Attraktivität für den Radverkehr
<code>highway=*</code>	Nominal-	Trennung vom motorisierten Verkehr
<code>incline=*</code>	Nominal- / Verhältnis-	n.i.
<code>lit=*</code>	Nominal-	Beleuchtungssituation
<code>maxspeed=*</code>	Verhältnis-	n.i.
<code>segregated=*</code>	Nominal-	Trennung vom Fußverkehr
<code>smoothness=*</code>	Ordinal-	Nutzbarkeit mit Fahrrädern und Rollwiderstand
<code>surface=*</code>	Nominal-	Witterungsanfälligkeit
<code>width=*</code>	Verhältnis-	Breite der Radverkehrsfläche

Selten liegen die Daten eines Attributs als **Verhältnisskala** vor, wie etwa bei der Breite `width=*` oder der Geschwindigkeit `maxspeed=*`, deren Abstufungen in ein Verhältnis gesetzt werden können – „Straße X ist doppelt so breit wie Straße Y“. Da hier jedoch kontextualisierte Abstufungen, wie sie bei Ordinalskalen gegeben sind, fehlen, bedarf es für die im Rahmen dieser Arbeit vorgenommene Auswertung einer begründeten, radverkehrsbezogenen Intervallsetzung der metrischen Attributausprägungen. (zu allen Skalentypen s. STOCKER/STEINKE 2022, 27)

Anhand des Skalentyps wurde im nächsten Schritt für alle nominal- und verhältnisskalierten Attribute geprüft, inwiefern sich mit ihren Ausprägungen jeweils ein radverkehrsbezogenes Kriterium für die MCA herausarbeiten ließe. Denn während die Interpretation eines als Ordinalskala vorliegenden Attributes bereits durch die inhärente Kontextualisierung der möglichen Ausprägungen vorgegeben ist, muss, wie oben erläutert, für nominal- und verhältnisskalierte Attribute eine zusätzliche, radverkehrsbezogene Interpretation erfolgen. Diese Interpretationsleistung führte zur Formung der einzelnen Kriterien (s. Tabelle 6, Spalte „abgeleitetes Kriterium der MCA“), das heißt zur Auswertung der gelisteten OSM-Attribute hinsichtlich jeweils bestimmter, in Bezug auf den Radverkehr gesetzter Ausprägungsabstufungen. Die Abstufungen jedes einzelnen Kriteriums wurden dann standardisiert, indem sie einem für jedes Kriterium gleichen numerischen Punktwertbereich zugewiesen wurden: In der vorliegenden Arbeit erfolgte die Zuordnung hinsichtlich der Auswirkungen auf den Radverkehr auf einer 21 Punkte umfassenden Skala von -10 bis +10. Dabei werden all jene Ausprägungen, denen eine negative Wirkung auf den Radverkehr zugeschrieben werden kann, im negativen Punktwertbereich angesiedelt und alle Ausprägungen, welche einen Vorteil für den Radverkehr bedeuten, im positiven Spektrum dieser Skala. Wie im Folgenden noch detailliert dargelegt werden wird, kann in einem Kriterium auch nur ein Teil der Punktwert-Skala zur Einteilung der Attributausprägungen genutzt werden: wenn etwa ein Kriterium nur für den Radverkehr positiv zu wertende Merkmale abdeckt, werden die unterschiedlichen Ausprägungen nicht auf die gesamte Punktskala verteilt, sondern kongruent nur im positiven Bereich angesiedelt.

Es wurden bei der Herausarbeitung der MCA-Kriterien drei der gelisteten OSM-Attribute von der weiteren Analyse ausgeschlossen: Aus dem Attribut `access=*` wurde kein eigenes Kriterium abgeleitet, da es sich nicht um ein einzelnes Attribut, sondern um eine Gruppe von allen Attributen handelt, die auf die rechtlichen Zugangsregelungen von Straßen und Wegen für spezifische Verkehrsmittel oder Verkehrszwecke bezogen sind. Das Attribut `incline=*`, welches die Steigung eines Abschnitts angibt, wurde aufgrund mangelnder Genauigkeit der Daten nicht ausgewertet. Für die Analyse der Topografie wurde auf genauere Höhendaten mittels der Fahrradrouting-Anwendung `brouter.de` zurückgegriffen, welche jedoch nicht in die MCA einberechnet, sondern bei der Ausarbeitung der Routenvorschläge ergänzend betrachtet wurden. Das Attribut `maxspeed=*`, welches die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf einer Straße angibt, wurde in der MCA nicht berücksichtigt, da es nicht ohne zusätzliche GIS-basierte Berechnungen auf alle straßenbegleitenden Wege bezogen werden kann. In der im Rahmen dieser Arbeit vorgenommenen direkten Datenanalyse hätte es somit eine positive Punktwert-Verschiebung separat geführter Weglinien gegenüber Wegen, die mit `sidewalk`- oder `cycleway`-Attributen direkt an die Linie der Straße erfasst sind, zur Folge gehabt.

3.2.1 Das Attribut class:bicycle=* als Kriterium für die Attraktivität für den Radverkehr

Das Sekundärattribut class:bicycle=* wird in der OSM für die Erfassung der Attraktivität eines Weges für den Radverkehr genutzt (OSM-W 2022f zum Attribut class:bicycle=*). Der Annahme, eine Analyse weiterer Attribute sei damit im Grunde obsolet, da die Auswertung von class:bicycle ausreichen würde, um die Eignung eines Weges für den Radverkehr abzubilden, sei das Konzept hinter diesem Attribut entgegengestellt: So dient class:bicycle der gezielten Beschreibung all jener radverkehrsrelevanten Faktoren, die sich nicht bereits durch andere in der OSM etablierte Attribute erfassen lassen. Es ist also mitnichten eine Zusammenfassung aller radverkehrsbezogenen Attribute eines Objektes – im Gegensatz zu der kumulativen Datenanalyse einer MCA, die genau dies versucht – sondern eine zusätzliche und bewusst subjektiv gehaltene Angabe über radverkehrsrelevante Bedingungen wie etwa das Verkehrsgeschehen und die Schönheit der Umgebung. Um die Erhebung des class:bicycle-Wertes regional zu normieren und damit vergleichbar zu machen, wird im Projekt Lüneburg Maps (von dem im Untersuchungsraum sämtliche class:bicycle-Werte stammen) mit einem Erhebungsschema für das Attribut gearbeitet (s. SEIDEL 2022, sowie Anhang 2). Nach dem Schema werden bei der Festlegung des Wertes für einen Wegabschnitt zunächst dessen Verkehrs- und Konfliktaufkommen bewertet, dann die Umgebung hinsichtlich ihrer Attraktivität für den Radverkehr analysiert und abschließend eine Extremwert-Ausprägung überprüft, also ob diese Eigenschaften signifikant positiv oder negativ herausstechen.

Das Attribut wird in der OSM mit einem Wertebereich von -3 bis +3 verwendet, wobei der Wert 0 zwar festgestellt, jedoch nicht in der OSM vermerkt werden sollte. Daher wird, wenn kein class:bicycle-Attribut vergeben ist, dies nicht als fehlendes Attribut mit Ausgabe einer NULL sondern als Punktwert 0 ausgewertet (zur Erläuterung der nominalen NULL- sowie der metrischen 0-Werte siehe Anhang 4). Während die Werte -1 und -2 bzw +1 und +2 geringe Abstufungen aufweisen, sind die Werte -3 und +3 als Extremwerte zu interpretieren. Diese Charakteristik einer nicht linearen Abstufung wurde bei der Punktwertvergabe für die MCA berücksichtigt, indem den Extremausprägungen jeweils der doppelte Punktwert der darunter eingestufteten Ausprägung zugewiesen wurde, wie in Tabelle 7 ersichtlich.

Tabelle 7: Punktwertvergabe für das Kriterium der Attraktivität für den Radverkehr. Quelle: Eigener Entwurf, Spalte 2 direkt zitiert OSM-W 2022f.

Attribut- ausprägung	Auswertung	Punkt- wert
class:bicycle=3	Hervorragender Weg, für den es sich lohnt Umwege zu machen!	10
class:bicycle=2	Ziemlich schöner Weg zum Radfahren.	5
class:bicycle=1	Dies ist ein bevorzugter Weg.	2
class:bicycle=-1	Wenn möglich, lieber einen anderen Weg nehmen.	-2
class:bicycle=-2	Nur für kürzere Strecken benutzen / um das Ziel zu erreichen.	-5
class:bicycle=-3	Unter allen Umständen vermeiden!	-10
kein Wert	kann Mittelwert bzw. class:bicycle=0 sein	0

3.2.2 Das Attribut highway=* als Kriterium für die Trennung vom motorisierten Verkehr

In der OSM werden mit dem Primärattribut highway alle Linienelemente beschrieben, die eine Straßen- oder Wegefunktion erfüllen (OSM-W 2022g zum Attribut highway=*). Mit dem Wert zum Schlüssel highway wird einer Linie eine Straßenklassifizierung zugewiesen, die OSM-spezifisch ist. Die in Deutschland nach Straßenverkehrsordnung (StVO) und Baulasträgern eingeteilte Straßenklassifizierung lässt sich nur grob auf dieses Schema übertragen und ist dementsprechend nicht direkt über das highway-Attribut auswertbar. Da in diesem konkreten Anwendungsfall jedoch weniger die korrekte Klassifizierung als vielmehr die Trennung von Rad- und Kfz-Verkehr von Bedeutung ist, konzentriert sich die Analyse auf die in der OSM gegebenen highway-Ausprägungen und deren Bedeutung für die Beziehung von Rad- und Kfz-Verkehr.

Auf Grundlage dieser Auswertung wurden teils mehrere highway-Attributausprägungen zu Kategorien mit unterschiedlicher Trennungshierarchie zusammengefasst. Dabei wurde ausschließlich jenen Wegen, die eine Kfz-Nutzung vollständig ausschließen, der bestmögliche Punktwert von +10 zugeteilt. Die Grenzziehung zwischen negativer und positiver Punktwertvergabe erfolgte anhand der zu erwartenden Unfallgefahr. In verkehrsberuhigten Bereichen ist diese, obwohl keine Trennung von Rad- und Kfz-Verkehr vorliegt, erwartbar gering, da nur Schrittgeschwindigkeit gefahren werden darf. Auf Wohnstraßen hingegen ist bereits mit Kfz-Geschwindigkeiten von bis zu 50 km/h zu rechnen, weswegen diese mit einem Punktwert von -2 in diesem Kriterium bereits als negativ für den Radverkehr bewertet wurden. Für Verbindungsstraßen mit erwartbaren Geschwindigkeiten von bis zu 100 km/h wurden schließlich, je nach erwartbarem Verkehrsaufkommen, Punktwerte von -4 bis zum negativen Maximalwert von -10 vergeben.

Tabelle 8: Punktwertvergabe für das Kriterium der Trennung von Rad- und Kfz-Verkehr. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022g.

Attributausprägung	Auswertung	Punktwert
highway=cycleway =path =footway	eigenständiger Weg, kein motorisierter Verkehr	10
highway=track =service =pedestrian	Wirtschaftswege u. Fußgängerzone, eingeschränkter motorisierter Verkehr	8
highway=living_street	Spielstraße, motorisierter Verkehr < 10 km/h	4
highway=residential	Wohnstraße, motorisierter Verkehr < 50 km/h	-2
highway=unclassified	Verbindungsstraßen nach zunehmender Verkehrsbedeutung gelistet,	-4
highway=tertiary		-6
highway=secondary		-8
highway=primary		-10
keiner der obigen Werte	keine Radverkehrseignung	NULL

3.2.3 Das Attribut lit=* als Kriterium für die Beleuchtung

Für die Erfassung der Beleuchtungssituation eines Weges wird das OSM-Attribut lit=* ausgewertet (OSM-W 2022h zum Attribut lit=*). Der Schlüssel lit wird in der OSM zwar mit mehreren unterschiedlichen Werten angegeben, für den Radverkehr von Bedeutung sind jedoch nur die Werte yes, das heißt der Weg ist beleuchtet und no, das heißt keine oder keine durchgängige Beleuchtung. Zwar ist in einigen Fällen die Straßenbeleuchtung über die Kartierung von Straßenlaternen als einzelne Punktobjekte in der OSM erfasst, für eine radverkehrsbezogene Analyse dieser Form der Beleuchtungsdaten wäre jedoch eine zusätzliche Berechnung der durch die Straßenlaternen beleuchteten Bereiche notwendig, worauf im Sinne der Rahmensetzung in der vorliegenden Arbeit aber verzichtet wurde. Da die Beleuchtungssituation nur zur Nachtzeit relevant und die Hauptlast des Radverkehrs tagsüber während der zusätzlich länger hellen Sommermonate zu erwarten ist, wurde vorhandene Beleuchtung, die mit dem Attribut lit=yes erfasst ist, zwar als Positiv-Merkmal mit +10 Punkten ausgewertet, fehlende oder unzureichende Beleuchtung mit dem Attribut lit=no jedoch nicht negativ, sondern neutral mit 0 Punkten bewertet. Wie in Tabelle 9 ersichtlich ist, wurden fehlende Daten zur Beleuchtung als NULL-Wert vermerkt.

Tabelle 9: Punktwertvergabe für das Kriterium der Beleuchtung. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022h.

Attributausprägung	Auswertung	Punktwert
lit=yes	beleuchtet	10
lit=no	nicht beleuchtet	0
kein Wert		NULL

3.2.4 Das Attribut segregated=* als Kriterium für die Trennung vom Fußverkehr

Um die Trennung des Radverkehrs vom Fußverkehr auszuwerten, wurde zunächst einzig auf das Attribut segregated zurückgegriffen, welches in der OSM für die Angabe der Trennung von Rad- und Fußverkehr auf gemeinsam genutzten Wegen gebraucht wird (OSM-W 2022i). Da die Trennung vom Fußverkehr jedoch nicht nur auf Rad- und Fußwegen Relevanz hat, sondern vielmehr als integrales Merkmal jeglicher Wegeführung gesehen werden kann, wurde die Auswertung um zusätzliche Attribute ergänzt. Naheliegend ist hier die Auswertung der rechtlichen Beschränkungen bzw. Nutzungserlaubnisse anhand von access-Attributen. Doch auch die zusätzliche Analyse der rad- und fußverkehrsbezogenen access-Attribute bicycle=* und foot=* war nicht hinreichend, da in der OSM vielfach mit sogenannten Default-Werten gearbeitet wird, einer Maßnahme, um überflüssige – weil logisch erschließbare – Attributierungen zu vermeiden (OSM-W 2022j): So wird nicht jeder Straße, die mit dem Fahrrad befahren werden darf, das Attribut bicycle=yes zugeordnet, sondern beim Fehlen dieses Attributs zunächst grundsätzlich von der Freigabe für den Radverkehr ausgegangen. Gleiches gilt mit dem Attribut foot=* für den Fußverkehr. Es wurden daher noch die Attribute highway=* und sidewalk=* in die Auswertung einbezogen, um ein möglichst komplettes Bild der möglichen Trennungssituationen von Rad- und Fußverkehr einzufangen.

Wie in Tabelle 10 ersichtlich, wurden in diesem Kriterium sowohl positive als auch negative Punktwerte vergeben, wobei die Grenze entlang der rechtlichen Stellung in Begegnungsfällen gezogen wurde. Den maximalen Punktwert +10 erreichen folglich nur ausschließliche Fahrradwege, die die Nutzung durch den Fußverkehr grundsätzlich ausschließen. In der OpenStreetMap werden diese Fahrradwege mit dem Attribut `highway=cycleway` erfasst. Da es jedoch einen Mapping-Konflikt bezüglich der `highway`-Attribuierung von Rad- und Fußverkehrsinfrastruktur gibt, kann es sein, dass auch reine Fahrradwege mit anderen `highway`-Werten erfasst werden (OSM-W 2022k; OSM-W 2022l). Daher wurde die Kombination aus `bicycle=designated` – was eine Benutzungspflicht für den Radverkehr bedeutet – und dem Fehlen von Fußverkehrsfreigaben wie `foot=yes/designated` als zusätzliche Interpretation von fußverkehrsfreien Fahrradwegen ebenfalls mit maximalen Punkten bewertet. Alle Straßen, die Verkehr mit mehrspurigen Fahrzeugen zulassen und mit einem Bürgersteig für die Trennung des Fußverkehrs von der Fahrbahn und damit auch vom Radverkehr sorgen, wurden in Bezug auf dieses Kriterium ebenfalls mit +9 Punkten sehr hoch bewertet. Mit deutlicher Abstufung wurden demgegenüber alle Straßen ohne Bürgersteig mit +6 Punkten bewertet, da hier zwar der Fußverkehr auch die Fahrbahn nutzen muss, deren Breite in den meisten Fällen aber ein konfliktfreies Ausweichen ermöglicht. Darüber hinaus kann aufgrund des Fehlens von Bürgersteigen sowie in vielen Fällen auch aufgrund der Lage außerhalb von Ortschaften mit geringem Fußverkehrsaufkommen gerechnet werden. Eine Ausnahme bei der Auswertung von Straßen ohne Bürgersteig bilden verkehrsberuhigte Bereiche, deren Beschreibung unten folgt.

Das Kernattribut `segregated` schließlich kommt nur für einen schmalen Punktwertbereich rund um den Nullwert zum Tragen: Mit dem Verkehrszeichen 241 ausgewiesene getrennte Rad- und Fußwege, die mit `segregated=yes` in der OSM erfasst sind, werden aufgrund der in den meisten Fällen lediglich optisch vorhandenen Trennung mit dem niedrigen positiven Punktwert +3 aufgenommen. Mit dem Verkehrszeichen 240 ausgewiesene gemeinsame Rad- und Fußwege hingegen werden mit -3 Punkten bereits im negativen Einflussbereich für den Radverkehr ausgewertet, da bei dieser Form der gemeinsamen Wegführung die Rücksichtnahme auf den Fußverkehr zwar nicht in der StVO, doch aber in der Rechtsprechung vergangener Jahre festgehalten ist (OLG München 10 U 2809/09; OLG Oldenburg 8 U 19/04). So führt etwa das Oberlandesgericht Nürnberg unmissverständlich aus, dass „auf einem gemeinsamen Fuß- und Radweg Fahrradfahrer auf Fußgänger besonders Rücksicht zu nehmen [haben]“ (OLG Nürnberg 4 U 644/04). Eine ähnliche Situation kommt auch in verkehrsberuhigten Bereichen zum Tragen, wo der Fußverkehr die gesamte Straßenbreite nutzen darf und Fahrzeuge – wozu auch Fahrräder zählen – diesen weder gefährden noch behindern dürfen sowie bei Bedarf warten müssen (s. Anlage 3 zu § 42 Absatz 2 StVO). Die Punktwertung für Wege mit dem Attribut `highway=living_street` wurde folglich auf -6 festgelegt.

Bürgersteige, Fußwege und Fußgängerzonen, die für den Radverkehr zwar freigegeben sind, erfordern von diesem dennoch die besondere Rücksichtnahme auf den Fußverkehr (vgl. OLG Celle 14 U 141/19). Die Punktwerte wurden anhand der anzunehmenden Verkehrsbelastung seitens des Fußverkehrs deshalb auf -9 für Gehwege und den Minimalwert -10 für Fußgängerzonen festgelegt.

Für alle Wege, die keiner der zuvor ausgeführten Auswertungssituationen zugerechnet werden konnten, wurde die Auswertung als Punktwert 0 festgelegt, da in diesem Fall von einer gemeinsamen, aber grundsätzlich gleichberechtigten Wegeführung ausgegangen werden kann, bei welcher der Fußverkehr weder Vor- noch Nachteil für den Radverkehr bedeutet.

Tabelle 10: Punktwertvergabe für das Kriterium der Trennung von Rad- und Fußverkehr. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022i, OSM-W 2022j, OSM-W 2022k, OSM-W 2022l.

Attributausprägung	Auswertung	Punkt- wert
highway=cycleway oder bicycle=designated + kein foot=yes/designated	eigenständiger Weg; bauliche Trennung vom Fußverkehr, kein Fußverkehr auf Fahrradweg	10
highway =track =service =living_street =residential =unclassified =tertiary =secondary =primary sidewalk=both/left/right	mehrspuriger Weg mit Bürgersteig, kein Fußverkehr auf Fahrbahn	9
highway =track =service =residential =unclassified =tertiary =secondary =primary sidewalk=no oder fehlend	mehrspuriger Weg (außer verkehrsberuhigte Bereiche) ohne Bürgersteig, geringes Aufkommen von Fußverkehr + Ausweichmöglichkeit	6
segregated=yes	optische Trennung vom Fußverkehr; parallele Wegeführung	3
kein Wert	keine Trennung, gemeinsame Wegeführung	0
segregated=no	keine Trennung vom Fußverkehr; gleichberechtigte, gemeinsame Wegeführung	-3
highway=living_street sidewalk=no oder fehlend	keine Trennung vom Fußverkehr, gleichberechtigte Nutzung mit Rücksicht, Platz zum Ausweichen	-6
foot=designated oder highway=footway bicycle=yes	keine Trennung vom Fußverkehr, dem Fußverkehr untergeordnet	-9
highway=pedestrian bicycle=yes	keine Trennung vom Fußverkehr, dem Fußverkehr untergeordnet, zu Stoßzeiten meist viel Fußverkehr	-10

3.2.5 Das Attribut smoothness=* als Kriterium für die Nutzbarkeit mit Fahrrädern sowie den Rollwiderstand

Mit dem Attribut smoothness wird in der OSM die Beschaffenheit des Oberflächenbelags von Straßen und Wegen in Bezug auf die Nutzbarkeit mit spezifischen Fahrzeugen erfasst (OSM-W 2022m zum Attribut smoothness=*). Das Attribut bildet das gesamte Spektrum an Untergrundqualitäten von frisch asphaltierten Straßen bis hin zu mit Fahrzeugen unpassierbaren Gebirgspfaden ab. Deshalb ist für eine radverkehrsorientierte Auswertung nur ein Teil der möglichen Attributausprägungen zu analysieren, während der andere Teil als Ausschlusskriterium für die Radverkehrsnutzung bewertet werden kann. Wie in Tabelle 11 ersichtlich, wurde die Ausschlussgrenze um eine Wertabstufung nach oben verschoben und damit auch jene Wege, die nur noch mit Mountainbikes nutzbar sind, nicht in die MCA-Analyse mit einbezogen. Diese Maßnahme erfolgte aufgrund der konkreten Zielsetzung dieser Arbeit, alltagstaugliche Routen herauszuarbeiten, die folglich auch mit den meisten Fahrradtypen befahrbar sein sollten. Des Weiteren wurde eine deutliche Punktwertabstufung vorgenommen zwischen der Gruppe der für alle Fahrradtypen geeigneten Untergrundqualitäten (smoothness=excellent und =good) und jener, deren Attributausprägungen bereits die Nutzung etwa mit Rennrädern ausschließen (smoothness=intermediate und =bad), weshalb letztere auch mit negativen Punkten in der MCA ausgewertet werden.

Tabelle 11: Punktwertvergabe für das Kriterium der Nutzbarkeit mit Fahrrädern sowie den Rollwiderstand. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022m.

Attributausprägung	Auswertung	Punktwert
smoothness=excellent	Rennräder u. darunter; geringerer Rollwiderstand	10
smoothness=good	Rennräder u. darunter; höherer Rollwiderstand	5
smoothness=intermediate	City-Räder u. darunter	-5
smoothness=bad	Trekking-Räder u. darunter	-10
smoothness=very_bad	Mountain-Bikes	Ausschlusskriterium
smoothness < very_bad	keine Fahrrad-Nutzung möglich	Ausschlusskriterium
kein Wert		NULL

3.2.6 Das Attribut surface=* als Kriterium für die Witterungsanfälligkeit

Das Attribut surface=* beschreibt in der OSM das Material des Oberflächenbelags eines Weges oder einer Straße (OSM-W 2022n zum Attribut surface=*). Für die radverkehrsorientierte Datenanalyse hat dieses Attribut eine geringere Aussagekraft als zunächst angenommen werden könnte. So deutet etwa die Attributausprägung surface=asphalt zwar auf einen mit Asphalt befestigten Weg hin, jedoch mitnichten auf den Zustand des Asphalt und damit die Eignung des Weges für den Radverkehr. Jene Information wird bereits mit dem oben beschriebenen Attribut smoothness=* erfasst und auch dahingehend in der MCA ausgewertet. Während

smoothness=* folglich einen direkten Rückschluss auf die Eignung des Belags zulässt, eröffnet das Attribut surface=* eine zusätzliche, indirekte Auswertungsperspektive für die Radverkehrsnutzung: So ist die Nutzbarkeit befestigter Bodenbeläge nur in geringem Maße abhängig von der Witterung. Unbefestigte Wege hingegen sind anfälliger gegenüber längeren Regenperioden und können im Sommer zu Staubpisten werden, was in beiden Fällen mit einer niedrigeren Nutzungsqualität für den Radverkehr einhergeht. Da die genannten Einschränkungen jedoch nicht dauerhafter Bestandteil der Infrastruktur sind, sondern vielmehr temporär in Abhängigkeit von der Witterung auftreten, erfolgt die Punktwertvergabe der MCA nur im positiven Bereich: Befestigter Bodenbelag wird positiv mit +10 Punkten bewertet, für alle unbefestigten Oberflächenmaterialien wird der Punktwert 0 vergeben. Liegen keine surface-Daten vor, wird mit NULL eine leere Zelle ausgegeben.

Tabelle 12: Punktwertvergabe für das Kriterium der Witterungsanfälligkeit. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022n.

Attributausprägung	Auswertung	Punktwert
surface=paved / asphalt / chipseal / concrete / concrete:lanes / concrete:plates / paving_stones / sett / unhewn_cobblestone / cobblestone / metal / wood	Witterungsanfälligkeit verringert	10
surface=unpaved / compacted / fine_gravel / compacted / gravel / rock / pebblestone / ground / dirt / earth / grass	Witterungsanfälligkeit erhöht	0
kein Wert		NULL

3.2.7 Das Attribut width=* als Kriterium für die Breite der Radverkehrsfläche

Als Auswertungsgrundlage für die Breite der Radverkehrsfläche sollte das OSM-Attribut width=* ausgewertet werden (OSM-W 2022o). Da dieses jedoch zur Angabe der tatsächlichen Breite eines Objekts genutzt wird, welche häufig von der tatsächlich nutzbaren Breite abweicht, wurde ein weiteres OSM-Attribut in die Auswertung einbezogen, das konkret der Erfassung der nutzbaren Breite dient: maxwidth:physical=*, also die maximale physische Breite eines Straßen- oder Wegabschnitts (OSM-W 2022p). Für Objekte, bei denen sowohl width=* als auch maxwidth:physical=* angegeben ist, wurde stets der niedrigere Wert für die Auswertung angenommen. Dieser wird meistens durch die nutzbare Breite maxwidth:physical=* gegeben, nur in seltenen Fällen wird etwa für die Angabe von Trampelpfaden deren absolute Wegbreite mit width=* geringer angegeben als die maximal nutzbare Breite mit maxwidth:physical=*.

Während bei allen übrigen Kriterien OSM-Attribute, die als Nominal- oder Ordinaldaten vorliegen, auf eine Kardinalskala von -10 bis +10 übertragen wurden, liegen die Daten über die Objekt- und nutzbare Breite in Form einer metrischen Skala vor, der erst mit der Bildung von kontextualisierten Intervallen eine Punktwertung zugewiesen werden kann. Für die Festlegung solcher Intervalle wurden verschiedene Ansätze getestet und schließlich die von der ERA 2010 festgelegten Mindest- und Regelbreiten für Radverkehrsanlagen zur Auswertung der Breite der Verkehrsfläche herangezogen (FGSV 2010, 16).

Tabelle 13: Anforderungen an die Breite von Radverkehrsanlagen nach der ERA 2010. Quelle: Eigener Entwurf ohne Abänderungen von der Tabelle in FSGV 2010, 16.

Anlagentyp	Breite der Radverkehrsanlage (jeweils einschließlich Markierung)	
Schutzstreifen	Regelmaß	1,50 m
	Mindestmaß	1,25 m
Radfahrstreifen	Regelmaß (einschließlich Markierung)	1,85 m
Einrichtungsrادweg	Regelmaß (bei geringer Radverkehrsstärke)	2,50 m (1,60m)
beidseitiger Zwei- richtungsrادweg	Regelmaß (bei geringer Radverkehrsstärke)	2,50 m (2,00 m)
einseitiger Zwei- richtungsrادweg	Regelmaß (bei geringer Radverkehrsstärke)	3,00 m (2,50 m)
gemeinsamer Geh- und Radweg (innerorts)	abhängig von Fußgänger- und Radverkehrsstärke	≥ 2,50 m
gemeinsamer Geh- und Radweg (außerorts)	Regelmaß	2,50 m

Da die ERA 2010 Anforderungen an die Breite nur für dezidierte Radverkehrsinfrastruktur festlegt, wurde zunächst eine Auswertung erstellt, die anhand der OSM-Attribute `bicycle=*`, `foot=*`, `oneway=*` und `segregated=*` zwischen den verschiedenen, in der ERA aufgeführten und in Tabelle 13 ersichtlichen Typen von Radverkehrsanlagen unterscheiden kann, um diese dann in einem zweiten Schritt auf die Erfüllung der jeweiligen Mindest- oder Regelmaße zu prüfen. Da die Attribute `width=*` bzw. `maxwidth:physical=*` im Untersuchungsraum nicht für die Gesamtheit der vorhandenen Radverkehrsanlagen erfasst sind, wurde bei der Auswertung dieses Kriteriums auch im Hinblick auf die Übertragung der Methodik auf weniger gut in der OSM erfasste Gebiete der Grundsatz „in dubio pro reo“ angewendet. Es wird demzufolge grundsätzlich von der ERA-konformen Anlage einer Radverkehrsanlage ausgegangen und somit allen Wegen ohne `width=*` oder `maxwidth:pyhsical=*` Attribuierung der Punktwert 0 zugeordnet, außer die in der OSM vorliegenden Daten beweisen Gegenteiliges: Bei Nichterfüllung der Mindestbreite werden -10 Punkte vergeben, bei Nichterfüllung der Regelbreite -5 Punkte. Ist die Breite über das Regelmaß hinaus erfüllt und dieser Umstand in der OSM erfasst, wurde eine Punktwertung von +1 festgelegt. Diese dient weniger einem Einfluss auf die Gesamtwertung als vielmehr der Möglichkeit zur Differenzierung von Wegen, deren Erfüllung des Regelmaßes bloß aufgrund mangelnder Daten angenommen werden muss und solchen, deren Regelmaß-Erfüllung sich anhand der in der OSM vorliegenden Daten tatsächlich bestätigen lässt. Auf eine weitere Vergabe positiver Werte wurde verzichtet, so dass das Kriterium in die Gesamtwertung vorrangig als Herabstufung all jener Wege einfließt, deren Breite nach der ERA 2010 nicht hinreichend für den Radverkehr ausgelegt ist.

Tabelle 14: Punktvorgabe für das Kriterium der Breite der Verkehrsfläche. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von OSM-W 2022e; FGSV 2010, 16.

Attributausprägung	Auswertung	Punktwert
bicycle=designated segregated=yes / foot=no oneway=yes maxwidth:physical / width < 1,6m	Einrichtungsrادweg ≥2,0m	1
bicycle=designated segregated=yes / foot=no oneway=yes maxwidth:physical / width < 2,0m	Einrichtungsrادweg <2,0m	-5
bicycle=designated segregated=yes / foot=no oneway=yes maxwidth:physical / width < 1,6m	Einrichtungsrادweg <1,6m	-10
bicycle=designated segregated=yes / foot=no (oneway=no) maxwidth:physical / width ≥2,5m	Zweirichtungsrادweg ≥2,5m	1
bicycle=designated segregated=yes / foot=no (oneway=no) maxwidth:physical / width < 2,5m	Zweirichtungsrادweg <2,5m	-5
bicycle=designated segregated=yes / foot=no (oneway=no) maxwidth:physical / width < 2,0m	Zweirichtungsrادweg <2,0m	-10
bicycle=designated foot=designated segregated=no maxwidth:physical / width ≥ 2.5	Gemeinsamer Geh- und Radweg ≥2,5m	1
bicycle=designated foot=designated segregated=no maxwidth:physical / width < 2.5	Gemeinsamer Geh- und Radweg <2,5m	-10
bicycle=yes foot=designated (oneway=no) maxwidth:physical / width ≥ 3	Gehweg, Radverkehr beide Richtungen frei ≥3,0m	1
bicycle=yes foot=designated (oneway=no) maxwidth:physical / width < 3	Gehweg, Radverkehr beide Richtungen frei <3,0m	-10
bicycle=yes foot=designated oneway=yes maxwidth:physical / width ≥ 3	Gehweg, Radverkehr eine Richtung frei ≥2,5m	1
bicycle=yes foot=designated oneway=yes maxwidth:physical / width < 3	Gehweg, Radverkehr eine Richtung frei <2,5m	-10
übrige Wege ohne Breitenangabe	übrige Wege / keine Breitenangabe	0

3.3 Gewichtung der Kriterien

Nachdem im ersten Schritt der Umsetzung einer radverkehrsbezogenen MCA auf der Grundlage von OSM-Daten die Kriterien und deren Punktwertungen festgelegt wurden, erfolgt im zweiten Schritt die Herausarbeitung der Kriterien-Gewichtung. In diesem Fall soll die Relevanz jedes Kriteriums für den Radverkehr festgestellt und auf eine Faktorisierung der Punktwerte des jeweiligen Kriteriums übertragen werden. Zur Feststellung der Relevanz der einzelnen Kriterien wurde auf die in Kapitel 2.3 dargestellten CROW-Kategorien (s. Tabelle 5) zurückgegriffen und anhand der dort bereits festgestellten Abdeckung der Kategorien durch spezifische OSM-Attribute eine Relevanz-Matrix der Kriterien erstellt (s. Tabelle 15). Da anhand jener OSM-Attribute, wie im vorangegangenen Kapitel dargelegt, die Ausarbeitung der Kriterien der MCA erfolgt war, konnten die in Kapitel 2.3 festgestellten Auswertungsmöglichkeiten der 5 CROW-Kategorien durch OSM-Attribute direkt auf die MCA-Kriterien übertragen werden.

Tabelle 15: Gewichtungsmatrix der MCA-Kriterien. Quelle: eigener Entwurf.

		KRITERIUM DER MCA						
		Attraktivität für den Radverkehr	Trennung vom Kfz-Verkehr	Beleuchtung	Trennung vom Fußverkehr	Nutzbarkeit u. Rollwiderstand	Witterungsanfälligkeit	Breite der Radverkehrsfläche
ALS INDIKATOR FÜR CROW-KATEGORIE	Sicherheit	X	X	X	X	X		X
	Attraktivität	X		X		X		
	Direktheit	X	X					
	Kohärenz		X					
	Komfort	X				X	X	X
		class:bicycle	highway	lit	segregated	smoothness	surface	width
		AUSGEWERTET MIT OSM – SCHLÜSSEL						
		4	3	2	1	3	1	2
		GEWICHTET MIT FAKTOR						

Die MCA soll anhand der ausgearbeiteten Kriterien bestmöglich die Kategorien der CROW-Guidelines erfassen und wiedergeben. Indem für jede der fünf CROW-Kategorien all jene MCA-Kriterien zusammengerechnet werden, welche in der jeweiligen Kategorie Relevanz haben, wird die Gewichtung der MCA festgelegt. Die Faktorisierung der Kriterien ergibt sich also aus der Analyse aller 5 CROW-Kategorien im Rahmen der jeweils für sie relevanten MCA-Kriterien:

MCA = Sicherheit + Attraktivität + Direktheit + Kohärenz + Komfort

MCA = (class:bicycle + highway + lit + segregated + smoothness + width) + (class:bicycle + lit + smoothness) + (class:bicycle + highway) + (highway) + (class:bicycle + smoothness + surface + width)

MCA = (class:bicycle × 4) + (highway × 3) + (lit × 2) + (segregated × 1) + (smoothness × 3) + (surface × 1) + (width × 2)

3.4 Praktische Durchführung der Multi Criteria Analysis in QGIS

Die Berechnungen der MCA wurde mit dem Programm QGIS, einem Open-Source geographischen Informationssystem (Open Source GIS), das unter der GNU General-Public-License steht, durchgeführt (QGIS 2022). Der Datensatz aller highway-Linienelemente im Landkreis Lüneburg wurde mit einer Abfrage über das Web-Tool overpass-turbo.eu bezogen. Wie bereits mehrfach ausgeführt, liegen die OSM-Daten unter der Open Data Commons Open Database (ODbL)-Lizenz vor, sind also frei verfü- und benutzbar, sofern die OpenStreetMap und ihre Mitwirkenden als Quelle angegeben werden (OSM o.J.; für den Link zur Rohdatenabfrage mit Overpass-Turbo s. RAIFER, M./OSM-MW 2022). Der Datenexport aus dem Web-Tool wurde in einer GPX-Datei durchgeführt, die sich dann als Vektor-Layer in QGIS importieren lässt. In QGIS wird der Attributtabelle dieses Layers dann ein virtuelles Feld „id_integer“ des Datentyps integer und der Länge 20 hinzugefügt, indem mit dem Feldrechner folgende Regex-Funktion ausgeführt wird: `regexp_replace("link1_href",'(http://osm.org/browse/way/);')`

So wird aus den im GPX-Export vermerkten Web-Links aller OSM-Objekte deren Identifikationsnummer ausgelesen und im virtuellen Feld gespeichert. Mit der QGIS-Funktion „In Tabellenkalkulation exportieren“ werden dann nur das Feld „desc“ mit der Auflistung aller Attribute der Objekte sowie das neu erstellte Feld „id_integer“ in eine Tabelle mit dem Datenformat XLSX übertragen. Diese wird mit dem QGIS-Browser als Layer dem Projekt hinzugefügt, um im Folgenden alle Berechnungen der MCA in dieser XLSX-Tabelle vorzunehmen. Dieser Layer lässt sich nur als Attributtabelle öffnen, da die Tabelle keine Informationen mehr über die Georeferenzierung der Objekte enthält, welche erst nach Abschluss der MCA-Berechnungen über die IDs der Objekte wieder hinzugefügt wird. Dieses Vorgehen dient einerseits der Geschwindigkeit: nach den Erfahrungen des Autors sind Feldkalkulationen in diesem Format schneller als solche, die in georeferenzierten Datenformaten durchgeführt werden. Andererseits ermöglicht es Zugriff und Bearbeitung der Tabelle auch außerhalb des QGIS-Programms, etwa mit dem Programm Excel, was sich insbesondere bei großen Datensätzen für das Löschen von Spalten empfiehlt (dies führte bei Versuchen des Autors innerhalb von QGIS häufig zu Verschiebungen von Tabellenspalten und -daten oder sogar Abstürzen des Programms).

Für die Berechnung der Punktwerte der einzelnen MCA-Kriterien wurde auf den Feldrechner in QGIS zurückgegriffen und für die Ergebnisse jedes Kriteriums stets eine neue Spalte angelegt. Eine Hürde lag dabei in einer spezifischen Attribuierung von highway-Linienelementen in der OSM: So werden Bürgersteige und neben der Straße verlaufende Radwege häufig nicht als eigene Linienelemente in der OSM erfasst – deren Auswertung mit denselben Abfragen wie die der Straßen-Linie daneben möglich wäre – sondern mit den Präfixen `sidewalk:` und `cycleway:` als Teil der Attribuierung des Linienelements der Straße (OSM-W 2022q; OSM-W 2022r). Diese Wege weisen häufig andere Eigenschaften auf als die Straßen, an denen sie verlaufen, weshalb ihre Auswertung getrennt von jener der Hauptlinien erfolgen soll. Da sie jedoch nicht als getrennte Objekte im Datensatz vorliegen, wurde die Berechnung der Punktwerte je Kriterium um zwei Spalten für den rechten und den linken Bürgersteig sowie um zwei Spalten für den rechten und den linken Fahrradweg ergänzt.

Die Berechnung der Punktwerte dieser vier Nebenlinien unterschied sich für einige Kriterien von jener der Hauptlinie. So wurde etwa für das Kriterium der Trennung vom motorisierten Verkehr bei den sidewalk-Linien, sofern diese vorhanden waren, der maximale Punktwert +10 festgelegt, da auf Bürgersteigen grundsätzlich von einer Trennung vom motorisierten Verkehr ausgegangen werden kann. Auf eine detaillierte Darstellung dieser Unterschiede wird an dieser Stelle verzichtet, es sei jedoch angemerkt, dass sie keinen Einfluss auf die Berechnung der Punktwerte oder deren Abstufungen haben. Eine vollständige Auflistung aller einzelnen Abfragen, mit denen die Berechnungen der Kriterien im Feldrechner durchgeführt wurden, findet sich im Anhang 5 und 5, dort sind auch die Unterschiede zwischen Haupt- und Nebenlinien im Detail ersichtlich.

Nachdem die Punktwerte der einzelnen Kriterien sowohl für Haupt- als auch für Nebenlinien berechnet worden sind, wurden diese mit dem jeweils für sie in Kapitel 3.3 festgelegten Faktor multipliziert. Abschließend wurde aus den gewichteten Kriterien-Punktwerten eine Gesamtsumme gebildet, die damit eine multikriterielle Bewertung der untersuchten Objekte hinsichtlich ihrer Attraktivität für den Radverkehr darstellt – das Endergebnis der in dieser Arbeit versuchten Datenanalyse. Genau wie bei den Kriterien zuvor, wurde auch in der Berechnung der kombinierten Ergebnisse zwischen der Hauptlinie und den vier Nebenlinien unterschieden, für die jeweils ein eigenes MCA-Ergebnis berechnet wurde.

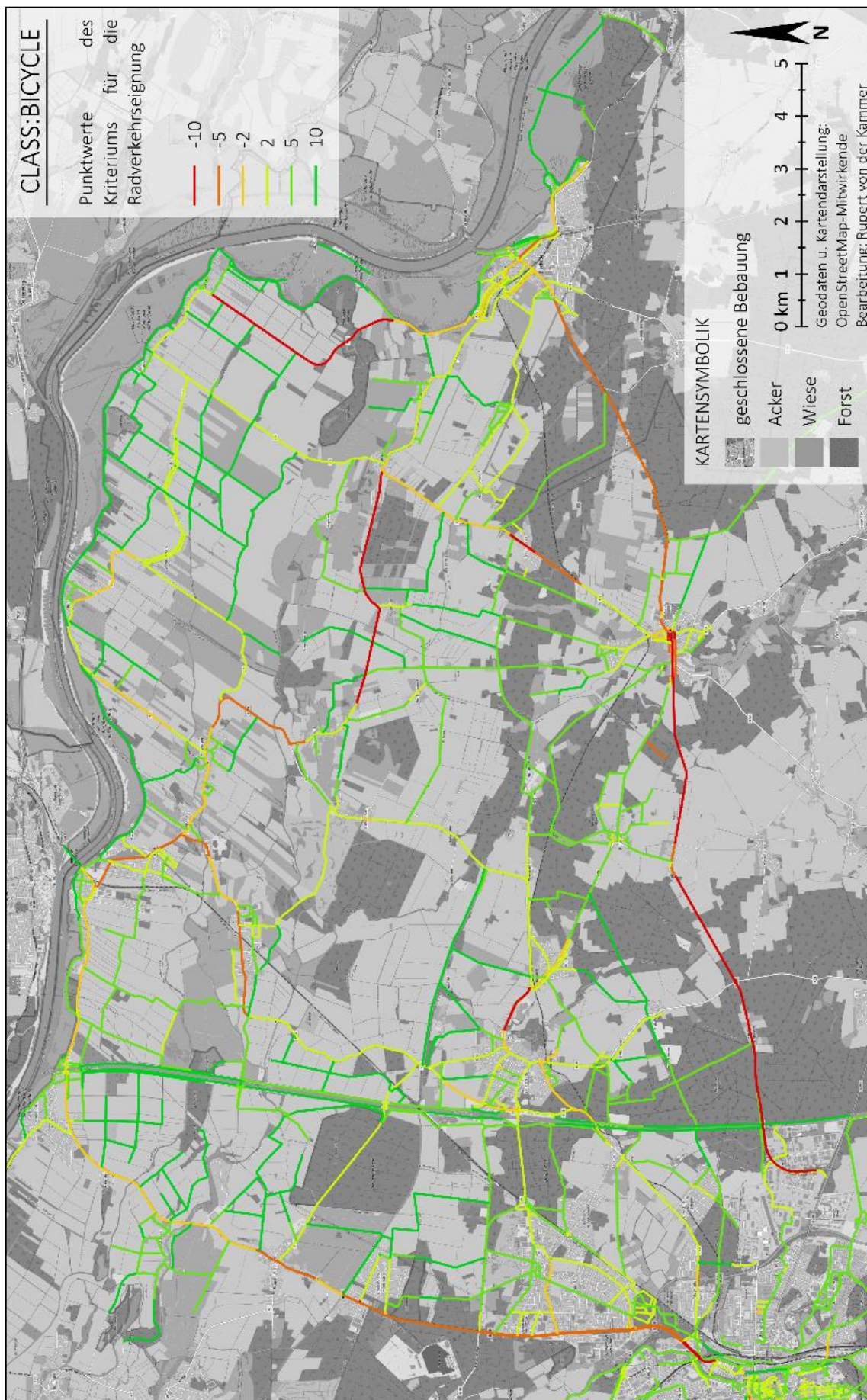
4 Kartographische Darstellung der Ergebnisse in QGIS

Die Visualisierung der Ergebnisse der MCA erfolgte ebenfalls in QGIS, indem die XSLX-Tabelle zunächst über die IDs der OSM-Objekte wieder mit dem ursprünglichen, als GPX-Datei vorliegenden georeferenzierten Datensatz derselben OSM-Objekte verbunden wurde. Dafür wurde die QGIS-Funktion „Attribute nach Feldwert verknüpfen“ verwendet, die eine neue GPX-Datei ausgibt, deren Attributtabelle nun die gesamten Inhalte der XSLX-Tabelle enthält. Mit dieser Ergebnis-Datei als Datengrundlage wurden die Ergebnisse kartographisch dargestellt.

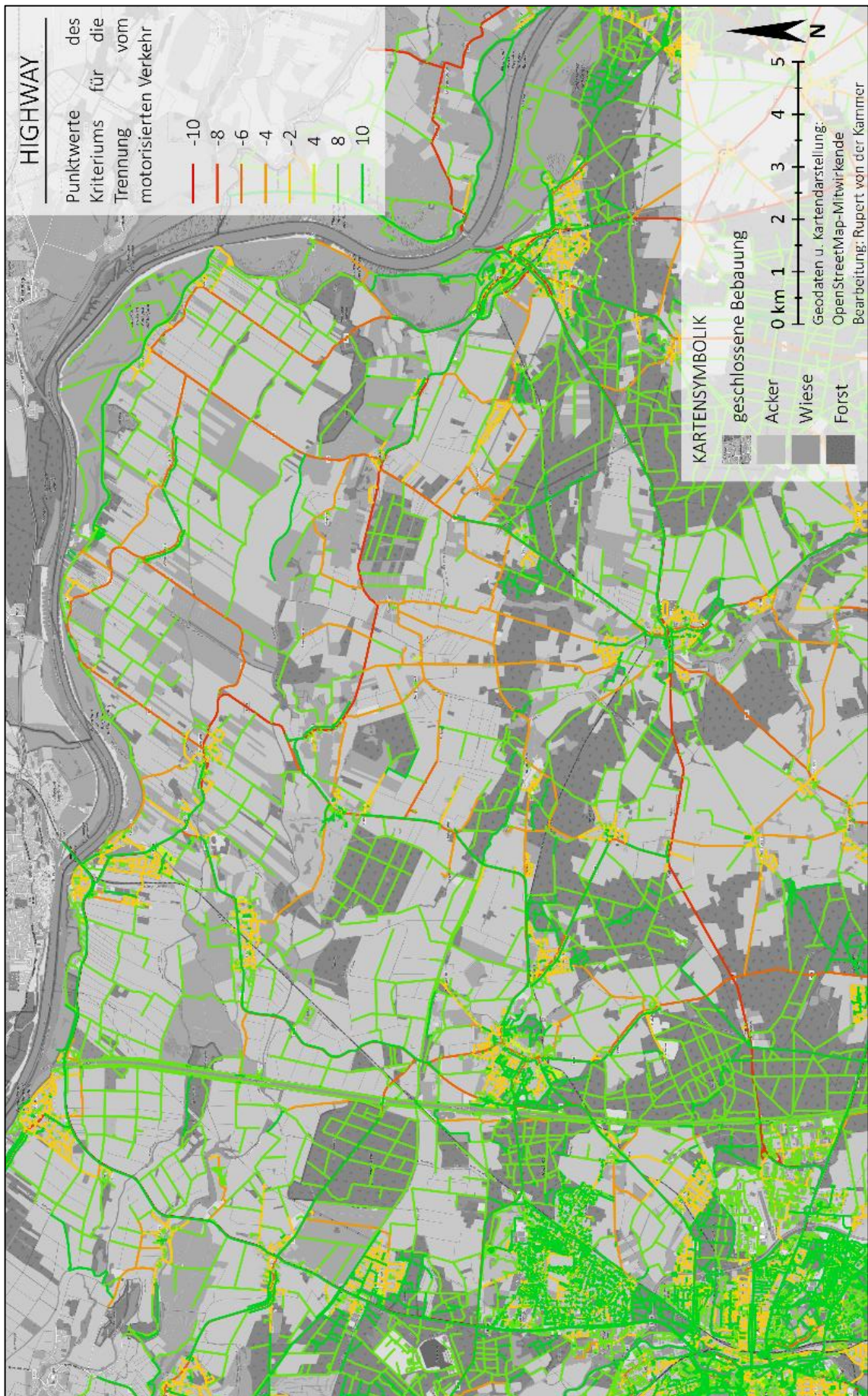
Zunächst wurde für jedes der sieben MCA-Kriterien eine Kartenansicht erstellt, um diese einzeln auf Fehler in der Datenauswertung überprüfen zu können (s. Karte 2 bis Karte 8, beschrieben in Kapitel 5.1). Die Endergebnisse der MCA – also die gewichteten und addierten Punktwerte aller Kriterien – wurden anhand mehrerer Kartenansichten in unterschiedlichen Maßstäben und Ausschnitten visualisiert (s. Karte 9 und 10, beschrieben in Kapitel 5.2). Für die Darstellung der MCA-Punktwerte wurde auf eine Intervallsetzung nach dem Jenks-Caspall-Algorithmus (JENKS/CASPALL 1971) zurückgegriffen, welche als Funktion in QGIS integriert ist und darauf abzielt, minimale Unterschiede innerhalb der Abstufungen und maximale Unterschiede zwischen den Abstufungen herzustellen. Anhand des Algorithmus wurden elf Intervalle festgelegt, die mit einem Farbverlauf von Rot für die niedrigsten Punktwerte über Gelb für das mittlere Intervall bis zu Grün für die höchsten Punktwerte visualisiert wurden. Es wurde bei der Erstellung der meisten Ergebnis-Karten gezielt auf zusätzliche Karteninhalte wie etwa Ortsnamen verzichtet. Diese sind Karte 11 zu entnehmen und entsprechend auf alle gleich ausgeschnittenen Ergebniskarten zu übertragen.



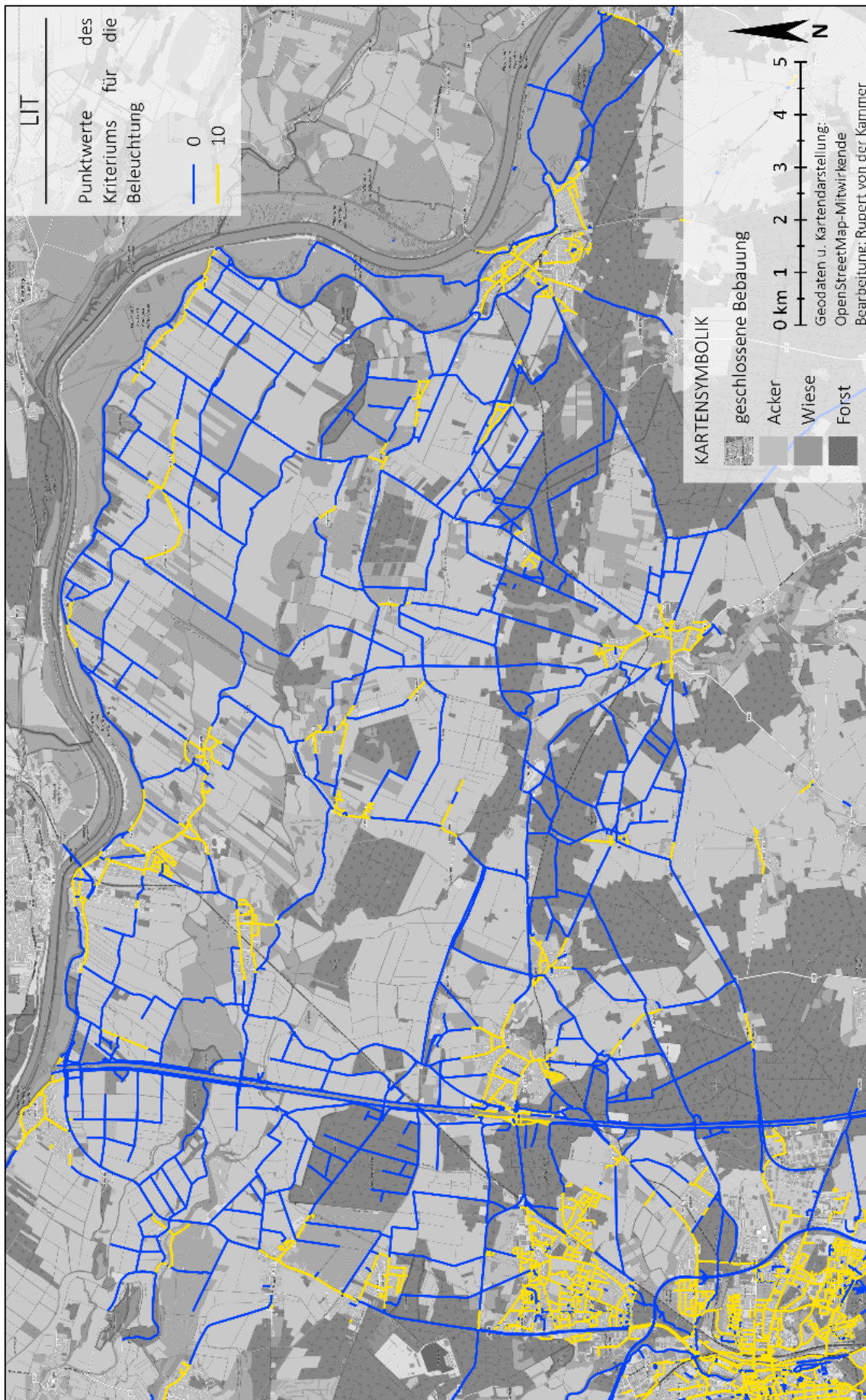
Karte 2: Einzelergebnisse des Kriteriums der Breite der Radverkehrsfläche, erfasst mit den OSM-Attributen `width=*` und `maxwidth:physical=*`. Quelle: s. Karte.



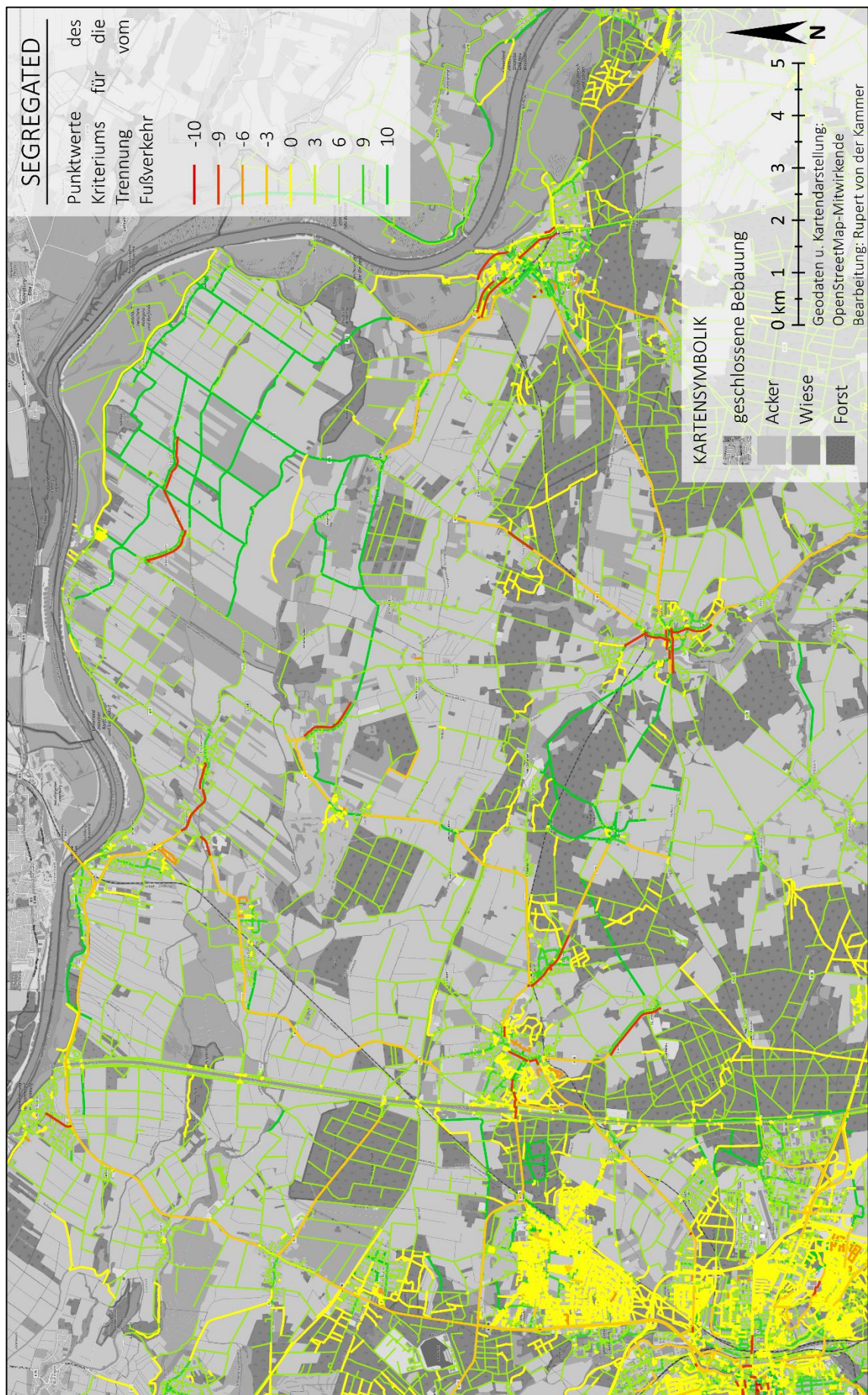
Karte 3: Einzelergebnisse des Kriteriums der Attraktivität für den Radverkehr, erfasst mit dem OSM-Attribut `class:bicycle=*`. Quelle: s. Karte.



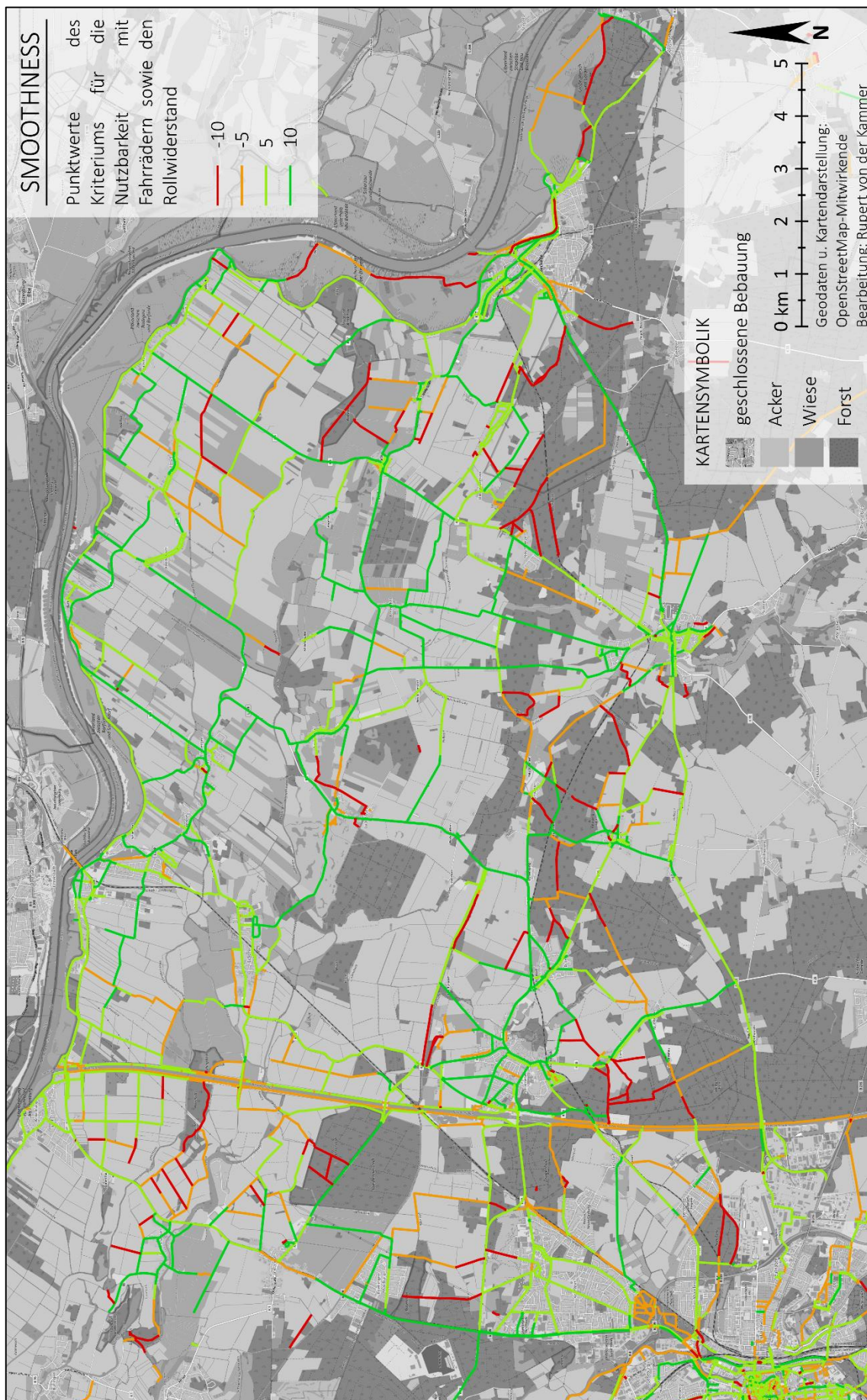
Karte 4: Einzelergebnisse des Kriteriums der Trennung von Rad- und Kfz-Verkehr, erfasst mit dem OSM-Attribut highway=*. Quelle: s. Karte.



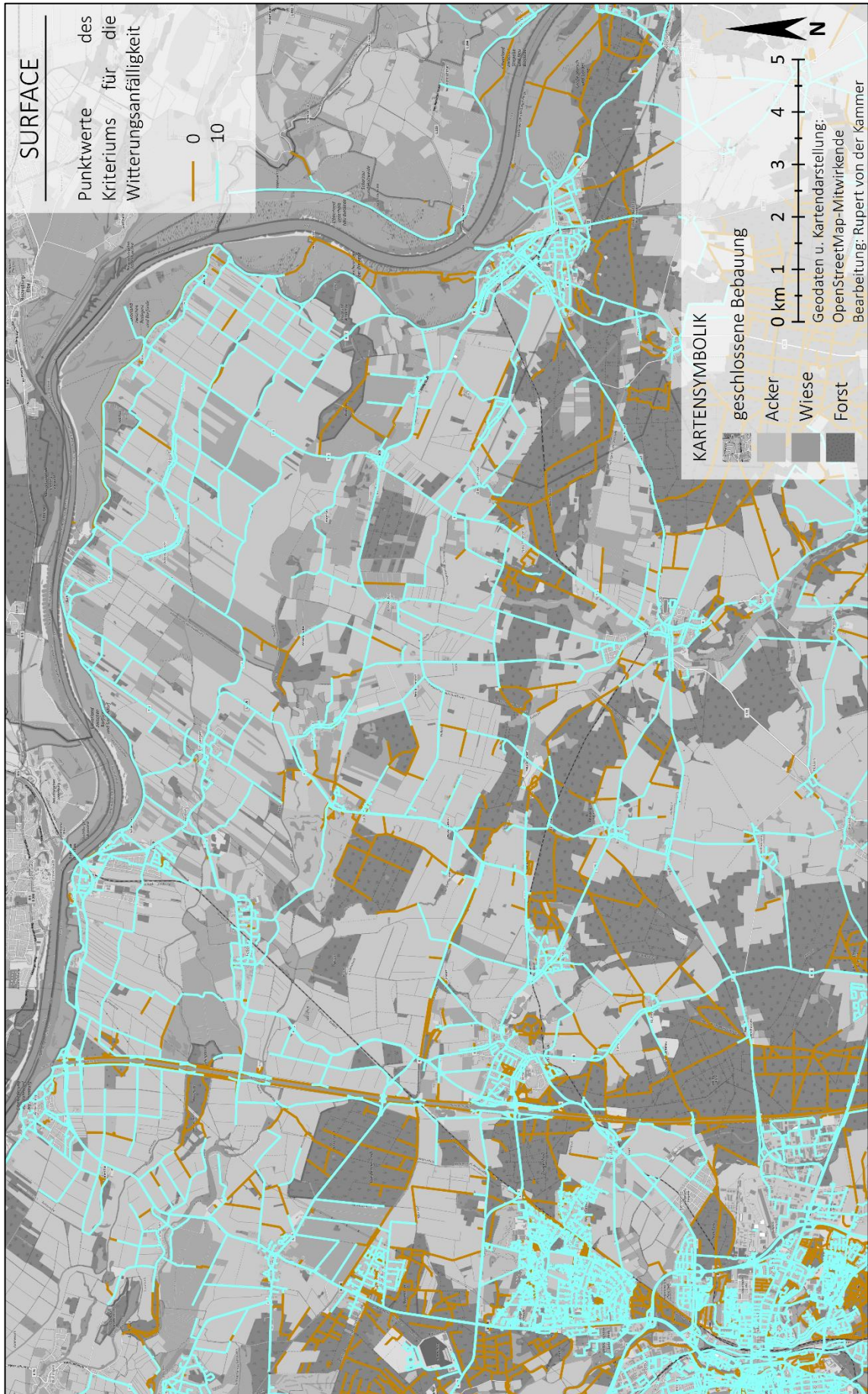
Karte 5: Einzelergebnisse des Kriteriums der Beleuchtung, erfasst mit dem OSM-Attribut lit=*. Quelle: s. Karte.



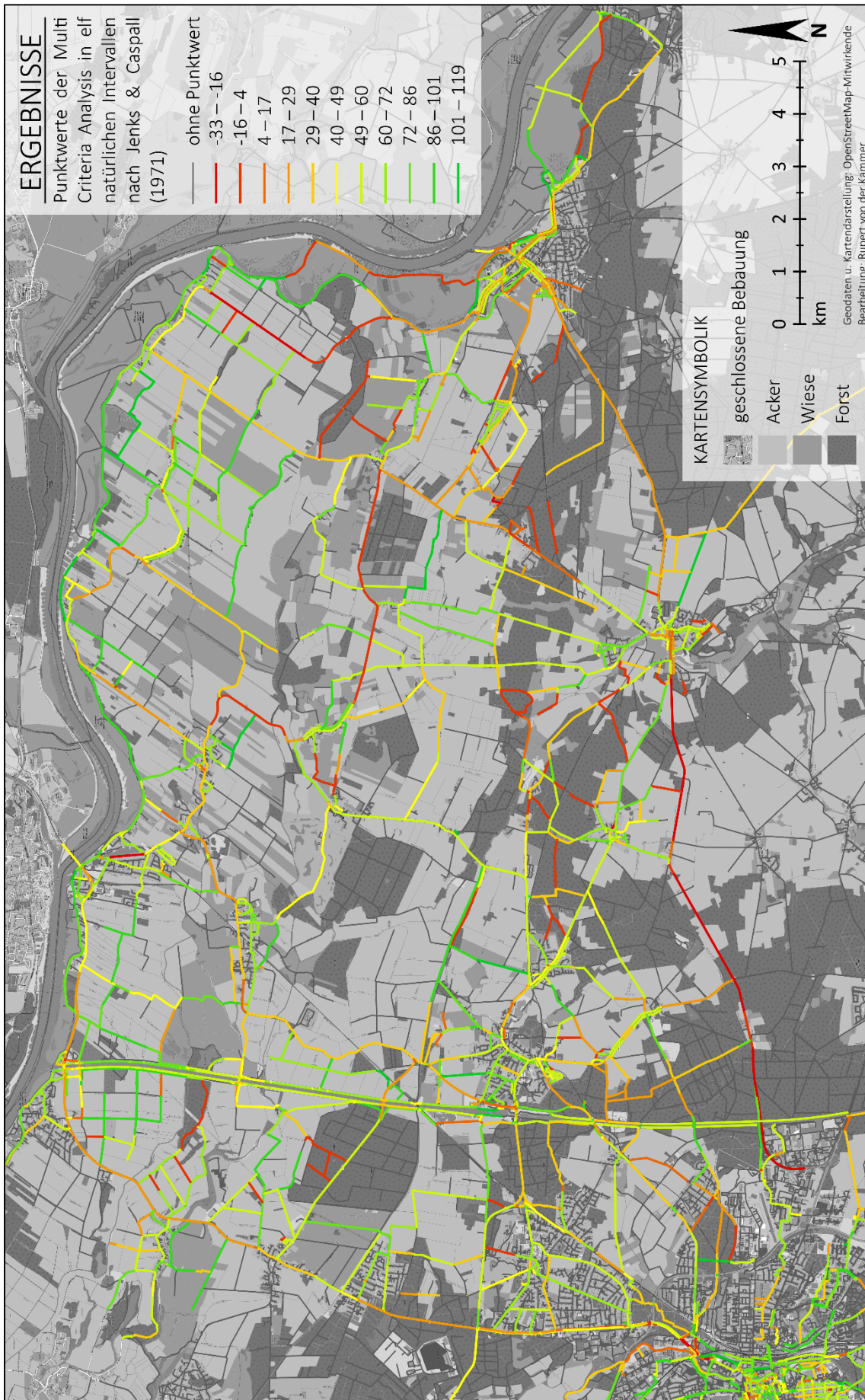
Karte 6: Einzelergebnisse des Kriteriums der Trennung von Rad- und Fußverkehr, erfasst mit dem OSM-Attribut segregated=*. Quelle: s. Karte.



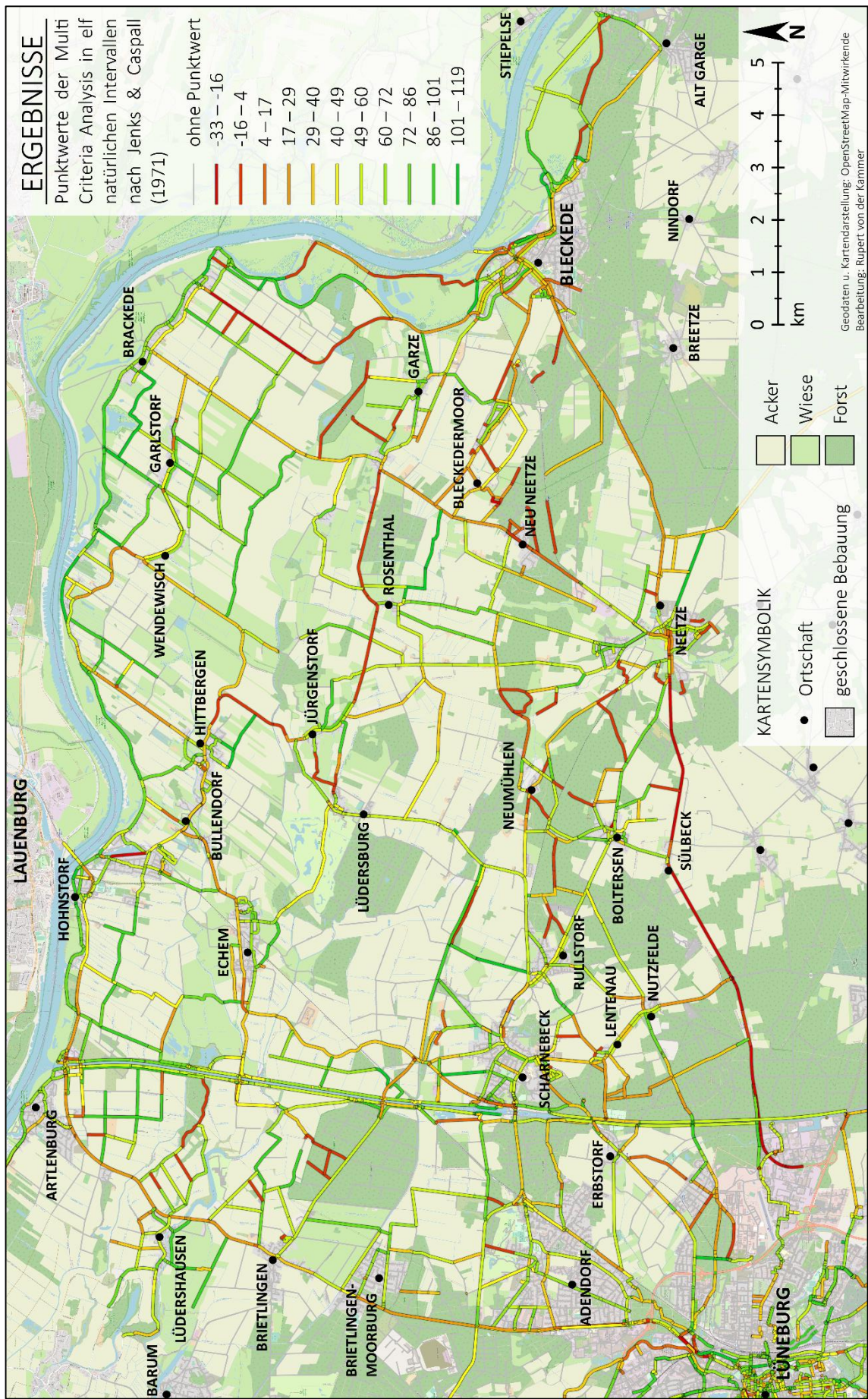
Karte 7: Einzelergebnisse des Kriteriums der Nutzbarkeit mit Fahrrädern sowie des Rollwiderstands, erfasst mit dem OSM-Attribut lit=*. Quelle: s. Karte.



Karte 8: Einzelergebnisse des Kriteriums der Witterungsanfälligkeit, erfasst mit den OSM-Attributen `width=*` und `maxwidth:physical=*`. Quelle: s. Karte.



Karte 9: Ergebnisse der MCA auf grauer Hintergrundkarte, ohne Ortsnamen. Quelle: s. Karte.



Karte 10: Ergebnisse der MCA auf farbiger Hintergrundkarte, mit Ortsnamen. Quelle: s. Karte.

5 Auswertung der Ergebnisse der Multi Criteria Analysis

5.1 Nach Kriterien differenzierte Betrachtung der Ergebnisse und Ableitung von Aussagen über den Untersuchungsraum

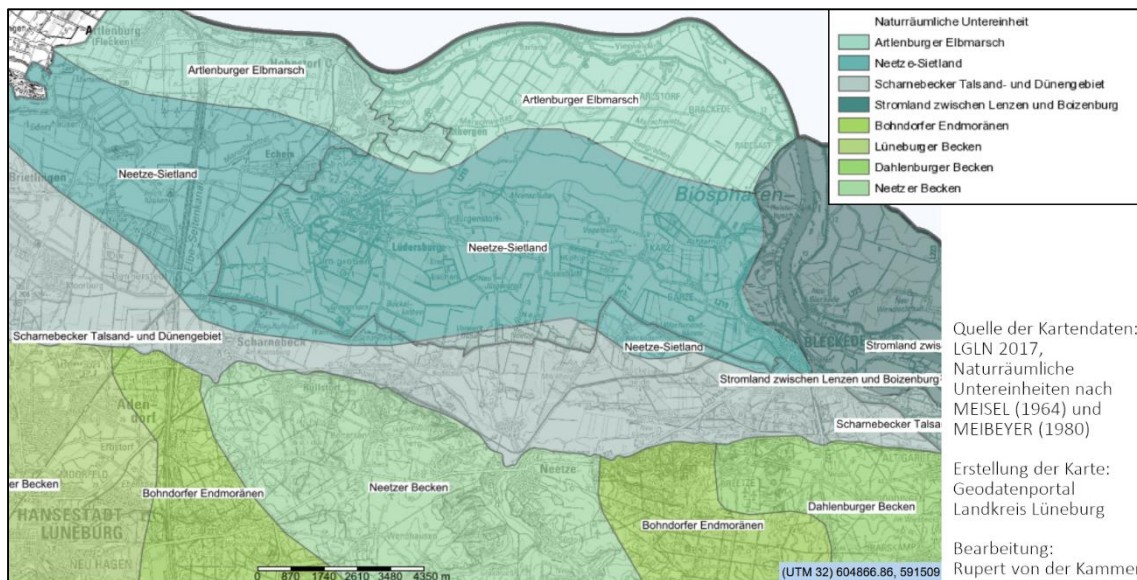
Nach der praktischen Durchführung der MCA, wie sie in Kapitel 3 beschrieben wurde, soll in diesem Kapitel zunächst eine differenzierte Auswertung der Ergebnisse erfolgen. Das heißt, die Ergebnisse der einzelnen MCA-Kriterien, die in den Karten 2 bis 8 dargestellt werden (s. Kapitel 4), werden hinsichtlich ihrer Ausprägungen untersucht. Diese Maßnahme erfolgte mehrmals während der praktischen Durchführung der Methode, um diese auf die fehlerfreie Analyse aller Kriterien zu überprüfen. So konnte in mehr als 15 Analyse-Durchgängen der schlussendlich für die MCA genutzte und alle Kriterien wie gewünscht erfassende Abfrage-Code herausgearbeitet werden. Im Folgenden soll jedoch nicht auf die Qualitätssicherung während der Ausarbeitung der Methode (s. dazu Kapitel 6.1), sondern auf die daraus bereits in der Anfangsphase abgeleiteten Schlussfolgerungen bezüglich der Verkehrsinfrastruktur im Untersuchungsgebiet eingegangen werden.

Bei einer Betrachtung der Karten fällt zunächst auf, dass jeweils einige der Kriterien eine ähnliche Verteilung von Punktwert-Unterschieden aufweisen: So ist etwa das Kriterium der Beleuchtung (`lit=*`, s. Karte 5) in seinen positiven Wertausprägungen genauso auf Siedlungsräume im Untersuchungsgebiet verteilt, wie das Kriterium der Trennung vom Fußverkehr (`segregated=*`, s. Karte 6) in seinen negativen Wertausprägungen, die auf gemeinsam mit dem Fußverkehr genutzte Infrastruktur hinweisen.

Eine dazu verschiedene, jedoch zueinander auch in ihren positiven und negativen Ausprägungen ähnliche Punktwertbereich-Verteilung weisen die Kriterien der Trennung vom Kfz-Verkehr (`highway=*`, s. Karte 4) und der Attraktivität für den Radverkehr (`class:bicycle=*`; s. Karte 3) auf: So zeigen etwa die meisten, für den regulären Kfz-Verkehr gesperrten Wirtschaftswege in beiden Kriterien hohe Punktwertungen, während die meisten größeren Straßen negative Punktwertungen verzeichnen. Der einzige deutliche Unterschied ist hier an getrennt von der Fahrbahn geführten Rad- und Fußwegen zu erkennen, die aufgrund der direkten, linienbezogenen und damit gegenüber ihrer Umwelt „blinden“ Auswertungsmethode Höchstwerte bei der Trennung vom Kfz-Verkehr verzeichnen, während das Kriterium der Attraktivität für den Radverkehr mit dem Attribut `class:bicycle=*` vermag, den Einfluss der Radverkehrsführung in direkter Nähe einer vielbefahrenen Straße zumindest indirekt wiederzugeben. Beispielhaft seien hier die Wege entlang der B209 zwischen Lüneburg und Hohnstorf, entlang der L221 zwischen Neetze und Bleckede, entlang der K53 zwischen Scharnebeck und Echem sowie entlang der K2 zwischen Scharnebeck und Jürgenstorf genannt. Auch fällt in der Mitte des Untersuchungsraums, nördlich von Neetze, eine hohe Attraktivität der Straßen auf, die nach dem Kriterium der Trennung vom Kfz-Verkehr jedoch eine negative Punktwertung verzeichnen, was sich als eine zwar theoretisch anhand ihrer Eigenschaften mögliche, in der Realität jedoch gering ausfallende Kfz-Verkehrsbelastung dieser Straßen interpretieren lässt.

Alle vier der bereits aufgegriffenen Kriterien geben in ihren Punktwert-Verteilungen deutliche Hinweise auf Siedlungsstrukturen und die Verkehrsverbindungen zwischen diesen. Die Kriterien der Nutzungsmöglichkeiten eines Weges (smoothness=*, s. Karte 7) und der Witterungsanfälligkeit (surface=*, s. Karte 8) hingegen lassen eine gänzlich andere Interpretation zu: So häufen sich letztere zwar dem Anschein nach in ihren positiven Ausprägungen ebenfalls in Siedlungsstrukturen, weisen jedoch bei genauerer Betrachtung der Wertverteilungen genauso außerhalb von Ortschaften und abseits vielbefahrener Straßen eine große Zahl positiv bewerteter Wegabschnitte auf. Nur anhand ihrer Punktwerte kann folglich kein Rückschluss auf die Siedlungsstruktur oder die Verkehrsbedeutung eines Wegabschnitts getroffen werden. Deutlich hingegen lässt sich ein Nord-Süd-Gefälle der Punktwertverteilungen beider Kriterien ausmachen. Während die Wege im nördlichen Drittel des Untersuchungsraums durchweg hohe Bewertungen der Nutzbarkeit aufweisen und nahezu allesamt befestigt sind, lässt sich für das untere Drittel des Untersuchungsraums das Gegenteil feststellen: Viele Wege, insbesondere solche abseits von Hauptverkehrsstraßen, sind nicht befestigt und weisen einen Untergrund mit schlechter Nutzbarkeit und hohem Rollwiderstand auf.

Bei der Betrachtung der Hintergrundkarte und ihrer Legende fällt für beide Kriterien auf, dass dieses Nord-Süd-Gefälle scheinbar durch die Flächennutzung bedingt ist: Während im nördlichen Drittel ausschließlich Wiesen und Felder zwischen den Ortschaften liegen, lassen sich im unteren Drittel hauptsächlich Wälder ausmachen. Das mittlere Drittel stellt sowohl in seinen Punktwerten als auch in seiner Flächennutzung einen Übergang zwischen dem nördlichen und südlichen Extrem dar. Betrachtet man nun die Flächennutzung selbst auch bloß als eine Anpassung des Menschen an die gegebene Umwelt und sucht in dieser nach einem Grund für das Nord-Süd-Gefälle, stößt man schnell auf die geomorphologische und damit auch naturräumliche Gliederung des Untersuchungsraums. Dargestellt auf Karte 15, kann diese Recherche, die zunächst einzig anhand der Infrastrukturdaten aufgestellte Hypothese einer Dreiteilung des Untersuchungsraumes bestätigen: Das nördliche Drittel wird geprägt von der Elbmarsch, deren weiche und nasse Böden eine Befestigung der meisten Wege auch abseits von Straßen notwendig gemacht haben könnten. Das mittlere Drittel verläuft im Neetze-Sietland, einer Flusstal-Niederung, durch die sich eine Reihung von Ortschaften vom südöstlichen Bleckede über Garze, Karze, Rosenthal, Jürgenstorf, Lüdersburg, Echem bis ins nordwestliche Lüdershausen zieht. Demgegenüber weist das südlich daran anschließende Scharnebecker Talsand- und Dünengebiet nahezu keine größeren Siedlungsstrukturen auf, sondern zum Großteil „Kiefernwald[,] hauptsächlich auf [sandigen,] trockenen Dünenbereichen“ (MEIBEYER 1980 nach LK-LG o.J.). Anhand dieser Beschreibung lässt sich erschließen, wieso in diesem südlichen Drittel des Untersuchungsraums die Flächennutzung hauptsächlich durch Forstwirtschaft geprägt und folglich die Wegequalität abseits der Hauptverkehrsstraßen mangelhaft ist. Im äußersten Süden des Untersuchungsraums schließt sich das Neetzer Becken an, das westlich und östlich von den Ausläufern der Bohndorfer Endmoränen eingerahmt wird. Auch für die Bohndorfer Endmoränen wird von MEIBEYER beschrieben, wie deren natürliche Vegetation in Form eines Eichen- und Buchenmischwalds durch Kiefernforste ersetzt wurde (1980 nach LK-LG o.J.).



Karte 11: Kartographische Darstellung der naturräumlichen Untereinheiten im Untersuchungsraum. Quelle: s. Karte.

In Anbetracht der sechs bis hierhin beschriebenen Einzelergebnisse, welche aus den OSM-Attributen `class:bicycle=*`, `highway=*`, `lit=*`, `segregated=*`, `smoothness=*` und `surface=*` ausgelesen wurden, lassen sich einige Schlussfolgerungen für das Untersuchungsgebiet ziehen:

- Im südlichen Drittel stellt nicht die Dichte des Wegenetzes, sondern dessen häufig unzureichende Untergrundqualität die größte Einschränkung für den Radverkehr dar.
- Im nördlichen Drittel hingegen stellt nicht die Untergrundqualität, sondern der Kfz-Verkehr das größte Problem für eine attraktive Radverkehrsführung dar. Dies gilt insbesondere für Wege in SW-NO-Richtung, die sich zu großen Teilen nur über größere Straßen bewältigen lassen.
- Das mittlere Drittel weist keine solch deutlichen Punktwertverteilungen auf, sondern bildet vielmehr den Übergang zwischen dem nördlichen und dem südlichen Bereich. Der Kfz-Verkehr bleibt eine Einschränkung mit jedoch weniger starker Ausprägung (s. Karte 4, Bereich nördl. von Neetze) und die Untergrundqualität abseits der vielbefahrenen Straßen liegt bereits häufiger im negativen Bereich, jedoch ohne das Durchkommen mit dem Fahrrad so zu erschweren, wie es im südlichen Drittel auf vielen Wegen der Fall ist.

Zuletzt sei auf die Auswertung der Ergebnisse der Breite der Verkehrsfläche, welche nach den Richt- und Mindestvorgaben der ERA 2010 ausgewertet wurden, eingegangen (`width=*`, s. Karte 2). Anhand der Betrachtung der Karte kann die in Kapitel 2.5 aufgestellte Hypothese verworfen werden, dass für eine problemorientierte Arbeit vorrangig die Analyse von Punktelementen im Sinne von rechtlichen und physischen Barrieren vorzunehmen sei. So lässt sich erkennen, dass ein Großteil der Radverkehrsanlagen im Untersuchungsraum nicht die Mindestanforderungen der ERA 2010 erfüllt. Auffällig ist dabei, dass die wenigen Wege, welche breiter sind als das Regelmaß, sämtlich innerhalb von Ortslagen verlaufen, während ausnahmslos alle ortsverbindenden Wege nicht einmal das Mindestmaß der Anforderungen an die Breite erfüllen.

5.2 Kombinierte Betrachtung der Ergebnisse und Ableitung von Vorschlägen für Radschönrouten im Untersuchungsraum

Nach der im vorangegangenen Kapitel erfolgten differenzierten Betrachtung der einzelnen Kriterien wird im Folgenden die Auswertung der kombinierten Ergebnisse, also die aus allen Kriterien und deren Gewichtung gebildete Bewertung von Verkehrsinfrastruktur im Untersuchungsraum vorgenommen. Ziel dieser Datenanalyse ist das Herausarbeiten von besonders für den Radverkehr geeigneten Routen auf Grundlage der Punktwert-Ergebnisse der MCA. Eine solche Ableitung von Routenvorschlägen ist jedoch nicht ohne ein grundsätzliches Verständnis des Untersuchungsraumes möglich. Nachdem die Topografie bereits im vorangegangenen Kapitel angesprochen wurde, wird sie in diesem Kapitel zusätzlich zu den Punktwerten der MCA in die Ausarbeitung der Routenvorschläge einfließen. Dafür wurde jeder Vorschlag in die Fahrrad-routing-Anwendung der Website brouter.de eingespeist, die es ermöglicht, ein Höhendiagramm des Routenverlaufs zu erstellen. Diese Höhendiagramme wurden dann in Bezug auf Höhenmeter und Streckenlänge in einen Maßstab zueinander gesetzt, um zusätzlich zu den normierten MCA-Punktwerten auch die topografische Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Routenvorschlägen zu gewährleisten.

Wichtigste Grundlage bei der Suche nach Routen war jedoch zunächst die Herausarbeitung der Quell- und Zielorte im Untersuchungsraum. Da mit einer solchen Untersuchung allein wohl eine ganze wissenschaftliche Arbeit hätte gefüllt werden können, beschränkt sich die hier unternommene Analyse auf die Auswahl der wichtigsten Ortschaften anhand ihrer Bevölkerungszahlen und ihrer Lage im Untersuchungsraum. Das Zentrum sowie weite Teile der Hansestadt Lüneburg liegen zwar außerhalb des Untersuchungsraumes, sie wurde aufgrund ihrer Funktion als Oberzentrum aber dennoch mit in die Analyse einbezogen. Auch lässt sie sich für die meisten Routenvorschläge zusammengefasst betrachten mit Adendorf, der größten Gemeinde, sowie Scharnebeck, der drittgrößten Gemeinde des Untersuchungsraumes (s. Tabelle 16). Die zweitbevölkerungsreichste Gemeinde ist Bleckede, das mit annähernd zehntausend Einwohner*innen im Osten des Untersuchungsraums liegt. Als weitere wichtige Ortschaften wurden Neetze im Süden des Untersuchungsraumes sowie Hohnstorf im Norden des Untersuchungsraumes festgelegt. Beide Gemeinden stellen mit jeweils über 2000 Einwohner*innen den viert- und fünftgrößten Siedlungsraum im Untersuchungsgebiet dar. Für die vier ausgewählten Räume Lüneburg (mit Adendorf u. Scharnebeck), Bleckede, Neetze und Hohnstorf sollen im Folgenden die jeweils zwischen ihnen möglichen Radverkehrs-Verbindungen herausgefunden, anhand der Ergebnisse der MCA sowie ihrer Topografie bewertet und einander gegenübergestellt werden. Eine symbolische Darstellung der Lage dieser vier Räume sowie der zwischen ihnen möglichen Direktverbindungen wurde auf Grundlage der Karte 10 des Erhebungsraumes ausgearbeitet (s. Abbildung 1). Die jeweils am besten geeignete Verbindung wird als Hauptroute in das abschließend herauszuarbeitende Gesamtroutennetz aufgenommen, welches zusätzlich zu den Hauptrouten durch weitere Quer- und Nebenrouten ergänzt werden soll, um dem Ziel eines gleichzeitig ortsverbindenden und netzdurchlässigen Radschönrouten-Systems im Untersuchungsraum möglichst nahe zu kommen.

Tabelle 16: Bevölkerungszahlen der Gemeinden im Untersuchungsraum. Quelle: LSN 2021.

Gemeinden im Untersuchungsraum	Bevölkerungszahl zum 31.12.2021
Lüneburg (außerhalb des Untersuchungsraums gelegenes Oberzentrum)	75599
Adendorf	10903
Bleckede	9613
Scharnebeck	3461
Neetze	2710
Hohnstorf (Elbe)	2367
Rullstorf	1884
Echem	1054
Hittbergen	930
Lüdersburg	646

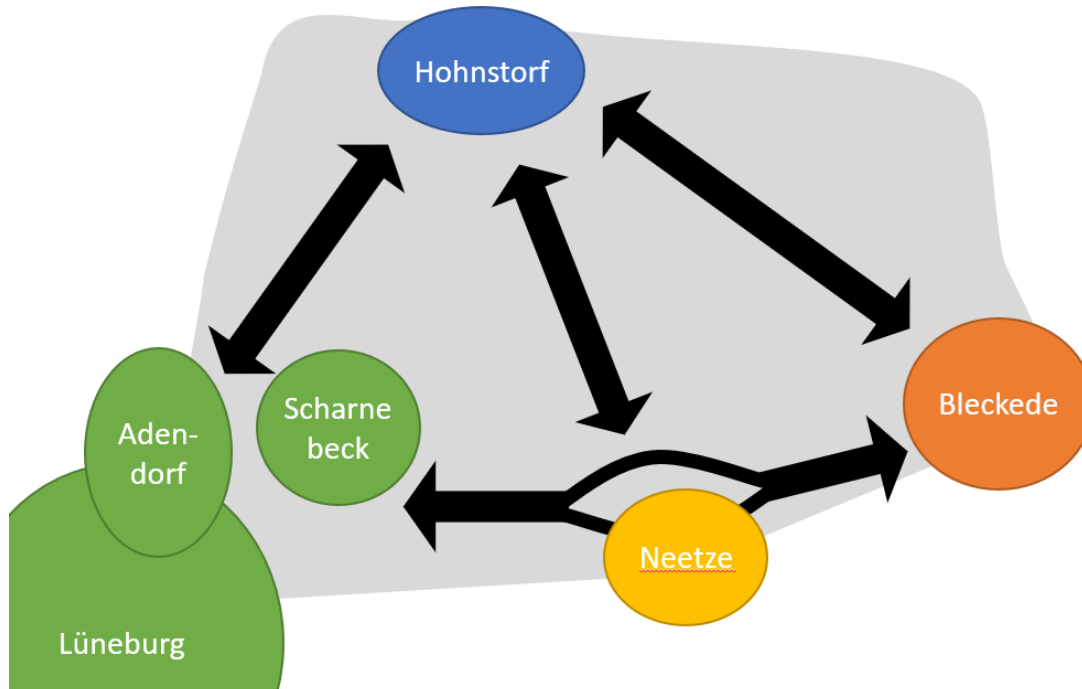


Abbildung 1: Symbolische Darstellung des Untersuchungsraums (grau) mit den vier größten Gemeinden sowie der Hansestadt Lüneburg als Oberzentrum. Quelle: eigener Entwurf auf Grundlage von Tabelle 16.

5.2.1 Routenvorschläge für die Verbindung Lüneburg – Bleckede

Für die Verbindung der zwei größten Gemeinden im Untersuchungsraum, Lüneburg und Bleckede, konnten sieben unterschiedliche Routen herausgearbeitet werden, die sich auf drei Hauptkorridore mit jeweils unterschiedlichen Zuführungsstrecken herunterbrechen lassen und im Folgenden auf ihre Eignung für den Radverkehr untersucht werden. Der erste, nördliche Hauptkorridor (s. Karte 12, Korridor 1) verläuft von Westen entlang des Bachkoppelwegs zwischen der K2, über Neu Jürgenstorf, Rosenthal und Bleckedermoor. Entlang dieser Strecke ist er durchgängig positiv bewertet, mit besonders hohen Punktwerten im östlichen Abschnitt bei Rosenthal. Der Korridor hat von Lüneburg aus vier verschiedene Zuführungen und auf der Höhe von Bleckedermoor zwei unterschiedliche Wegführungen. So verläuft die mit einer Streckenlänge von 28,2 km kürzeste Wegführung auf diesem Korridor (s. Karte 12, 1d) von Lüneburg über den Neuen Forst und das südliche Ebensberg bis nach Nutzfelde, von dort nach Rullstorf und entlang der K2 durch Bockelkathen bis zum Bachkoppelweg. Bei Bleckedermoor verläuft die Route über die nördlich von Bleckedermoor gelegene Straße Heidmoor und ist damit geringfügig kürzer als die übrigen Routenvorschläge über den südlich gelegenen Zweiten Moorweg. Als Alternative zu der Routenführung entlang der K2 bietet sich ein Umweg von Rullstorf über den Neetzekanal bis Bockelkathen an, welcher deutlich höhere Punktwerte erreicht. Dies sowie die nach Punktwerten optimierte Routenführung über den Zweiten Moorweg bei Bleckedermoor führt zu einer 1,5 km längeren Strecke von insgesamt 29,7 km, die jedoch eine für den Radverkehr empfehlenswertere Route ermöglicht (s. Karte 12, 1c).

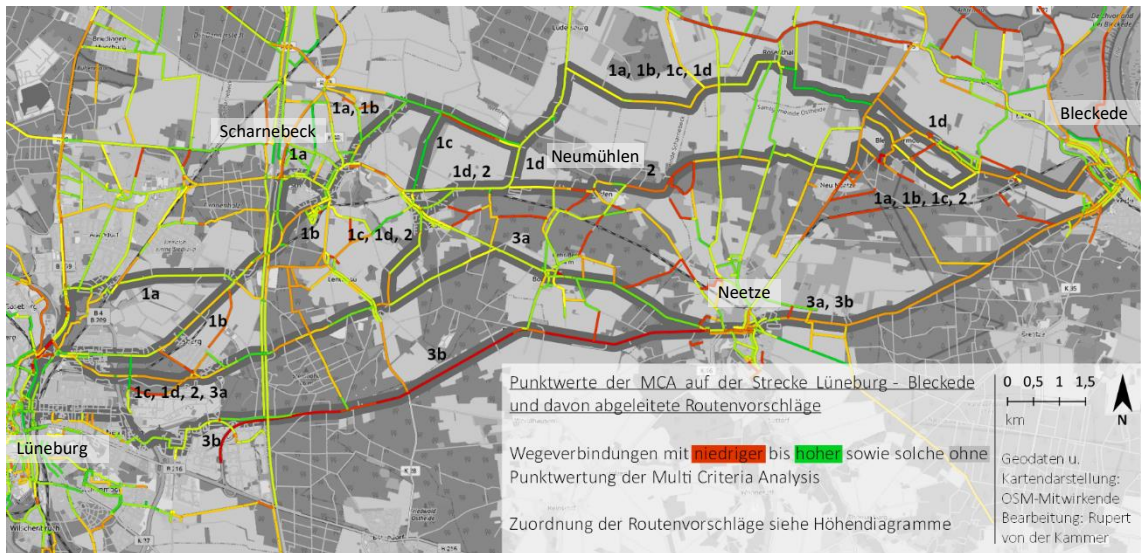
Als Alternative zu der abschnittsweise mittelmäßig bewerteten Strecke über Nutzfelde bietet sich eine nördlich verlagerte Routenführung über Scharnebeck an (s. Karte 12, 1a u. 1b). Die direkteste Streckenführung von Lüneburg über die K53 bis Scharnebeck (s. Karte 12, 1b) ist mit einer Streckenlänge von 28,4 km nur etwa 200 Meter länger als die kürzeste mögliche Führung auf dem nördlichen Korridor (s. Karte 12, 1d), ermöglicht aber die weiträumige Umfahrung der K2 entlang des Neetzekanals. Sie verläuft zudem als einzige der vier nördlichen Routenvorschläge durchgängig auf befestigten Straßen und Wegen und stellt somit insbesondere für Rennräder eine attraktive Verbindung dar. Da sie jedoch bis Scharnebeck entlang der K53 verläuft, wurde eine weitere, landschaftlich attraktivere Routenführung über Adendorf und Erbstorf herausgearbeitet (s. Karte 12, 1a). Die Strecke verlängert sich dadurch zwar um 1,4 km auf insgesamt 29,8 km, führt jedoch durch das Lüner Holz und entlang des Grüner-Jäger-Wegs auf landschaftlich attraktiven Abschnitten. Auch die Routenführung durch Scharnebeck wurde an die Ergebnisse der MCA angepasst, indem sie nach Norden bis zum Schiffshebewerk fort- und dann auf der Adendorfer Straße durch Scharnebeck geführt wurde.

Der zweite Hauptkorridor (s. Karte 12, Korridor 2) hat von Lüneburg bis Möhlenkamp an der K2 dieselbe Zuführung wie Routenvorschlag 1d des nördlichen Korridors. Von der K2 bei Möhlenkamp aus verläuft der Korridor dann in östlicher Richtung über Neumühlen bis Bleckedermoor, von wo er sich bis Bleckede wieder mit den Zuführungen des nördlichen Korridors deckt. Mit einer Streckenlänge von 26,8 km ist er zwar deutlich kürzer als die Routenführungen über den nördlichen Korridor, verzeichnet jedoch um Neumühlen lange

Abschnitte mit negativer Punktwertung. Diese ergibt sich einer hohen Attraktivitätsbewertung zum Trotz aus der mangelhaften baulichen Qualität der Wegeverbindungen.

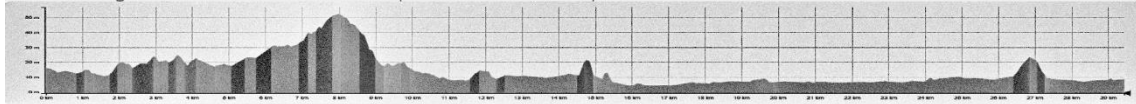
Der dritte, südliche Hauptkorridor (s. Karte 12, Korridor 3) verläuft von Neetze aus bis Bleckede entlang der L221 auf einem getrennt von der Fahrbahn geführten gemeinsamen Rad- und Gehweg. Er hat durch die Trennung von der Fahrbahn trotz der Führung an der L221 eine, wenn auch sehr niedrige, positive Punktwertung, wie anhand der orangen Färbung auf Karte 12 ersichtlich wird. Von Lüneburg bis Neetze hat der südliche Korridor zwei mögliche Zuführungen: Einmal die bereits für Korridor 1 und 2 genutzte Zuführung über Nutzfelde, welche sich von dort aus auf einem Wirtschaftsweg in nordöstlicher Richtung bis zur K39 forstsetzt (3a, s. Karte 12). Entlang dieser verläuft die Route dann bis Boltersen auf einem gemeinsamen Rad- und Fußweg, durch Boltersen und auf der, für den Kfz-Verkehr gesperrten Bolterser Straße bis Neetze. Von Nutzfelde aus, aber insbesondere auf diesem letzten Abschnitt, hat die Zuführung hohe Punktwertungen. Mit einer Streckenlänge von 24,8 km und keiner negativen Punktwertung auf der gesamten Strecke stellt diese Verbindung somit die kürzeste für den Radverkehr geeignete Verbindung dar, deren Attraktivität für den Radverkehr aber durch die östlichen Streckenabschnitte entlang der L221 durch Neetze und weiter bis Bleckede nicht für eine Radschönrouten-Empfehlung ausreicht. Die einzige mit 23,7 km noch kürzere Route, welche die zweite Zuführung des südlichen Korridors über die L221 ab Lüneburg darstellt (3b, s. Karte 12), ist aufgrund starker Kfz-Verkehrsbelastung annähernd der gesamten Strecke von Lüneburg bis Neetze negativ bewertet und folglich für eine Radverkehrsführung nicht zu empfehlen.

Deutlich unterstreichen lassen sich die festgestellten Routenqualitäten der einzelnen Verbindungsvorschläge anhand einer Betrachtung der Höhendigramme. Der südliche Korridor liegt vollständig in den Ausläufern der Bohndorfer Endmoräne, die sich aus der südlich gelegenen Ostheide über die L221 nach Norden hinaus erstrecken. Auch die Zuführungen der Korridore 1 und 2, welche über Nutzfelde laufen, lassen in ihren Höhendigrammen den östlich des Elbeseitenkanals gelegenen und von Süden über die Steinhöhe nach Norden bis zur Geestkante in Scharnebeck verlaufenden Hauptzug der Bohndorfer Endmoränen erkennen. Die Route über Korridor 2 führt dann durch das Scharnebecker Talsand- und Dünengebiet, dessen flache Dünenrücken sich im mittleren und rechten Bereich des Höhendigramms niederschlagen. Der nördliche Korridor 1 hingegen läuft durch das Niederungsgebiet Neetze-Sietland, welches als Flusstal nur geringe Höhendifferenzen aufweist. Diese für den Radverkehr günstige Topografie von Korridor 1 lässt sich deutlich im mittleren und rechten Bereich der Höhendigramme 1a bis 1d erkennen. Anhand dieser lässt sich auch der topografische Vorteil der nördlichsten Zuführung über Adendorf und den Grüner-Jäger-Weg gegenüber den südlicheren Zuführungen über Ebensberg (1b) oder Nutzfelde (1c, 1d) darlegen: Der Ausläufer der Bohndorfer Endmoräne wird nach Norden bis Scharnebeck abfallend niedriger, seine Überwindung folglich umso leichter, je weiter nördlich sie verlagert wird. Auch der Erhebung im Neuen Forst zwischen Lüneburg-Moorfeld und dem Ortsteil Ebensberg kann damit ausgewichen werden. Aufgrund der höchsten Punktwertung und der topografisch günstigsten Routenföhrung ist der nördlichste Streckenvorschlag (1a) als Haupttroute für den Radverkehr von Lüneburg über Scharnebeck bis Bleckede zu empfehlen.



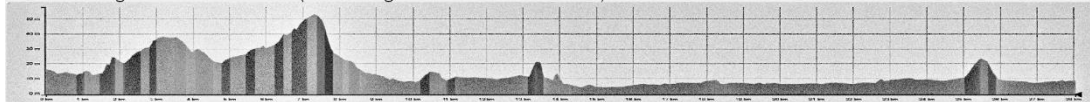
1a) Nördliche Route über das Lüneer Holz, Erbstorf, Scharnebeck und den Neetzekanal [29,8 km]

Lüneburg - Kloster Lüne - Lüneer Holz - K53 (Erbstorf - Scharnebeck) - Neetzekanal - Rosenthal - südl. Bleckedermoor - Bleckede



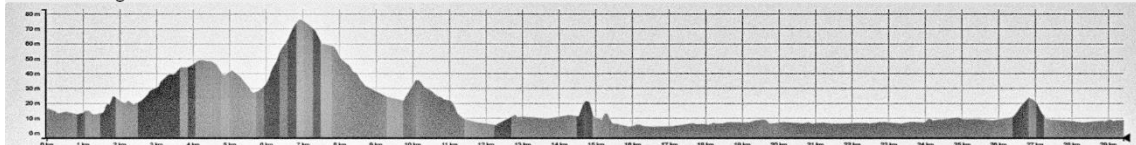
1b) Nördliche Route über Ebsenberg, Scharnebeck und den Neetzekanal [28,4 km]

Lüneburg - Kloster Lüne - K53 (Ebsenberg - Erbstorf - Scharnebeck) - Neetzekanal - Rosenthal - südl. Bleckedermoor - Bleckede



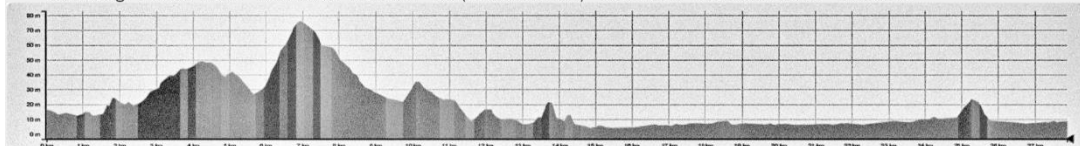
1c) Nördl. Route über Nutzfelde und den Neetzekanal [29,7 km]

Lüneburg - Kloster Lüne - Nutzfelde - Rullstorf - Neetzekanal - Rosenthal - südl. Bleckedermoor - Bleckede



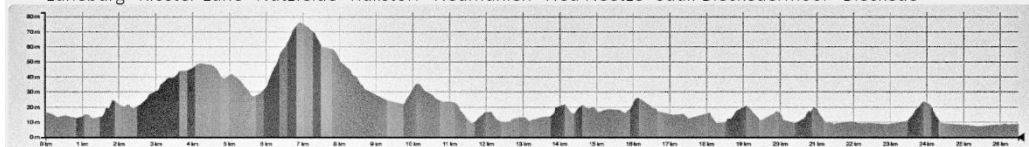
1d) Nördliche Route über Nutzfelde und die K2 [28,2 km]

Lüneburg - Kloster Lüne - Nutzfelde - Rullstorf - K2 (Bockelkathen) - Rosenthal - Bleckedermoor - Bleckede

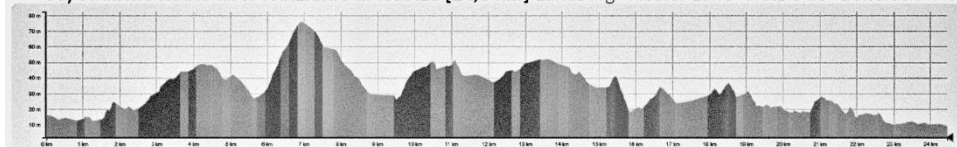


2) Mittlere Route über Neumühlen [26,8 km]

Lüneburg - Kloster Lüne - Nutzfelde - Rullstorf - Neumühlen - Neu Neetze - südl. Bleckedermoor - Bleckede



3a) Südliche Route über Nutzfelde u. Neetze [24,8 km] Lüneburg - Kloster Lüne - Nutzfelde - Boltersen - Neetze - L221 - Bleckede



3b) Südliche Route über die L221 [23,7 km] Lüneburg - Neu Hagen - L221 (Sülbeck - Neetze) - Bleckede



50 m

0 1 km 3 4

Quelle der Höhendigramme: brouter.de

Bearbeitung: Rupert von der Kammer

Karte 12: Darstellung der Routenvorschläge für die Strecke Lüneburg-Bleckede. Quelle: s. Karte.

5.2.2 Routenvorschläge für die Verbindung Bleckede – Hohnstorf

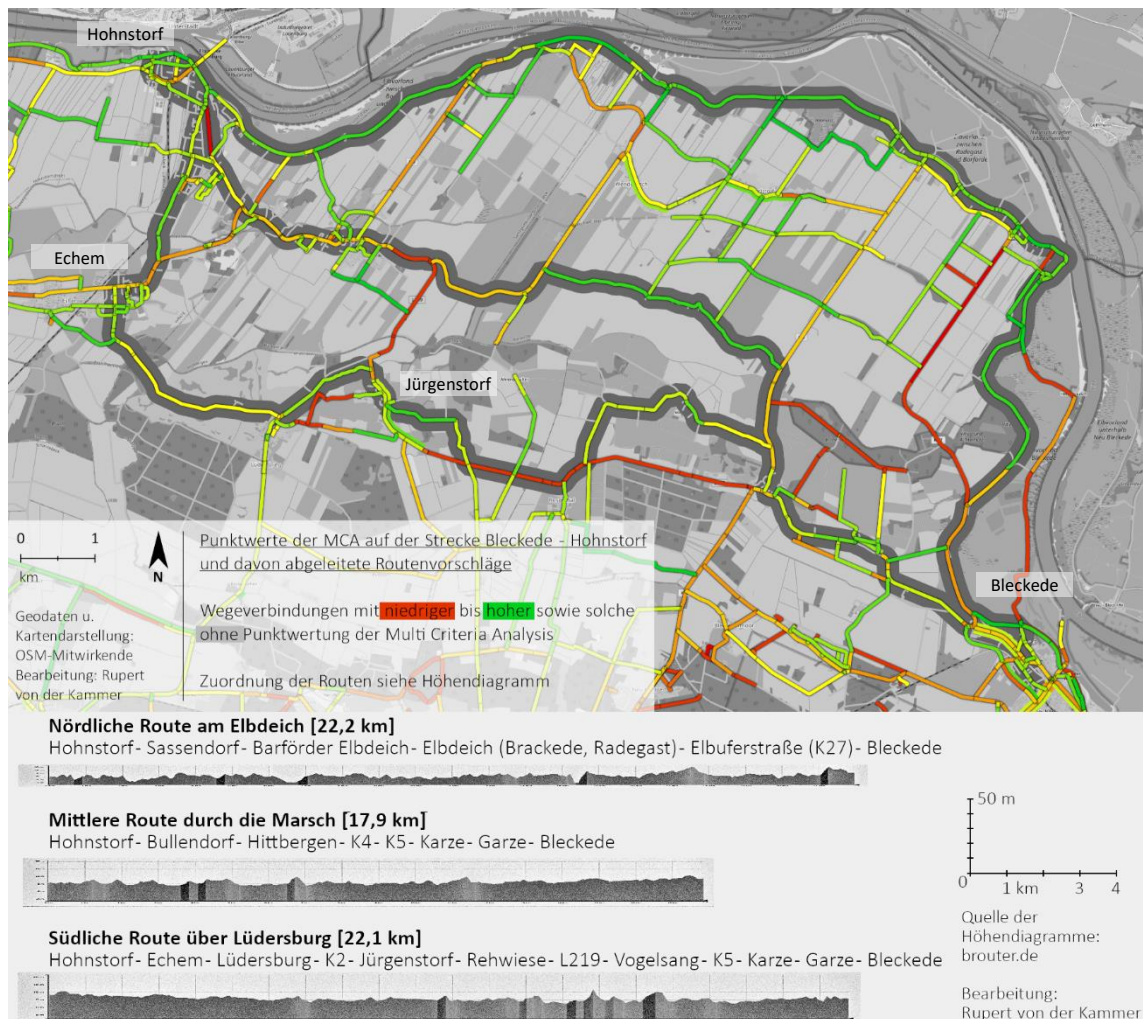
Für die direkte Verbindung von Bleckede und Hohnstorf konnten drei mögliche Routen herausgearbeitet werden, deren Eignung für den Radverkehr im Folgenden herausgearbeitet wird. Wie auf Karte 13 ersichtlich, ist nur die nördlichste Verbindung über den Elbdeich durchgehend positiv bewertet, während die mittlere und die südliche Routenführung teilweise über Abschnitte mit Punktwerten im negativen Bereich führen. Eine weitere Verbindungsmöglichkeiten der Räume Bleckede und Hohnstorf konnte bereits in einer ersten Analyse der MCA-Ergebnisse ausgeschlossen werden und wurde folglich nicht in die Kartenansicht übernommen: Die für den Autoverkehr übliche Verbindung beider Räume, welche in westlicher Richtung zunächst der südlichen und mittleren Routenführung gleicht, dann jedoch von Karze aus weiter über die L219 und durch Jürgenstorf führt, nördöstlich abknickt und bis nach Hittbergen führt, von wo sie sich wieder mit der mittleren Routenführung deckt. Auf der L219 zwischen Karze und Hittbergen ist nur ein kurzer Abschnitt durch Jürgenstorf positiv bewertet, an den sich in nördlicher und östlicher Richtung lange negativ bewertete Streckenabschnitte anschließen. Während die Verbindung über die L219 aus diesem Grund zweifellos auszuschließen ist, lässt sich dem nördlichen, zwischen Jürgenstorf und Hittbergen gelegenen Negativ-Abschnitt mit einer westlich über Echem verlagerten Routenführung ausweichen, welche in dieser Analyse folglich als südliche Verbindungsmöglichkeit aufgenommen wurde. Auf dieser Route werden außerdem zwei Teilstrecken des negativ bewerteten östlichen Abschnitts der L219 zwischen Jürgenstorf und Karze umfahren, einmal westlich von Karze mit einer nördlich verlagerten Routenführung über Vogelsang sowie im Osten von Jürgenstorf mit einer Verbindung über die Rehwiese. Ein Teilstück der L219 östlich von Jürgenstorf lässt sich jedoch nicht vermeiden und stellt neben der Streckenlänge von 22,1 km die größte Einschränkung dieser Route dar, welche sich in westlicher Richtung über Lüdersburg und Echem bis nach Hohnstorf fortsetzt.

Die mittlere Route mit einer Länge von 17,9 km stellt die direkteste und topographisch vorteilhafteste Verbindung beider Räume her. Sie führt von Bleckede aus ebenso wie die südliche Route zunächst auf einem gemeinsamen Geh- und Radweg entlang der L219 durch Garze bis Karze und von dort auf der K5 weiter in nördlicher Richtung. Hier trennt sie sich von der südlichen Route und verbleibt auf der K5, um dann nach Westen auf die Querverbindung zur K4 abzubiegen. Dieser Verbindungsweg hat eine sehr hohe Punktwertung, da er als asphaltierter Wirtschaftsweg für den regulären Kfz-Verkehr gesperrt und zudem landschaftlich ansprechend ist. Die weitere Routenführung über die K4 und die L219 ist weniger vorteilhaft und auf zwei Teilstrecken negativ bewertet. Dem westlichen, innerhalb Hohnstorf gelegenen Negativ-Abschnitt könnte mit einer Umfahrung von Hittbergen aus nach Norden auf den Elbdeich ausgewichen werden, diese Variante wurde jedoch zu besseren Differenzierung der Routencharakteristika nicht in die Vorschläge aufgenommen.

Auf diese Weise lässt sich die nördliche Route von Bleckede aus über den Elbdeich bis nach Hohnstorf mit 22,2 km als die zwar längste und aufgrund der Deichzu- und abfahrten auch topografisch anspruchsvollste Verbindung darstellen, deren Bewertung jedoch ausschließlich im positiven und zu größten Teilen sogar im hohen bis sehr hohen Punktwertbereich liegt. Dies lässt

sich auf die fast durchgehend Kfz-freie und dennoch infrastrukturell gut ausgebaute Routenführung zurückführen, die aufgrund ihres Verlaufs entlang des Elbdeichs zudem eine hohe landschaftliche Attraktivität hat. Einzig ein Abschnitt nördlich von Bleckede, welcher entlang der Elbuferstraße (K27) geführt wird, genauso wie ein Abschnitt westlich von Barförde auf der K3, weisen Einschränkungen durch den Kfz-Verkehr auf und sind daher niedriger bewertet als der übrige Teil der Route.

Zusammengefasst wird die direkteste Verbindung der Räume Bleckede und Hohnstorf von der mittleren Route erschlossen. Sie ist zum Großteil positiv bewertet, führt jedoch über zwei negative Streckenabschnitte bei Hittbergen und Hohnstorf. Die südliche Verbindung weicht diesem, auch insgesamt schwach bewerteten westlichen Streckenschnitt entlang der L219 aus, indem sie einen Umweg über Echem in Kauf nimmt. Sie ist jedoch ihrerseits mit negativen Punktwerten auf dem östlichen Abschnitt der L219 konfrontiert, die große Umwege und damit auch häufiges Abbiegen erfordern. Dadurch kann sie sich weder gegenüber der mittleren noch gegenüber der nur um 100 m längeren aber durchweg positiv bewerteten nördlichen Route behaupten. Diese schließlich stellt die empfehlenswerteste Routenverbindung beider Räume dar, da sie zusätzlich zu der hohen Punktwertung nur über wenige Knotenpunkte läuft.



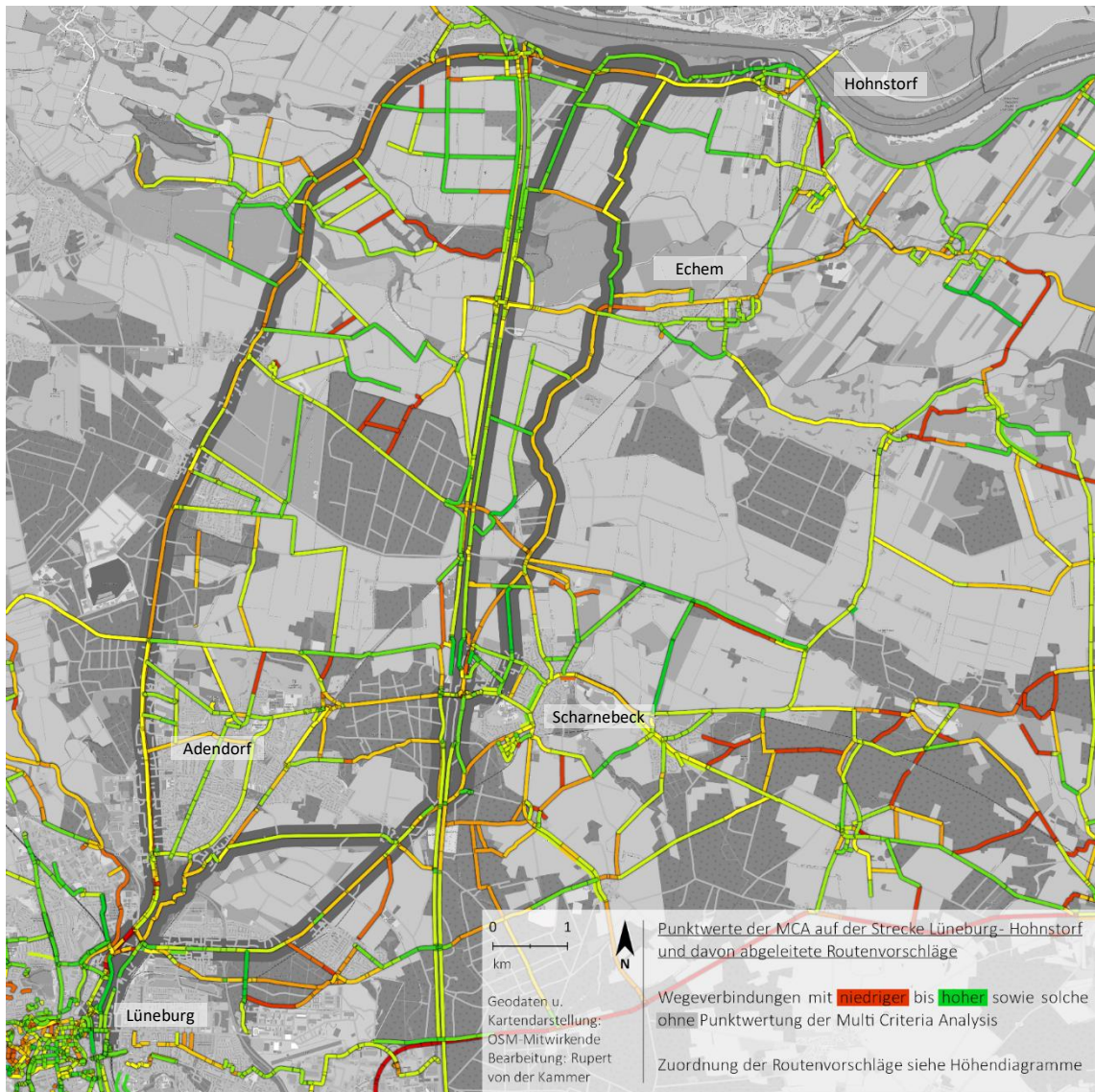
Karte 13: Darstellung der Routenvorschläge für die Strecke Hohnstorf-Bleckede. Quelle: s. Karte.

5.2.3 Routenvorschläge für die Verbindung Lüneburg – Hohnstorf

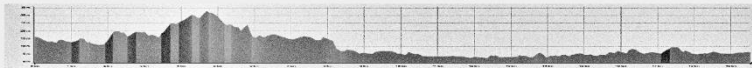
Für die Verbindung von Lüneburg und Hohnstorf konnten drei mögliche Routenführungen herausgearbeitet werden, deren Eignung für den Radverkehr in diesem Kapitel untersucht wird (s. Karte 14). Die westliche Route verläuft auf der gesamten Strecke als getrennt von der Fahrbahn angelegter gemeinsamer Rad- und Fußweg entlang der B209. Die Bewertung dieser Strecke liegt trotz der Führung entlang einer Bundesstraße zum Großteil im positiven Bereich, nur für kurze Teilstrecken zwischen Lüneburg und Adendorf werden negative Punktwerte verzeichnet. Dennoch ist die Bewertung, abgesehen von einem kleinen Teilstück zwischen Brietlingen-Moorburg und Brietlingen, welches durch seine Beleuchtung und den sehr guten Bodenbelag heraussticht, im untersten positiven Bereich angesiedelt. Einzig die Topografie der Strecke kann in Gegenüberstellung zu den beiden anderen möglichen Routenführungen überzeugen: Die im Süden von Scharnebeck noch ausgeprägt vorhandene Geestkante flacht nach Westen ab, so dass sie zwar im Höhendiagramm der westlichen Route erkennbar bleibt, jedoch mit deutlich geringerem Höhenprofil.

Die Geestkante im Süden Scharnebecks erweist sich sowohl für die mittlere und als auch für die östliche Route als die größte Erhebung, deren topografischer Unterschied nur an der Be- bzw. Umfahrung von Ebensberg deutlich auszumachen ist: Während das Höhendiagramm der östlichen Route von Lüneburg aus entlang der K53 auf der Höhe von Lüne-Moorfeld/Ebensberg eine deutliche Erhebung verzeichnet, sind auf der mittleren Route über den Grüner-Jäger-Weg allenfalls noch die Ausläufer dieser Erhebung ersichtlich. Auch die Punktwertung dieses Streckenabschnittes ist gegenüber dem südlichen entlang der K53 deutlich besser – was sich im weiteren Streckenverlauf nicht ändert: Für die östliche Strecke werden zwar keine negativen Punktwerte erreicht, doch insbesondere das Teilstück zwischen Scharnebeck und Echem, welches auf einem gemeinsamen Rad- und Fußweg entlang der K53 verläuft, wird mit niedrigen Punktwerten analysiert. Der weitere Verlauf von Echem über einen Wirtschaftsweg bis Hohnstorf ist zwar im mittleren bis hohen Punktwertbereich angesiedelt, kann jedoch die Masse der schlecht bewerteten Abschnitte zuvor nicht ausgleichen.

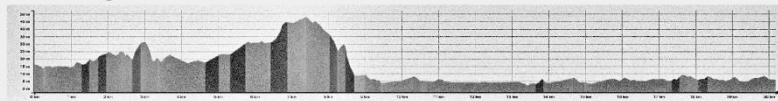
Die mittlere Route verläuft von Lüneburg zunächst durch das Lüner Holz bis nach Adendorf und von dort den Grüner-Jäger-Weg entlang nach Erbstorf. Die Strecke bis Scharnebeck entlang der K53 wird schnell wieder verlassen und auf einem Wirtschaftsweg an der Westseite des Elbeseitenkanals umfahren. Dann wird der Kanal beim Schiffhebewerk unterquert und die Route auf einem kurzen Abschnitt entlang der K53 Richtung Echem fortgesetzt, bevor die erste Zuwegung zum östlichen Wirtschaftsweg entlang des Elbeseitenkanals (ESK) genutzt werden kann. Auf diesem setzt sich der Weg dann bis kurz vor Artlenburg fort, von wo aus die Route auf einem Wirtschaftsweg die B209 quert und sich auf dem Elbdeich bis Hohnstorf fortsetzt. Dieser Routenvorschlag hat im Vergleich zu den beiden anderen Routen die mit Abstand besten Punktwerte, welche insbesondere auf die Trennung vom Kfz-Verkehr und die landschaftliche Attraktivität entlang des Elbeseitenkanals zurückzuführen sind, und wird daher als Haupttrouten-Vorschlag für die Verbindung Lüneburg – Hohnstorf aufgeführt.



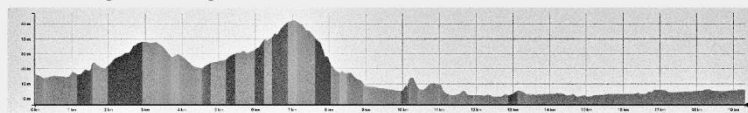
Westliche Route über die B209 [19,7 km]
Lüneburg - B209 (Adendorf- Brietlingen- Artlenburg)- Hohnstorf



Mittlere Route entlang des Elbeseitenkanals [20,3 km]
Lüneburg - Lüner Holz- südl. Adendorf - Erbstorf- Scharnebeck - Elbeseitenkanal- Elbdeich- Hohnstorf



Östliche Route über die K53 [19,6 km]
Lüneburg - Ebensberg - Scharnebeck - K53- westl. Echem - B209- Hohnstorf



Quelle der Höhendiagramme:
brouter.de

Bearbeitung:
Rupert von der Kammer

Karte 14: Darstellung der Routenvorschläge für die Strecke Lüneburg-Hohnstorf. Quelle: s. Karte.

5.2.4 Routenvorschläge für die Verbindungen von/nach Neetze

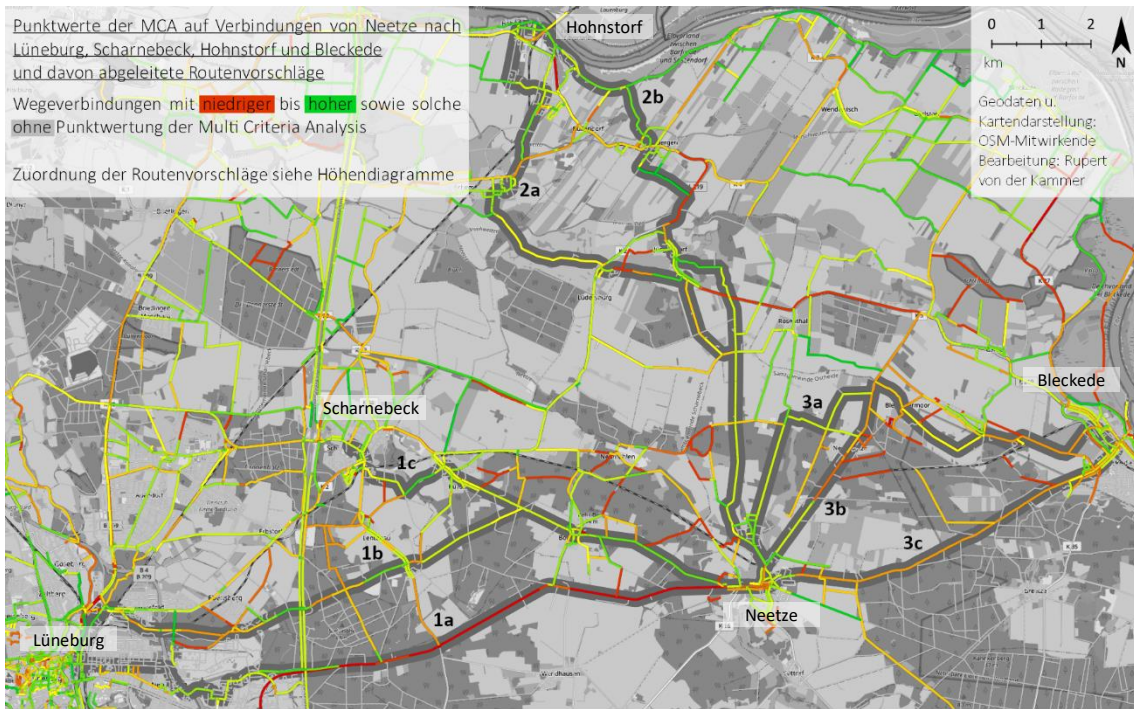
Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln die Routen im Dreieck der Räume Lüneburg – Bleckede – Hohnstorf ausgearbeitet wurden, soll im Folgenden auf mögliche Verbindungen dieser Räume nach Neetze eingegangen werden. Neetze liegt am südlichen Rand des Untersuchungsraums auf halber Strecke zwischen Lüneburg und Bleckede. Die möglichen Verbindungen zu diesen beiden Räumen gleichen folglich zum Großteil jenen des südlichen und des mittleren Korridors zwischen Lüneburg und Bleckede. Sie werden der Übersichtlichkeit halber dennoch in der Verbindungskarte und diesem Kapitel aufgegriffen. Während mit der Route entlang des Elbeseitenkanals von Lüneburg nach Hohnstorf bereits eine westliche Nord-Süd-Achse im Untersuchungsraum herausgearbeitet wurde, soll im Folgenden auch auf eine mögliche östliche Nord-Süd-Achse als Verbindung zwischen Neetze und Hohnstorf eingegangen werden.

Wie bereits in Kapitel 5.2.1 beschrieben, ist die direkteste Routenführung von Lüneburg über die L221 durch Sülbeck bis Neetze mit durchgehend negativer Punktwertung (1a, s. Karte 15) nicht für den Radverkehr zu empfehlen. Als geeignete Alternative bietet sich die nach Norden verlagerte Streckenführung über Nutzfelde und Boltersen an, die mit positiver und in weiten Teilen sogar hoher Punktwertung nur 800 m länger ist (1b, s. Karte 15). Anhand der Höhendiagramme lässt sich kein deutlicher Unterschied zwischen beiden Routenführungen feststellen, da beide Strecken von Westen aus zunächst über den Ausläufer der Bohndorfer Endmoräne und dann weiter durch das Neetzer Becken, also stets südlich der Geestkante in stärker reliefiertem Gelände verlaufen und damit für den Radverkehr gleichermaßen keine ideale Topografie aufweisen. Zusätzlich zu der für den Radverkehr gut geeigneten Verbindung von Lüneburg über Nutzfelde nach Neetze wurde ein Routenanschluss von Scharnebeck ausgearbeitet (1c, s. Karte 15). Von dort aus umfährt dieser zunächst auf der Kringelsburg das Ortszentrum Scharnebecks mit einem südlichen Bogen, führt dann durch Rullstorf und vereinigt sich auf halber Strecke nach Boltersen mit der von Süden kommenden Route aus Lüneburg nach Neetze. Die Punktwertung dieser Route ist durchgehend im hohen positiven Bereich angesiedelt, was sich auf die in weiten Teilen vom Kfz-Verkehr getrennte, aber baulich gute Strecke zurückführen lässt, die nur durch Rullstorf – und auch hier ausschließlich in nordwestlicher Fahrtrichtung – auf der Fahrbahn der K39 verläuft.

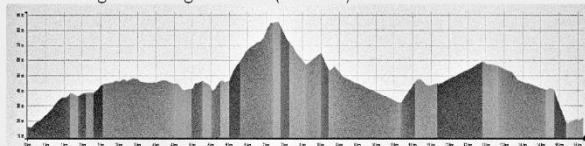
Für die Verbindung von Neetze nach Hohnstorf konnten zwei geeignete Routenführungen ausfindig gemacht werden, die in beiden Fällen kurze negative Abschnitte aufweisen. Beide verlaufen von Neetze aus über den Jürgenstorfer Weg bis Neu Jürgenstorf, wo sie sich in eine östliche (2b) und eine westliche Route (2a) auftrennen. Die westliche führt auf der Bäckerstraße bis ins südliche Jürgenstorf, biegt dann nach Westen auf den Gerstenlandweg nach Lüdersburg ab. Dessen mangelhafte bauliche Wegbeschaffenheit sorgt für die abschnittsweise niedrige bzw. sogar negative Punktwertung. Im weiteren Verlauf führt die Route mit mittelmäßiger Punktwertung von Lüdersburg nach Echem, von dort nordostwärts ein kurzes, niedrig bewertetes Stück an der K2 entlang und dann in nördlicher Richtung durch das Wohngebiet im südlichen Hohnstorf, wo die Strecke durchgehend hohe Punktwerte verzeichnet. Mit einer Länge von 16,1 km ist sie 800 m länger als die östliche Routenführung. Diese führt von Neu Jürgenstorf die Heidfurt und die Rehwiese entlang und weicht so einem aufgrund von hohem

Kfz-Verkehrsaufkommen negativ bewerteten Abschnitt der L219 süd-östlich von Jürgenstorf aus. Die größte Problemstelle dieser Routenführung stellt der daran anschließende und ebenfalls stark vom Kfz-Verkehr genutzte Abschnitt der L219 zwischen Jürgenstorf und dem Wirtschaftsweg entlang des Feldlandgrabens südlich von Hittbergen dar. Entlang von diesem führt die Route dann mit durchgehend sehr hoher Punktwertung in nördlicher Richtung durch Hittbergen und auf den Elbdeich, entlang dessen sie dann Hohnstorf erreicht. Im direkten Vergleich beider Routen präsentiert sich die östliche als die geringfügig kürzere und höher bewertete Route. Auch eine Analyse der Höhendiagramme kann diesen Schluss bestätigen und deutet auf die etwas günstigere Topografie der östlichen Route hin. Doch alle genannten Unterschiede sind zu gering und die westliche Route im Gesamtvergleich zu anderen Strecken im Untersuchungsraum zu gut bewertet, um sie als Routenvorschlag zu verwerfen. Aufgrund dessen werden für die Verbindung Neetze – Hohnstorf sowohl die westliche als auch die östliche Streckenführung in die Routenempfehlungen aufgenommen.

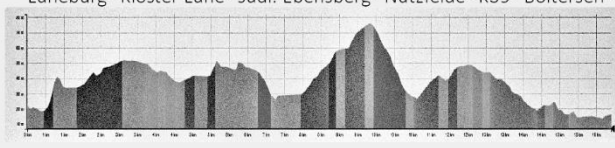
Zuletzt blieb die Suche nach einer Verbindung von Neetze nach Bleckede, die sich jedoch nicht ohne Einschränkungen umsetzen ließ: So verläuft die mit 8,3 km kürzeste Route, wie bereits in Kapitel 5.2.1 als südlicher Korridor beschrieben, auf der gesamten Strecke als getrennt von der Fahrbahn geführter gemeinsamer Rad- und Fußweg (3c, s. Karte 15). Dessen Punktwertung liegt jedoch aufgrund mangelnder Breite und niedriger Attraktivität durch die Nähe zur L221 nur knapp im positiven Bereich, eine deutliche Empfehlung lässt sich folglich nicht aussprechen. Das nördlich der L221 bis Bleckedermoor anschließende Waldgebiet eignet sich aufgrund von sandigem und folglich mangelhaftem Untergrund nicht für eine Radverkehrsroute, so dass alternative Streckenführungen nördlich der L221 erst über die asphaltierten Moorwege in Bleckedermoor möglich sind. Diese sind als Zuführung des mittleren und nördlichen Korridors nach Bleckede bereits in Kapitel 5.2.1 beschrieben und weisen im Vergleich zur L221 keine besseren Punktwerte auf. So wird mit der nördlich über Neu Neetze verlagerten Route (3b, s. Karte 15) die Streckenlänge um 2,4 km verlängert, die Punktwertung der Strecke erfährt jedoch keine deutliche Verbesserung gegenüber der Führung entlang der L221. Das liegt insbesondere auch an der für den Radverkehr nicht empfehlenswerten Ortsdurchführung von Neu Neetze. Bessere Punktwerte für die Route lassen sich folglich erst mit einer nordwestlichen Umfahrung von Neu Neetze über den Rosenthaler, Neu Bolterser und Fraaschweg erzielen (3a, s. Karte 15), die dann mit einer Länge von 12 km jedoch fast 5 km länger ist als die Verbindung über die L221 (3c, s. Karte 15). Dennoch stellt sie im Untersuchungsraum die einzige aufgrund ihrer Punktwertung für den Radverkehr empfehlenswerte Route zwischen Neetze und Bleckede dar und wurde daher als Verbindungsvorschlag in das Gesamtnetz aufgenommen.



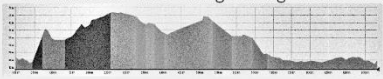
1a) Lüneburg - Neetze: Südliche Route über die L221 [15,3 km]
Lüneburg - Neu Hagen - L221 (Sülbeck) - Neetze



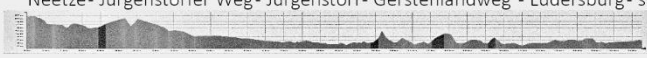
1b) Lüneburg - Neetze: Nördliche Route über Nutzfelde [16,1 km]
Lüneburg - Kloster Lüne - südl. Ebensberg - Nutzfelde - K39 - Boltersen - Bolterser Straße / Weg - L221 - Neetze



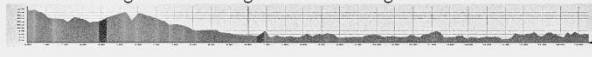
1c) Scharnebeck - Neetze [10 km]
Scharnebeck - K28 - Kringelsburg - Rullstorf - K39 - Boltersen - Bolterser Straße / Weg - L221 - Neetze



2a) Neetze - Hohnstorf: Westliche Route über Echem [16,9 km]
Neetze - Jürgenstorfer Weg - Jürgenstorfer - Gerstenlandweg - Lüdersburg - südl. Echem - K53 - südl. Hohnstorf - B209 - Hohnstorf



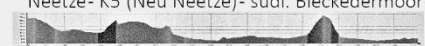
2b) Neetze - Hohnstorf: Östliche Route über Hittbergen [15,5 km]
Neetze - Jürgenstorfer Weg - Rehwiese - Jürgenstorfer - L219 - südl. Hittbergen - Sassendorferweg - Elbdeich (Sassendorf) - Hohnstorf



3a) Neetze - Bleckede: Nordwestliche Route [12 km]
Neetze - Rosenthaler Weg - Neu Bolterser Weg - Fraaschweg - südl. Bleckedermoor - Bleckede



3b) Neetze - Bleckede: Nördliche Route über Neu Neetze [10,7 km]
Neetze - K5 (Neu Neetze) - südl. Bleckedermoor - Bleckede



3c) Neetze - Bleckede: Südliche Route über die L221 [8,3 km]
Neetze - L221 - Bleckede



Quelle der Höhendiagramme: brouter.de
Bearbeitung: Rupert von der Kammer

Karte 15: Darstellung der Routenvorschläge für die Anbindung von Neetze. Quelle: s. Karte.

5.2.5 Vorschläge für zusätzliche Verbindungsstrecken

Auf Grundlage der ausgearbeiteten Routenvorschläge zwischen den Räumen Lüneburg, Bleckede, Hohnstorf und Neetze wurde eine Übersichtskarte aller empfehlenswerten ortsverbindenden Strecken erstellt (s. Karte 16). Anhand dieser Karte wurde dann nach weiteren, diese Hauptrouten im Sinne einer attraktiven Radverkehrsführung ergänzenden Nebenstrecken gesucht (s. Karte 17), deren Funktion und Auswahlkriterien im Folgenden erklärt werden.

Strecke 1 stellt eine alternative Routenführung zur B209 zwischen Artlenburg und Hohnstorf dar, die von dort bis Bullendorf verlängert wurde. Auf den Abschnitten in Artlenburg und südlich der B209 bis Hohnstorf ist ihre Punktwertung sehr hoch, von Hohnstorf bis Bullendorf ist die Streckenführung entlang der L219 niedrig bewertet aber alternativlos.

Strecke 2 umfasst all jene Wege entlang des Elbeseitenkanals, die nicht bereits Teil der Hauptroute Lüneburg-Hohnstorf sind. Von Artlenburg im Norden bis Scharnebeck ist dies der Wirtschaftsweg auf der westlichen Seite des ESK, der geringfügig schlechtere Punktwerte als der auf der östlichen Seite erreicht, aber dennoch als gut bewertete und direkt geführte Nord-Süd-Achse geeignet ist. Von Scharnebeck aus in südlicher Richtung eignet sich insbesondere der Wirtschaftsweg am östlichen Ufer des ESKs, da auf westlicher Seite der Hafen Lüneburg die Wegführung unterbricht, wie am unteren linken Bildrand von Karte 17 ersichtlich ist.

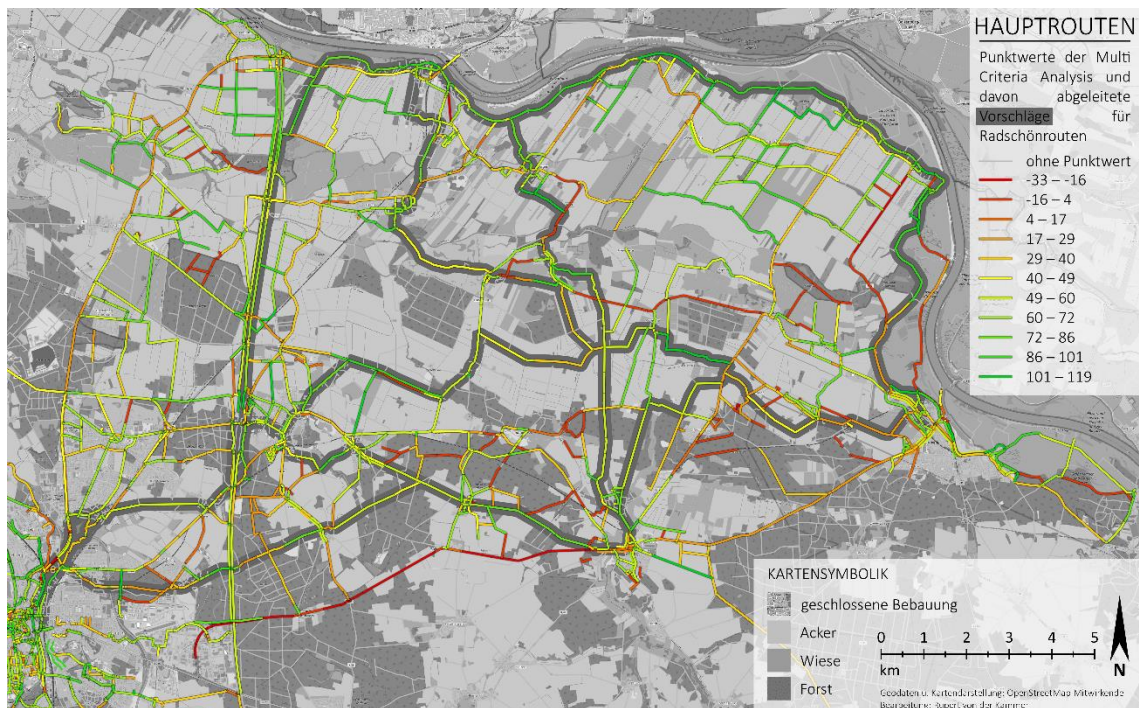
Strecke 3 ist die Verbindungsstrecke von Echem über den ESK nach Lüdershausen (**Zuführung 3a**) und Brietlingen (**Zuführung 3b**). Sie dient diesen drei Orten als Zuführung zum ESK. Sie stellt damit insbesondere für die Verbindung von Echem nach Scharnebeck als Alternative zur mittelmäßig bewerteten K53 die attraktivere Verbindung über den ESK her. Als weitere Zuführung von der K53 zur Hauptroute am ESK wurde **Strecke 4** identifiziert.

Strecke 5 stellt eine Verbindung zwischen der K29 in Brietlingen über Brietlingen-Moorburg mit der K30 im Nordosten von Adendorf her. Von dort führt die Strecke als Alternative zur K30 weiter auf dem Bardowicker Weg bis nach Scharnebeck. Sie stellt insofern eine wichtige, die genannten Orte direkt verbindende Route dar, die außerdem, abgesehen von einem kurzen Abschnitt vor Scharnebeck, hohe bis sehr hohe Punktwerte erreicht.

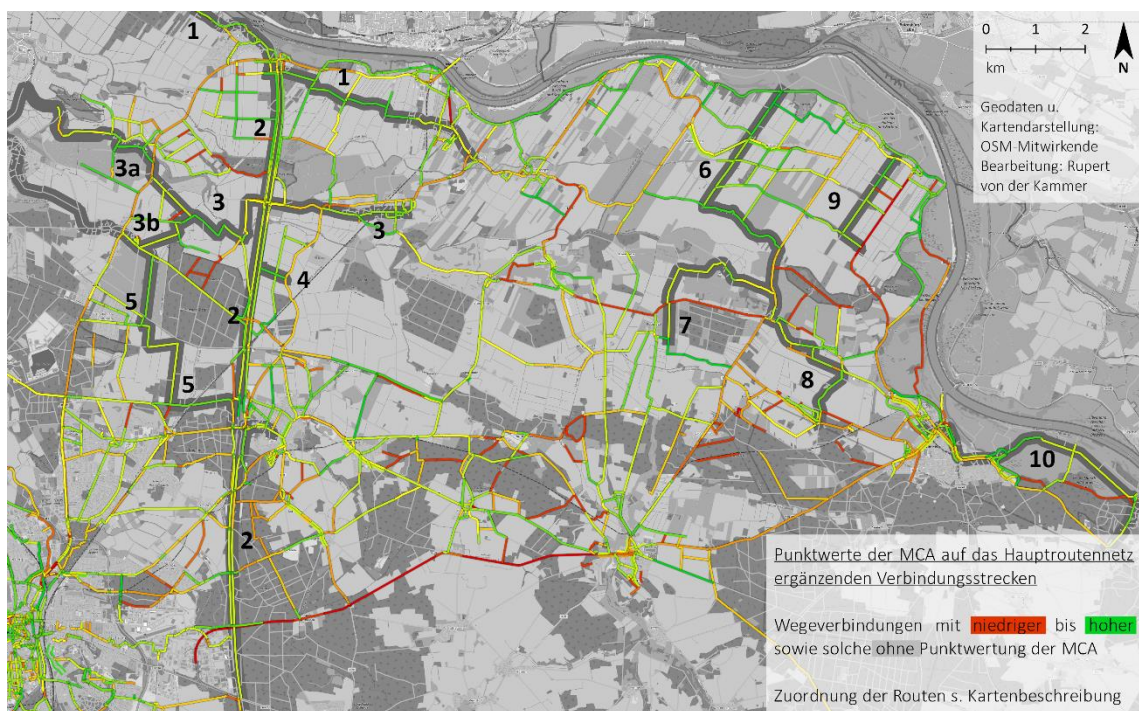
Strecke 6, 7 und 8 ergänzen das Hauptroutennetz um hoch bewertete Querverbindungen. Strecke 6 führt vom Elbdeich in südlicher Richtung durch Garlstorf und knickt schließlich nach Osten zur K5 ab, auf der sie bis Karze führt. Strecke 7 stellt eine Umfahrung der L219 von Karze aus über Vogelsang bis nach Rosenthal dar, wo sie an die Hauptroute Lüneburg-Bleckede anschließt. Strecke 8 führt von Karze bis nach Garze, wo sie eine Alternative zur Ortsdurchfahrung darstellt und dann von der L219 im Osten von Garze nach Süden bis Bleckedermoor führt.

Strecke 9 ermöglicht eine teilweise Umfahrung der negativ bewerteten K27 zwischen Bleckede und Radegast über einen sehr hoch bewerteten und gut ausgebauten Wirtschaftsweg, ohne dabei Umwege in Kauf zu nehmen. Sie wird somit als attraktive Ausweichstrecke aufgenommen.

Strecke 10 liegt zum Großteil außerhalb des Untersuchungsraumes, stellt jedoch eine ortsverbindende und durchgehend hoch bewertete Route von Bleckede nach Alt Garge her und wurde daher mit in die empfehlenswerten Strecken aufgenommen.



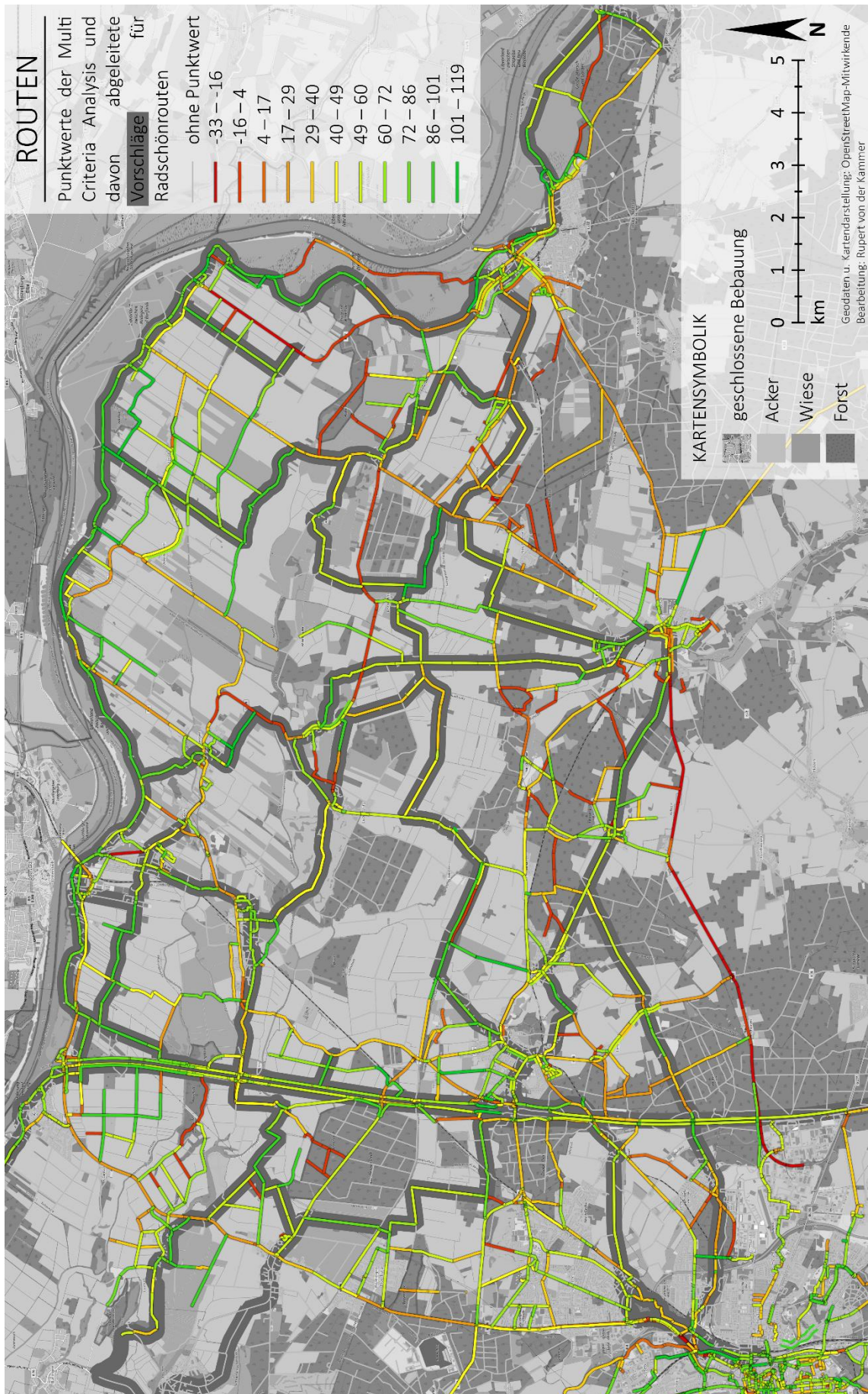
Karte 16: Darstellung von Haupttrouten im Untersuchungsraum. Quelle: s. Karte



Karte 17: Darstellung von zusätzlichen Routen als Ergänzung der Haupttrouten. Quelle: s. Karte.

5.2.6 Vollständiges Routennetz im Untersuchungsraum

Auf Grundlage der Haupttrouten wurde in Kombination mit den Nebenrouten ein ortsübergreifendes Routennetz für den gesamten Untersuchungsraum erstellt. Dieses umfasst für die Verbindungen zwischen den Orten Lüneburg, Bleckede, Hohnstorf und Neetze die jeweils am besten für den Radverkehr geeigneten Strecken mit insgesamt acht Haupttrouten sowie zehn zusätzliche, ortsverbindende und auf die Haupttrouten zuführende Nebenrouten. Dieses Gesamtroutennetz wird auf Karte 18 dargestellt und stellt das Kernergebnis der vorliegenden Arbeit dar.



Karte 18: Darstellung des vollständigen Routennetzes. Quelle: s. Karte.

6 Diskussion

6.1 Reflexion der Ausarbeitung der Methode

Analog zum in der Einleitung angesprochenen wissenschaftlichen Neuland, im Verlauf von dessen Kartierung – im übertragenen wie auch im wörtlichen Sinne – versucht wurde, die eingangs aufgestellte Hypothese zu belegen, die OSM sei für die Auswertung von radverkehrsrelevanter Infrastruktur geeignet, ist auch die im Rahmen dieser Arbeit angewendete Methodik zu großen Teilen neuartig. So wurde zwar die theoretische Beantwortung der Forschungsfrage nach der Eignung der OpenStreetMap als Datenbank für radverkehrsrelevante Informationen noch auf Grundlage einer Literaturrecherche sowie einer daraus abgeleiteten Kategorisierung der Ergebnisse durchgeführt, für die praktische Überprüfung der Forschungsfrage im exemplarischen Untersuchungsraum konnte jedoch kein erprobtes oder gar gängiges Verfahren in der spärlich vorhandenen Literatur rund um dieses Thema gefunden werden. Die Ausarbeitung der Methode zur praktischen Auswertung der OSM-Daten stützte sich aus diesem Grund weniger auf belegte oder erprobte Vorgehensweisen als vielmehr auf die praktischen Erfahrungen des Autors und die von ihm durchgeführte explorative Form der Datenanalyse.

Bei der Herausarbeitung der Eignung der OSM als Datenbank für radverkehrsrelevante Informationen wurde zunächst im OSM-Wiki nach Attributen mit Radverkehrsbezug gesucht. Aus diesen wurde dann eine Auswahl getroffen, indem zunächst anhand der vorliegenden Datenmengen ein Elementtyp (Linie) mit einem bestimmten Primärattribut (`highway=*`) festgelegt wurde. Dann wurden in einem zweiten Schritt all jene Sekundärattribute ausgewählt, die versprachen, Qualitätsprinzipien der CROW-Guideline (EC o.J., s. auch Tabelle 5) mit ihren Ausprägungen widerzuspiegeln. Für die Ausarbeitung einer praktischen Auswertungsmethode, wie sie das Ziel dieser Arbeit war, hat sich dieses Vorgehen erfolgreich gezeigt. Für die theoretische Fragestellung jedoch, inwiefern die OSM als Datenbank für radverkehrsrelevante Informationen geeignet ist, wäre nach Meinung des Autors ein umgekehrtes Verfahren aufschlussreicher gewesen: Wäre nicht die Auswahl der OSM-Attribute zuerst anhand ihrer zugeschriebenen Radverkehrsrelevanz erfolgt, sondern – im Gegenteil – eine Zusammenstellung aller für den Radverkehr bedeutsamen Faktoren sowie im besten Fall bereits einer innerhalb dieser Gesamtheit normierten Relevanz, hätte diese Liste dann in Kategorien bezüglich ihrer Erfassung mit der OSM eingeteilt werden können, bspw. nach dem Schema „nicht mit der OSM zu erfassen“/„theoretisch zu erfassen, nicht etabliert“/ „erfasst, etabliert“. Mit einem solchen als deduktiv zu bezeichnenden Vorgehen wäre die Frage aus theoretischer Perspektive umfänglicher zu behandeln als mit der vorliegenden, induktiv vorgehenden Herausarbeitung. Doch das beschriebene Vorgehen hätte wohl allein bereits den Umfang, eine Bachelor- oder vergleichbare Arbeit zu füllen. Weil diese Arbeit jedoch das erklärte Ziel hatte, einen Praxisbezug herzustellen, ist die Beantwortung der Frage nach der theoretischen Eignung der OSM als Infrastrukturdatenbank für Radverkehrsbelange in den Hintergrund gerückt und wurde nur im Hinblick auf die auszuarbeitende Methode umfassend beantwortet.

Die Herausarbeitung der Methode basierte dann zum größten Teil auf den Überlegungen und Erfahrungen des Autors. Während die Auswahl der zu analysierenden Kriterien sowie deren Gewichtung, wie gerade beschrieben, entlang einer Literaturrecherche und insbesondere der CROW-Guidelines (EC o.J.) erfolgte, ließ sich für die Vergabe der Wertungspunkte der möglichen Ausprägungen innerhalb der einzelnen Kriterien keine Entsprechung in bestehender Literatur finden. Ebenfalls mit einer solchen Punktwertung arbeiten zwar ALRUTZ/BOHLE/WILHAUS (1998), die innerhalb bestimmter Kriterien Punkte für deren verschiedene Ausprägungen festgelegt haben (s. Tabelle 4), diese jedoch ohne tiefere Erklärung für die Größe und Abstufung der Werte anwendungsorientiert beschreiben – ein Grund dafür, die Punktvergabe in dieser Arbeit ausführlich zu behandeln. Die Wertpunktvergabe von ALRUTZ/BOHLE/WILHAUS (1998) ließe sich zwar aufgrund abweichender Kriterien und Ausprägungen ohnehin nicht auf die vorliegende Arbeit übertragen, jedoch verwundert den Autor die fehlende Erläuterung und die damit verpassten Chancen der wissenschaftlichen Weiterführung einer solchen, ansonsten in vielen Aspekten wegweisenden Forschung. Insbesondere in Anbetracht der in den letzten Jahren vermehrt aufkommenden Bikeability-Studien (s. Kapitel 1.3) könnte man das Urteil treffen, dass ALRUTZ/BOHLE/WILHAUS (1998) ihrer Zeit um etwa eine Dekade voraus waren und eine Neuauflage ihrer Arbeit im Sinne einer Erforschung von Bewertungsmethoden der Attraktivität von Radverkehrsanlagen mehr als überfällig erscheint – wenn diese denn, anders als ihre Vorgängerin, sich auch auf Wege abseits der regulären Radverkehrsanlagen beziehen würde.

Zur Reflexion herauszugreifen ist bei der Festlegung der Punktwerte weniger deren spezifische Vergabe für einzelne Attributausprägungen als vielmehr die Aufweitung der Bewertungsskala auf den negativen Bereich. So wurden erste Versuche mit einem Punktwertbereich von 0 bis 10 durchgeführt, was jedoch zu geringe Abstufungsmöglichkeiten für die Wiedergabe von Extremwertausprägungen (s. Kapitel 3.2) bot. Die anschließende Erweiterung auf einen Bereich von 0 bis 20 ermöglichte zwar die bessere Verteilung der Attributausprägungen, lieferte aber dennoch Ergebnisse, die nicht mit den Erfahrungswerten des Autors übereinstimmten. An dieser Stelle wurde offenbar, wie notwendig die von HAFERBURG/KRAUDZUN (2022, 141) geforderte und in der Einleitung vom Autor angekündigte praktische Validierung jeglicher bislang nur theoretisch berechneter Radverkehrseignung ist: So boten die ersten Ergebnisse durchaus anschauliche Wertabstufungen, die man ohne praktische Kenntnis der Wege wohl kaum hinterfragt hätte. Auch die differenzierte Analyse der einzelnen Kriterien wie in Kapitel 5.1 ermöglichte es nicht, auf diesen Fehler hinzudeuten, da für ein einzelnes Kriterium nur die Intervalle zwischen den Attributausprägungen relevant sind, während es keinen Einfluss hat, wo auf der Skala diese angesiedelt sind: Ob die Punktwerte von 0 bis 20 oder von -20 bis 0 verteilt sind, ist für das einzelne Kriterium egal, erst bei der Addition der Werte für das Endergebnis der MCA zeigt die Festlegung dieses Bereichs ihre Wirkung: So hat in dieser Arbeit erst die Verschiebung der Skala auf den Bereich von -10 bis +10 Ergebnisse hervorgebracht, die mit den Erfahrungswerten des Autors übereinstimmen. Dabei wurde die Grenze zwischen positiven und negativen Punkten stets zwischen allen positiven und allen negativen Attributausprägungen gezogen: Lagen etwa für ein Kriterium nur negative Auswirkungen auf den Radverkehr vor, erfolgte auch die Punktvergabe nur im Bereich von 0 bis -10.

Eine solche Skala führt in der Berechnung des kombinierten Ergebnisses der MCA zu einem gegenseitigen Aufwiegen von negativen und positiven Punkten, was dazu führt, dass negative Auswirkungen auch eine tatsächliche Herabstufung bedeuten, anstatt – wie bei einer rein positiven Skala – bloß eine geringere Aufwertung darzustellen. Dies entspricht nach der Meinung des Autors am ehesten der auch im Feld stattfindenden Abwägung verschiedener Faktoren bei der Routenwahl.

6.2 Reflexion der Ergebnisse und ihrer kartographischen Darstellung

Aufgrund der unterschiedlichen vergebenen Punktwertbereiche der einzelnen Kriterien – einige weisen nur positive Werte auf, das Kriterium der Breite hauptsächlich negative – liegt der von der MCA theoretisch abgedeckte Punktbereich bei minimal -70 bis maximal +142 Punkten. Davon praktisch erreicht wurde mit den Daten des Untersuchungsraums nur ein Teilbereich von -33 bis +119 Punkten, wie auf Abbildung 2 ersichtlich wird. Die Grundgesamtheit von 4048 analysierten Linienobjekten weist dabei eine leicht positive Wertverschiebung auf, wobei zwar um den Mittelwert der theoretischen Punktverteilung (+36) eine Häufung auftritt, diese jedoch nicht den Mittelwert der ausgewerteten Daten (+51) widerspiegelt. Ob diese Verschiebung um den Mittelwert jedoch einen Rückschluss auf einen „überdurchschnittlichen“ Zustand der radverkehrsrelevanten Infrastruktur des Erhebungsraums zulässt, sei zu diesem Zeitpunkt zu bezweifeln, da der theoretische Mittelwert der MCA mitnichten eine „durchschnittliche“ Radverkehrsinfrastruktur repräsentiert und zudem keinerlei Vergleichswerte zu einem solchen „Durchschnitt“ aus anderen Gebieten vorliegen.

Die Durchführung eines solchen Vergleiches ist zur weiteren Validierung der ausgearbeiteten Methode zwar zu empfehlen, würde jedoch eine Anpassung der kartographischen Darstellung der Ergebnisse notwendig machen: Für diese wurde nämlich nicht auf eine lineare Gruppierung der Ergebnisse zurückgegriffen, deren Abstufungen in gleichen Abständen vorliegen und damit eine Vergleichbarkeit unabhängig von der analysierten Grundgesamtheit ermöglichen. Stattdessen wurde eine algorithmus-basierte Gruppenbildung genutzt, welche in ihrer Einteilung darauf abzielt, die Unterschiede zwischen den Gruppen zu maximieren und innerhalb der Gruppen zu minimieren (s. Kapitel 4). Ein solches Verfahren bietet sich zur detaillierten Betrachtung einer spezifischen Datenmenge an und wurde in dieser Arbeit ausgewählt, um die Unterschiede zwischen Wegeverbindungen im Untersuchungsraum bestmöglich darzustellen. Für einen Vergleich mehrerer unabhängiger Datenmengen, also bspw. verschiedener Untersuchungsgebiete, ist es jedoch nicht geeignet.

Trotz der mangelnden Vergleichbarkeit mit anderen Datensätzen ermöglichen die gewählten Punktwert-Intervalle und ihre absoluten Häufigkeiten im Ergebnis der MCA dennoch, auf Grundlage der Annahme einer zufälligen Stichprobenziehung, einen groben Rückschluss darauf, wie repräsentativ die Ergebnisse der Methode sind: Wie aus Abbildung 2 ersichtlich wird, liegen die Häufigkeiten in Annäherung einer Normalverteilungskurve vor. Ob und mit welcher Signifikanz dies tatsächlich der Fall ist, wäre zwar mit einer detaillierten, statistischen Analyse der Ergebnisse herauszufinden, hätte jedoch den Rahmen dieser Diskussion gesprengt, weshalb darauf verzichtet werden musste.

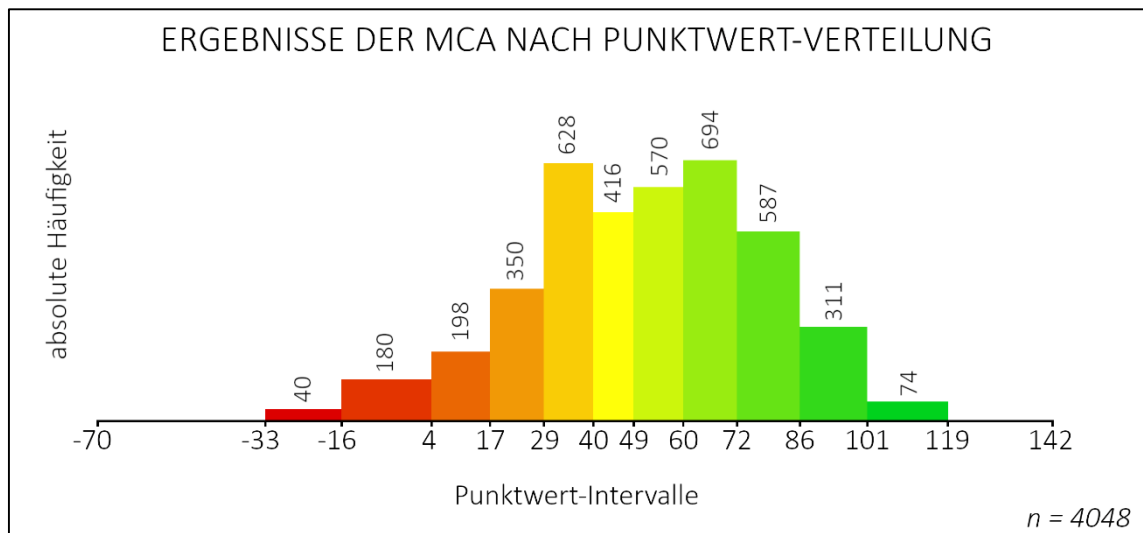


Abbildung 2: Ergebnisverteilung der MCA nach Punktwerten. Darstellung der absoluten Häufigkeit je Punktwert-Intervall mit der Fläche des jeweiligen Balkens. Quelle: Eigener Entwurf.

6.3 Reflexion des Vorgehens zur Herausarbeitung der Routen

Die Herausarbeitung von „Radschönrouten“ im Untersuchungsraum als Kernziel der praktischen Analyse dieser Arbeit erfolgte anhand der Herausarbeitung von vier wichtigen Siedlungsräumen und den zwischen diesen möglichen Verbindungsstrecken. Obwohl zusätzlich zu diesen Haupt-routen eine weitere Herausarbeitung von zusätzlichen, diese Hauptverbindungen ergänzenden Nebenrouten erfolgte, weicht dieses Vorgehen von einem spezifisch für den Landkreis Lüneburg für die Ausarbeitung von Radrouten nach dem Schema der RVF 3.0 empfohlenen Vorgehen ab:

Zwischen und um die Orte im Landkreis alle Verbindungen identifizieren, die für den Radverkehr taugen (nicht zu reliefiert, hinreichend befahrbare sowie ausreichend breite Wege) und vom Umfeld her möglichst angenehm sind. Im sich dabei ergebenden dichten Netz kann man dann die Nahraumwege für Versorgung und instanzielle fahrradrelevante Pendlerrelationen herausarbeiten. (PEZ/SEIDEL 2020b, 18)

Es war dem Autor beispielsweise im Umfang dieser Arbeit nicht möglich, alle Verbindungen zwischen allen Orten im Untersuchungsraum herauszuarbeiten, geschweige denn Nahraumverbindungen innerhalb der Ortschaften zu betrachten. Die Darstellung der Ergebnisse wurde zwar erfolgreich auf ihre Möglichkeiten bezüglich einer solchen kleinräumigen Analyse getestet (s. Nahraumkarte von Bleckede, Anhang 3), die Ergebnisanalyse und gezielte Routenauswertung musste jedoch verworfen werden. Insofern lässt sich das im Rahmen dieser Arbeit erhobene Routennetz als erster Ansatz einer genaueren Herausarbeitung von Routen betrachten. Insbesondere eine detailliertere Aufstellung von Zielen mit Radverkehrsrelevanz, wie bspw. Bushaltestellen oder Einkaufsmöglichkeiten, wäre für ein solches Vorgehen zu empfehlen. Auch die Betrachtung der einzelnen Routenparameter, etwa eine Verrechnung des MCA-Punktwertes mit der jeweiligen Linienlänge, um somit einen Kostenfaktor für jedes Linienelement zu berechnen, wäre in einer weiteren Untersuchung der Streckenqualitäten möglich.

7 Fazit und Ausblick

Der eingangs anvisierte Brückenschlag zwischen dem Konzept des kritischen Kartierens in Form von OSM-Daten einerseits und Bikeability-Studien in Form der mit diesen Daten durchgeführten MCA andererseits konnte in dieser Arbeit nicht nur theoretisch konzeptioniert, sondern auch praktisch ausgeführt werden. Zusätzlich zur erfolgreichen Datenauswertung und -darstellung erweisen sich die Ergebnisse als aussagekräftig für die Analyse von radverkehrsrelevanter Verkehrsinfrastruktur und erlauben die Ausarbeitung von Empfehlungen für Fahrradrouten.

In der vorliegenden Arbeit wurde zunächst der Frage nachgegangen, inwiefern die OSM als Datenbank für den Radverkehr geeignet ist. Die Beantwortung in Form einer Zusammenstellung aller derzeit in der OSM erfassten radverkehrsrelevanten Daten-Attribute offenbarte das Potenzial der OSM für den Radverkehr und zeigte bereits Möglichkeiten der Auswertung dieser Daten auf. Um darauf aufbauend der Frage nachzugehen, inwiefern eine solche Datenauswertung praktisch gelingen kann, wurde im folgenden Hauptteil der Arbeit zunächst die Entwicklung der Datenanalyse-Methode vorgestellt. In Abgrenzung zu der bisher in Bikeability-Studien üblichen Raster-Analyse mehrerer Datenquellen wird gezeigt, dass eine linienbezogene Multi Criteria Analysis von OSM-Daten auch ohne den Einbezug weiterer Datenquellen in der Lage ist, eine Bewertung von radverkehrsrelevanter Infrastruktur zu ermöglichen.

So lässt sich anhand der Ergebnisse der MCA das exemplarisch gewählte Untersuchungsgebiet im östlichen Landkreis Lüneburg in Bezug auf den Radverkehr grob in drei Räume einteilen: Im Norden kann dieser auf ein breit gefächertes Netz an gut ausgebauten Wegen zurückgreifen, die in der Elbmarsch verlaufen, jedoch auch häufig vielbefahrene Straßen sind – der größte Problemfaktor ist in diesem Bereich deshalb der Kfz-Verkehr. Im Süden mangelt es nicht an einem engmaschigen Wegenetz abseits viel befahrener Straßen – dort stellt die Topographie jedoch das größte Hindernis für den Radverkehr dar: Nicht nur das Relief, sondern auch der Untergrund und die damit einhergehende forstwirtschaftliche Flächennutzung resultieren in vielfach schlechter Wegequalität für den Radverkehr, insbesondere abseits der Landes- und Kreisstraßen. Die Mitte des Untersuchungsraumes schließlich stellt einen Übergang zwischen diesen beiden Räumen mit ihren radverkehrsspezifischen Faktoren dar und bildet folglich in vielen Fällen einen Kompromiss zwischen den beiden Extrema.

Diese Dreiteilung schlägt sich auch in den Ergebnissen der MCA und den daraus abgeleiteten Radschönrouten-Empfehlungen nieder: So verlaufen die meisten der empfehlenswerten Routen nördlich der Geestkante, welche den südlichen vom mittleren Teil des Untersuchungsraumes abteilt. Herauszustellen ist hier insbesondere die Routenverbindung von Lüneburg und Bleckede, welche anhand der Ergebnisse der MCA herausgearbeitet werden konnte: Sie verläuft über einen gegenüber der direkten Führung entlang der L221 weit nördlich verlagerten Korridor, der nicht nur deutlich bessere MCA-Punktwerte aufweist, sondern darüber hinaus auch topographisch vorteilhaft ist. Zusätzlich zu dieser Route konnten auf Grundlage der MCA sieben weitere Hauptrouten ausgearbeitet werden, die alle größeren Ortschaften des Untersuchungsraumes miteinander verbinden. Darüber hinaus wurden zusätzliche Anschlussstrecken identifiziert, die diese Hauptrouten schließlich zu einem Netz ergänzen.

Es lässt sich zusammenfassend sagen, dass die MCA auf Grundlage von OSM-Daten detailreiche Rückschlüsse auf empfehlenswerte Radverkehrsverbindungen im Untersuchungsraum erlaubt. Im Gegensatz zu den meisten, bis dato durchgeführten Bikeability-Studien konnten die Ergebnisse außerdem durch die Erfahrung des Autors im Untersuchungsraum validiert werden. Darüber hinaus lässt sich die starke Aussagekraft der erarbeiteten Methode anhand der Annäherung ihrer Ergebniswerte an eine Normalverteilung vermuten – geprüft werden konnte dies im Umfang der vorliegenden Arbeit jedoch nicht. In diesem Sinne sei angemerkt, dass die Ausarbeitung der Methodik sowie ihre praktische Überprüfung auf größtenteils induktiven Vorgehensweisen beruhten und folglich der Beweis ihrer Funktionstüchtigkeit über den exemplarisch untersuchten Raum hinaus noch aussteht. Die Anwendung der MCA auf andere Untersuchungsräume wäre folglich ein lohnendes Feld für zukünftige Forschungsarbeit.

Doch nicht nur die Grenzen der Methode konnten nicht abschließend ausgelotet werden, auch ein Teil ihrer Möglichkeiten ist zwar erkannt, im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht genutzt worden: So ermöglicht die MCA nicht nur die Analyse von ortsverbindenden Routen, wie sie im Rahmen dieser Arbeit vorgenommen wurde, sondern auch die Nahraum-Analyse von Ortschaften und Siedlungsräumen auf ihre Radverkehrsinfrastruktur hin. Das liegt insbesondere an der erfolgreichen, bis dato von keiner dem Autor bekannten Studie durchgeführten Auswertung eines bestimmten Attribuierungsschemas der OSM für Geh- und Radweginfrastruktur über die Attribute `sidewalk=*` und `cycleway=*`. Ein Beispiel dafür, wieso eine solche Auswertung zusätzlich zu der üblichen Hauptverkehrsführung aufschlussreich sein könnte, findet sich in Form einer Nahraum-Karte von Bleckede in Anhang 3. In dieser Stoßrichtung wäre eine weitere Ausarbeitung von Routenführungen innerhalb der Ortschaften Adendorf, Scharnebeck und Bleckede auf Grundlage der hier vorgestellten MCA im Rahmen von weiteren Arbeiten des Projektes zu empfehlen.

Literaturverzeichnis

- ALRUTZ, D./BOHLE, W./WILHAUS, E. 1998: Bewertung der Attraktivität von Radverkehrsanlagen. In: BAST (Bundesanstalt für Straßenwesen) (Hg.): Verkehrstechnik, Heft V 56. Bergisch Gladbach.
- DAMMANN, F./MICHEL, B. 2022a: "Kritisches Kartieren – zur Einführung". In: Dammann, F./Michel, B. (Hg.): Handbuch Kritisches Kartieren (9-22). Bielefeld. Online verfügbar: <https://doi.org/10.1515/9783839459584-001>
- DAMMANN, F./MICHEL, B. 2022b: Digitale Ungleichheiten überwinden - kritisches Kartieren crowdbasierter Wissensproduktionen. In: Dammann, F./Michel, B. (Hg.): Handbuch Kritisches Kartieren (297-306). Bielefeld. Online verfügbar: <https://doi.org/10.14361/9783839459584-020>
- DCLG (Department for Communities and Local Government). 2009: Multi-criteria analysis: a manual. London.
- FERSTNER, T.G. 2020: Qualitätskriterien im Radverkehr: Bewertung des Radverkehrsangebots für den Alltagsradverkehr bzw. Radtourismus. Wien. Online verfügbar: <https://permalink.obvsg.at/bok/AC15727954>
- FSGV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) (Hg.) 2010: Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 2010). Köln. Online verfügbar: <https://www.docdroid.net/J9jhs0/era-2010-ohne-lesezeichen-pdf>
- GEHRING, D.B. 2016: Bikeability-Index für Dresden - Wie fahrradfreundlich ist Dresden? In: Becker U.J./Lißner S. (Hg.): Verkehrsökologische Schriftenreihe (6/2016). Dresden. Online verfügbar: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-201073>
- HAFERBURG, C./KRAUDZUN, T. 2022: Bikeability-Studien und Radwegplanung von unten – akademische und aktivistische Interventionen zur Verkehrswende. In: Dammann, F./Michel, B. (Hg.): Handbuch Kritisches Kartieren (139-156). Bielefeld. Online verfügbar: <https://doi.org/10.14361/9783839459584-010>
- JENKS, G.F./CASPALL, F.C. 1971: Error on Choroplethic Maps: Definition, Measurement, Reduction. In: Annals of the Association of American Geographers, 61 (217-244). Online verfügbar: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1971.tb00779.x>
- JONIETZ, D./TIMPF, S. 2012: Entwicklung eines GIS-basierten Bikeability-Index am Beispiel der Stadt Augsburg. In: Löwner, M./Hillen, F./Wohlfahrt, R. (Hg.): Geoinformatik 2012 "Mobilität und Umwelt" – Konferenzband (83-90). Braunschweig.
- MEISEL, S. (1964): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 57 / Hamburg (Süd). In: Meynen, E./Schmithüsen, J./Gellert, J./Neef, E./Müller-Miny, H./Schultze, H.J.: Handbuch der Gliederung Deutschlands. 8. Lieferung 1961 – Haupteinheitengruppen 77–90 (Nordostdeutsches Tiefland) (1091–1218). Remagen.
- MEIBEYER, W. (1980): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 58 / Lüneburg. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (Hg.). Bonn, Bad Godesberg.
- MIX, P. 2008: Radstadtplan Lüneburg. Lüneburg.
- NEUGEBAUER, D. 2018: Bestandsaufnahme und qualitative Bewertung des Wiener Hauptradverkehrsnetzes. Wien. Online verfügbar: https://www.fvv.tuwien.ac.at/fileadmin/mediapool-verkehrsplanung/Diverse/Lehre/Studentenarbeiten/Bachelorarbeiten/2018_Neugebauer.pdf
- OD-LG (Oberstadtdirektor der Stadt Lüneburg) (Hg.) 1992: Lüneburger Radstadtplan. Lüneburg.
- OLG (Oberlandesgericht) München, Urteil vom 23.10.2009 - 10 U 2809/09.
- OLG (Oberlandesgericht) Nürnberg, Urteil vom 07.04.2004 - 4 U 644/04.

- OLG (Oberlandesgericht) Oldenburg, Beschluss vom 09.03.2004 - 8 U 19/04.
- PEZ, P./SEIDEL, A. 2020a: Radverkehrsförderung 3.0. Barrierefrei, netztransparent, digital - konzeptionelle Folgerungen aus 30 Jahren Beobachtungen und Forschung (nicht nur) in der Region Lüneburg - Teil I. In: Internationales Verkehrswesen – 72. Jahrgang, Heft 3 (20-23). Bayersbronn.
- PEZ, P./SEIDEL, A. 2020b: Radverkehrsförderung 3.0. Barrierefrei, netztransparent, digital - konzeptionelle Folgerungen aus 30 Jahren Beobachtungen und Forschung (nicht nur) in der Region Lüneburg - Teil II. In: Internationales Verkehrswesen – 72. Jahrgang, Heft 4 (16-20). Bayersbronn.
- RAMM, F./TOPF, J. 2008: OpenStreetMap: Die freie Weltkarte nutzen und mitgestalten. Berlin.
- SEIDEL, A. 2022: LGMaaps-Schema zum OSM-Tag class:bicycle=*. Lüneburg. Online verfügbar: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Organised_Editing/Activities/LGMaaps/class:bicycle
- SCHMID-QUERG, J.; KELER, A.; GRIGOROPOULOS, G. 2021: The Munich Bikeability Index: A Practical Approach for Measuring Urban Bikeability. In: MDPI (Hg.): Sustainability 13, no.1 (428). München. Online verfügbar: <https://doi.org/10.3390/su13010428>
- STOCKER, T./STEINKE, I. 2022: 2 Einführung in die deskriptive Statistik. In: Statistik: Grundlagen und Methodik (23-30). Berlin, Boston. Online verfügbar: <https://doi.org/10.1515/9783110744194-002>
- StVO (Straßenverkehrsordnung), Anlage 3 zu § 42 Absatz 2 StVO. Fundstelle: BGBl. I 2013 (411, 424). Online verfügbar: https://dejure.org/gesetze/StVO/Anlage_3.html
- WINTERS, M./BRAUER, M./SETTON, E.M./TESCHKE K. 2013: Mapping Bikeability: A Spatial Tool to Support Sustainable Travel. In: Environment and Planning B: Planning and Design 40, no. 5 (865–83). Online verfügbar: <https://doi.org/10.1068/b38185>.

Internetquellenverzeichnis

- EC (Europäische Kommission) (Hg.) o.J.: Basic quality design principles for cycle infrastructure and networks. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/cycling/guidance-cycling-projects-eu/cycling-infrastructure-quality-design-principles/basic-quality-design-principles-cycle-infrastructure-and-networks_en
- LK-LG (Landkreis Lüneburg) (Hg.) o.J.: Geoportal Landkreis Lüneburg. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022: geo.lklg.net/terraweb_openlayers
- LSN (Landesamt für Statistik Niedersachsen) 2021: Bevölkerungsfortschreibung, Tabelle A100001G. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022: <https://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/html/default.asp>
- OSM (OpenStreetMap) (Hg.) o.J.: Urheberrecht und Lizenz. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022: <https://www.openstreetmap.org/copyright>
- OSM-B (OpenStreetMap-Blog)/Nutzer „Mikel“ 2021: 100 Millionen OpenStreetMap-Bearbeitungen. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022: <https://blog.openstreetmap.org/2021/02/21/100-million-edits-to-openstreetmap/?lang=de>
- OSM-Berlin (Berliner OSM-Gruppe Verkehrswende) (Hg.) o.J.: Straßenraumkarte Neukölln. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022: <https://supaplexosm.github.io/strassenraumkarte-neukoelln/?map=micromap>
- OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022a: DE:Elemente. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Elemente>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022b: DE:Attribut. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022:
<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Attribut>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022c: Micromapping. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022:
<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Micromapping>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022d: DE:Key:construction. Zuletzt abgerufen am
24.07.2022: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:construction>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022e: Hauptseite des OpenStreetMap-Wikis, hier
aufgeführt für Quellenverweise einzelner Attribute, die über die Suchabfrage zu finden sind.
Zuletzt abgerufen am 24.07.2022: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Hauptseite>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022f: DE:Key:class:bicycle. Zuletzt abgerufen am
24.07.2022: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:class:bicycle>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022g: DE:Key:highway. Zuletzt abgerufen am
24.07.2022: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:highway>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022h: DE:Key:lit. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022:
<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:lit>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022i: DE:Key:segregated. Zuletzt abgerufen am
24.07.2022: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:segregated>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022j: OSM tags for routing/Access restrictions. Zuletzt
abgerufen am 24.07.2022:
https://wiki.openstreetmap.org/wiki/OSM_tags_for_routing/Access_restrictions#Germany

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022k: Radverkehrsanlagen Kartieren – Kontroversen und
Mehrdeutigkeiten. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022:
https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Bicycle/Radverkehrsanlagen_kartieren#Kontroversen_und_Mehrdeutigkeiten

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022l: DE talk:Tag:highway=path. Zuletzt abgerufen am
24.07.2022: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE_talk:Tag:highway%3Dpath

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022m: DE:Key:smoothness. Zuletzt abgerufen am
24.07.2022: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:smoothness>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022n: DE:Key:surface. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022:
<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:surface>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022o: DE:Key:width. Zuletzt abgerufen am 24.07.2022:
<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:width>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022p: DE:Key:maxwidth:physical. Zuletzt abgerufen am
24.07.2022: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:maxwidth:physical>

OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022q: DE:Key:sidewalk. Zuletzt abgerufen am
24.07.2022: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:sidewalk>

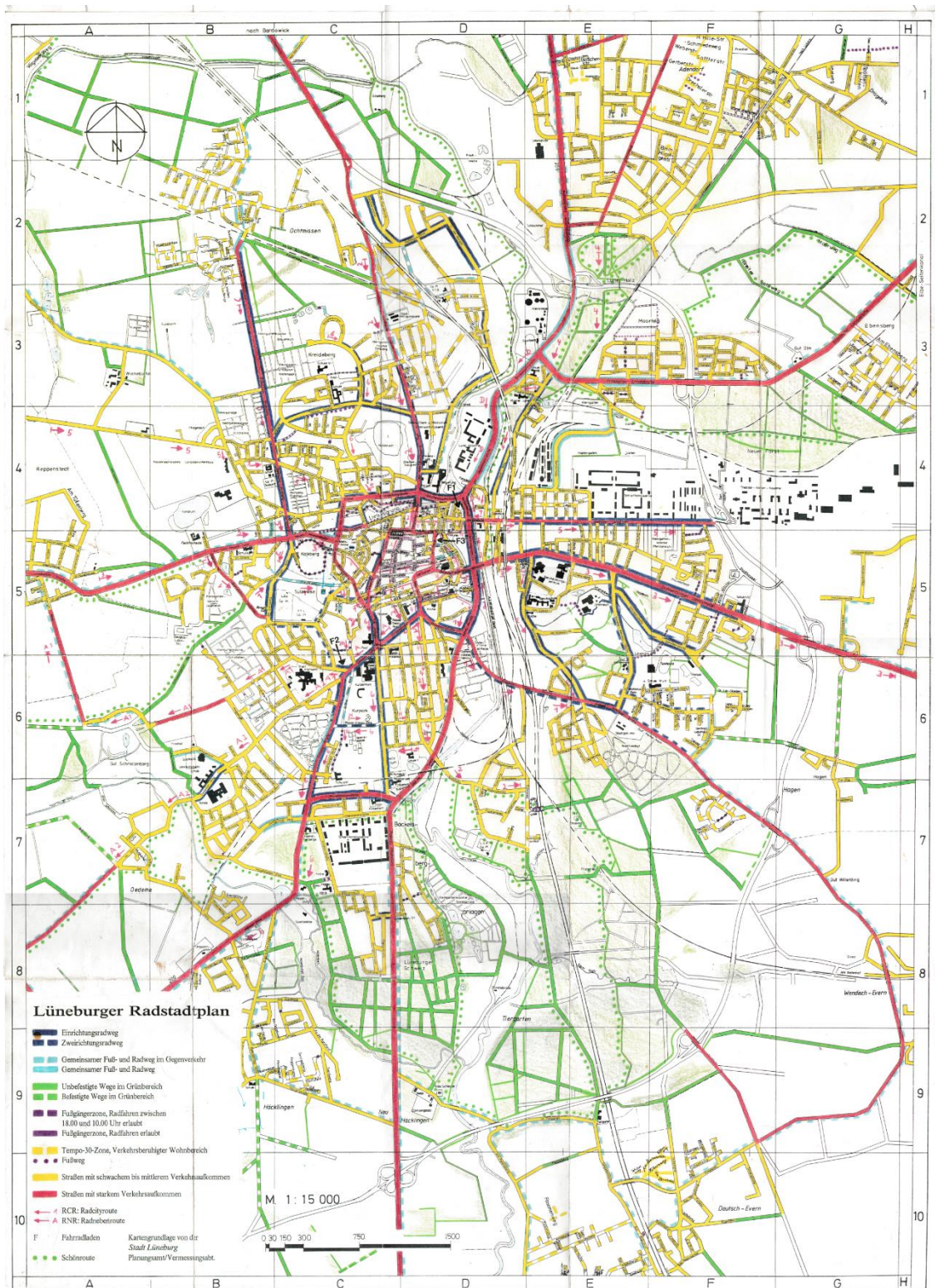
OSM-W (OpenStreetMap-Wiki) (Hg.) 2022r: DE:Key:cycleway. Zuletzt abgerufen am
24.07.2022: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Key:cycleway>

QGIS (QGIS-Projekt) (Hg.) 2022: Dokumentation - GNU Free Documentation License. Zuletzt
abgerufen am 24.07.2022:
https://docs.qgis.org/3.22/de/docs/gentle_gis_introduction/gnu_free_documentation_license.html?highlight=gnu

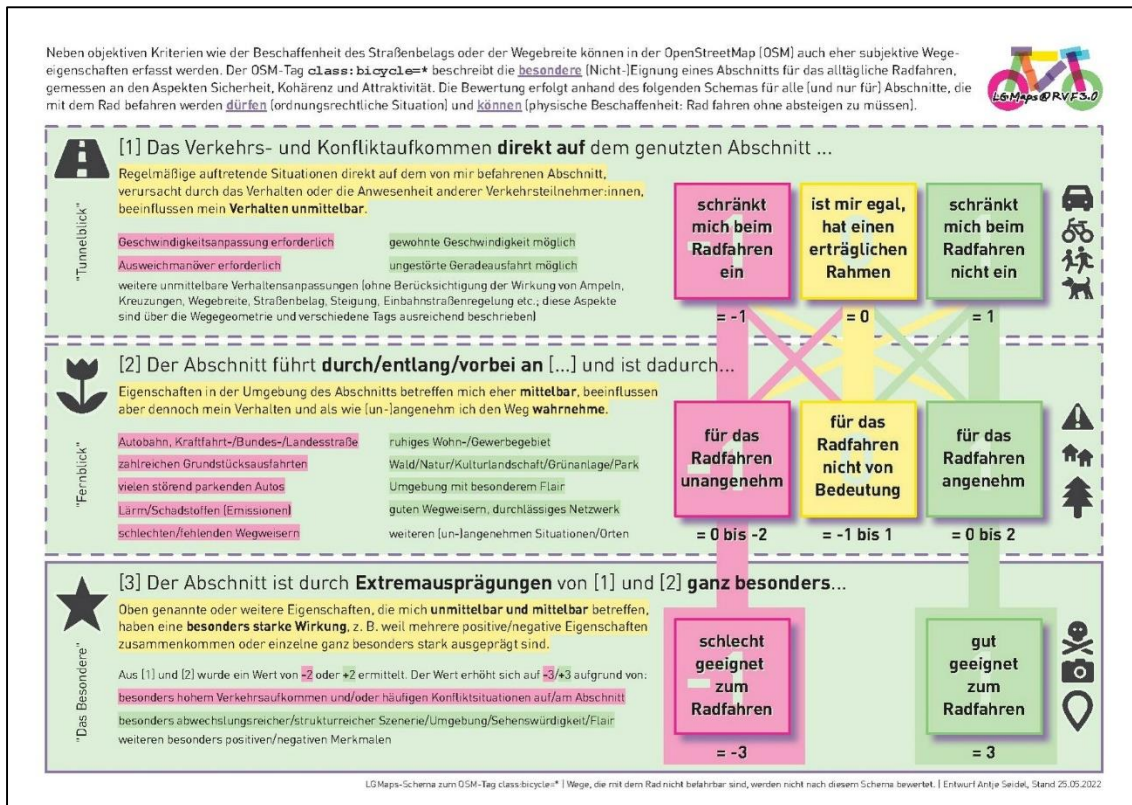
RAIFER, M./OSM-MW (OpenStreetMap-Mitwirkende) 2022: <http://overpass-turbo.eu/s/1ngQ>

Anhang

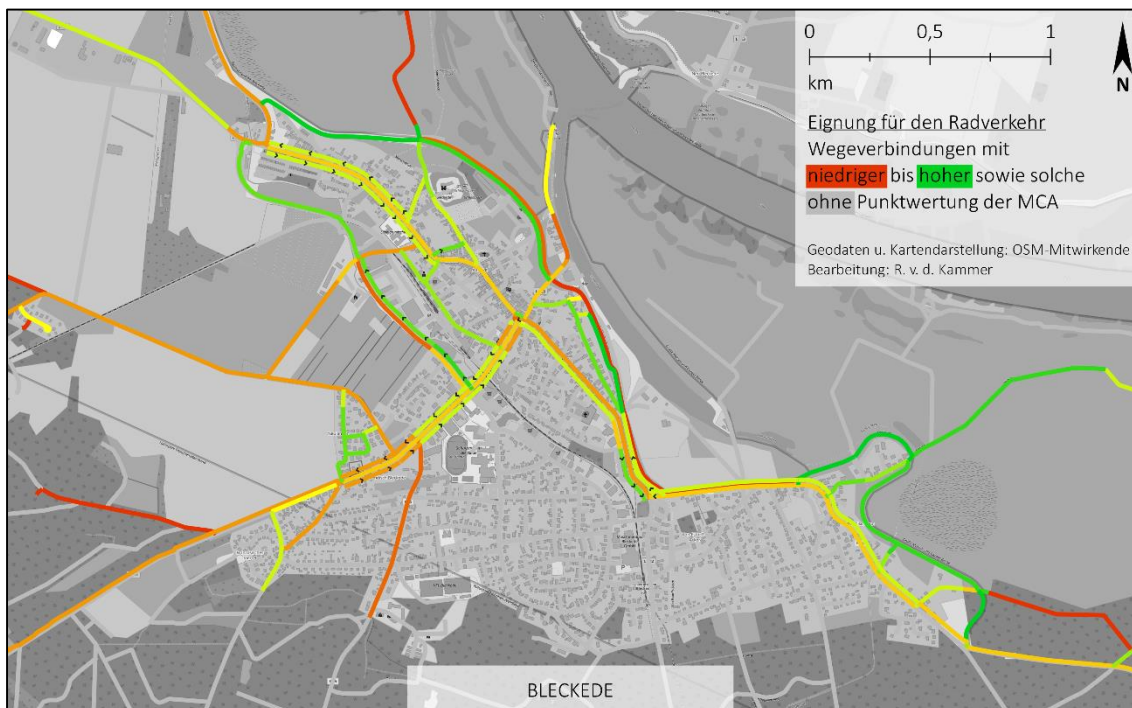
Anhang 1: Lüneburger Radstadtplan von 1992. Quelle: OD-LG 1992.



Anhang 2: Erhebungsschema des Projektes Lüneburg Maps für das class:bicycle-Attribut zu Beschreibung der Attraktivität eines Abschnittes für den Radverkehr. Quelle: Seidel 2022.



Anhang 3: Nahraum-Karte der MCA-Ergebnisse in Bleckede. Quelle: s. Karte.



Anhang 4: Tabelle zur Erläuterung der nominalen (NULL) und metrischen (0) – Werte, welche im Rahmen der MCA jeweils für die einzelnen Kriterien vergeben wurden (x). Ein nominaler NULL-Wert wird stets dann vergeben, wenn ein Attribut keine oder keine ausreichenden Informationen für die Auswertung bietet, also bspw. nicht angegeben ist. Wird für ein Objekt ein NULL-Wert ausgegeben, erfolgt keine Auswertung durch die MCA (die dann ebenfalls NULL ausgibt). Insofern sind die vier Attribute mit NULL-Wert-Möglichkeit in der MCA die „Grundattribute“, die für eine Auswertung in jedem Fall gegeben sein müssen. Die metrischen 0-Werte stellen hingegen jene Attributausprägungen dar, denen weder negative noch positive Auswirkungen auf den Radverkehr zugeschrieben werden, sie stellen innerhalb der Auswertung eines Attributs also neutrale Werte dar und ermöglichen somit zwar die Auswertung durch die MCA, haben jedoch dann keinen Einfluss auf das Ergebnis dieser. Quelle: Eigener Entwurf.

Attribut	NULL	0
class:bicycle=*		X
highway=*	X	
lit=*	X	X
segregated=*		X
smoothness=*	X	
surface=*	X	X
width=*		X

Anhang 5: QGIS-Feldrechner-Abfragen zur Auswertung der OSM-Rohdaten in den Kriterien der MCA. Abfragen als Fließtext formatiert, für Formatierung mit Absatzmarken siehe online: <https://gitlab.qwdg.de/lq077890/mca-abfragen-zur-radverkehrsbezogenen-osm-datenanalyse-in-qgis/-/blob/1633b326f2ce180927d8c33e0443a7e942f64b29/QGIS-Abfragen.txt> In Anführungszeichen gesetzte Zeilen bezeichnen die jeweils mit den Abfragen erstellten Spalten in der Attributtabelle, wobei „HL_“ für Hauptlinie, „SW_l_“ und „SW_r_“ für linken und rechten Sidewalk (engl. für Bürgersteig) und „CW_l_“ und „CW_r_“ für linken und rechten Cycleway (engl. für Fahrradweg) stehen. Quelle: Eigener Entwurf.

```

1 "desc" Absatz hinzufügen mit:
2 \n'|'"desc"
3
4 "HL_lit"
5 CASE WHEN ("desc" ~ '\nlit=yes' OR "desc" ~ '\nlit=1') THEN '10'
6 WHEN ("desc" ~ '\nlit=no' OR "desc" ~ '\nlit=0') THEN '0'
7 ELSE NULL
8 END
9
10 "SW_r_lit"
11 CASE WHEN ("desc" ~ '\nsidewalk:[rightboth]+:lit=yes' OR "desc" ~ '\nsidewalk:[rightboth]+:lit=1' ) THEN '10'
12 WHEN ("desc" ~ '\nsidewalk:[rightboth]+:lit=no' OR "desc" ~ '\nsidewalk:[rightboth]+:lit=0') THEN '0'
13 ELSE NULL
14 END
15
16 "SW_l_lit"
17 CASE WHEN ("desc" ~ '\nsidewalk:[leftboth]+:lit=yes' OR "desc" ~ '\nsidewalk:[leftboth]+:lit=1' ) THEN '10'
18 WHEN ("desc" ~ '\nsidewalk:[leftboth]+:lit=no' OR "desc" ~ '\nsidewalk:[leftboth]+:lit=0') THEN '0'
19 ELSE NULL
20 END
21
22 "CW_r_lit"
23 CASE WHEN ("desc" ~ '\ncycleway:[rightboth]+:lit=yes' OR "desc" ~ '\ncycleway:[rightboth]+:lit=1' ) THEN '10'
24 WHEN ("desc" ~ '\ncycleway:[rightboth]+:lit=no' OR "desc" ~ '\ncycleway:[rightboth]+:lit=0') THEN '0'
25 ELSE NULL
26 END

```

```

27
28 "CW_l_lit"
29 CASE WHEN ("desc" ~ "\ncycleway:[leftboth]+:lit=yes" OR "desc" ~ "\ncycleway:[leftboth]+:lit=1" ) THEN '10' WHEN ("desc" ~
30 "\ncycleway:[leftboth]+:lit=no" OR "desc" ~ "\ncycleway:[leftboth]+:lit=0") THEN '0' ELSE NULL END
31
32 "HL_cb"
33 CASE WHEN "desc" ~ "\nclass:bicycle=-3" THEN '-10' WHEN "desc" ~ "\nclass:bicycle=-2" THEN '-5' WHEN "desc" ~ "\nclass:bicycle=-
34 '1' THEN '-2' WHEN "desc" ~ "\nclass:bicycle=1" THEN '2' WHEN "desc" ~ "\nclass:bicycle=2" THEN '5' WHEN "desc" ~
35 "\nclass:bicycle=3" THEN '10' ELSE '0' END
36
37 "SW_r_cb"
38 CASE WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:class:bicycle=-3" THEN '-10' WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:class:bicycle=-2'
39 THEN '-5' WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:class:bicycle=-1' THEN '-2' WHEN "desc" ~
40 "\nsidewalk:[rightboth]+:class:bicycle=1' THEN '2' WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:class:bicycle=2' THEN '5' WHEN "desc" ~
41 "\nsidewalk:[rightboth]+:class:bicycle=3' THEN '10' ELSE '0' END
42
43 "SW_l_cb"
44 CASE WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[leftboth]+:class:bicycle=-3" THEN '-10' WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[leftboth]+:class:bicycle=-2'
45 THEN '-5' WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[leftboth]+:class:bicycle=-1' THEN '-2' WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[leftboth]+:class:bicycle=1'
46 THEN '2' WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[leftboth]+:class:bicycle=2' THEN '4' WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[leftboth]+:class:bicycle=3'
47 THEN '10' ELSE '0' END
48
49 "CW_r_cb"
50 CASE WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[rightboth]+:class:bicycle=-3" THEN '-10' WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[rightboth]+:class:bicycle=-
51 2' THEN '-5' WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[rightboth]+:class:bicycle=-1' THEN '-2' WHEN "desc" ~
52 "\ncycleway:[rightboth]+:class:bicycle=1' THEN '2' WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[rightboth]+:class:bicycle=2' THEN '5' WHEN "desc"
53 ~ "\ncycleway:[rightboth]+:class:bicycle=3' THEN '10' ELSE '0' END
54
55 "CW_l_cb"
56 CASE WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[leftboth]+:class:bicycle=-3" THEN '-10' WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[leftboth]+:class:bicycle=-2'
57 THEN '-5' WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[leftboth]+:class:bicycle=-1' THEN '-2' WHEN "desc" ~
58 "\ncycleway:[leftboth]+:class:bicycle=1' THEN '2' WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[leftboth]+:class:bicycle=2' THEN '4' WHEN "desc" ~
59 "\ncycleway:[leftboth]+:class:bicycle=3' THEN '10' ELSE '0' END
60
61 "HL_sm"
62 CASE WHEN "desc" ~ "\nsmoothness=excellent" THEN '10' WHEN "desc" ~ "\nsmoothness=good" THEN '5' WHEN "desc" ~
63 "\nsmoothness=intermediate" THEN '-5' WHEN "desc" ~ "\nsmoothness=bad" THEN '-10' ELSE NULL END
64
65 "SW_r_sm"
66 CASE WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:smoothness=excellent" THEN '10' WHEN "desc" ~
67 "\nsidewalk:[rightboth]+:smoothness=good" THEN '5' WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:smoothness=intermediate" THEN '-5'
68 WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:smoothness=bad" THEN '10' ELSE NULL END
69
70 "SW_l_sm"
71 CASE WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[leftboth]+:smoothness=excellent" THEN '10' WHEN "desc" ~
72 "\nsidewalk:[leftboth]+:smoothness=good" THEN '5' WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[leftboth]+:smoothnesSs=intermediate" THEN '-5'
73 WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[leftboth]+:smoothness=bad" THEN '10' ELSE NULL END
74
75 "CW_r_sm"
76 CASE WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[rightboth]+:smoothness=excellent" THEN '10' WHEN "desc" ~
77 "\ncycleway:[rightboth]+:smoothness=good" THEN '5' WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[rightboth]+:smoothness=intermediate" THEN '-
78 5' WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[rightboth]+:smoothness=bad" THEN '10' ELSE NULL END
79
80 "CW_l_sm"
81 CASE WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[leftboth]+:smoothness=excellent" THEN '10' WHEN "desc" ~
82 "\ncycleway:[leftboth]+:smoothness=good" THEN '5' WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[leftboth]+:smoothness=intermediate" THEN '-5'
83 WHEN "desc" ~ "\ncycleway:[leftboth]+:smoothness=bad" THEN '10' ELSE NULL END
84
85 "HL_wn"
86 CASE WHEN "desc" ~ "\nsurface=paved" OR "desc" ~ "\nsurface=asphalt" OR "desc" ~ "\nsurface=chipseal" OR "desc" ~
87 "\nsurface=concrete" OR "desc" ~ "\nsurface=concrete:lanes" OR "desc" ~ "\nsurface=concrete:plates" OR "desc" ~
88 "\nsurface=paving_stones" OR "desc" ~ "\nsurface=sett" OR "desc" ~ "\nsurface=unhewn_cobblestone" OR "desc" ~
89 "\nsurface=cobblestone" OR "desc" ~ "\nsurface=metal" OR "desc" ~ "\nsurface=wood" THEN '10' WHEN "desc" ~
90 "\nsurface=unpaved" OR "desc" ~ "\nsurface=compacted" OR "desc" ~ "\nsurface=fine_gravel" OR "desc" ~ "\nsurface=compacted'
91 OR "desc" ~ "\nsurface=gravel" OR "desc" ~ "\nsurface=rock" OR "desc" ~ "\nsurface=pebblestone" OR "desc" ~ "\nsurface=ground'
92 OR "desc" ~ "\nsurface=dir" OR "desc" ~ "\nsurface=earth" OR "desc" ~ "\nsurface=grass" THEN '0' ELSE NULL END
93
94 "SW_r_wn"
95 CASE WHEN "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=paved" OR "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=asphalt" OR "desc" ~
96 "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=chipseal" OR "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=concrete" OR "desc" ~
97 "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=concrete:lanes" OR "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=concrete:plates" OR "desc" ~
98 "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=paving_stones" OR "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=set" OR "desc" ~
99 "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=unhewn_cobblestone" OR "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=cobblestone" OR "desc" ~
100 "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=metal" OR "desc" ~ "\nsidewalk:[rightboth]+:surface=wood" THEN '10' WHEN "desc" ~

```

```

101  \nsidewalk:[rightboth]+:surface=unpaved' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:surface=compacted' OR "desc" ~
102  \nsidewalk:[rightboth]+:surface=fine_gravel' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:surface=compacted' OR "desc" ~
103  \nsidewalk:[rightboth]+:surface=gravel' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:surface=rock' OR "desc" ~
104  \nsidewalk:[rightboth]+:surface=pebblestone' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:surface=ground' OR "desc" ~
105  \nsidewalk:[rightboth]+:surface=dirt' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:surface=earth' OR "desc" ~
106  \nsidewalk:[rightboth]+:surface=grass' THEN '0' ELSE NULL END
107
108  "SW_l_wn"
109  CASE WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=paved' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=asphalt' OR "desc" ~
110  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=chipseal' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=concrete' OR "desc" ~
111  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=concrete:lanes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=concrete:plates' OR "desc" ~
112  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=paving_stones' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=set' OR "desc" ~
113  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=unhewn_cobblestone' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=cobblestone' OR "desc" ~
114  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=metal' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=wood' THEN '10' WHEN "desc" ~
115  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=unpaved' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=compacted' OR "desc" ~
116  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=fine_gravel' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=compacted' OR "desc" ~
117  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=gravel' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=rock' OR "desc" ~
118  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=pebblestone' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=ground' OR "desc" ~
119  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=dirt' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:surface=earth' OR "desc" ~
120  \nsidewalk:[leftboth]+:surface=grass' THEN '0' ELSE NULL END
121
122  "CW_r_wn"
123  CASE WHEN "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=paved' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=asphalt' OR "desc" ~
124  \ncycleway:[rightboth]+:surface=chipseal' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=concrete' OR "desc" ~
125  \ncycleway:[rightboth]+:surface=concrete:lanes' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=concrete:plates' OR "desc" ~
126  \ncycleway:[rightboth]+:surface=paving_stones' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=set' OR "desc" ~
127  \ncycleway:[rightboth]+:surface=unhewn_cobblestone' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=cobblestone' OR "desc" ~
128  \ncycleway:[rightboth]+:surface=metal' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=wood' THEN '10' WHEN "desc" ~
129  \ncycleway:[rightboth]+:surface=unpaved' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=compacted' OR "desc" ~
130  \ncycleway:[rightboth]+:surface=fine_gravel' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=compacted' OR "desc" ~
131  \ncycleway:[rightboth]+:surface=gravel' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=rock' OR "desc" ~
132  \ncycleway:[rightboth]+:surface=pebblestone' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=ground' OR "desc" ~
133  \ncycleway:[rightboth]+:surface=dirt' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:surface=earth' OR "desc" ~
134  \ncycleway:[rightboth]+:surface=grass' THEN '0' ELSE NULL END
135
136  "CW_l_wn"
137  CASE WHEN "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=paved' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=asphalt' OR "desc" ~
138  \ncycleway:[leftboth]+:surface=chipseal' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=concrete' OR "desc" ~
139  \ncycleway:[leftboth]+:surface=concrete:lanes' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=concrete:plates' OR "desc" ~
140  \ncycleway:[leftboth]+:surface=paving_stones' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=set' OR "desc" ~
141  \ncycleway:[leftboth]+:surface=unhewn_cobblestone' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=cobblestone' OR "desc" ~
142  \ncycleway:[leftboth]+:surface=metal' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=wood' THEN '10' WHEN "desc" ~
143  \ncycleway:[leftboth]+:surface=unpaved' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=compacted' OR "desc" ~
144  \ncycleway:[leftboth]+:surface=fine_gravel' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=compacted' OR "desc" ~
145  \ncycleway:[leftboth]+:surface=gravel' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=rock' OR "desc" ~
146  \ncycleway:[leftboth]+:surface=pebblestone' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=ground' OR "desc" ~
147  \ncycleway:[leftboth]+:surface=dirt' OR "desc" ~ \ncycleway:[leftboth]+:surface=earth' OR "desc" ~
148  \ncycleway:[leftboth]+:surface=grass' THEN '0' ELSE NULL END
149
150  "HL_ta"
151  CASE WHEN "desc" ~ \nhighway=cycleway' THEN '10' WHEN "desc" ~ \nhighway=path' THEN '10' WHEN "desc" ~
152  \nhighway=footway' THEN '10' WHEN "desc" ~ \nhighway=track' THEN '8' WHEN "desc" ~ \nhighway=pedestrian' THEN '8'
153  WHEN "desc" ~ \nhighway=service' THEN '8' WHEN "desc" ~ \nhighway=living_street' THEN '4' WHEN "desc" ~
154  \nhighway=residential' THEN '-2' WHEN "desc" ~ \nhighway=unclassified' THEN '-4' WHEN "desc" ~ \nhighway=tertiary' THEN '-6'
155  WHEN "desc" ~ \nhighway=secondary' THEN '-8' WHEN "desc" ~ \nhighway=primary' THEN '-10' ELSE NULL END
156
157  "SW_r_ta"
158  CASE WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:bicycle=yes' THEN '10' WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:bicycle:forward=yes'
159  THEN '10' WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:bicycle:backward=yes' THEN '10' WHEN "desc" ~
160  \nsidewalk:[rightboth]+:bicycle=designated' THEN '10' WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:bicycle:forward=designated' THEN
161  '10' WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:bicycle:backward=designated' THEN '10' ELSE NULL END
162
163  "SW_l_ta"
164  CASE WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle=yes' THEN '10' WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=yes'
165  THEN '10' WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=yes' THEN '10' WHEN "desc" ~
166  \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle=designated' THEN '10' WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=designated' THEN
167  '10' WHEN "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=designated' THEN '10' ELSE NULL END
168
169  "CW_r_ta"
170  CASE WHEN "desc" ~ \ncycleway[:rightboth]*=track' THEN '10' ELSE NULL
171  END
172
173  "CW_l_ta"
174  CASE WHEN "desc" ~ \ncycleway[:leftboth]*=track' THEN '10' ELSE NULL

```

```

175 END
176
177 "HL_tf"
178 CASE WHEN ("desc" ~ "\nbicycle=yes" OR "desc" ~ "\nbicycle=designated" OR "desc" ~ "\nhighway=cycleway") AND NOT ( "desc" ~
179 "\nfoot=yes" OR "desc" ~ "\nfoot=designated") THEN '10' WHEN ( "desc" ~ "\nhighway=track" OR "desc" ~ "\nhighway=service" OR
180 "desc" ~ "\nhighway=living_street" OR "desc" ~ "\nhighway=residential" OR "desc" ~ "\nhighway=unclassified" OR "desc" ~
181 "\nhighway=tertiary" OR "desc" ~ "\nhighway=secondary" OR "desc" ~ "\nhighway=primary" ) AND ( "desc" ~ "\nsidewalk=yes" OR
182 "desc" ~ "\nsidewalk=right" OR "desc" ~ "\nsidewalk=left" OR "desc" ~ "\nsidewalk=both" ) THEN '9' WHEN ( "desc" ~
183 "\nhighway=track" OR "desc" ~ "\nhighway=service" OR "desc" ~ "\nhighway=residential" OR "desc" ~ "\nhighway=unclassified" OR
184 "desc" ~ "\nhighway=tertiary" OR "desc" ~ "\nhighway=secondary" OR "desc" ~ "\nhighway=primary" ) AND NOT ( "desc" ~
185 "\nsidewalk=yes" OR "desc" ~ "\nsidewalk=right" OR "desc" ~ "\nsidewalk=left" OR "desc" ~ "\nsidewalk=both" ) THEN '6' WHEN ( ( (
186 "desc" ~ "\nbicycle=designated" OR ( "desc" ~ "\nbicycle:forward=designated" AND "desc" ~ "\nbicycle:backward=designated" ) )
187 AND "desc" ~ "\nfoot=designated" ) AND ( ( "desc" ~ "\ntraffic_sign=DE:241" OR ( "desc" ~ "\ntraffic_sign:forward=DE:241" AND
188 "desc" ~ "\ntraffic_sign:backward=DE:241" ) ) OR "desc" ~ "\nsegregated=yes" ) AND NOT ( "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=yes" OR
189 "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=-1" ) ) THEN '3' WHEN ( ( ( "desc" ~ "\nbicycle:forward=designated" AND "desc" ~
190 "\nbicycle:backward=yes" ) OR ( "desc" ~ "\nbicycle:backward=designated" AND "desc" ~ "\nbicycle:forward=yes" ) AND "desc" ~
191 "\nfoot=designated" ) AND ( ( "desc" ~ "\ntraffic_sign=DE:241" OR ( "desc" ~ "\ntraffic_sign:forward=DE:241" AND "desc" ~
192 "\ntraffic_sign:backward=DE:241" ) ) OR "desc" ~ "\nsegregated=yes" ) AND NOT ( "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~
193 "\noneway[:bicycle]*=-1" ) ) THEN '3' WHEN ( ( ( "desc" ~ "\nbicycle=designated" OR "desc" ~ "\nbicycle:forward=designated" OR
194 "desc" ~ "\nbicycle:backward=designated" ) AND "desc" ~ "\nfoot=designated" ) AND ( ( "desc" ~ "\ntraffic_sign=DE:241" OR "desc" ~
195 "\ntraffic_sign:forward=DE:241" OR "desc" ~ "\ntraffic_sign:backward=DE:241" ) OR "desc" ~ "\nsegregated=yes" ) AND ( "desc" ~
196 "\noneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=-1" ) ) THEN '3' WHEN ( ( ( "desc" ~ "\nbicycle=designated" OR ( "desc"
197 ~ "\nbicycle:forward=designated" AND "desc" ~ "\nbicycle:backward=designated" ) ) AND "desc" ~ "\nfoot=designated" ) AND ( (
198 "desc" ~ "\ntraffic_sign=DE:240" OR ( "desc" ~ "\ntraffic_sign:forward=DE:240" AND "desc" ~ "\ntraffic_sign:backward=DE:240" )
199 OR "desc" ~ "\nsegregated=no" ) AND NOT ( "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=-1" ) ) THEN '-3'
200 WHEN ( ( ( "desc" ~ "\nbicycle:forward=designated" AND "desc" ~ "\nbicycle:backward=yes" ) OR ( "desc" ~
201 "\nbicycle:backward=designated" AND "desc" ~ "\nbicycle:forward=yes" ) ) AND "desc" ~ "\nfoot=designated" ) AND ( ( "desc" ~
202 "\ntraffic_sign=DE:240" OR "desc" ~ "\ntraffic_sign:forward=DE:240" OR "desc" ~ "\ntraffic_sign:backward=DE:240" ) OR "desc" ~
203 "\nsegregated=no" ) AND NOT ( "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=-1" ) ) THEN '-3' WHEN ( ( (
204 "desc" ~ "\nbicycle=designated" OR "desc" ~ "\nbicycle:forward=designated" OR "desc" ~ "\nbicycle:backward=designated" ) AND
205 "desc" ~ "\nfoot=designated" ) AND ( ( "desc" ~ "\ntraffic_sign=DE:240" OR "desc" ~ "\ntraffic_sign:forward=DE:240" OR "desc" ~
206 "\ntraffic_sign:backward=DE:240" ) OR "desc" ~ "\nsegregated=no" ) AND ( "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~
207 "\noneway[:bicycle]*=-1" ) ) THEN '-3' WHEN "desc" ~ "\nhighway=living_street" THEN '-6' WHEN ( "desc" ~ "\nfoot=designated" OR
208 "desc" ~ "\nhighway=footway" OR "desc" ~ "\ntraffic_sign=DE:239" ) AND "desc" ~ "\nbicycle=yes" AND NOT ( "desc" ~
209 "\noneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=-1" ) THEN '-9' WHEN ( "desc" ~ "\nfoot=designated" OR "desc" ~
210 "\nhighway=footway" OR "desc" ~ "\ntraffic_sign=DE:239" ) AND ( "desc" ~ "\nbicycle=yes" OR "desc" ~ "\nbicycle:forward=yes" OR
211 "desc" ~ "\nbicycle:backward=yes" ) AND ( "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~ "\noneway[:bicycle]*=-1" ) THEN '-9'
212 WHEN ( "desc" ~ "\nhighway=pedestrian" AND ( "desc" ~ "\nbicycle=yes" OR "desc" ~ "\ntraffic_sign.*;1022-10" ) ) THEN '-10' ELSE
213 '0' END
214
215 "SW_r_tf"
216 CASE WHEN ("desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle=yes" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle=designated" ) AND NOT (
217 "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:foot=yes" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:foot=designated" ) THEN '10' WHEN ( ( "desc" ~
218 "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle=designated" OR ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:forward=designated" AND "desc" ~
219 "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:backward=designated" ) AND ( ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign=DE:241" OR ( "desc"
220 ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:forward=DE:241" AND "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:backward=DE:241" ) )
221 OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:segregated=yes" ) ) AND "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:foot=designated" ) AND NOT (
222 "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1" ) THEN '3'
223 WHEN ( ( ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:forward=designated" AND "desc" ~
224 "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:backward=yes" ) OR ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:backward=designated" AND "desc"
225 ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:forward=yes" ) ) AND "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:foot=designated" ) AND ( ( "desc" ~
226 "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign=DE:241" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:forward=DE:241" OR "desc" ~
227 "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:backward=DE:241" ) OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:segregated=yes" ) AND NOT ( "desc"
228 ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1" ) THEN '3' WHEN ( (
229 "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle=designated" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:forward=designated" OR "desc"
230 ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:backward=designated" ) AND "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:foot=designated" ) AND ( ( "desc"
231 ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign=DE:241" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:forward=DE:241" OR "desc" ~
232 "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:backward=DE:241" ) OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:segregated=yes" ) AND ( "desc" ~
233 "\nsidewalk[:rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1" ) THEN '3' WHEN ( (
234 "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle=designated" OR ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:forward=designated" AND
235 "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:backward=designated" ) AND ( ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign=DE:240" OR
236 ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:forward=DE:240" AND "desc" ~
237 "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:backward=DE:240" ) ) OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:segregated=no" ) ) AND "desc" ~
238 "\nsidewalk[:rightboth]+:foot=designated" ) AND NOT ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes" OR "desc" ~
239 "\nsidewalk[:rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1" ) THEN '-3' WHEN ( ( ( "desc" ~
240 "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:forward=designated" AND "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:backward=yes" ) OR ( "desc" ~
241 "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:backward=designated" AND "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:forward=yes" ) ) AND "desc"
242 ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:foot=designated" ) AND ( ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign=DE:240" OR "desc" ~
243 "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:forward=DE:240" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:backward=DE:240" ) OR
244 "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:segregated=no" ) AND NOT ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes" OR "desc"
245 ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1" ) THEN '-3' WHEN ( ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle=designated" OR
246 "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:forward=designated" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:bicycle:backward=designated"
247 ) AND "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:foot=designated" ) AND ( ( "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign=DE:240" OR
248 "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:forward=DE:240" OR "desc" ~ "\nsidewalk[:rightboth]+:traffic_sign:backward=DE:240"

```



```

249 ) OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:segregated=no' ) AND ( "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc"
250 ~ \nsidewalk:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '-3' WHEN ( "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:foot=designated' OR "desc"
251 ~ \nsidewalk:[rightboth]+:traffic_sign=DE:239' ) AND "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:bicycle=yes' AND NOT ( "desc" ~
252 \nsidewalk:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '-9' WHEN (
253 "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:foot=designated' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:traffic_sign=DE:239' ) AND ( "desc" ~
254 \nsidewalk:[rightboth]+:bicycle=yes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:bicycle:forward=yes' OR "desc" ~
255 \nsidewalk:[rightboth]+:bicycle:backward=yes' ) AND ( "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
256 \nsidewalk:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '-9' END
257
258 "SW_l_tf"
259 CASE WHEN ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle=yes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle=designated' ) AND NOT (
260 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:foot=yes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:foot=designated' ) THEN '10' WHEN ( ( "desc" ~
261 \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle=designated' OR ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=designated' AND "desc" ~
262 \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=designated' ) AND ( ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign=DE:241' OR ( "desc" ~
263 \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:forward=DE:241' AND "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:backward=DE:241' ) ) OR
264 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:segregated=yes' ) ) AND "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:foot=designated' ) AND NOT ( "desc" ~
265 \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '3' WHEN ( ( (
266 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=designated' AND "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=yes' ) OR (
267 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=designated' AND "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=yes' ) ) AND
268 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:foot=designated' ) AND ( ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign=DE:241' OR "desc" ~
269 \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:forward=DE:241' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:backward=DE:241' ) OR
270 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:segregated=yes' ) AND NOT ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
271 \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '3' WHEN ( ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle=designated' OR "desc" ~
272 \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=designated' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=designated' ) AND
273 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:foot=designated' ) AND ( ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign=DE:241' OR "desc" ~
274 \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:forward=DE:241' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:backward=DE:241' ) OR
275 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:segregated=yes' ) AND ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
276 \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '3' WHEN ( ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle=designated' OR ( "desc"
277 ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=designated' AND "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=designated' ) AND ( (
278 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign=DE:240' OR ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:forward=DE:240' AND
279 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:backward=DE:240' ) ) OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:segregated=no' ) ) AND
280 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:foot=designated' ) AND NOT ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
281 \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '-3' WHEN ( ( ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=designated'
282 AND "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=yes' ) OR ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=designated'
283 AND "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=yes' ) ) AND "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:foot=designated' ) AND ( (
284 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign=DE:240' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:forward=DE:240' OR "desc" ~
285 \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:backward=DE:240' ) OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:segregated=no' ) AND NOT ( "desc" ~
286 \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '-3' WHEN ( (
287 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle=designated' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=designated' OR "desc" ~
288 \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=designated' ) AND "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:foot=designated' ) AND ( ( "desc" ~
289 \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign=DE:240' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:forward=DE:240' OR "desc" ~
290 \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign:backward=DE:240' ) OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:segregated=no' ) AND ( "desc" ~
291 \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '-3' WHEN (
292 "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:foot=designated' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign=DE:239' ) AND "desc" ~
293 \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle=yes' AND NOT ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
294 \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '-9' WHEN ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:foot=designated' OR "desc" ~
295 \nsidewalk:[leftboth]+:traffic_sign=DE:239' ) AND ( "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle=yes' OR "desc" ~
296 \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=yes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=yes' ) AND ( "desc" ~
297 \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '-9' END
298
299 "CW_r_tf"
300 CASE WHEN ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:bicycle=yes' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:bicycle=designated' ) AND NOT (
301 ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:foot=yes' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:foot=designated' ) OR ( "desc" ~
302 \nsidewalk:[rightboth]+:foot=yes' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:foot=designated' ) ) THEN '10' WHEN ( ( "desc" ~
303 \ncycleway:[rightboth]+:bicycle=designated' OR ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:bicycle:forward=designated' AND "desc" ~
304 \ncycleway:[rightboth]+:bicycle:backward=designated' ) AND ( ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:traffic_sign=DE:241' OR (
305 "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:traffic_sign:forward=DE:241' AND "desc" ~
306 \ncycleway:[rightboth]+:traffic_sign:backward=DE:241' ) ) OR ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:segregated=yes' OR "desc" ~
307 \nsidewalk:[rightboth]+:segregated=yes' ) ) ) AND ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:foot=designated' OR "desc" ~
308 \nsidewalk:[rightboth]+:foot=designated' ) ) AND NOT ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
309 \ncycleway:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '3' WHEN ( ( ( "desc" ~
310 \ncycleway:[rightboth]+:bicycle:forward=designated' AND "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:bicycle:backward=yes' ) OR ( "desc" ~
311 \ncycleway:[rightboth]+:bicycle:backward=designated' AND "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:bicycle:forward=yes' ) ) AND
312 ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:foot=designated' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:foot=designated' ) ) AND ( ( "desc" ~
313 \ncycleway:[rightboth]+:traffic_sign=DE:241' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:traffic_sign:forward=DE:241' OR "desc" ~
314 \ncycleway:[rightboth]+:traffic_sign:backward=DE:241' ) OR ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:segregated=yes' OR "desc" ~
315 \nsidewalk:[rightboth]+:segregated=yes' ) ) AND NOT ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
316 \ncycleway:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '3' WHEN ( ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:bicycle=designated' OR
317 "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:bicycle:forward=designated' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:bicycle:backward=designated'
318 ) AND ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:foot=designated' OR "desc" ~ \nsidewalk:[rightboth]+:foot=designated' ) ) AND ( ( "desc"
319 ~ \ncycleway:[rightboth]+:traffic_sign=DE:241' OR "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:traffic_sign:forward=DE:241' OR "desc" ~
320 \ncycleway:[rightboth]+:traffic_sign:backward=DE:241' ) OR ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:segregated=yes' OR "desc" ~
321 \nsidewalk:[rightboth]+:segregated=yes' ) ) AND ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
322 \ncycleway:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '3' WHEN ( ( "desc" ~ \ncycleway:[rightboth]+:bicycle=designated' OR (

```



```

397 \ncycleway:[leftboth]+:traffic_sign=DE:239' ) OR ( "desc" ~ '\nsidewalk:[leftboth]+:foot=yes' OR "desc" ~
398 \nsidewalk:[leftboth]+:foot=designated' ) AND ( "desc" ~ '\ncycleway:[leftboth]+:bicycle=yes' OR "desc" ~
399 \ncycleway:[leftboth]+:bicycle:forward=yes' OR "desc" ~ '\ncycleway:[leftboth]+:bicycle:backward=yes' ) AND ( "desc" ~
400 \ncycleway:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ '\ncycleway:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' ) THEN '-9' END
401
402 "desc_line" (string, 5000)
403 replace("desc", '\n', '|')
404
405 "HL_width0" (string, 10)
406 regexp_replace("desc_line", '.*\[est_]width=', '')
407
408 "HL_width" (real, 10)
409 left("HL_width0", (strpos("HL_width0", '|')-1))
410
411 "HL_maxw0" (string, 10)
412 regexp_replace("desc_line", '.*\[maxwidth:physical=', '')
413
414 "HL_maxw" (real, 10)
415 left("HL_maxw0", (strpos("HL_maxw0", '|')-1))
416
417 "SW_r_width0"
418 regexp_replace("desc_line", '.*\[sidewalk:[bothright]+:est_]width=', '')
419
420 "SW_r_width"
421 left("SW_r_width0", (strpos("SW_r_width0", '|')-1))
422
423 "SW_r_maxw0"
424 regexp_replace("desc_line", '.*\[sidewalk:[bothright]+:maxwidth:physical=', '')
425
426 "SW_r_maxw"
427 left("SW_r_maxw0", (strpos("SW_r_maxw0", '|')-1))
428
429 "SW_l_width0"
430 regexp_replace("desc_line", '.*\[sidewalk:[bothleft]+:est_]width=', '')
431
432 "SW_l_width"
433 left("SW_l_width0", (strpos("SW_l_width0", '|')-1))
434
435 "SW_l_maxw0"
436 regexp_replace("desc_line", '.*\[sidewalk:[bothleft]+:maxwidth:physical=', '')
437
438 "SW_l_maxw"
439 left("SW_l_maxw0", (strpos("SW_l_maxw0", '|')-1))
440
441 "CW_r_width0"
442 regexp_replace("desc_line", '.*\[cycleway:[bothright]+:est_]width=', '')
443
444 "CW_r_width"
445 left("CW_r_width0", (strpos("CW_r_width0", '|')-1))
446
447 "CW_r_maxw0"
448 regexp_replace("desc_line", '.*\[cycleway:[bothright]+:maxwidth:physical=', '')
449
450 "CW_r_maxw"
451 left("CW_r_maxw0", (strpos("CW_r_maxw0", '|')-1))
452
453 "CW_l_width0"
454 regexp_replace("desc_line", '.*\[cycleway:[bothleft]+:est_]width=', '')
455
456 "CW_l_width"
457 left("CW_l_width0", (strpos("CW_l_width0", '|')-1))
458
459 "CW_l_maxw0"
460 regexp_replace("desc_line", '.*\[cycleway:[bothleft]+:maxwidth:physical=', '')
461
462 "CW_l_maxw"
463 left("CW_l_maxw0", (strpos("CW_l_maxw0", '|')-1))
464
465 "HL_w"
466 CASE WHEN "HL_width" > "HL_maxw" THEN "HL_maxw"
467 WHEN "HL_width" > "HL_maxw" THEN "HL_maxw"
468 WHEN "HL_maxw" IS NOT NULL THEN "HL_maxw"
469 WHEN "HL_width" IS NOT NULL THEN "HL_width"
470 END

```

```

471 "SW_r_w"
472 CASE WHEN "SW_r_width" > "SW_r_maxw" THEN "SW_r_maxw"
473   WHEN "SW_r_width" < "SW_r_maxw" THEN "SW_r_width"
474   WHEN "SW_r_maxw" IS NOT NULL THEN "SW_r_maxw"
475   WHEN "SW_r_width" IS NOT NULL THEN "SW_r_width"
476 END
477
478 "SW_l_w"
479 CASE WHEN "SW_l_width" > "SW_l_maxw" THEN "SW_l_maxw"
480   WHEN "SW_l_width" < "SW_l_maxw" THEN "SW_l_width"
481   WHEN "SW_l_maxw" IS NOT NULL THEN "SW_l_maxw"
482   WHEN "SW_l_width" IS NOT NULL THEN "SW_l_width"
483 END
484
485 "CW_r_w"
486 CASE WHEN "CW_r_width" > "CW_r_maxw" THEN "CW_r_maxw"
487   WHEN "CW_r_width" < "CW_r_maxw" THEN "CW_r_width"
488   WHEN "CW_r_maxw" IS NOT NULL THEN "CW_r_maxw"
489   WHEN "CW_r_width" IS NOT NULL THEN "CW_r_width"
490 END
491
492 "CW_l_w"
493 CASE WHEN "CW_l_width" > "CW_l_maxw" THEN "CW_l_maxw"
494   WHEN "CW_l_width" < "CW_l_maxw" THEN "CW_l_width"
495   WHEN "CW_l_maxw" IS NOT NULL THEN "CW_l_maxw"
496   WHEN "CW_l_width" IS NOT NULL THEN "CW_l_width"
497 END
498
499 "HL_wp"
500 CASE WHEN ( "desc" ~ '\nbicycle=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=cycleway') AND NOT ( "desc" ~ '\nfoot=yes' OR "desc" ~
501 '\nfoot=designated') AND ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" < '1,6' THEN '-
502 10' WHEN ( "desc" ~ '\nbicycle=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=cycleway') AND NOT ( "desc" ~ '\nfoot=yes' OR "desc" ~
503 '\nfoot=designated') AND ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" < '2,0' THEN '-5'
504 WHEN ( "desc" ~ '\nbicycle=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=cycleway') AND NOT ( "desc" ~ '\nfoot=yes' OR "desc" ~
505 '\nfoot=designated') AND ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" >= '2,0' THEN
506 '1' WHEN ( "desc" ~ '\nbicycle=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=cycleway') AND NOT ( "desc" ~ '\nfoot=yes' OR "desc" ~
507 '\nfoot=designated') AND NOT ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" < '2,0'
508 THEN '-10' WHEN ( "desc" ~ '\nbicycle=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=cycleway') AND NOT ( "desc" ~ '\nfoot=yes' OR "desc"
509 ~ '\nfoot=designated') AND NOT ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" < '2,5'
510 THEN '-5' WHEN ( "desc" ~ '\nbicycle=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=cycleway') AND NOT ( "desc" ~ '\nfoot=yes' OR "desc" ~
511 '\nfoot=designated') AND NOT ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" >= '2,5'
512 THEN '1' WHEN ( ( "desc" ~ '\nbicycle=designated' OR "desc" ~ '\nbicycle:forward=designated' AND "desc" ~
513 '\nbicycle:backward=designated') AND ( ( "desc" ~ '\ntraffic_sign=DE:240' OR ( "desc" ~ '\ntraffic_sign:forward=DE:240' AND
514 "desc" ~ '\ntraffic_sign:backward=DE:240' ) ) OR "desc" ~ '\nsegregated=no' ) ) AND "desc" ~ '\nfoot=designated') AND NOT (
515 "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=-1') OR ( ( "desc" ~ '\nbicycle:forward=designated' AND
516 "desc" ~ '\nbicycle:backward=yes') OR ( "desc" ~ '\nbicycle:backward=designated' AND "desc" ~ '\nbicycle:forward=yes' ) ) AND
517 "desc" ~ '\nfoot=designated') AND ( ( "desc" ~ '\ntraffic_sign=DE:240' OR "desc" ~ '\ntraffic_sign:forward=DE:240' OR "desc" ~
518 '\ntraffic_sign:backward=DE:240' ) OR "desc" ~ '\nsegregated=no' ) AND NOT ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
519 '\noneway[:bicycle]*=-1') OR ( ( "desc" ~ '\nbicycle=designated' OR "desc" ~ '\nbicycle:forward=designated' OR "desc" ~
520 '\nbicycle:backward=designated') AND "desc" ~ '\nfoot=designated') AND ( ( "desc" ~ '\ntraffic_sign=DE:240' OR "desc" ~
521 '\ntraffic_sign:forward=DE:240' OR "desc" ~ '\ntraffic_sign:backward=DE:240' ) OR "desc" ~ '\nsegregated=no' ) AND ( "desc" ~
522 '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=-1' ) ) AND "HL_w" < '2,5' THEN '-10' WHEN ( ( "desc" ~
523 '\nbicycle=designated' OR ( "desc" ~ '\nbicycle:forward=designated' AND "desc" ~ '\nbicycle:backward=designated') AND ( (
524 "desc" ~ '\ntraffic_sign=DE:240' OR ( "desc" ~ '\ntraffic_sign:forward=DE:240' AND "desc" ~ '\ntraffic_sign:backward=DE:240' ) )
525 OR "desc" ~ '\nsegregated=no' ) ) AND "desc" ~ '\nfoot=designated') AND NOT ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
526 '\noneway[:bicycle]*=-1') OR ( ( "desc" ~ '\nbicycle:forward=designated' AND "desc" ~ '\nbicycle:backward=yes') OR ( "desc" ~
527 '\nbicycle:backward=designated' AND "desc" ~ '\nbicycle:forward=yes' ) ) AND "desc" ~ '\nfoot=designated') AND ( ( "desc" ~
528 '\ntraffic_sign=DE:240' OR "desc" ~ '\ntraffic_sign:forward=DE:240' OR "desc" ~ '\ntraffic_sign:backward=DE:240' ) OR "desc" ~
529 '\nsegregated=no' ) AND NOT ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=-1') OR ( ( "desc" ~
530 '\nbicycle=designated' OR "desc" ~ '\nbicycle:forward=designated' OR "desc" ~ '\nbicycle:backward=designated') AND "desc" ~
531 '\nfoot=designated') AND ( ( "desc" ~ '\ntraffic_sign=DE:240' OR "desc" ~ '\ntraffic_sign:forward=DE:240' OR "desc" ~
532 '\ntraffic_sign:backward=DE:240' ) OR "desc" ~ '\nsegregated=no' ) AND ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
533 '\noneway[:bicycle]*=-1' ) ) AND "HL_w" >= '2,5' THEN '1' WHEN ( "desc" ~ '\nfoot=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=footway'
534 OR "desc" ~ '\ntraffic_sign=DE:239') AND "desc" ~ '\nbicycle=yes' AND NOT ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
535 '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" < '2,5' THEN '-10' WHEN ( "desc" ~ '\nfoot=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=footway'
536 OR "desc" ~ '\ntraffic_sign=DE:239') AND "desc" ~ '\nbicycle=yes' AND NOT ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
537 '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" < '3,0' THEN '-5' WHEN ( "desc" ~ '\nfoot=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=footway'
538 OR "desc" ~ '\ntraffic_sign=DE:239') AND "desc" ~ '\nbicycle=yes' AND NOT ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
539 '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" >= '3,0' THEN '1' WHEN ( "desc" ~ '\nfoot=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=footway'
540 OR "desc" ~ '\ntraffic_sign=DE:239') AND "desc" ~ '\nbicycle=yes' AND ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
541 '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" < '2,5' THEN '-10' WHEN ( "desc" ~ '\nfoot=designated' OR "desc" ~ '\nhighway=footway'
542 OR "desc" ~ '\ntraffic_sign=DE:239') AND "desc" ~ '\nbicycle=yes' AND ( "desc" ~ '\noneway[:bicycle]*=yes' OR "desc" ~
543 '\noneway[:bicycle]*=-1') AND "HL_w" >= '2,5' THEN '1' ELSE '0' END

```



```

692 CASE WHEN ("desc" ~ 'oneway[:bicycle]*=yes' OR ("desc" ~ 'bicycle:backward=[nouse_sidepath]+' AND "desc" ~
693 'bicycle:forward=[yesdesignated]+')) THEN '1' WHEN ("desc" ~ 'oneway[:bicycle]*=-1' OR ("desc" ~
694 'bicycle:forward=[nouse_sidepath]+' AND "desc" ~ 'bicycle:backward=[yesdesignated]+')) THEN '-1' ELSE '0' END
695
696 "SW_r_oneway"
697 CASE WHEN ("desc" ~ 'sidewalk:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR ("desc" ~
698 'sidewalk:[rightboth]+:bicycle:backward=[nouse_sidepath]+' AND "desc" ~
699 'sidewalk:[rightboth]+:bicycle:forward=[yesdesignated]+')) THEN '1' WHEN ("desc" ~ 'sidewalk:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1'
700 OR ("desc" ~ 'sidewalk:[rightboth]+:bicycle:forward=[nouse_sidepath]+' AND "desc" ~
701 'sidewalk:[rightboth]+:bicycle:backward=[yesdesignated]+')) THEN '-1' ELSE '0' END
702
703 "SW_l_oneway"
704 CASE WHEN ("desc" ~ 'sidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR ("desc" ~
705 'sidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=[nouse_sidepath]+' AND "desc" ~ 'sidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=[yesdesignated]+'))
706 THEN '1' WHEN ("desc" ~ 'sidewalk:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1' OR ("desc" ~
707 'sidewalk:[leftboth]+:bicycle:forward=[nouse_sidepath]+' AND "desc" ~ 'sidewalk:[leftboth]+:bicycle:backward=[yesdesignated]+'))
708 THEN '-1' ELSE '0' END
709
710 "CW_r_oneway"
711 CASE WHEN ("desc" ~ 'cycleway:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR ("desc" ~
712 'cycleway:[rightboth]+:bicycle:backward=[nouse_sidepath]+' AND "desc" ~
713 'cycleway:[rightboth]+:bicycle:forward=[yesdesignated]+')) THEN '1' WHEN ("desc" ~ 'cycleway:[rightboth]+:oneway[:bicycle]*=-1'
714 OR ("desc" ~ 'cycleway:[rightboth]+:bicycle:forward=[nouse_sidepath]+' AND "desc" ~
715 'cycleway:[rightboth]+:bicycle:backward=[yesdesignated]+')) THEN '-1' ELSE '0' END
716
717 "CW_l_oneway"
718 CASE WHEN ("desc" ~ 'cycleway:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=yes' OR ("desc" ~
719 'cycleway:[leftboth]+:bicycle:backward=[nouse_sidepath]+' AND "desc" ~
720 'cycleway:[leftboth]+:bicycle:forward=[yesdesignated]+')) THEN '1' WHEN ("desc" ~ 'cycleway:[leftboth]+:oneway[:bicycle]*=-1'
721 OR ("desc" ~ 'cycleway:[leftboth]+:bicycle:forward=[nouse_sidepath]+' AND "desc" ~
722 'cycleway:[leftboth]+:bicycle:backward=[yesdesignated]+')) THEN '-1' ELSE '0' END

```

Anhang 5: QGIS-Feldrechner-Abfragen zur Auswertung der Kriterienpunkte der MCA und der kombinierten Errechnung des Endergebnisses. Abfragen als Fließtext formatiert, für Formatierung mit Absatzmarken siehe online: <https://gitlab.gwdg.de/lq077890/mca-abfragen-zur-radverkehrsbezogenen-osm-datenanalyse-in-qgis/-/blob/1633b326f2ce180927d8c33e0443a7e942f64b29/QGIS-Faktorisierungsabfragen.txt> Quelle: Eigener Entwurf.

```

1 "HL_MCA1"
2 ("HL_lit" * 2) + ("HL_cb" * 4) + ("HL_sm" * 3) + ("HL_wn" * 1) + ("HL_ta" * 3) + ("HL_tf" * 1) + ("HL_wp" * 2)
3
4 "SW_r_MCA1"
5 (CASE WHEN "SW_r_lit" IS NULL THEN ("HL_lit" * 2) ELSE ("SW_r_lit" * 2) END) +
6 ((CASE WHEN "SW_r_cb" IS '0' THEN ("HL_cb" * 4) ELSE ("SW_r_cb" * 4) END)) +
7 ("SW_r_sm" * 3) + ("SW_r_wn" * 1) + ("SW_r_ta" * 3) + ("SW_r_tf" * 1) + ("SW_r_wp" * 2)
8
9 "SW_l_MCA1"
10 (CASE WHEN "SW_l_lit" IS NULL THEN ("HL_lit" * 2) ELSE ("SW_l_lit" * 2) END)
11 + ((CASE WHEN "SW_l_cb" IS '0' THEN ("HL_cb" * 4) ELSE ("SW_l_cb" * 4) END)) +
12 ("SW_l_sm" * 3) + ("SW_l_wn" * 1) + ("SW_l_ta" * 3) + ("SW_l_tf" * 1) + ("SW_l_wp" * 2)
13
14 "CW_r_MCA1"
15 (CASE WHEN "CW_r_lit" IS NULL THEN ("HL_lit" * 2) ELSE ("CW_r_lit" * 2) END) +
16 ((CASE WHEN "CW_r_cb" IS '0' THEN ("HL_cb" * 4) ELSE ("CW_r_cb" * 4) END)) +
17 ("CW_r_sm" * 3) + ("CW_r_wn" * 1) + ("CW_r_ta" * 3) + ("CW_r_tf" * 1) + ("CW_r_wp" * 2)
18
19 "CW_l_MCA1"
20 (CASE WHEN "CW_l_lit" IS NULL THEN ("HL_lit" * 2) ELSE ("CW_l_lit" * 2) END) +
21 ((CASE WHEN "CW_l_cb" IS '0' THEN ("HL_cb" * 4) ELSE ("CW_l_cb" * 4) END)) +
22 ("CW_l_sm" * 3) + ("CW_l_wn" * 1) + ("CW_l_ta" * 3) + ("CW_l_tf" * 1) + ("CW_l_wp" * 2)

```

Anhang 5: Ergebnis-Tabelle in XLSX-Format. Online bis 22.01.2023 abrufbar: <https://sync.academiccloud.de/index.php/s/eurorukPTAT5NmP> Quelle: Eigener Entwurf.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt:

1. Diese Arbeit wurde selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt.
2. Alle Stellen, die wortwörtlich oder nur geringfügig verändert aus Veröffentlichungen oder anderen Quellen entnommen sind, enthalten die notwendige Kennzeichnung. Die Belegstelle ist in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Zitat angegeben.
3. Die vorliegende Arbeit wurde bisher noch keiner Prüfungsbehörde in gleicher oder ähnlicher Form vorgelegt.

Ort, Datum

Unterschrift