Anwendungsleitfaden

Erstellung eines Radverkehrsnetzes mit DigiRad

Bundesministerium für Verkehr
Modellvorhaben NICHT-INVESTIV Radverkehrsförderung des Bundes
VISION VELO
IGS SEIT 1966

Erstellung eines Radverkehrsnetzes mit DigiRad
Anwendungsleitfaden

Dresden und Leipzig, Mai 2026

Bearbeitung
Dr.-Ing. Sven Lißner
Dipl.-Geogr. Philipp Böhme
M. Sc. Paul Lindemann
M. Eng. Constantin Mast
Dipl.-Ing. Julius Reh
M. Eng. Benjamin Lang

IGS Ingenieurgesellschaft Stolz mbH
Hammfelddamm 6
41460 Neuss

Vision Velo GmbH
Königsbrücker Landstraße 45
01109 Dresden

Dieses Projekt wird durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) im Rahmen des Nationalen Radverkehrsplans (NRVP) gefördert. Die Umsetzung erfolgt durch das Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM).

Inhalt

Einleitung 4

Strategische Konzeption und Methodik der Radverkehrsnetzplanung 5

Download und Installation in QGIS 7

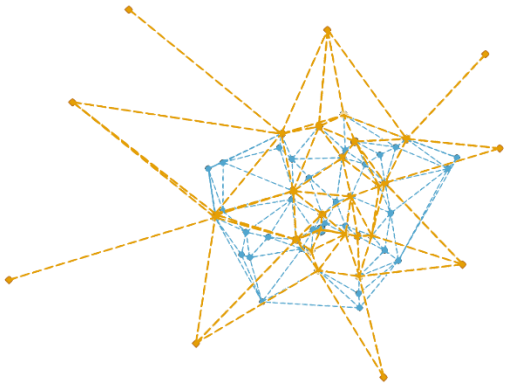
Anwendung des Plug-ins 9

1. Start des Plug-ins 9
2. Gemeinde/Kreis 9
3. Zentrale Orte 10
4. Anpassung der zentralen Orte 13
5. Luftliniennetz 14
6. Umlegung 16

Einordnung und Verwendung der Ergebnisse 20

FAQ 24

Anhang 27



Einleitung

Die Digitalisierung der Radverkehrsnetzplanung ist ein zentrales Ziel der deutschen Radverkehrspolitik. Der NRVP 3.0 betont die Notwendigkeit, Planungsprozesse zu vereinfachen, zu standardisieren und auf aktuelle, offene Geodaten zu stützen. Kommunen und Planungsdienstleistende stehen vor der Herausforderung, Zielnetze für den Radverkehr nach einheitlichen Standards effizient und nachvollziehbar zu entwickeln. Bisher erfolgt die Netzplanung häufig allerdings nicht einheitlich und mit manuellen Methoden. Dieser Mangel an Standardisierung führt zu Inkonsistenzen und hohen Aufwänden. Die Auslagerung der Netzplanung an Planungsbüros erschwert die Nachvollziehbarkeit des Ansatzes in der Regel zusätzlich.

Vor diesem Hintergrund wurde von der Vision Velo GmbH in Kooperation mit der IGS Ingenieurgesellschaft Stolz mbH das Forschungsprojekt *DigiRad* beantragt und durch das BMDV im Rahmen des NRVP gefördert. Die Zielsetzung ließe sich mit der Formel *niedrigschwellige Radnetzkonzeption für alle* zusammenfassen oder, ausführlicher: Ein Plug-in, das die automatisierte Erstellung von Radverkehrszielnetzen nach aktuellen fachlichen und technischen Standards ermöglicht, ohne dass dafür kostenintensiver Software oder Datensätze notwendig sind. Das Tool soll Planungsprozesse beschleunigen und zugleich eine einfache und praxisnahe Anwendbarkeit gewährleisten.

Bei der Konzeption wurden alle möglichen Einsatzszenarien mitgedacht, der Fokus lag aber in besonderem Maße auf kleinen und mittelgroßen Kommunen sowie auf Planungsdienstleistende und ehrenamtlich Aktive in lokalen Verbänden. Die Maxime bei der Entwicklung lautete: möglichst barrierefrei, möglichst genau den existierenden Richtlinien und Regelwerken folgend, möglichst bedienungsfreundlich. DigiRad wurde deshalb für das größte frei existierende Geoinformationssystem *QGIS* [1] entwickelt und folgt streng den Hinweisen der Richtlinien für die integrierte Netzgestaltung (RIN) sowie den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). DigiRad ist nahtlos in die QGIS-Oberfläche integriert und setzt lediglich QGIS-Grundkenntnisse voraus, um mit seinem geführten Workflow ein Radverkehrsnetz zu erstellen:

1. **Quellen und Senken:** Definition von Start- und Zielpunkten um relevante Verkehrsströme abzubilden.
2. **Automatisierte Luftliniennetzgenerierung:** Erstellung eines Zielnetzes über Luftlinienverbindungen zwischen Quellen und Senken.
3. **Netzumlegung:** Übertragung des Zielnetzes auf das bestehende Wegenetz.
4. **Integration von Nutzungsdaten:** Einbindung realer Bewegungsdaten, wie Verkehrsmengen oder DTV, um ein Nachfrageorientiertes Zielnetz zu generieren

Das Ergebnis ist ein routenfähiger Vektor-Layer mit vollständiger Netzwerktopologie, der für weiterführende Analysen, Visualisierungen und Export genutzt werden kann.

[1] Kostenfrei beziehbar unter https://qgis.org/

Strategische Konzeption und Methodik der Radverkehrsnetzplanung

Die Planung von Radverkehrssystemen hat sich in den letzten Jahren grundlegend gewandelt: Weg von einer reinen Mängelverwaltung im Bestand, hin zu einer zielorientierten Angebotsplanung. Aus planerischer Sicht steht dabei nicht die isolierte Einzelmaßnahme im Fokus, sondern die Schaffung eines kohärenten Gesamtsystems. Ein solches System muss in der Lage sein, die vielfältigen Mobilitätsbedürfnisse einer Stadtgesellschaft abzubilden – vom zügigen Pendelverkehr über den Schulverkehr bis hin zu Freizeitverläufen. Die Herausforderung besteht darin, ein Netz zu definieren, das intuitiv begreifbar, sicher, erschließend und direkt ist.

Planungsziele und Leitbildentwicklung

Am Beginn jeder Netzkonzeption steht die Definition eines verkehrspolitischen Leitbildes. Planerisch geht es darum, das Fahrrad nicht als „schmaleres Auto" oder „schnelleren Fußgänger" zu behandeln, sondern als eigenständiges System mit spezifischen Anforderungen an Topografie, Umwegeempfindlichkeit und soziale Sicherheit. Das Ziel ist die flächendeckende Erreichbarkeit von Quellen und Zielen. Ein Netz ist dann erfolgreich, wenn es eine „Netzwirkung" entfaltet: Erst durch die Lückenlosigkeit wird das Fahrrad für Distanzen jenseits der 5-Kilometer-Marke zur echten Alternative. Hierbei dienen die RIN (Richtlinien für die integrierte Netzgestaltung) und ERA (Empfehlungen für die Anlage von Radverkehrsanlagen) der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen als wichtigste Richtlinien, um die funktionalen Verknüpfungen zwischen Quellen und Zielen herzustellen.

Das Luftliniennetz als ideales Referenzsystem

Bevor reale Restriktionen wie schmale Straßenquerschnitte oder topografische Hindernisse die Planung beeinflussen, wird ein Luftliniennetz entwickelt. Dieser Arbeitsschritt ist rein analytisch und bildet die theoretische Ideallinie des Verkehrs ab. Er verbindet relevante Quell- und Zielgebiete auf dem kürzesten Weg, folgt dabei jedoch einer klaren hierarchischen Logik. Die Hierarchie ergibt sich durch innergemeindliche Zentralitätsstufen, angelehnt an das System der Zentralen Orte, und daraus abgeleitete Verbindungsfunktionsstufen der RIN.

Aus planerischer Sicht ist die Identifikation von Zentralitäten hierbei die entscheidende Stellschraube: Orte werden nach ihrer Bedeutung für die Verkehrserzeugung und Versorgung kategorisiert. Ein Luftliniennetz ist demnach kein wahlloses Geflecht, sondern bildet die funktionalen Verflechtungen zwischen diesen Zentren ab. Je höher die Zentralitätsstufe eines Ortes – etwa eines Stadtzentrums, in dem sich in Arbeitsplatzdichte, großflächigem Einzelhandel, Dienstleistungen und Bildungseinrichtungen unterschiedliche Nutzungen überlagern –, desto stärker ist die Bündelung der Wunschlinien, die auf diesen Punkt zulaufen.

Dieses Modell ist unverzichtbar, da es den „unverfälschten" Bedarf aufzeigt, der sich allein aus der räumlichen Verteilung von Nutzungen ergibt. Es dient im gesamten weiteren Prozess als wichtigste Eingangsgröße: Je stärker die spätere reale Routenführung von dieser Ideallinie abweicht, desto höher ist der Widerstand für die Nutzenden. Die Qualität eines Netzentwurfs bemisst sich maßgeblich daran, wie effizient die zentralen Orte miteinander verknüpft werden und wie nah die realen Führungen an diese systemischen Wunschlinien heranreichen (Minimierung des Umwegfaktors). Erst durch die Be-

rücksichtigung dieser Zentralitäten wird sichergestellt, dass das Radverkehrsnetz nicht nur Wege erschließt, sondern die tatsächlichen funktionalen Abhängigkeiten des Raumes für den Radverkehr abbildet.

Umlegung und Maßnahmenplanung

Auf Basis des Luftliniennetzes erfolgt die Übertragung in ein reales Verkehrsnetz, also alle Wege, die durch den Radverkehr benutzbar sind. Die definierten Routen werden entsprechend ihrer Verbindungsstufe hierarchisiert, die wiederum von der Hierarchie der zu verbindenden Orte abhängt. Die ermittelten Routen sind schließlich Basis für die Ermittlung für Ausbaubedarfe im Netz. Die ERA gibt für die entsprechende Verbindungsfunktionsstufe unter Berücksichtigung der lokalen Begebenheiten wie der Radverkehrsstärke und der Verkehrsstärke des motorisierten Verkehrs vor, welche Radverkehrsinfrastruktur mit welcher Dimensionierung angeboten werden sollte. Daraus lässt sich schließlich ein Maßnahmenkatalog ableiten. Die Priorität der Maßnahmen hängt dabei maßgeblich auch mit der Verbindungsfunktionsstufe zusammen.

Im Ablauf einer Radnetzkonzeption nach ERA 2010 (siehe Abbildung 1) sind die Schritte des Plug-ins in Schritt zwei, drei und vier anzusiedeln. Die Grafik verdeutlicht allerdings auch die Verschränkungen der einzelnen Schritte: Insbesondere das Radnetz ist im Laufe der Erarbeitung des Radverkehrskonzepts immer wieder zu überprüfen. Dabei ist auch die Beteiligung von Initiativen, Ortsbeiräten und anderen relevanten Akteursgruppen relevant.

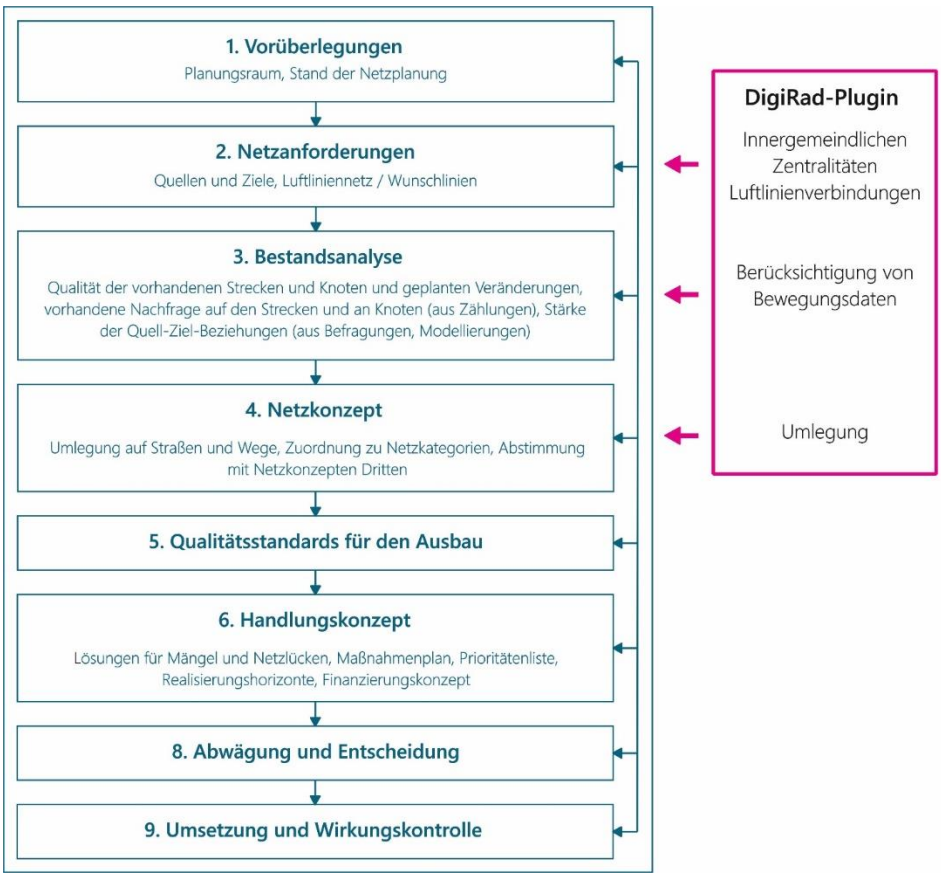


Abbildung 1: *Radnetzkonzeption nach ERA 2010*

Download und Installation in QGIS

Technische Voraussetzungen
QGIS (Aufwärtskompatibel ab Version 3.16, nicht für QGIS 4.0 optimiert)

Was muss heruntergeladen werden?
DigiRad kann über die reguläre Erweiterungsliste von QGIS installieren. Diese können Sie über den Menüpunkt *Erweiterungen* -> *Alle* aufrufen, dort DigiRad suchen und den Instruktionen folgen.

Alternativ steht DigiRad auch über GitHub zur Verfügung. Auf der Veröffentlichungsseite[2] finden Sie die aktuelle Version des Plug-ins, die in Form eines ZIP-Archivs zur Verfügung steht. Die manuelle Einbindung von QGIS-Plug-ins über ein ZIP-Archiv stellt das Standardverfahren für die Installation von Erweiterungen dar, die außerhalb der offiziellen QGIS-Plug-in-Datenbank bereitgestellt werden. Vor der Durchführung dieses Vorgangs ist jedoch eine sorgfältige Prüfung der Quelle geboten. Da Erweiterungen innerhalb der Python-Umgebung von QGIS weitreichende Systemrechte besitzen, sollte eine Installation ausschließlich aus vertrauenswürdigen Quellen erfolgen, um die Integrität der Arbeitsumgebung zu gewährleisten.

Der heruntergeladene ZIP-Ordner enthält neben dem Plug-in auch die Punktdaten für zum Erzeugen der innergemeindlichen Zentralitäten. Nicht enthalten ist die Netzgrundlage, die als Grundlage für die Umlegung dient.

Installation in QGIS
Um den Installationsvorgang zu starten, öffnen Sie die QGIS-Anwendung und navigieren Sie in der Hauptmenüleiste zum Menüpunkt *Erweiterungen*. Wählen Sie dort den Unterpunkt *Erweiterungen verwalten und installieren...*, um das entsprechende Konfigurationsfenster aufzurufen.

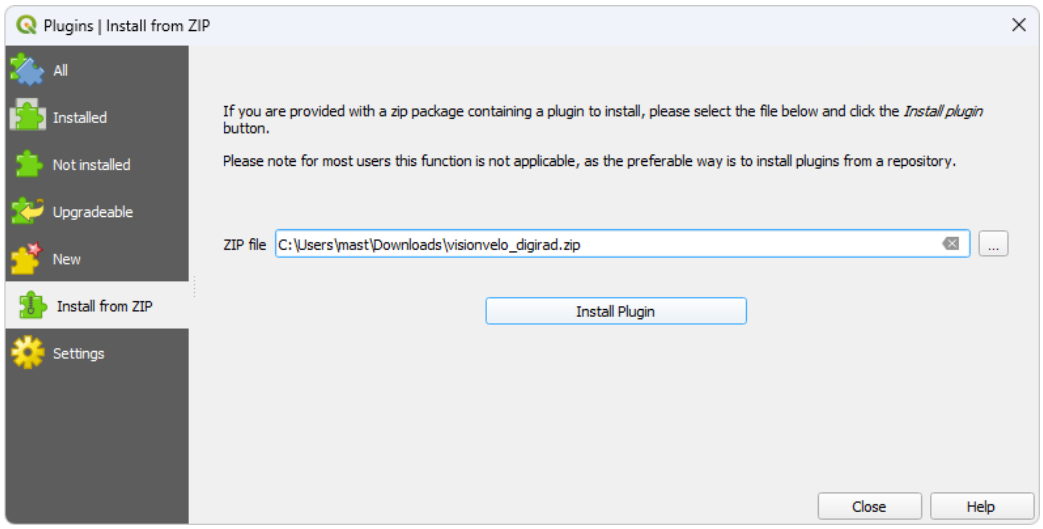


Abbildung 2: *DigiRad-Erweiterung Installieren über den Erweiterungs-Manager*

Innerhalb des Dialogfensters befindet sich auf der linken Seite eine vertikale Navigationsleiste (Abbildung 2). Wählen Sie hier den Reiter *Aus ZIP installieren*. Über die Schaltfläche mit den drei Punkten

[2] Unter https://github.com/VisionVelo/DigiRad/releases sind alle Veröffentlichungen aufgelistet. Jede Veröffentlichung enthält die Datei „visionvelo_digirad.zip".

(...) im Bereich *ZIP-Datei* öffnen Sie den Dateiexplorer, um den Pfad zum heruntergeladenen Archiv anzugeben. Nach Auswahl der Datei wird der Vorgang durch Betätigung der Schaltfläche Erweiterung installieren eingeleitet und schließlich bestätigt.

Im Regelfall wird die Erweiterung dabei unmittelbar aktiviert. Sollten die neuen Werkzeuge dennoch nicht in der Benutzeroberfläche erscheinen, ist im Reiter *Installiert* zu verifizieren, ob das Kontrollkästchen neben der Bezeichnung der Erweiterung gesetzt ist. DigiRad steht anschließend als Icon in der Werkzeugleiste oder als neuer Eintrag in *Erweiterungen* zur Verfügung.

Abbildung 3: *DigiRad-Icon in der Werkzeugleiste*

Speichern und pausieren

Das Plug-in legt grundsätzlich zunächst temporäre Dateien an (erkennbar an dem kleinen Platinen-Symbol rechts neben dem Layer). Ab dem Schritt *3. Zentrale Orte* hat man die Möglichkeit den Projektfortschritt zu speichern. Dieser wird dann als Geopackage (.gpgk) abgelegt. Ein Export der Layer in andere Formate (z.B. Shape-Datei .shp) ist über QGIS möglich. Speichern der temporären Dateien ist auch wichtig, um den Verlust des Arbeitsstandes bei einem möglichen Absturz von QGIS zu verhindern. Das Netz kann als gespeicherter Layer wie gewohnt in QGIS weiterverarbeitet werden. Streckenverlauf und Attributwerte können editiert werden. Die Symbolisierung kann angepasst werden. Auch eine Kartendarstellung mit den Layern ist ohne weiteres möglich.

Der Button *Neu beginnen* löscht alle bis dahin nicht gespeicherten, temporären Dateien. Darauf wird auch noch einmal in einem Popup hingewiesen. Das Plug-in springt dann zurück auf Schritt *2. Gemeinde/Kreis*.

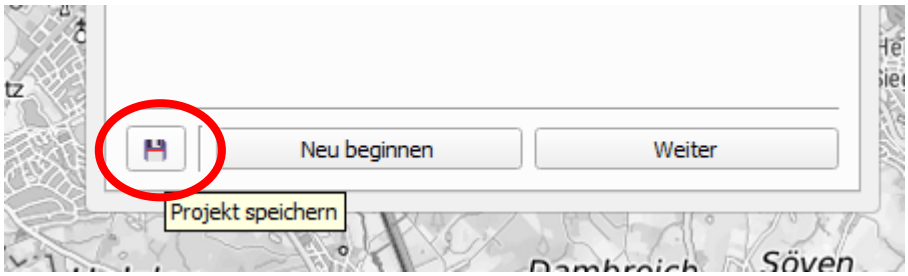


Abbildung 4 Möglichkeit zur Zwischenspeicherung des Arbeitsfortschritts (rot markiert)

Anwendung des Plug-ins

DigiRad führt Sie schrittweise durch die systematische Planung eines Zielradwegenetzes. Der Prozess beginnt mit der Definition des Untersuchungsraums. Anschließend werden die zentralen Orte im Gebiet ermittelt. Im nächsten Schritt wird ein Luftliniennetz generiert, das alle zentralen Orte nach festgelegten Prinzipien miteinander verbindet. Dieses Netz dient als theoretische Grundlage für die anschließende Umlegung: Hier werden die Luftlinien auf ein reales Verkehrsnetz übertragen. Die Ergebnisse werden in strukturierten Layergruppen gespeichert und können direkt weiterverarbeitet oder exportiert werden.

Jeder Schritt ist durch eine klare Navigation über die Seitenleiste gesteuert und lässt sich jederzeit speichern. Das Plug-in führt Sie durch den Prozess und weißt Sie auf notwendige Eingangsdaten und deren Voraussetzung hin. Nachfolgend wird die Benutzung beschrieben und vertiefende Informationen in Infokästen zusammengefasst.

1. *Start des Plug-ins*

Das Plug-in lässt sich entweder über Erweiterungen > DigiRad > DigiRad Netzerstellung oder direkt durch Auswahl in der Werkzeugleiste starten. Die Erweiterung öffnet zunächst ein Bedienfeld dort, wo i.d.R. auch die Verarbeitungswerkzeuge aufgelistet werden.

Die Navigation durch das Tool erfolgt grundsätzlich durch die Fußzeile. Zwar ließen sich Schritte auch durch Wahl eines Tabs überspringen oder direkt anwählen, wären aber ggf. ausgegraut. Während des Prozesses darf DigiRad nicht ohne Speichern der Zwischenergebnisse geschlossen werden, da andernfalls der Prozess neu gestartet werden muss und alle generierten Layer verloren sind.

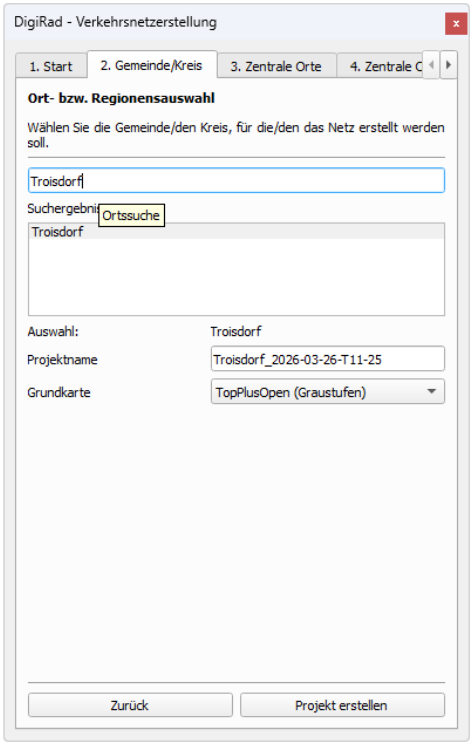


Abbildung 5: *Definition des Untersuchungsgebiets*

2. *Gemeinde/Kreis*

Zunächst wählen Sie den Ort, für den das Zielnetz generiert werden soll. Dafür müssen Sie nach dem Untersuchungsraum ohne amtlichen Namenszusatz suchen (z.B. Bonn statt Bundesstadt Bonn; Siegen-Wittgenstein statt Landkreis Siegen-Wittgenstein).

Je nachdem, um welchen Ort es sich handelt, müssen sie noch die Wahl treffen, ob es sich um den Kreis oder die Stadt handelt. DigiRad generiert basierend auf dem Untersuchungsraum einen passenden Projektnamen. Sie können diesen Namen auch selbst wählen oder später überschreiben. Der Name definiert unter anderem die Gruppe, in der später alle Layer geladen werden. Im Zuge der Ortsvergabe wird auch die Grundkarte definiert. Sie haben die Wahl zwischen OpenStreet Maps[3] (detaillierter) und TopPlusOpen[4] (reduzierter; Rasterkarten und somit besser für den Export geeignet

[3] OpenStreetMap Contributors. (2024). Informationen unter: https://www.openstreetmap.org

[4] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG). (2024). Informationen unter: https://www.bkg.bund.de/DE/Themen/Geobasisdaten/TopPlusOpen/topplusopen_node.html

und Geodäsie). Sie hat inhaltlich keinen Einfluss auf die nächsten Schritte, nur auf die Darstellung. Selbstverständlich können Sie die Basiskarte jederzeit entfernen oder bspw. durch WMF-Layer oder Erweiterungen wie QuickMapServices durch andere ersetzen.

Designierte Einsatzszenarien und Limitationen von DigiRad

Die Nutzung des Plug-ins ist für Mittel- und Grundzentren optimiert. Bei der Anwendung auf Oberzentren oder Landkreise können unter Umständen weniger präzise Ergebnisse auftreten.

Bei Oberzentren kann es vorkommen, dass mehrere zentrale Stadtbereiche nicht ausreichend als Zentralitätsstufe III identifiziert werden. Darüber hinaus können in Oberzentrum spezielle Einrichtungen angesiedelt sein, die ggf. händisch hinzugefügt werden müssen (Messen, Kongresszentren, tour. Ziele u. ä.).

In der Radnetzplanung auf Landkreisebene ist nur eine Auswahl der berücksichtigten Quellen- und Ziele relevant. Neben der Verbindung der Ortszentren untereinander sind vor allem die Anbindung von Bildungseinrichtungen, ÖPNV-Schnittstellen (Bahnhöfe, ZOB etc.) sowie überörtlich relevanten Versorgungseinrichtungen durch das Radnetz relevant. Die automatisch erzeugten Zentralitäten müssten entsprechend präzisiert werden.

3. *Zentrale Orte*

In diesem Schritt werden die Zentralen Orte im Untersuchungsgebiet definiert. DigiRad bietet drei Wege, die Punkte zu erstellen: Automatisch, basierend auf einem existierenden Layer oder per manueller Konfiguration.

Das Konzept der Zentralen Orte

Das Konzept basiert auf der Theorie von Walter Christaller und beschreibt ein hierarchisches System von Orten, die unterschiedliche Funktionen und Reichweiten für die Versorgung der Bevölkerung übernehmen. Höherwertige zentrale Orte bieten Dienstleistungen und Güter an, die über die Grundversorgung hinausgehen und ein größeres Einzugsgebiet bedienen. Dieses Prinzip wurde für die Raumordnung und Stadtplanung weiterentwickelt und auf innerörtliche Strukturen übertragen. Innergemeindliche Zentralitäten ergänzen dieses System, indem sie städtebauliche Konzentrationsbereiche innerhalb einer Gemeinde definieren. Diese Bereiche zeichnen sich durch eine Ansammlung von öffentlichen und privaten Einrichtungen aus, die für die Versorgung und das soziale Leben der Bevölkerung von Bedeutung sind. Die innerörtlichen Zentralitäten werden in verschiedene Hierarchiestufen unterteilt, die sich durch ihre Funktion und Bedeutung unterscheiden.

Zentrale Orte automatisch generieren

DigiRad kann für Ihr Untersuchungsgebiet automatisiert zentrale Orte mit ihren Zentralitätsstufen definieren. Dafür sammelt es alle relevanten verkehrserzeugenden Orte innerhalb Ihres Untersuchungsgebiets aus einem hinterlegten Verzeichnis und hierarchisiert sie entsprechend der Einteilung in der RIN in entsprechende Zentralitätsstufen. Im Zuge der automatisierten Generierung von zentralen Orten lässt sich festlegen, für welche Zentralitätsstufen Orte generiert werden sollen:

- Hauptzentrum (Zentralitätsstufe II): Stadtzentrum mit höchster Funktionsdichte (z. B. Verwaltung, überregionaler Einzelhandel, Theater, Hochschulen, Kliniken)

- Innerstädtisches Grundzentrum (Zentralitätsstufe III): Einrichtungen mit regionaler Bedeutung (z. B. Gymnasien, Krankenhäuser, Einkaufsgebiete, Schienenhaltepunkte)
- Orte ohne zentralörtliche Funktion (Zentralitätsstufe IV): Lokale Versorgungseinrichtungen (z. B. Grundschulen, Ärzte, Apotheken, Supermärkte)
- Sonderbereiche: Große (sog. singuläre) Verkehrserzeuger wie Universitäten, Flughäfen oder Freizeitparks
- Überörtliche Anbindung: Zentren benachbarter Gemeinden als Quell- und Zielpunkte

Ein Klick auf *Punkte generieren* fügt dem Projekt einen neuen Punkt-Layer hinzu, der die identifizierten zentralen Orte enthält. Sie können die verschiedenen Zentralitätsstufen beliebig kombinieren. Wollen Sie nach einem ersten Schritt weitere Ebenen hinzufügen, können Sie dies wieder über *Neu generieren* auslösen. Wenn Sie Hierarchieebenen entfernen möchten, müssen Sie *Neu beginnen* wählen und die entsprechende Kombination auswählen. Der Algorithmus arbeitet deterministisch, gibt Ihnen bei identischer Konfiguration also immer die gleichen Orte aus.

DigiRad legt für die Zentralen Orte im Untersuchungsgebiet einen Punkt-Layer an. Die Punkte sind nach ihrer Hierarchieebene koloriert und dimensioniert. Im nächsten Abschnitt wird beschrieben, wie die Punkte ergänzt und bearbeitet werden können.

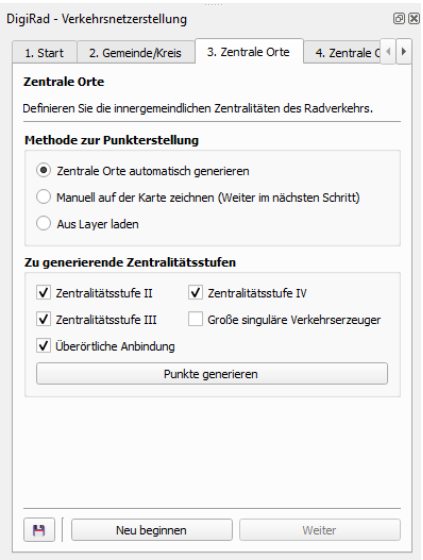


Abbildung 6: *Wahl der zu generierenden Zentralitätsstufen*

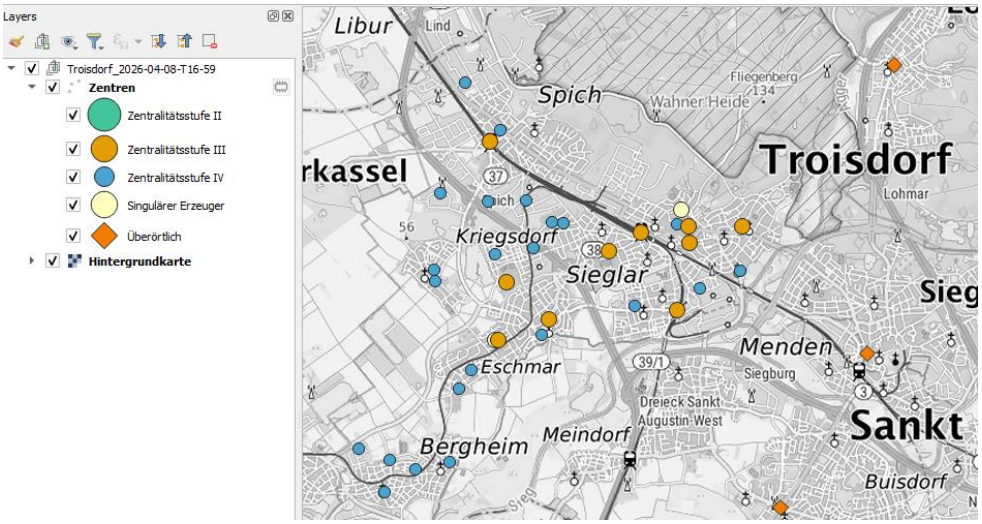


Abbildung 7: Ergebnis der automatisch generierten Zentralen Orte für die Stadt Troisdorf

> *i* **Achtung**: DigiRad mag eine kompetente Unterstützung bei der Erstellung eines Radverkehrsnetzes sein, aber es ist nicht perfekt! Die Güte der erstellten Punkte ist von vielen Faktoren abhängig, darunter der Komplexität des Untersuchungsraums und der zu Grunde liegenden Datenbasis von OpenStreetMap. Die in diesem Schritt definierten Zentralen Orte sind die entscheidende Eingangsgröße für die nächsten Schritte. Eine Kontrolle der Punkte ist deshalb unerlässlich.

Bestimmung innergemeindlicher Zentralitäten in DigiRad

Für DigiRad wurde eine Methodik entwickelt, um innergemeindliche Zentralitäten systematisch zu identifizieren und zu hierarchisieren. Damit wird eine Grundlage für die Planung von Verkehrs- und Radwegenetzen geschaffen, die alle wichtigen Orte effizient miteinander verbindet.

1. Datengrundlagen

Die Analyse basiert auf einer Kombination aus Strukturdaten, Points of Interest (POI) und geographischen Informationen:

- **Geodaten**: Verwaltungsgebiete und Ortsmittenpunkte des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie
- **POI-Daten**: Einrichtungen der Daseinsvorsorge aus OpenStreetMap (z. B. Schulen, Krankenhäuser, Einzelhandel)

2. Hierarchisierung der POI

Die POI werden anhand ihrer Funktion und Bedeutung in die Zentralitätsstufen II bis IV eingeordnet (die genaue ist im Anhang beschrieben):

- **Zentralitätsstufe II**: Stadtzentrum, welches Einrichtungen mit überregionaler Bedeutung beheimatet (z. B. Hochschulen, Theater)
- **Zentralitätsstufe III**: Einrichtungen mit regionaler Bedeutung (z. B. Gymnasien, Krankenhäuser)
- **Zentralitätsstufe IV**: Einrichtungen mit lokaler Bedeutung (z. B. Grundschulen, Supermärkte)

3. Methodisches Vorgehen

- **Clustering und Aggregation**:
  - POI werden je nach Einrichtungstyp in einem definierten Radius gruppiert
  - Zentralitätsstufen werden anhand der enthaltenen Einrichtungen vergeben
- **Netzgestaltung**:
  - Verbindungen zwischen den Zentralitäten werden entsprechend ihrer Hierarchie in Verbindungsfunktionsstufen eingeteilt
  - Hauptzentren (ZS II) werden mit Verbindungsfunktionsstufe II (VFS II) angebunden, Grundzentren (ZS III) mit VFS III und lokale Orte (ZS IV) mit VFS IV

4. Herausforderungen und Hinweise

- **Herausforderungen**:
  - Unterschiedliche Stadtstrukturen in verschiedenen Gemeinden erschweren die Festlegung von Zentralitäten
  - Lokal können verschiedene besondere Einrichtungen vorhanden sein, die durch die Systematik nicht abgedeckt werden
  - Aggregation sorgt dafür, dass die Zentralitäten nicht immer genau auf den Einrichtungen liegen
- **Hinweise**:
  - Sorgfältige Prüfung der Einrichtungen: Liegt der Punkt sinnvoll? Sind alle wichtigen Einrichtungen abgedeckt? Sind alle Stadt- und Ortsteile abgedeckt? Passen die Zentralitätsstufen?
  - Den Zentralitäten liegen reale Einrichtungen zu Grunde → Nachvollziehbarkeit häufig mit Ortskenntnis gegeben
  - Netzdichte und Anzahl Zentralitäten hängt zusammen: Mit einer höheren Dichte von Zentralitätsstufe IV Punkten in Wohn- und Gewerbegebieten erhöht sich die Netzdichte und es entsteht ein engmaschigeres Netz mit parallelen Routen
  - Neben den enthaltenen Zentren umliegender Gemeinden können auch Bahnhöfe, Bildungs- oder Versorgungseinrichtungen, die in benachbarten Gemeinden in der Nähe der Gemeindegrenze liegen, für das Netz relevant sein → Ggf. nacharbeiten mit Ortskenntnis
  - Einbindung von Stakeholdern zur Validierung der Endergebnisse (siehe *Einordnung und Verwendung der Ergebnisse)*

Aus Layer laden

DigiRad bietet Ihnen die Möglichkeit, existierende Punkt-Layer als Basis für die zentralen Orte oder ein bereits existierendes Projekt zu laden. Voraussetzung ist in beiden Fällen, dass der Punkt-Layer bereits in QGIS geladen ist. Punkt-Layer, die in einer vorherigen Sitzung generiert wurden, können direkt übernommen werden und werden im identischen Layerstil dargestellt. Punkt-Layer aus anderen Quellen werden durch DigiRad zunächst automatisch auf das Koordinatenbezugssystem (KBS) geprüft. Sollte das KBS des Layers nicht korrekt sein, gibt Ihnen DigiRad Anweisungen, wie Sie den Layer reprojizieren können. Das Ziel KBS ist in diesem Fall EPSG:25832.

Damit das Plug-in die Punkte erkennt und die Zentralitäten korrekt zuordnet, muss der Layer über ein Attribut namens „Zentralitaet" verfügen, in dem die Attributwerte jeweils wie folgt formuliert sind:

- **Zentralitätsstufe II** oder III oder IV für die entsprechenden Zentralitätsstufen
- **Singulärer Erzeuger** für große singuläre Verkehrserzeuger
- **Überörtlich** für Ziele außerhalb des Stadtgebiets in benachbarten Gemeinden

Unabhängig von der Quelle des Punkt-Layers landen Sie schließlich wieder beim nächsten Schritt.

Manuell auf der Karte zeichnen

DigiRad bietet Ihnen die Möglichkeit, zentralen Orte innerhalb des Untersuchungsraums von Grund auf selbst zu definieren. Die Funktionsweise ist identisch mit der Bearbeitung automatisch generierter Punkte (siehe *4. Anpassung der zentralen Orte*).

4. Anpassung der zentralen Orte

Sie können neue Orte hinzufügen, existierende verschieben und diese löschen. Außerdem lassen sich die Eigenschaften eines Punktes anpassen.

Wenn Sie *Hinzufügen* wählen, rastet die Schaltfläche ein. Wenn Sie nun den Mauszeiger in das Kartenfeld bewegen, verändert sich dieser zu einem Fadenkreuz. Durch einen Klick der linken Maustaste platzieren Sie schließlich einen neuen Punkt. Ein Dialogfenster öffnet sich, in dem Sie die Zentralitätsstufe angeben können (ohne Angabe wird der Punkt bei der Netzerstellung nicht berücksichtigt). Ihnen steht außerdem die Möglichkeit frei, den angelegten Punkt mit einer Bemerkung zu versehen.

Wenn Sie die Hierarchisierung der Punkte ändern möchten, können Sie in DigiRad *Eigenschaften* wählen und schließlich den entsprechenden Punkt auswählen. Ein Dialogfenster öffnet sich und lässt die Bearbeitung zu. Alternativ können

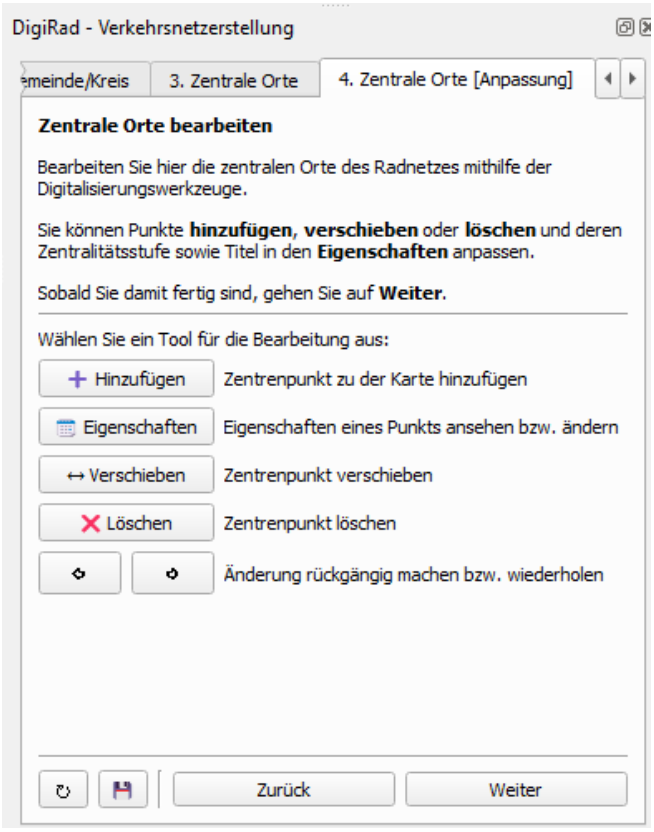


Abbildung 8: *Oberfläche bei der Bearbeitung der Zentralen Orte*

Sie die Attributtabelle (per F6 oder per Rechtsklick auf den Layer) öffnen und die entsprechende Zeile im Bearbeitungsmodus modifizieren.

Wenn Sie die Position eines existierenden Punkts korrigieren möchten, können Sie *Verschieben* wählen. Der Mauszeiger ändert sich wieder zu einem Fadenkreuz. Mit einem Linksklick wählen sie den zu verschiebenden Punkt aus und platzieren ihn wiederum per Linksklick an seinem neuen Ort. Analog funktioniert die Löschfunktion. Falls Sie eine der Änderungen rückgängig machen wollen, können Sie Schritte rückgängig machen oder wiederherstellen.

Die untere Zeile bietet Ihnen die Möglichkeit, den Zwischenstand zu speichern. DigiRad legt für den Fall eine Geopackage-Datei an, die die Punkte inklusive ihrer Zentralitätsstufen enthält. Diesen Layer können Sie in einer späteren Sitzung auch wieder laden (siehe dazu auch *Aus Layer laden*).

¡ **Achtung**: Für alle Punkte, die in die Netzerstellung einfließen sollen, muss eine Zentralitätsstufe vorliegen, sonst werden Sie nicht berücksichtigt. Prüfen Sie dafür unbedingt nochmal in der Attributtabelle, ob der Datensatz vollständig ist. Die Schreibweise der Attribute muss denen entsprechen, die durch das Plug-in generiert werden(siehe hierzu auch ***Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.***)

5. *Luftliniennetz*

In diesem Schritt wird aus den im vorherigen Schritt definierten Punkten ein Luftliniennetz generiert. DigiRad verbindet dafür alle Punkte mit definierter Zentralität nach dem im Infokasten (Prinzipien bei der Bildung von Luftliniennetzen) beschriebenen Schema.

Die Oberfläche ist hierfür simpel gehalten. Wenn Sie die Definition der Zentralen Orte abgeschlossen haben, können Sie direkt das Luftliniennetz anlegen, indem Sie *Luftliniennetz generieren* auswählen.

Das Plug-in erzeugt dafür einen neuen Linien-Layer. Dieser enthält für jede Zentralität die entsprechenden Relationen inklusive Zuordnung zu Verbindungsfunktionsstufen, nach denen sich auch die Darstellung der Linien richtet.

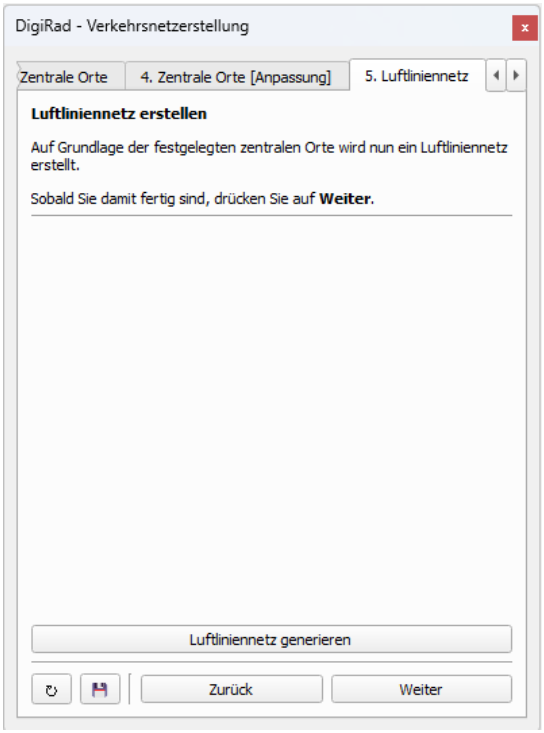


Abbildung 9 *Oberfläche bei der Erstellung des Luftliniennetzes*

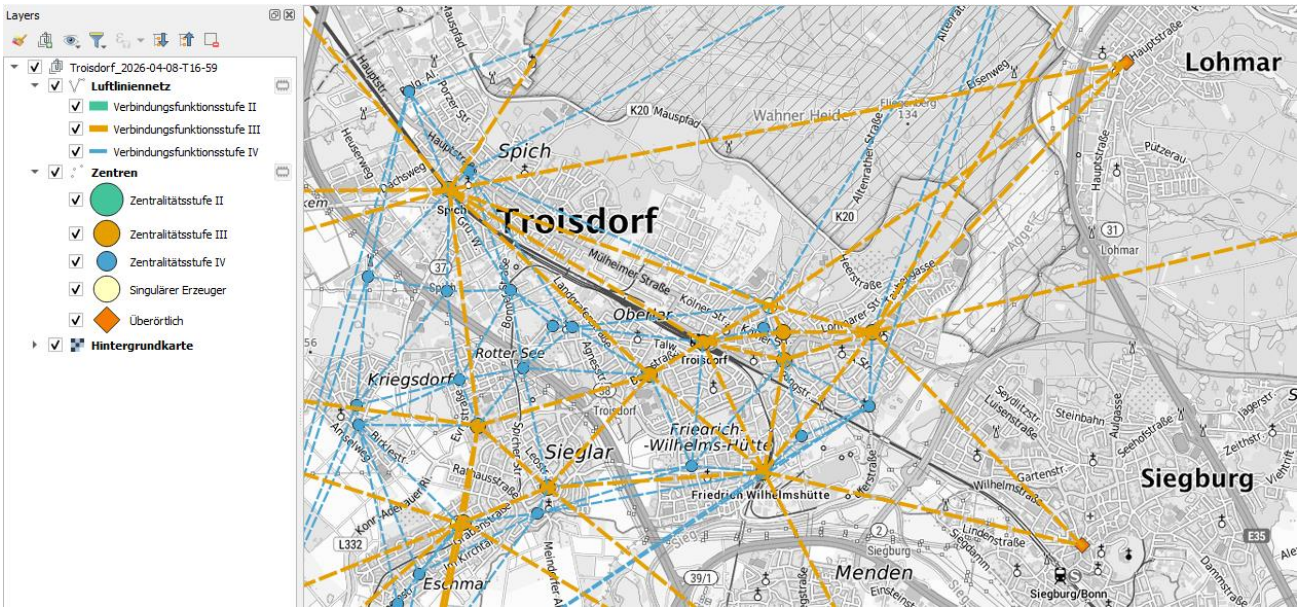


Abbildung 10: *Aus den Zentralitäten abgeleitete Luftlinienverbindungen für die Stadt Troisdorf*

Prinzipien bei der Bildung von Luftliniennetzen

i

Für die Bildung von Luftliniennetzen sieht die ursprüngliche RIN-Methodik Dreiecksnetze vor, bei denen Verbindungen über zwischenliegende Zielpunkte geführt werden. Im Gegensatz dazu verzichtet die ERA 202X auf dieses Prinzip und setzt stattdessen auf direkte Verbindungen zwischen Quell- und Zielpunkten, gegebenenfalls mit einer Führung über einen anderen Zielpunkt. Dies führt dazu, dass sich Luftlinien kreuzen, was den tatsächlichen Verkehrsbeziehungen besser entspricht.

In DigiRad wurde dieser methodische Ansatz aufgegriffen und umgesetzt. Alle benachbarten Punkte einer Hierarchieebene (Zentralitätsstufe) werden verbunden. Außerdem werden alle Punkte der nächsthöheren Hierarchieebene angebunden. Überörtliche Zentren werden an den nächstgelegenen Punkt der Zentralitätsstufe III angebunden.

6. *Umlegung*

Basierend auf dem Luftliniennetz wird nun eine Umlegung auf ein vorhandenes Netz vorgenommen. Sie markiert den letzten Schritt der Netzplanung. Aus Luftlinien werden in diesem Zuge konkrete Routen. Voraussetzung für die korrekte Funktionalität von DigiRad ist ein digitales Verkehrsnetz, das folgende Bedingungen erfüllen muss:

- Vollständige räumliche Abdeckung des Luftliniennetzes
- Routenfähigkeit ohne topologische Inseln (vollständige logische Verknüpfung aller Netzsegmente, die eine durchgehende Pfadfindung garantiert und isolierte, unerreichbare Teilstrecken ausschließt)
- KBS = EPSG 25832 (DigiRad weißt Sie auf die nötigen Schritte hin, falls der Layer in einem anderen KBS vorliegt)
- Sollte nur Wege enthalten, die vom Radverkehr genutzt werden können (einige Wege können ggf. automatisch entfernt werden. Siehe dazu unter Einordnung und Verwendung der Ergebnisse Punkt 1. Vorbereitung der Netzgrundlage.)
- Geeignete Netzgrundlagen sind u.a. OpenStreet Maps oder ATKIS[5]

Für die Umlegung bietet DigiRad zwei Routingverfahren: Das kürzeste-Wege-Verfahren, das durch den Reiter 6. Umlegung initiiert werden kann, und das nachfragegewichtete Verfahren (7. Nachfrageumlegung).

Zentrenverknüpfungsdistanz

Bei beiden Varianten können Sie bei Bedarf die maximale Zentrenverknüpfungsdistanz definieren. Diese bestimmt, wie weit ein Punkt maximal von einer Netzkante entfernt sein darf, um noch eingebunden zu werden. Die Funktion kann einerseits nützlich sein, wenn das zugrunde liegende Netz nicht vollständig ist, bestimmte Zentrale Orte aber trotzdem berücksichtigt werden sollen. Die Funktion kann auch als Filter genutzt werden, der automatisiert die Erreichbarkeit von Orten sicherstellt.

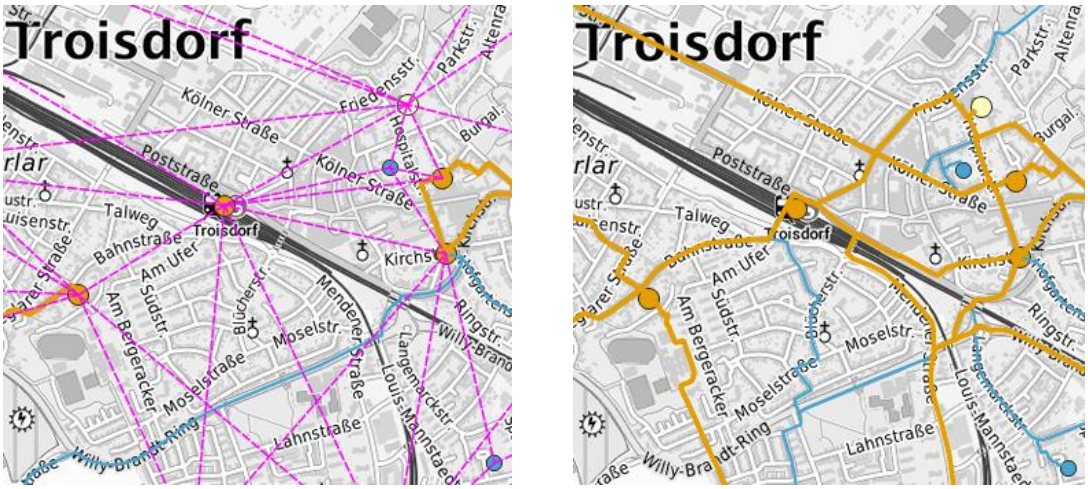


Abbildung 11 Umlegung mit einer Zentrenverknüpfungsdistanz von 10 m (links) und von 300 m (rechts)

[5] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltung der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2026). Verfügbar unter basemap.de/open-data/

In Abbildung 11 lässt sich die Wirkung gut erkennen. Im linken Bild wurde eine sehr niedrige Verknüpfungsdistanz (10 m) definiert. Viele Punkte liegen weiter als 10 m von der nächsten Netzkante entfernt und konnten nicht durch die Netzgrundlage zur Umlegung erreicht werden. Für die Umlegung rechts wurde eine Distanz von 300 m gewählt und somit konnten alle Relationen umgelegt werden. Ist die Distanz allerdings zu hoch, wird ggf. nicht deutlich, wenn eine Einrichtung nicht ausreichend durch das Netz erreicht oder angebunden ist. Eine Einstellung zwischen 100 m und 300 m wird empfohlen.

Die nicht gefundenen Umlegungen werden als eigener Layer in Pink ausgegeben. So kann nachvollzogen werden, ob es an einer Insel in der Netzgrundlage oder einer zu niedrigen Zentrenverknüpfungsdistanz liegt.

Kürzeste-Wege-Umlegung

Zunächst müssen Sie das Verkehrsnetz angeben, das vorher in QGIS geladen werden muss. Dieses müssen Sie bei *Netzdaten* auswählen. Sie können außerdem konfigurieren, wie weit die maximale Verknüpfungsdistanz sein soll (siehe Infobox).

Werden in der Umlegung pinke Luftlinien als Layer mit ausgegeben, bedeutet dies, dass eine Relation nicht umgelegt werden konnte. Dies hängt entweder mit der Einstellung der Zentrenverknüpfungsdistanz und der Platzierung der Punkte zusammen oder kann auch auf Inseln in der Netzgrundlage hinweisen, also Netzkanten, die nicht mit dem übrigen Netz verbunden sind. Wird eine Zentralität nur durch an eine solche Insel angebunden, ist eine Umlegung zu den übrigen Zentralitätspunkten nicht möglich.

Das Netz wird im Projekt innerhalb einer neuen Gruppe angelegt, wobei die Verbindungen wieder entsprechend ihrer Verbindungsfunktionsstufe gefärbt sind. Sie können die Layer speichern, indem Sie in DigiRad das Diskettensymbol oder in der Layerliste das graue Arbeitsspeichersymbol rechts vom Namen des Layers anklicken.

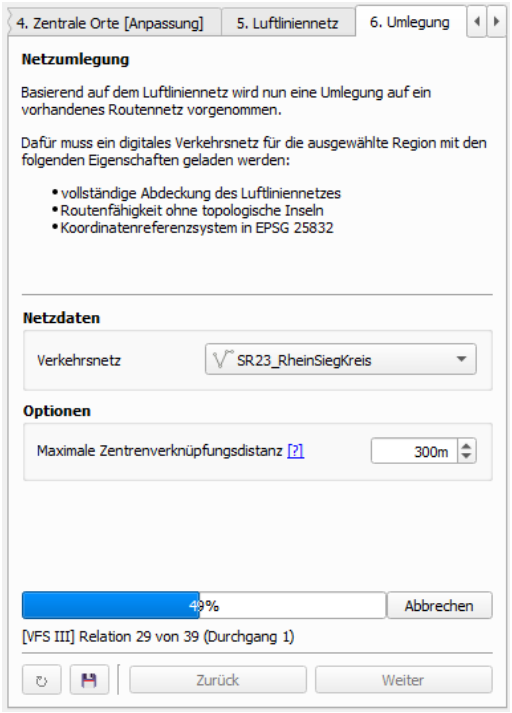


Abbildung 12: *Prozessierung der Netzumlegung*

Umlegungsverfahren in DigiRad

Mit dem kürzeste-Wege-Verfahren werden die Luftlinienverbindungen zwischen Quellen und Zielen auf das Verkehrsnetz übertragen, indem für jede Verbindung der kürzeste Weg berechnet wird. Die Berechnung erfolgt ausschließlich auf Basis der tatsächlichen Streckenlängen. Höhendaten fließen hier nicht mit ein, es wird also nicht berücksichtigt, ob der kürzeste Weg mehr Höhenmeter überwindet als ein anderer. Dieses Verfahren liefert ein direktes, effizientes Zielnetz und macht Lücken oder Umwege im bestehenden Radwegenetz sichtbar. Es eignet sich besonders für die grundlegende Netzplanung und die Identifikation von Infrastrukturdefiziten.

Der nachfrageorientierte Ansatz integriert reale Radverkehrsdaten (z. B. aus GPS-Tracking oder Zählstellen) in die Routenberechnung. Die Kantengewichte im Verkehrsnetz werden so angepasst, dass häufig genutzte Strecken bevorzugt werden, auch wenn sie nicht die geometrisch kürzesten sind. Dadurch spiegelt das berechnete Zielnetz das tatsächliche Verhalten der Radfahrenden und die Nachfrage besser wider. Implizit werden so also auch die zurückgelegten Höhenmeter und vorhandene Infrastruktur berücksichtigt. Das Verfahren ermöglicht eine nachfrageorientierte Netzplanung, indem es stark frequentierte Routen identifiziert und priorisiert. Es unterstützt die gezielte Weiterentwicklung und Optimierung des Radverkehrsnetzes auf Basis empirischer Nutzungsdaten.

i

Die Abbildung unten stellt beispielhaft ein Netz nach kürzeste-Wege-Algorithmus einem nachfragegewichtetem gegenüber. Prinzipiell entsprechen sich die Netze in vielen Teilen, es zeigen sich aber an einigen Abschnitten unterschieden. Der kürzeste-Wege-Algorithmus führt im Süden beispielsweise eine Relation durch ein Waldgebiet, während die nachfrageorientierte Umlegung über einen straßenbegleitenden Radweg führt. Innerstädtisch unterscheiden sich die beiden Netze an Schlüsselstellen.

Nachfrageumlegung

Für eine Umlegung auf Basis der bisherige Nutzung benötigt DigiRad einen Layer, der neben dem vorhandenen Verkehrsnetz (siehe ***Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.***) auch Informationen zur Nachfrage enthält. Dafür muss der Layer eine Spalte mit Verkehrsmengen für jede Kante enthalten. Sollten Teile des Layers keine Informationen zur Nachfrage enthalten, legt DigiRad in diesem Bereich nach kürzeste-Wege-Prinzip um.

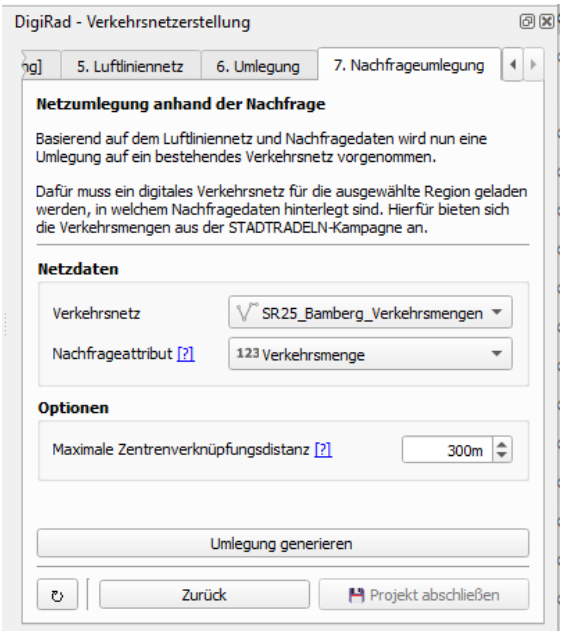


Abbildung 13 *Konfiguration für die nachfragebasierte Umlegung*

Für den Ansatz eignen sich in besonderem Maße Nachfragedaten aus Crowdsourcing-Kampagnen, da diese im Gegensatz zu klassischen Zählungen Informationen in der Fläche liefern. Bei großen Initiativen wie Strava oder Stadtradeln liegen durch die hohe Anzahl an Teilnehmenden – je nach Untersuchungsraum - oftmals für das gesamte Netz Daten vor.

Für den deutschen Raum sind Daten aus Stadtradeln wegen ihrer großen Anzahl an Teilnehmenden und der hohen Netzabdeckung eine zu empfehlende Datengrundlage. In der Kampagne zeichnen Teilnehmende ihre Radfahrten innerhalb des Aktionszeitraums von drei Wochen auf. Die Stadtradeln-Daten bieten dadurch detaillierte und annähernd repräsentative Informationen über die tatsächliche Fahrradnutzung und die bevorzugten Routen von Radfahrenden. Die Daten sind über den *Bike Monitor*[6] beziehbar und können dort gesichtet oder im Downloadbereich heruntergeladen werden.

> *i*
>
> **Verwendung punktueller Zähldaten**
>
> Prinzipiell sind auch punktuelle Zähldaten aus Dauerzählstellen oder Kurzzeitzählungen nutz-bar. Zu beachten ist hier: Wenn nur wenige Zähldaten vorliegen und im Verkehrsnetz hinterlegt sind, werden diese Kanten unabhängig vom Zählwert übergewichtet. Die nachfrageorientierte Umlegung bietet nur dann einen Mehrwert, wenn möglichst viele Zählwerte hinterlegt sind.

Die Daten müssen zunächst in QGIS importiert werden. Der Datensatz kommt vom *Bike Monitor* direkt im korrekten KBS und kann so verarbeitet werden. Zunächst müssen Sie wieder den Layer im Wahlfeld *Netzgrundlage* definieren. Anschließend müssen Sie das Attribut (die Spalte) definieren, in der die Nachfrage enthalten ist. Im Stadtradeln-Datensatz sind dafür die Spalten *Verkehrsmengen* und *DTV* relevant. Während Verkehrsmengen alle Stadtradeln-Fahrten abbilden, korrigiert DTV das Verhältnis von Radfahrern zu Fahrten pro Kante näherungsweise realitätsnah. Sinnvoll ist eine Netzumlegung über beide Größen, die sich je nach Verteilungsdifferenz zwischen den Layern unterscheiden.

[6] Zugänglich über https://portal.bike-monitor.de/

Nach Definieren der Zentrenverknüpfungsdistanz kann per *Umlegung generieren* der Prozess gestartet werden. DigiRad legt schließlich für nachfragegewichtete Umlegungen die Gruppe *Nachfrageumlegung* an und legt den neuen Layer dort ab.

Einordnung und Verwendung der Ergebnisse

Die Planung eines zukunftsfähigen Radverkehrsnetzes erfordert mehr als reine Berechnung über DigiRad: Sie setzt fundierte Ortskenntnis, planerische Expertise und eine kritische Auseinandersetzung mit den realen Gegebenheiten voraus – insbesondere dann, wenn automatisierte Verfahren wie das Kürzeste-Wege-Modell als Grundlage dienen. Die erzeugten Netzumlegungen stellen einen ersten Entwurf eines möglichen Radnetzes dar, müssen jedoch mit planerischer Expertise und Ortskenntnis auf Legitimität überprüft werden. Nachfolgend werden nochmal die wichtigsten zu prüfenden Punkte zusammengefasst und eingeordnet:

1. Vorbereitung der Netzgrundlage

Die Qualität des erzeugten Radverkehrsnetzes hängt entscheidend von der Qualität der zugrunde liegenden Netzgrundlage ab. Diese muss ausschließlich aus nutzbaren Verkehrsflächen bestehen, die tatsächlich für den Radverkehr erschlossen sind. Dazu gehören Straßen, Wege und Radwege, die für den Fahrradverkehr befahrbar sind.

Wichtige Ausschlusskriterien sind unter anderem:

- Autobahnen und Kraftfahrstraßen (keine Radfahrerzulassung)
- Privatwege (kein öffentlicher Zugang)
- Wege mit Treppenaufgängen

Diese Kanten können bereits in der Vorbereitung durch Attribut-Abfragen (z. B. nach Typ, Zulassung, Belag, Geschwindigkeitsbegrenzung etc.) herausgefiltert werden. Eine sorgfältige Vorbereitung der Netzgrundlage verhindert unrealistische oder nicht umsetzbare Ergebnisse.

Im Plug-in selbst sind für OpenStreet Maps- und ATKIS-Netzgrundlagen vordefinierte Filter hinterlegt, die einige Strecken ohne Radfahrerzulassung herausfiltern. Sofern die Netzdaten einer dieser beiden Quellen zugeordnet werden können, erscheint ein Hinweisdialog mit einer entsprechenden Abfrage, ob der Filter angewendet werden soll. Bei diesen Filtern handelt es sich um relativ einfache Ausschlusskriterien, die einer weiteren Prüfung unterliegen sollten.

2. Festlegung und Prüfung der Zentralitäten

Zentralitäten (z. B. Schulen, Arbeitsplätze, Einkaufsmöglichkeiten, Freizeitangebote) bilden die Knotenpunkte des Radverkehrsnetzes. Die automatisierte Erzeugung von Zentralitäten durch das Plug-in basiert auf allgemeinen Einrichtungstypen und bietet eine systematische, skalierbare Grundlage.

Allerdings:

- Automatisch generierte Zentralitäten berücksichtigen räumlichen oder örtlichen Besonderheiten nur begrenzt
- Besondere, lokalspezifische Einrichtungen (z. B. besondere Ausbildungsstätten, lokale Ausflugsziele, spezifischer Einzelhandel) können durch das Tool ggf. nicht erfasst werden

- Die Position und Vollständigkeit der Zentralitäten müssen daher händisch überprüft und ggf. ergänzt werden

Ein fundiertes Ortsverständnis und Planungserfahrung sind entscheidend, um sicherzustellen, dass alle relevanten Verkehrsziele im Netz berücksichtigt sind. Hilfreich hierzu kann auch der Anhang sein, in dem die Zuordnung einzelner Einrichtungen zu den Stufen innergemeindlicher Zentralität aufgeführt sind.

3. Erzeugung des Radverkehrsnetzes mittels Bestweg-Modell

Auf Basis der vorbereiteten Netzgrundlage und der geprüften Zentralitäten wird das Radverkehrsnetz durch ein Bestweg-Modell (kürzeste Route) erzeugt. Dieses Modell berechnet die kürzesten Verbindungen zwischen Zentralitäten unter Berücksichtigung des Straßen- und Wegenetzes.

Wichtige Einschränkungen des Modells:

- Es berücksichtigt keine Steigungen, keine Verkehrssicherheit, keine DTV-Werte (Durchschnittliche Verkehrsstärken des motorisierten Verkehrs) und keine bestehende Radinfrastruktur
- Es handelt sich um einen ersten Entwurf, der keine endgültige Planung darstellt, sondern eine potenzielle Netzstruktur aufzeigt

Das Ergebnis veranschaulicht vorhandene Verkehrsbeziehungen, kann aber auch realitätsfremde oder unpraktikable Verbindungen enthalten – beispielsweise über Hauptverkehrsstraßen mit hohem Verkehrsaufkommen oder ohne Platz für Radfahrer. Mit Ortskenntnis kann dies festgestellt und eine parallele Alternativroute gefunden werden.

4. Identifikation und Bewertung von Netzlücken und Barrieren

Da die Umlegung ausschließlich auf dem vorhandenen Netz basiert, werden Netzlücken nicht automatisch sichtbar. Sie lassen sich jedoch indirekt erkennen an:

- Unverhältnismäßig langen Umwegen im Radverkehrsnetz im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern
- Umwege zur Überquerung von über Barrieren, wie Flüsse, Bahnstrecken, Autobahnen oder großen Industriegebiete, die eine Radverkehrsverbindung unterbrechen

Potenzielle Netzlückenschlüsse (z. B. Brücken, Unterführungen, neue Radwege) können als Kanten in das Grundnetz eingepflegt werden; wichtig ist hier, dass die Anbindung an vorhandene Kanten und Knotenpunkte gegeben ist, um die Routingfähigkeit zu gewährleisten. Diese können dann im Rahmen der Umlegung auf ihre Netzfunktion und Bedeutung geprüft werden

5. Analyse und Händische Korrektur der Netzstruktur

Das automatisch generierte Netz weist typische Merkmale auf, die in der Praxis oft nicht erforderlich oder sinnvoll sind:

- Kleine Schlenker, bei denen Zentralitäten direkt an das Netz angeschlossen werden – oft auf Grundstücksebene wie beispielhafte in Abbildung 14. Hier würde in der Praxis eine orthogonale Verbindung zwischen Unnaer Str. und Zollpost anstelle der direkten Anbindung konzipiert werden.
- Übermäßige Feinheit bei der Anbindung, die in der Praxis nicht notwendig ist

Praxisnahe Anpassung:

- Bei Einrichtungen im Nebenstraßennetz mit Tempo 30 ist es ausreichend, wenn das Quartier durch das Radverkehrsnetz angebunden ist – eine Grundstücksnahe Erschließung ist nicht zwingend erforderlich
- Solche feinen Strukturen können händisch korrigiert werden, um ein realistisches, nutzbares und planbares Netz zu erhalten. Sinnvoll ist dafür eine Modifikation der Zentrenverknüpfungsdistanz oder Entfernung/Verschiebung von Zentralen Orten

Abbildung 14: Anbindung eines Zentralen Ortes auf Grundstücksebene

6. Planerische Bewertung und Umsetzungsorientierung

Auch wenn die nachfrageorientierte Planung etablierte Wege besser berücksichtigen kann, erfolgt die Radverkehrsplanung grundsätzlich als Angebotsplanung. Das bedeutet:

- Das Netz wird nicht zwangsläufig an bestehenden Verkehrsströmen und dem baulichen Ist-Zustand von Infrastruktur ausgerichtet
- Ziel ist es, sinnvolle, direkte, sichere und komfortable Radverbindungen zu schaffen, die den Radverkehr attraktiv machen – für alle Altersgruppen und Nutzungsprofile

Hinweise aus der Umlegung:

- Verläuft das umgelegte Netz über eine Strecke, die aktuell nicht als Radverkehrsroute genutzt wird (z. B. unbefestigter Abschnitt, schlechter Belag), ist dies nicht unbedingt ein Fehler der Umlegung, sondern kann ein Hinweis auf Planungsbedarf sein
- Solche Abschnitte können Potenzial für zukünftige Ausbaumaßnahmen darstellen
- Einige Strecken funktionieren erst im Netzkontext und mit einem entsprechenden Ausbauzustand (z. B. Radweg, Schutzstreifen, Querungshilfen)

7. Berücksichtigung der Nachfrage (Ist-Zustand)

Die Gewichtung der Strecken basiert auf Nachfragedaten aus dem Ist-Zustand der baulichen Infrastruktur. Diese Daten spiegeln jedoch oft nicht zwangsläufig die optimale Radverkehrsroute wider, sondern die aktuelle, unter Umständen unsichere oder unkomfortable Route.

- **Fehlende Alternativen:**
  Es gibt keine sichere oder attraktive Alternative – daher wird ein unsicherer Umweg genutzt, weil die direkte Route die Bedürfnisse von Radfahrenden im aktuellen Zustand nicht genügt, obwohl sie der kürzeste Weg wäre.
- **Fehlende Wege werden nicht repräsentiert:**
  Wo keine sichere Radinfrastruktur existiert, wird auch kein Radverkehr erfasst. Die Nachfrage zeigt daher nur, was *existiert* – nicht, was *fehlt*.

Die Nachfrage ist also nicht immer ein Indikator für die beste Lösung, sondern zeigt bestehende Barrieren und Bedarfe. Daher ist die Nachfrage nicht als Maßstab für die Qualität des Angebots zu verstehen, sondern als Ausgangspunkt für Verbesserungen. Die im Nachfragenetz relevanten Netzabschnitte sind auf Netzbedeutung und Bestandsqualität hin zu überprüfen. Quelle-Ziel-Analysen (z.B. basierend auf den Stadtradeln-Daten) können dabei helfen, die Bedarfe besser zu verstehen. Es können sich folgende Fragen gestellt werden: Weshalb fließt der Radverkehrs aktuell über diesen Netzabschnitt? Nimmt die Bedeutung des Netzabschnitts bei Ausbau an anderer Stelle ab? Wie kann der Netzabschnitt verbessert werden?

FAQ

1. **Welche planerische Rolle hat DigiRad – ersetzt es eine Radverkehrsplanung oder unterstützt es sie?**
   DigiRad ist ein **unterstützendes Planungswerkzeug**, kein Ersatz für eine fachliche Radverkehrsplanung. Es automatisiert zentrale analytische Schritte der Zielnetzkonzeption, entbindet jedoch nicht von planerischer Bewertung, Abwägung und Entscheidung. Die Ergebnisse stellen einen strukturierten Entwurf dar, der weiter fachlich zu prüfen und zu konkretisieren ist.
   Darüber hinaus kann das Ergebnis durch eine Überprüfung und Modifizierung der Zentralitäten anhand von Ortskenntnis und planerischem Verständnis verbessert werden.
2. **Für welche Raumtypen (Grund-, Mittel-, Oberzentrum, Landkreis) ist DigiRad sinnvoll einsetzbar – und wo liegen die Grenzen?**
   DigiRad ist primär für Grund- und Mittelzentren optimiert. In Oberzentren und auf Landkreisebene können Ergebnisse entstehen, die aufgrund polyzentrischer Strukturen oder großräumiger Verflechtungen weniger präzise sind. Eine stärkere manuelle Anpassung der Zentralitäten ist dort erforderlich.
   Im DigiRad-Plug-in sind innergemeindliche Zentralitäten für alle Gemeinden in Deutschland hinterlegt. Es können also auch bzw. gerade für kleine Gemeinden und Klein- und Mittelstädte angewendet werden. Für eine Anwendung auf Landkreisebene ist nur eine Auswahl der berücksichtigten Quellen- und Ziele relevant. Neben der Verbindung der Ortszentren untereinander sind vor allem die Anbindung von Bildungseinrichtungen, ÖPNV-Schnittstellen (Bahnhöfe, ZOB etc.) sowie überörtlich relevanten Versorgungseinrichtungen durch das Radnetz relevant. Die automatisch erzeugten Zentralitäten müssten entsprechend
3. **In welcher Phase eines Radverkehrskonzepts sollte DigiRad eingesetzt werden?**
   Der Einsatz eignet sich insbesondere für die strategische Netzdefinition in frühen bis mittleren Planungsphasen. DigiRad unterstützt die Ableitung eines Zielnetzes, nicht jedoch die detaillierte Entwurfs- oder Ausführungsplanung einzelner Maßnahmen.
4. **Können Kommunen, die nicht am Stadtradeln teilnehmen können (zu wenig Teilnehmende) oder wollen, das Plug-in ebenfalls nutzen?**
   Das Plug-in ist grundsätzlich auch ohne Bewegungsdaten nutzbar. Nur für die Umlegung des Nachfragenetzes (Schritt 7) sind Bewegungsdaten notwendig. Alle vorherigen Schritte können aber auch ohne diese Daten durchgeführt werden. Neben Stadtradeln-Daten können auch andere Radzähldaten, wie z.B. punktuelle Messungen ausgewählter Strecken für eine Gewichtung des Netzes genutzt werden.
5. **Wie aussagekräftig sind die Stadtradeln-Daten? Dort fahren doch viele Sportler und nicht unbedingt Alltagsrouten?**
   Erfahrungswerte zeigen, dass das Nutzungsprofil, welches durch Stadtradeln abgebildet wird, recht ausgeglichen ist. Es werden unterschiedliche Wegebeziehungen aufgezeichnet und verschiedene demografische Gruppen repräsentiert. Im Gegensatz zu einschlägigen Portalen wie etwa Strava findet kein Überhang von Sport- und Freizeitradverkehr statt.
   Dennoch gilt: Gerade bei wenigen Nutzenden in einer Gemeinde können einzelne Nutzende dominant sein. Eine breite Stadtradeln-Kampagne erhöht die Qualität der Daten. Darüber hinaus ist anzumerken, dass die Daten in DigiRad lediglich für eine Gewichtung der Wege genutzt werden. Das Netz erhält so einen Bezug zum aktuellen Radverkehrsgeschehen.

6. **Wurde für das Plug-in ein Raster Ansatz der zentralörtlichen Bereiche getestet? Also im Sinne einer Angebotsplanung für den Radverkehr systematisch (gleich) verteilte Zentralitäten unabhängig von POIs?**
   In der Verteilung der Zentralitäten wurde darauf geachtet, ein möglichst flächiges Netz zu erstellen, welches alle Stadt- und Ortsteile abdeckt. Dabei wurde kein Rasteransatz mit festgelegten Anzahlen Zentralitäten je Gemeindegröße angewendet, sondern es wurde sich in erster Linie an Einrichtungen und ihrem Vorkommen orientiert. Die resultierende Dichte ergibt sich aus der räumlichen Verteilung der Einrichtungen und der gewählten Zentralitätsstufen und ist planerisch zu bewerten.
7. **Gibt es eine Vorgabe, wie weit verschiedene Zentralitätsstufen voneinander entfernt sein müssen? (z.B. im Umkreis von 500m um Zentralitätsstufe werden alle POIs dieser Zentralität zugeordnet und bilden keine neue Zentralität)**
   Einrichtungen werden zum Teil räumlich aggregiert und zu einem repräsentativen Zentralitätspunkt zusammengefasst. Darüber hinaus gibt es kein Zusammenführen der Zentralitäten. Die Stufe orientiert sich an der Art der Einrichtung entsprechend der Hinweise zur Anwendung der RIN (FGSV, 2018). Dieser Punkt repräsentiert die funktionale Bedeutung eines Bereichs, nicht zwingend den exakten Standort einzelner Einrichtungen. Abweichungen sind methodisch bedingt.
8. **POI in OpenStreetMap sind nicht vollständig. Wie wird mit Datenlücken in OSM umgegangen?**
   Grundsätzlich bezieht das Plug-in eine Vielzahl unterschiedlicher Einrichtungen ein. Da die POI in OpenStreetMap (OSM) durch einen Open-Source-Ansatz gepflegt werden, kann es zu Datenlücken in den Eintragungen kommen. Es sollte dennoch eine ausreichende Anzahl Zentren für eine Umlegung zustande kommen. Um Datenlücken zu schließen, wird empfohlen, die Zentralitäten mit Ortskenntnis in Schritt 4 zu überprüfen und entsprechend anzupassen bzw. zu ergänzen. Darüber hinaus können Verwaltungen selbst bei der Kartierung und Aktualisierung von Einrichtungen in OSM aktiv werden.
9. **Können eigene kommunale Daten (POI, Netze, Bestandsrouten) anstelle von OSM verwendet werden?**
   Ja. Eigene Punkt- und Netzlayer können eingebunden werden, sofern sie den technischen Anforderungen (KBS, Attributstruktur) entsprechen. Damit lassen sich lokale Wissensbestände und Fachdaten zielgerichtet integrieren.
10. **Wie wirkt sich die Anzahl und Dichte von Zentralitätsstufe-IV-Punkten auf die Netzstruktur aus?**
    Eine hohe Anzahl von Zentralitätsstufe-IV-Punkten führt zu einem engmaschigeren Netz mit parallelen Routen. Dies kann sinnvoll sein, erfordert jedoch eine Abwägung zwischen Netzfeinheit, Übersichtlichkeit und planerischer Relevanz.
11. **Werden die Zentralitäten aktualisiert?**
    Die Zentralitäten basieren auf dem Stand Juni 2025. Eine Aktualisierung der Zentralitäten bzw. der OSM-Datengrundlagen ist im Anschluss an die Projektlaufzeit leider nicht möglich. Auch hier wird auf eine sorgfältige Überprüfung der Zentralitäten verwiesen: Macht die Platzierung Sinn? Fehlen Einrichtungen? Sind Einrichtungen inzwischen nicht mehr aktuell?

12. **Wie ist die Logik der gruppierten Einrichtungen im aktuellen Ansatz?**
    Einrichtungen werden unter Umständen zusammengefasst, sofern sie eine gewisse räumliche Nähe zueinander aufweisen. Aus den Einrichtungen einer Gruppe wird der Mittelpunkt ermittelt und dieser anstatt der einzelnen Einrichtungspunkte im Datensatz hinterlegt. Des Weiteren werden je nach Siedlungsstrukturtyp weitere Filter angewendet, die Einfluss auf die Auswahl der zentralen Einrichtungen haben. So genügt es beispielsweise in einer dünn besiedelten ländlichen Stadt-Land-Region, wenn ein Supermarkt vorhanden ist, um dort einen Zentrenpunkt der Stufe IV zu setzen. In einer städtischen Stadt-Land-Region müssen mindestens 3 Einrichtungen eines ähnlichen Typs räumlich nah beieinander liegen, damit dort ein Zentrenpunkt erstellt wird. Damit soll vermieden werden, dass redundante und räumlich sehr nah beieinander liegende Zentrenpunkte erstellt werden.
13. **Können vorhandene Radverkehrsnetze oder Infrastrukturen (guter Radweg oder Radfahrstreifen) in das Plug-in hineingeladen werden?**
    Es gibt aktuell keine direkte Schnittstelle, um einen Linien-Layer mit einem Radnetz oder einzelnen Strecken zur Gewichtung in das Plug-in einzubinden. Eine solche Gewichtung ist allerdings durch einen Work-Around möglich: Ähnlich zu Bewegungsdaten können auch anderweitig gewichtende Werte in einem Integer-Feld hinterlegt werden. Dieses kann dann in Schritt 7 (Nachfrageumlegung) ausgewählt werden. So werden einzelne Streckenabschnitte, die bereits wichtiger Bestandteil des bestehenden Radnetzes sind, bei der Umlegung gewichtet berücksichtigt.
14. **Warum können einzelne Relationen nicht umgelegt werden (pinke Luftlinien), und wie sollte man damit umgehen?**
    Nicht umgelegte Relationen weisen meist auf Lücken oder Inseln in der Netzgrundlage oder auf eine zu geringe Zentrenverknüpfungsdistanz hin. Sie sind als Prüfhilfe zu verstehen und geben Hinweise auf Defizite oder Datenprobleme.
15. **Wie beeinflusst die Wahl der Zentrenverknüpfungsdistanz das Ergebnis, und gibt es empfohlene Richtwerte?**
    Die Distanz steuert, ob Zentralitäten an das Netz angeschlossen werden können. Zu geringe Werte führen zu nicht umgelegten Relationen, zu hohe Werte können unrealistische Zuwegungen erzeugen. Die Wahl ist daher kontextabhängig und planerisch abzuwägen.
16. **Warum bildet Nachfrage (z. B. Stadtradeln) nicht automatisch eine „gute" Radverkehrsführung ab?**
    Nachfrage bildet den Ist-Zustand ab, der häufig durch Sicherheitsdefizite, Umwege oder Komfortmängel geprägt ist. Hohe Nutzung kann daher auf Problemlagen hinweisen und ist nicht gleichzusetzen mit planerisch optimalen Routen.

Anhang

Tabelle 1: *Hierarchisierung von POI und Zuordnung zu Zentralitätsstufen*

Innergemeindliche Zentralität	Einrichtungen
Hauptzentrum als innergemeindliches Grundzentrum → Zentralitätsstufe II	Stadtzentrum mit höchster Funktionsdichte, wo unter anderem folgende Einrichtungen angesiedelt sind: ▪ Verwaltung ▪ überregional bedeutsamer EH ▪ Theater/Oper/Großkino ▪ bedeutsames Museum ▪ Arbeitsplatzschwerpunkt ▪ Hochschule ▪ Veranstaltungshalle/Messe/Stadion ▪ Großhotels Methodische Anmerkungen: ▪ Zusätzliche Verwendung des Ortsmittenpunktes als Repräsentation des Ortszentrums ▪ Hinweis: Die Zentralitätsstufe II gibt es nur in einem Oberzentrum! - Bei großen Oberzentren kann mehr als ein solches Oberzentrum existieren
Innerstädtisches Grundzentrum → Zentralitätsstufe III	▪ Bildung: Gymnasium, Berufsschule, Volkshochschule, regionale Weiterbildungsstätte, Bücherei ▪ Gesundheit: Krankenhaus, Ärztehaus ▪ Freizeit/Kultur: Veranstaltungshalle, Kino ▪ Einkauf: Einkaufsgebiet mit Bedeutung über den Stadtbezirk hinaus ▪ Verkehrs: Schienenhaltepunkt für Fern- oder Regionalbahn ▪ Dienstleistung: Banken, Notariate, Finanzamt, Verwaltungssitz des Bezirks Methodische Anmerkungen: ▪ Die Zentralitätsstufe, die in Mittelzentren und Grundzentren für das Stadtzentrum gesetzt wird
Innergemeindliche Orte ohne zentralörtliche Funktion → Zentralitätsstufe IV	▪ Bildung: Grund-/Hauptschulen ▪ Gesundheit: Allgemeiner Arzt, Zahnarzt, Apotheke ▪ Sport: Sportplatz/kleine Sporthalle, Freibad/Schwimmbad ▪ Einkauf: Einkaufsgebiet mit Bedeutung für den Stadtbezirk ▪ Freizeit/Kultur: Veranstaltungshalle ▪ Verkehr: Stadtbahnhaltestelle ▪ Dienstleistung: Sparkasse/Postamt Auch Wohngebiete mit Block/Hochhausbebauung oder Gewerbegebiete erhalten Zentralität IV

	Methodische Anmerkungen: ▪ Supermärkte und Einkaufsgebiete, wo verschiedene Läden beieinander sind (Apotheke, Drogerie, Bäcker etc.) → Bedeutung für den Stadtbezirk ▪ Gewerbegebiete oder Großwohnsiedlungen hier wichtig anzubinden
Singulärer Verkehrserzeuger	▪ Universität ▪ Großkliniken ▪ Freizeitparks ▪ Messen ▪ Fußballstadion etc., Sportanlagen mit mehreren 1000 Sitzplätzen Methodische Anmerkung: Sonderfälle, Beachtung zunächst zweitrangig
Überörtliche Zentralität	▪ Ortszentren benachbarter Gemeinden repräsentiert durch Ortsmittenpunkte

Tabelle 2: *Mögliche Relationen und zugehörige Verbindungsstufen*

Relation (Zentralitätsstufen)	Verbindungsfunktionsstufe	Beschreibung der Verbindung
II ↔ II	II	Überregional bedeutsame Hauptzentren (benachbarte Oberzentren oder innerhalb eines Oberzentrums)
II ↔ Überörtlich	II	Direkt Anbindung eines Hauptzentrums an benachbarte Ortszentren
III ↔ III	III	Verbindungen zwischen innergemeindlichen Grundzentren gleicher Stufe
III ↔ Überörtlich	III	Anschluss von Ortszentren benachbarter Gemeinden als innergemeindliches Grundzentrum
Verkehrserzeuger ↔ III	III	Anschluss singulärer Verkehrserzeuger (z. B. große Betriebe/Freizeitstätten) an das Grundzentren-Netz
III ↔ IV	IV	Innergemeindliches Grundzentrum und Orte ohne zentralörtliche Funktion
IV ↔ IV	IV	Lokale Verbindungen zwischen Orten ohne zentralörtliche Funktion