Anlagen

Gestaltung innerörtlicher Verkehrswegenetze

Berichte der Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen
Verkehrstechnik Heft V 397

bast
Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen

FE 77.0517/2019

Gestaltung innerörtlicher Verkehrswegenetze

Zweitgespräche
Klassische RIN-Anwendung

Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich
Yannik Wohnsdorf, M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. Regine Gerike
Caroline Koszowski, M.Sc.

Dr.-Ing. Michael M. Baier
Merten Wothge, M.Sc.

Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik

Technische Universität Dresden
Professur für Integrierte Verkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik

BSV Büro für Stadt- und Verkehrsplanung Dr.-Ing. Reinhold Baier GmbH

Im letzten Gespräch…

Daten Ihrer Kommune zu:

- Räumliche Gliederung der Kommune (Stadtbezirke, Stadtteile,…)
- Zentrenkonzepte (Zentrale Versorgungsbereiche)
- Typisierung Verkehrswegenetze (Kfz, Rad, Fuß)

In diesem Gespräch…

Anwendung der „klassischen RIN-Methode“ auf Ihre Kommune für Pkw und Rad

- Herleitung der innergemeindlichen Zentralitäten auf Stadtteil-Ebene
- Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen 0-IV
- Erzeugung von (verbindungsfunktionsspezifischen) Anbindungen für die Stadtteile
- Umlegung VFS 0-IV für den Pkw
- Umlegung VFS 0-IV für den Radverkehr
- Umlegung VFS 0-IV für den Fußverkehr

Ziel des Projekts „Gestaltung innerörtlicher Verkehrswegenetze“

Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer konsistenten, übertragbaren Methode zur Gestaltung innergemeindlicher Verkehrswegenetze für den Kfz-Verkehr, den straßengebundenen ÖV, den Rad- und Fußverkehr, die die Anforderungen der Netzgestaltung und der Straßenraumgestaltung integriert.

Was sind die „RIN“?

Inhalt

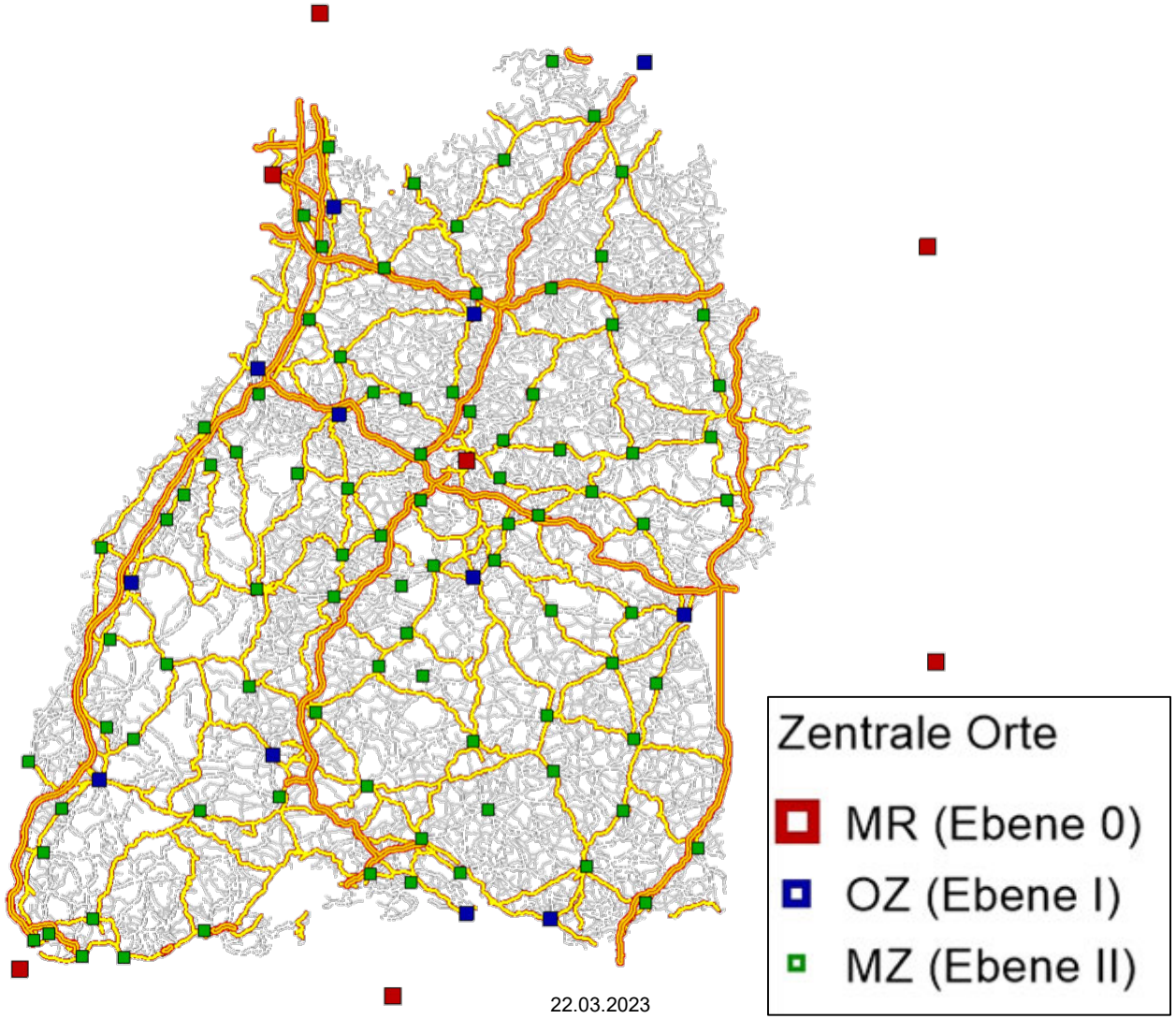
Vorgaben für eine systematische Angebotsplanung

- Aufgreifen der Ziele der Raumordnung und Landesplanung für die Erreichbarkeit der zentralen Orte
- Berücksichtigung von Aspekten der Raum- und Umweltplanung („integriert“)
- Ableitung funktional gegliederter Verkehrswegenetze für Kfz, ÖV, Rad, Fuß

Ziel

Bewertung und Entwicklung von Netzkonzepten

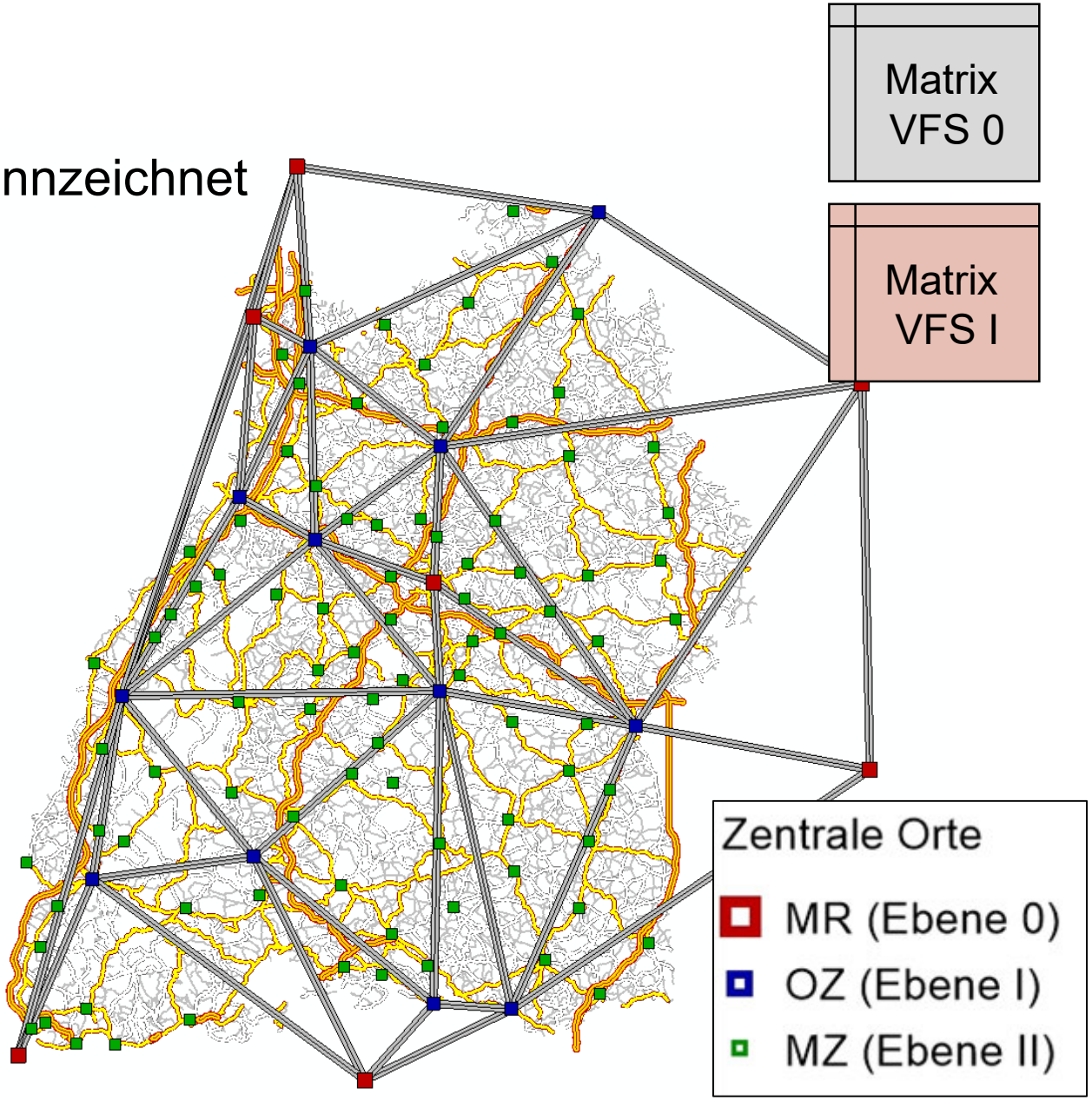
„Klassische RIN“ – Ausgangspunkt Zentrale Orte



„Klassische RIN“ – Auswahl relevanter Verbindungen

- Relevante Verbindungen werden für jede Verbindungsfunktionsstufe VFS in einer Luftlinienmatrix mit der „Nachfrage“ 1 gekennzeichnet

19 x 19			100	101	110	115	116	120	8111000
	Name		Zürich	Basel	München	Frankfurt	Nürnberg	Würzburg	Stuttgart
		Summe	4	2	3	4	4	4	4
100	Zürich	4							
101	Basel	2							
110	München	3					1		
115	Frankfurt	4						1	
116	Nürnberg	4			1			1	
120	Würzburg	4				1	1		
8111000	Stuttgart	4							
8121000	Heilbronn	6					1	1	1
8212000	Karlsruhe	4							
8221000	Heidelberg	6				1		1	
8222000	Mannheim	4				1			
8231000	Pforzheim	6							1
8311000	Freiburg im Breisgau	4	1	1					
8317096	Offenburg	8		1		1			
8326074	Villingen-Schwenningen	5	1						
8335043	Konstanz	4	1						
8415061	Reutlingen	7							1
8421000	Ulm	6			1		1		1
8435016	Friedrichshafen	5	1		1				



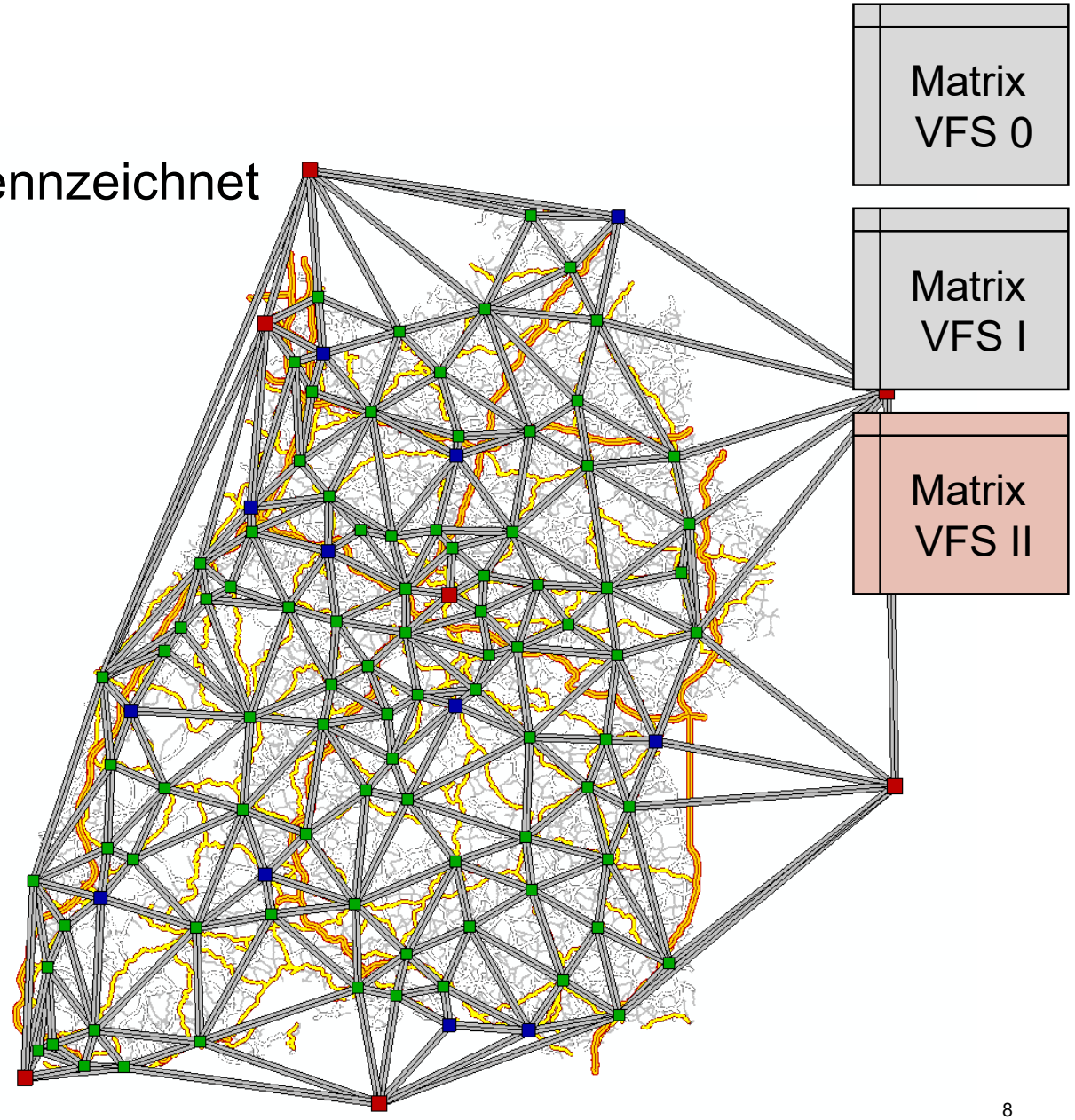
Die RIN-Methode

- nutzt keine reale Nachfrage
- sondern Wunschliniennetze

„Klassische RIN“ – Auswahl relevanter Verbindungen

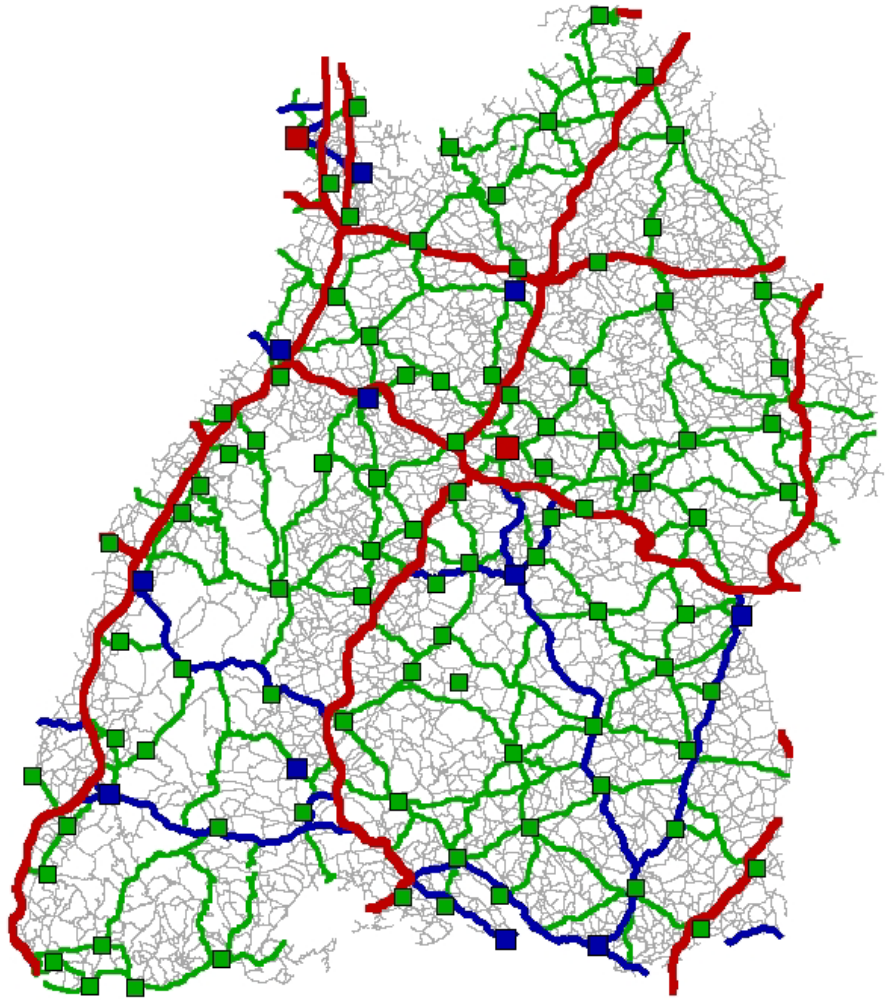
- Relevante Verbindungen werden für jede Verbindungsfunktionsstufe VFS in einer Luftlinienmatrix mit der „Nachfrage“ 1 gekennzeichnet

108 x 108			100	101	110	115	116	120	8111000
	Name		Zürich	Basel	München	Frankfurt	Nürnberg	Würzburg	Stuttgart
		Summe	7	5	6	7	6	5	5
100	Zürich	7							
101	Basel	5							
110	München	6					1		
115	Frankfurt	7						1	
116	Nürnberg	6			1			1	
120	Würzburg	5				1	1		
8111000	Stuttgart	5							
8115003	Böblingen	8							1
8115021	Herrenberg	5							
8115028	Leonberg	8							1
8116019	Esslingen am Neckar	6							1
8116033	Kirchheim unter Teck	7							
8116049	Nürtingen	4							
8117024	Geislingen an der Steige	7							
8117026	Göppingen	4							
8118048	Ludwigsburg	5							1
8118073	Vaihingen an der Enz	6							
8118079	Bietigheim-Bissingen	5							
8119008	Backnang	8							
8119067	Schorndorf	6							
8119079	Waiblingen	5							1
8121000	Heilbronn	6							
8125065	Neckarsulm	4							
8126046	Künzelsau	5							
8126066	Öhringen	7							
8127014	Crailsheim	5					1		
8127076	Schwäbisch Hall	6							
8128007	Bad Mergentheim	6					1	1	
8128115	Tauberbischofsheim	4						1	
8128131	Wertheim	4				1		1	
8135019	Heidenheim an der Brenz	7			1		1		
8136019	Ellwangen (Jagst)	6					1		
8136065	Schwäbisch Gmünd	8							



Zuordnung zum Verkehrswegenetz

- Ermittle für jede relevante Verbindung im Verkehrswegenetz eine geeignete Route
- Beginne mit Verbindungsfunktionsstufe 0
- Nutze für nachfolgende Verbindungsfunktionsstufen höhere Stufen
- Gibt es mehr als eine Route, dann bewerte die Alternativen und wähle eine
- Fahre mit der nächsten Stufen fort



„Klassische RIN“ – Innergemeindlich

Städtebauliche Konzentrationsbereiche lassen sich nach den innergemeindlichen Zentralitäten

- Hauptzentrum,
- Stadtteil- oder Ortszentrum,
- Ortsteilzentrum und
- Ladengruppe (Kleinzentrum)

gliedern. Diese innergemeindlichen Zentralitäten werden entsprechend der Tabelle 3 hinsichtlich ihrer verkehrlichen Bedeutung den zentralen Orten zugeordnet.

zentraler Ort	Innergemeindliche Zentralitäten		
	Hauptzentren	Stadtteil- oder Ortszentren	Ortsteilzentren
Oberzentrum	MZ	GZ	G
Mittelzentrum	GZ	G	G

Tabelle 5: Innergemeindliche Zentralitäten nach RIN-Korrekturblatt 2015.

Tabelle 6: Bezeichnungen der Verkehrswegekategorien für den Kfz-Verkehr

Kategoriengruppe		Kategorie	Bezeichnung
AS	Autobahnen	AS 0/I	Fernautobahn
		AS II	Überregionalautobahn, Stadtautobahn
LS	Landstraßen	LS I	Fernstraße
		LS II	Überregionalstraße
		LS III	Regionalstraße
		LS IV	Nahbereichsstraße
		LS V	Anbindungsstraße
VS	anbaufreie Hauptverkehrsstraßen	VS II	Ortsdurchfahrt, anbaufreie Hauptverkehrsstraße
		VS III	Ortsdurchfahrt, anbaufreie Hauptverkehrsstraße
HS	angebaute Hauptverkehrsstraßen	HS III	Ortsdurchfahrt, innergemeindliche Hauptverkehrsstraße
		HS IV	Ortsdurchfahrt, innergemeindliche Hauptverkehrsstraße
ES	Erschließungsstraßen	ES IV	Sammelstraße
		ES V	Anliegerstraße

Innergemeindlich zu erwarten sind Strecken der VFS II - V

Auszug RASt

5.2.12 Anbaufreie Straße

Charakterisierung

- Hauptverkehrsstraße (VS II, VS III)
- Straßenabgewandte Bebauung oder unbebaute Parzellen im Vorfeld oder innerhalb bebauter Gebiete
- Verkehrsstärken von 800 Kfz/h bis 2 600 Kfz/h mit zum Teil großer Schwerverkehrsstärke
- Minimale sonstige Nutzungsansprüche
- In der Regel Linienbusverkehr.

Verbindungsfunktionsstufen VFS nach RIN – 6 Hierarchiestufen

Verbindungs-funktionsstufe	Zentralität zwischengemeindlich	Zentralität innergemeindlich
0 kontinental • MR-MR	Metropolregion	
I großräumig • OZ-MR • OZ-OZ	Oberzentrum	
II überregional • MZ-OZ • MZ-MZ	Mittelzentrum	Gesamtstadt
III regional • GZ-MZ • GZ-GZ	Grundzentrum	Stadtbezirk
IV nahräumig • G-GZ • G-G	Gemeinde	Stadtteil
IV nahräumig • GT-G • GT-GT	Gemeindeteil	Stadtquartier
V kleinräumig • Grst – GT	Grundstück	Baublock

Verbindungsfunktionsstufen VFS nach RIN – 6 Hierarchiestufen

Verbindungs-funktionsstufe	Zentralität zwischengemeindlich	Zentralität innergemeindlich	Kfz-Verkehr	Radverkehr	Fußverkehr
0 kontinental • MR-MR	Metropolregion				
I großräumig • OZ-MR • OZ-OZ	Oberzentrum				
II überregional • MZ-OZ • MZ-MZ	Mittelzentrum	Gesamtstadt	Kfz-Hauptnetz 1. Ordnung (VS II)	Rad-Hauptnetz 1. Ordnung (IR II)	Fuß-Hauptnetz
III regional • GZ-MZ • GZ-GZ	Grundzentrum	Stadtbezirk	Kfz-Hauptnetz 2. Ordnung (VS III, HS III)	Rad-Hauptnetz 2. Ordnung (IR III)	Fuß-Hauptnetz
IV nahräumig • G-GZ • G-G	Gemeinde	Stadtteil	Kfz-Hauptnetz 3. Ordnung (HS IV)	Rad-Hauptnetz 3. Ordnung (IR IV)	Fuß-Hauptnetz Fußgängerzone
IV nahräumig • GT-G • GT-GT	Gemeindeteil	Stadtquartier	Kfz-Nebennetz 1. Ordnung (ES IV)	Rad-Hauptnetz 3. Ordnung (IR IV)	Fuß-Nebennetz Fußgängerzone
V kleinräumig • Grst – GT	Grundstück	Baublock	Kfz-Nebennetz 2. Ordnung (ES V)	Rad-Nebenetz (IR V)	Fuß-Nebennetz Fußgängerzone

In diesem Gespräch…

Anwendung der „klassischen RIN-Methode“ auf Ihre Kommune für Pkw und Rad

- Herleitung der innergemeindlichen Zentralitäten auf Stadtteil-Ebene
- Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen 0-IV
- Erzeugung von (verbindungsfunktionsspezifischen) Anbindungen für die Stadtteile
- Umlegung VFS 0-IV für den Pkw
- Umlegung VFS 0-IV für den Radverkehr
- Umlegung VFS 0-IV für den Fußverkehr

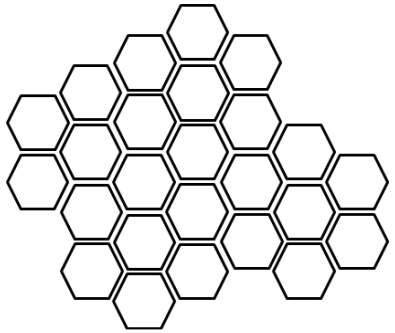
Herleitung der innergemeindlichen Zentralitäten auf Stadtteil-Ebene

Grundgedanke

- Drei Gliederungsebenen spielen eine Rolle:
  - Stadtteil (kleinste Einheit)
  - Stadtbezirk (falls vorhanden)
  - Gesamtstadt
- Jeder Stadtteil hat mindestens die Zentralitätsstufe IV
- Jeder Stadtbezirk hat einen Stadtteil der Zentralitätsstufe III
  Dieser wird anhand der Eigenschaften der Stadtteile im Stadtbezirk festgelegt
- Für die zwischengemeindliche Kategorisierung bildet ein Stadtteil die Zentralität der Gesamtstadt ab („Innenstadt“), erhält also die Zentralitätsstufe 0-II

Hinweis: Bei den kleinen Kommunen gibt es keine Stadtbezirke und daher oft auch nur einen Stadtteil mit hoher Zentralität

Herleitung der innergemeindlichen Zentralitäten auf Stadtteil-Ebene



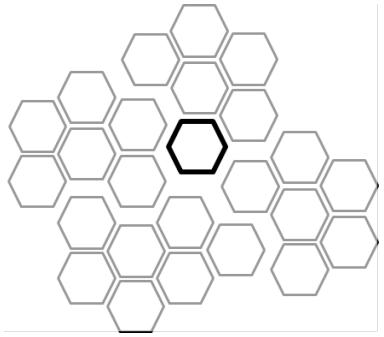
Stadtteile mit Information über:

- Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Bedeutung, Fläche) → siehe Folie 5
- Einwohner

Alle Stadtteile erhalten zunächst die **Zentralität IV**

Auswahl eines Stadtteils je **Stadtbezirk**, der die **Zentralität III** erhält

- Priorität 1: Bedeutung des ZVB
- Priorität 2: größere ZVB Fläche
- Priorität 3: Einwohnerzahl



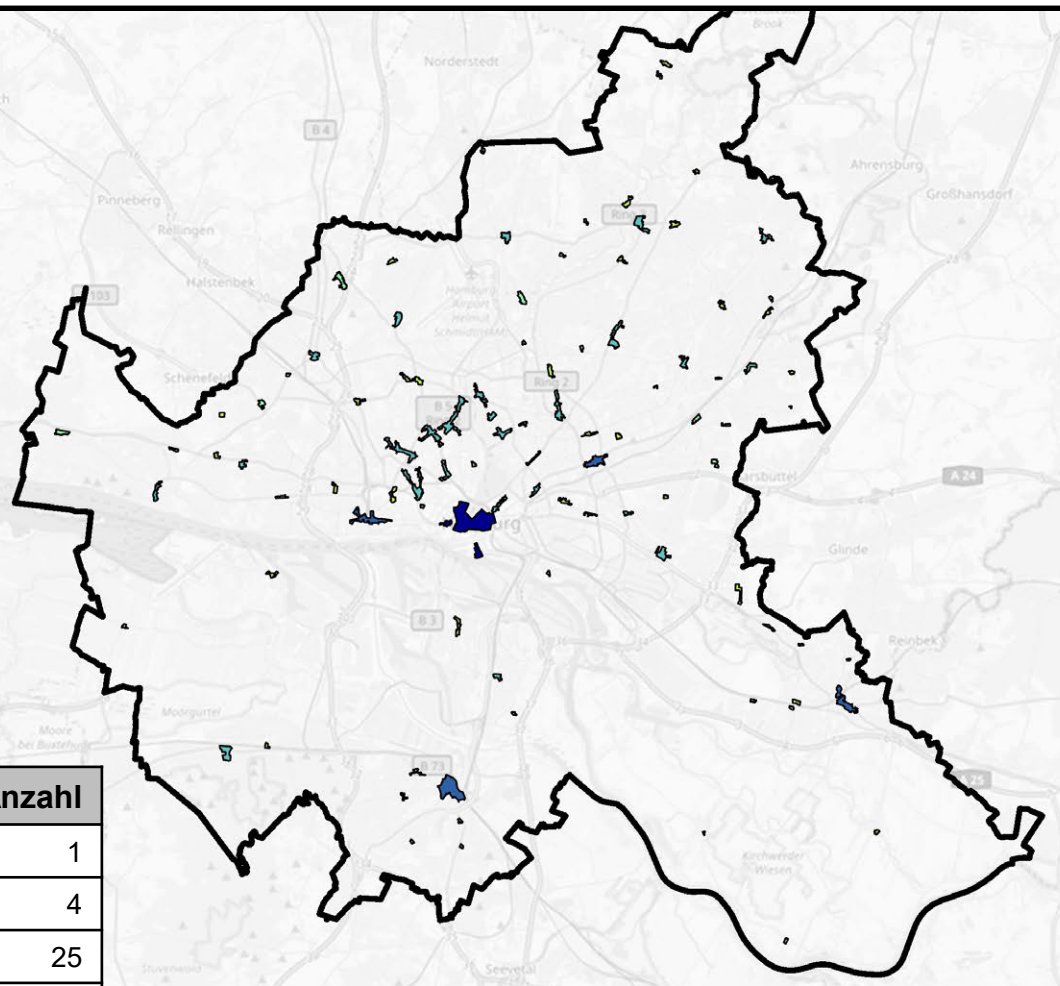
Auswahl eines Stadtteils, der die **Zentralitätsstufe der Gesamtstadt** für die zwischengemeindliche Kategorisierung erhält

- Stadtteil in dem der ZVB mit der höchsten Bedeutung liegt („Innenstadt“)

Hamburg
(04.04.2023)

Kommunale Daten: © Freie und Hansestadt Hamburg

Hamburg - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB

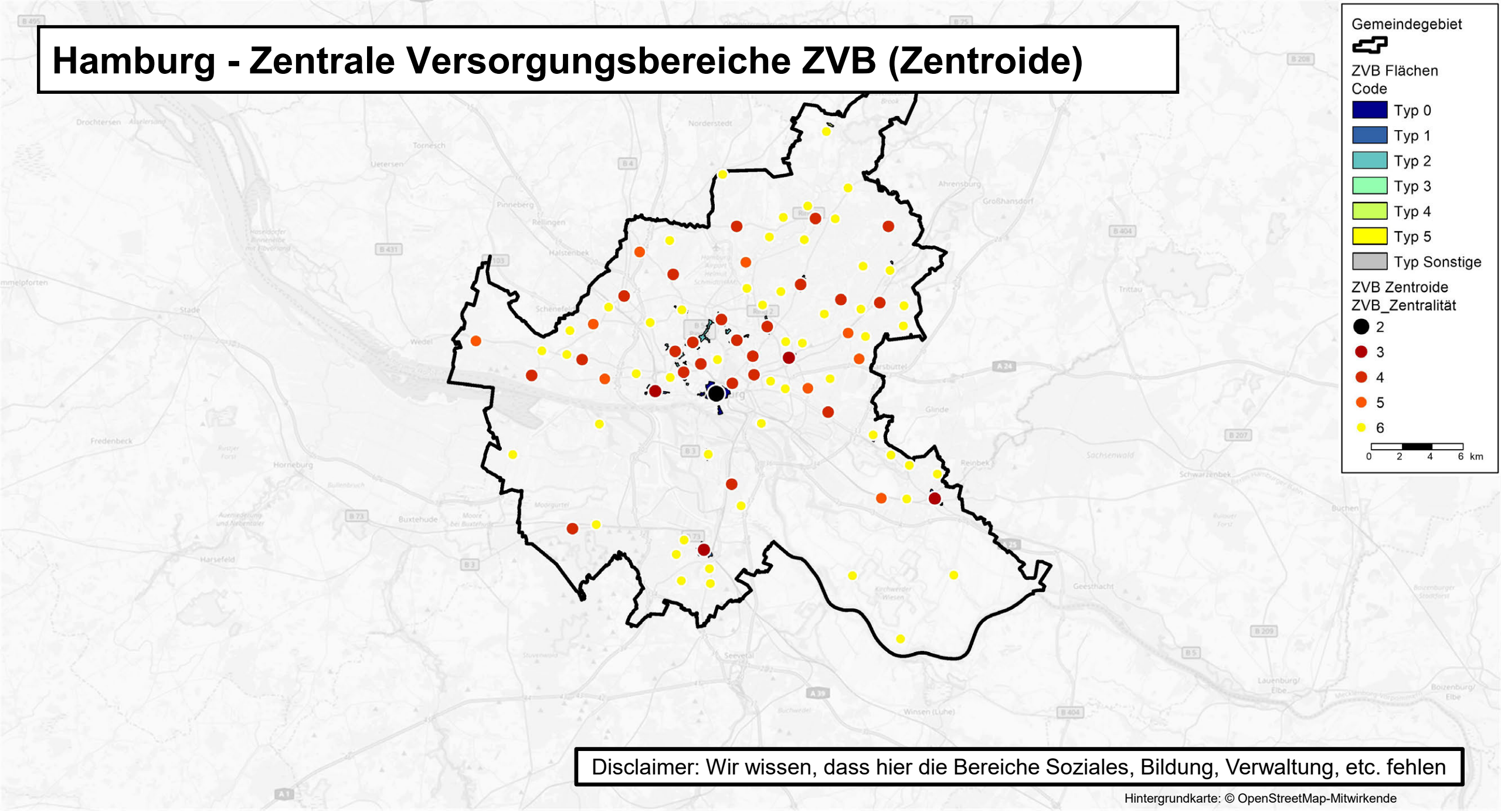


Typ	Bezeichnung	Anzahl
Typ 0	Innenstadt mit Citylage	1
Typ 1	Hauptzentrum	4
Typ 2	Stadtteilzentrum / Urbaner Marktplatz	25
Typ 3	Ortszentrum	9
Typ 4	Nahversorgungszentrum	57

Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

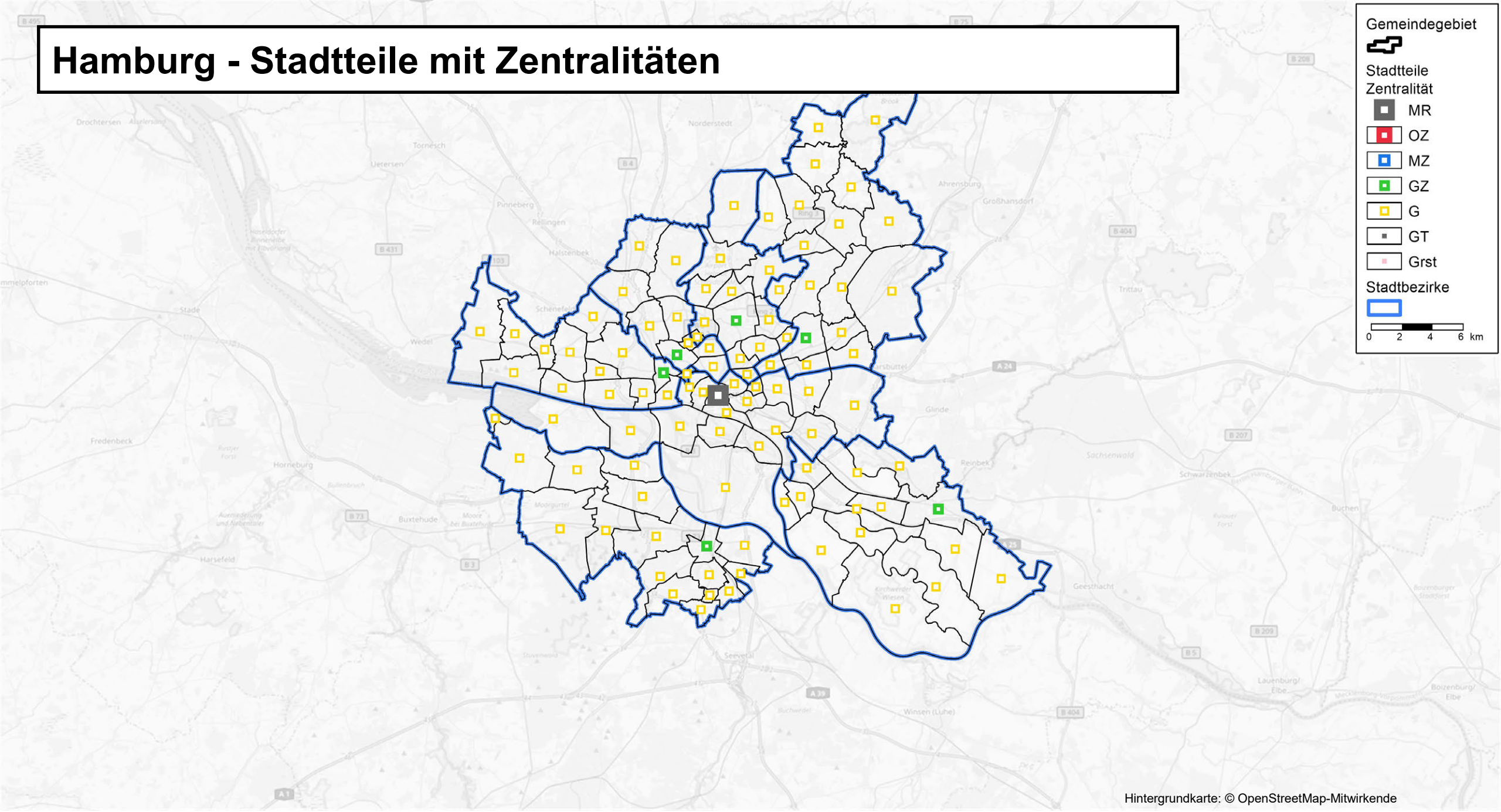
Hamburg - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

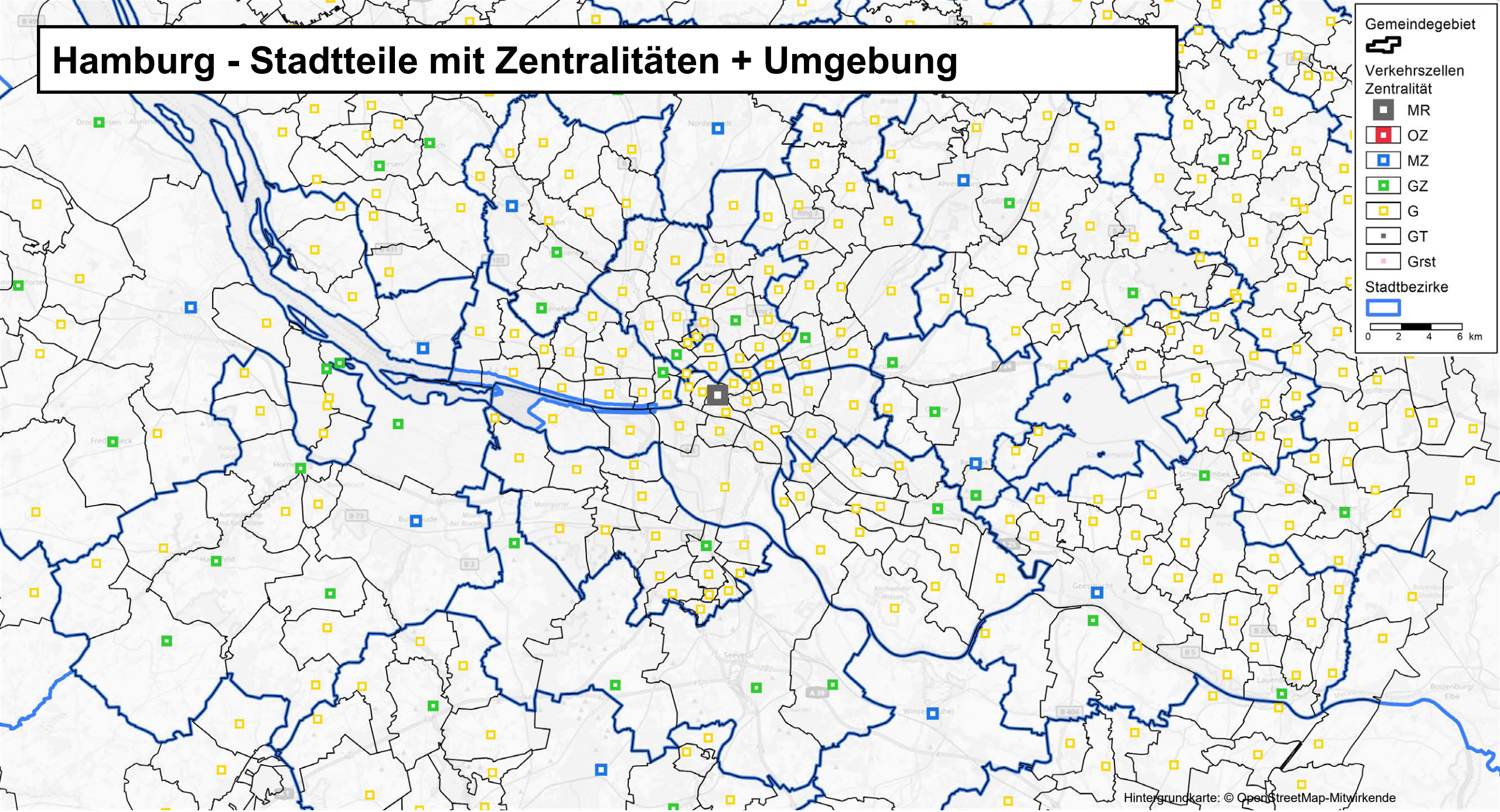
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Hamburg - Stadtteile mit Zentralitäten



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Hamburg - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung

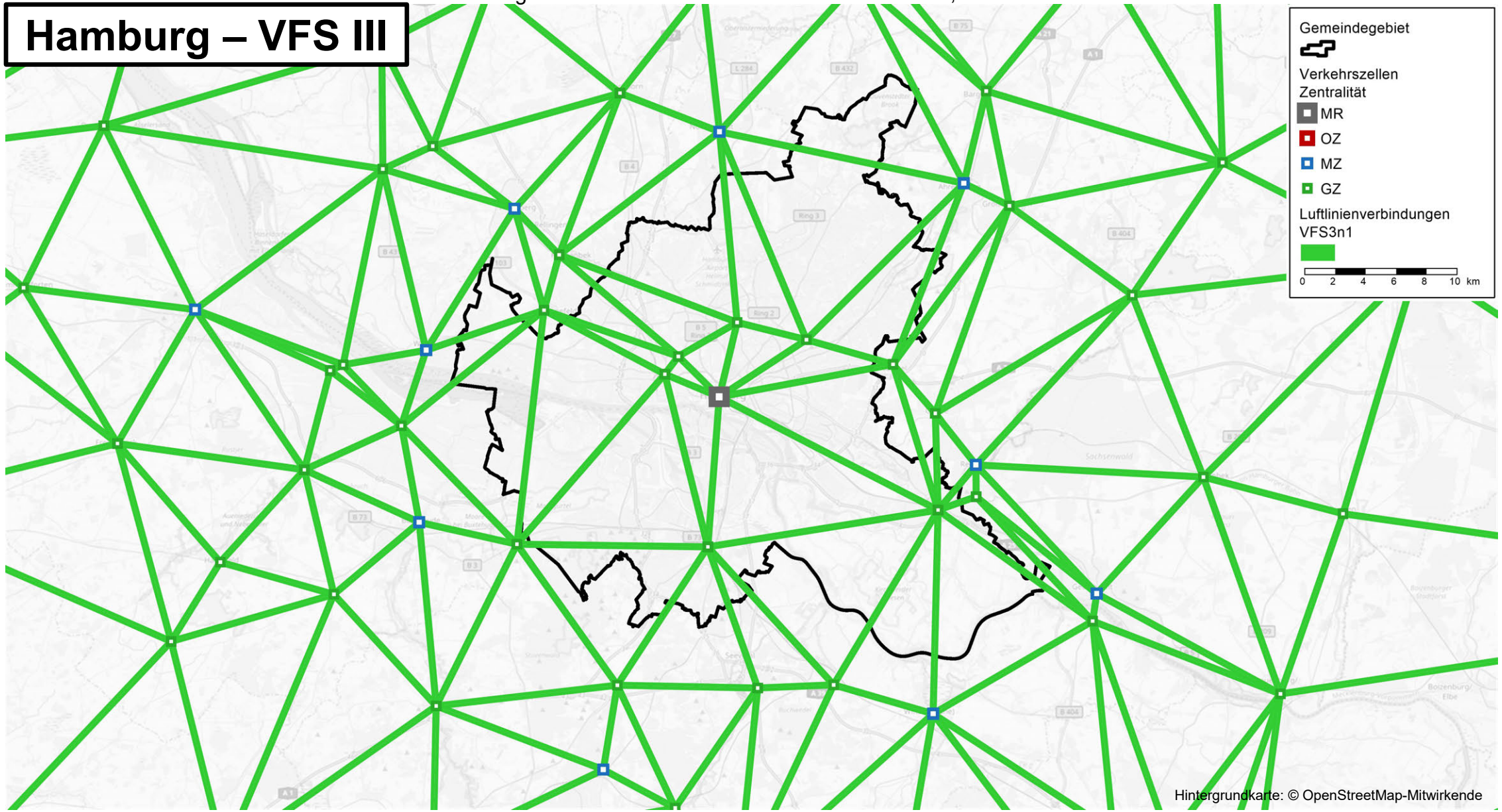


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

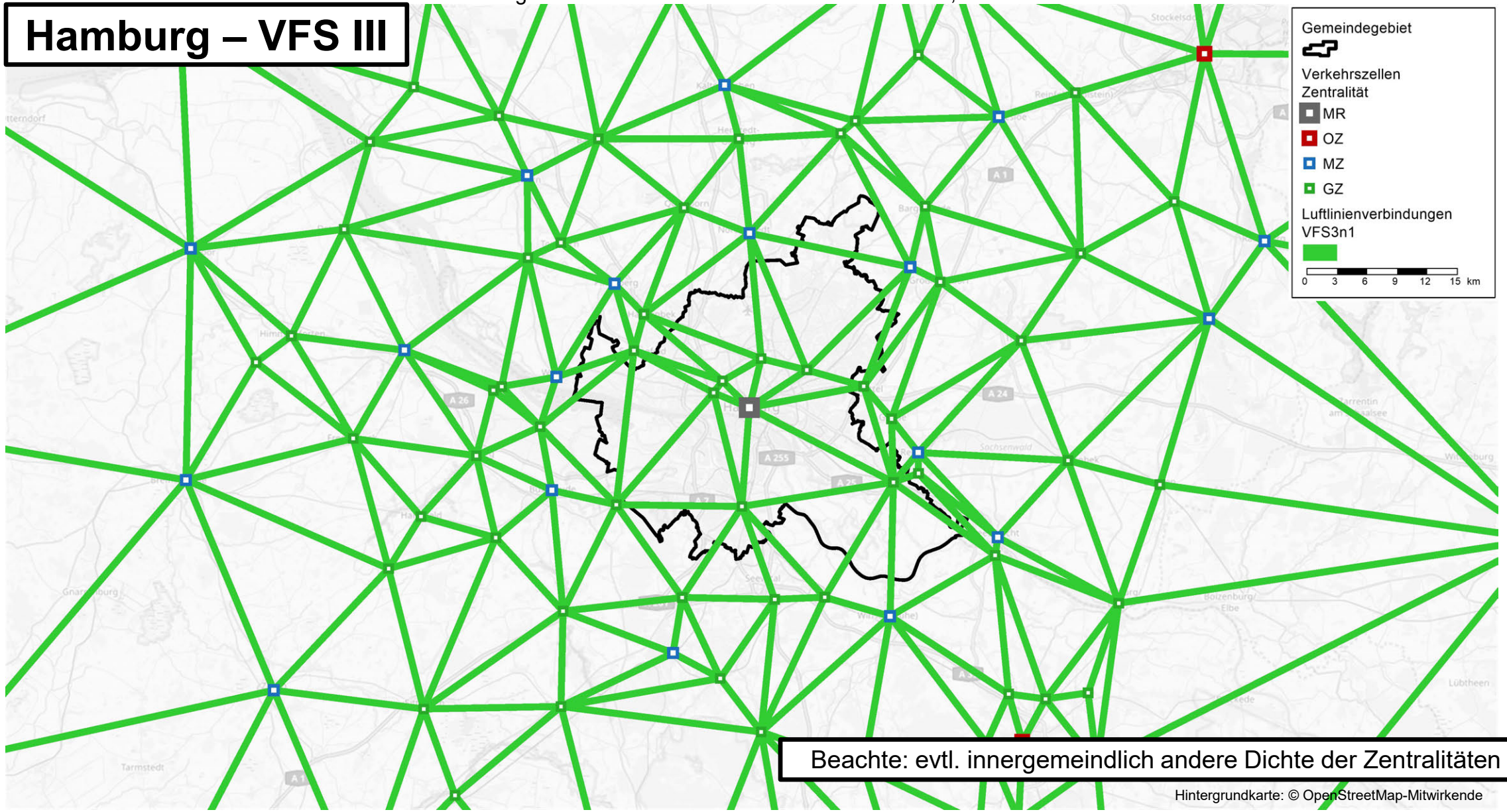
Hamburg – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Hamburg – VFS III



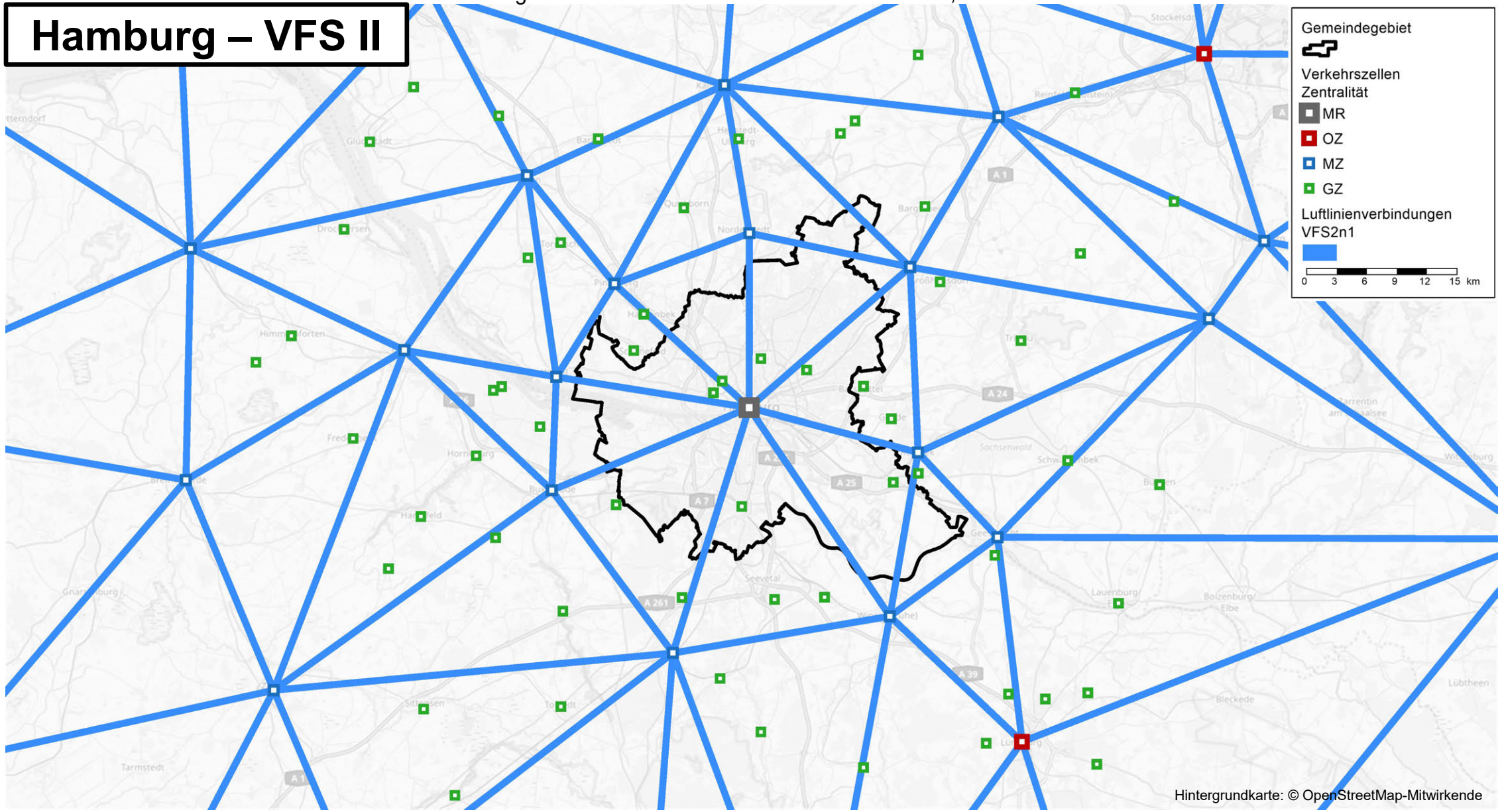
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Hamburg – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

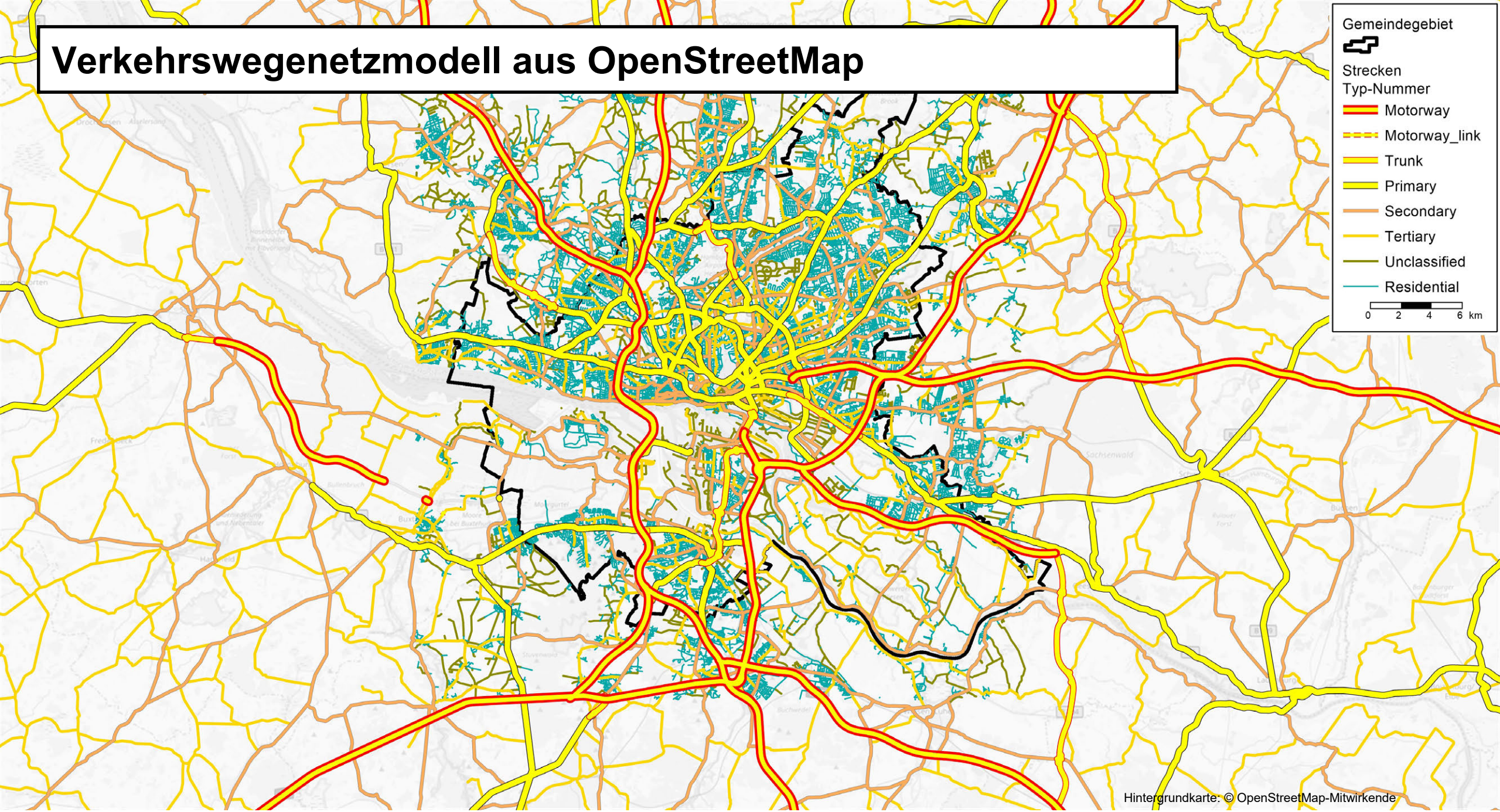
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

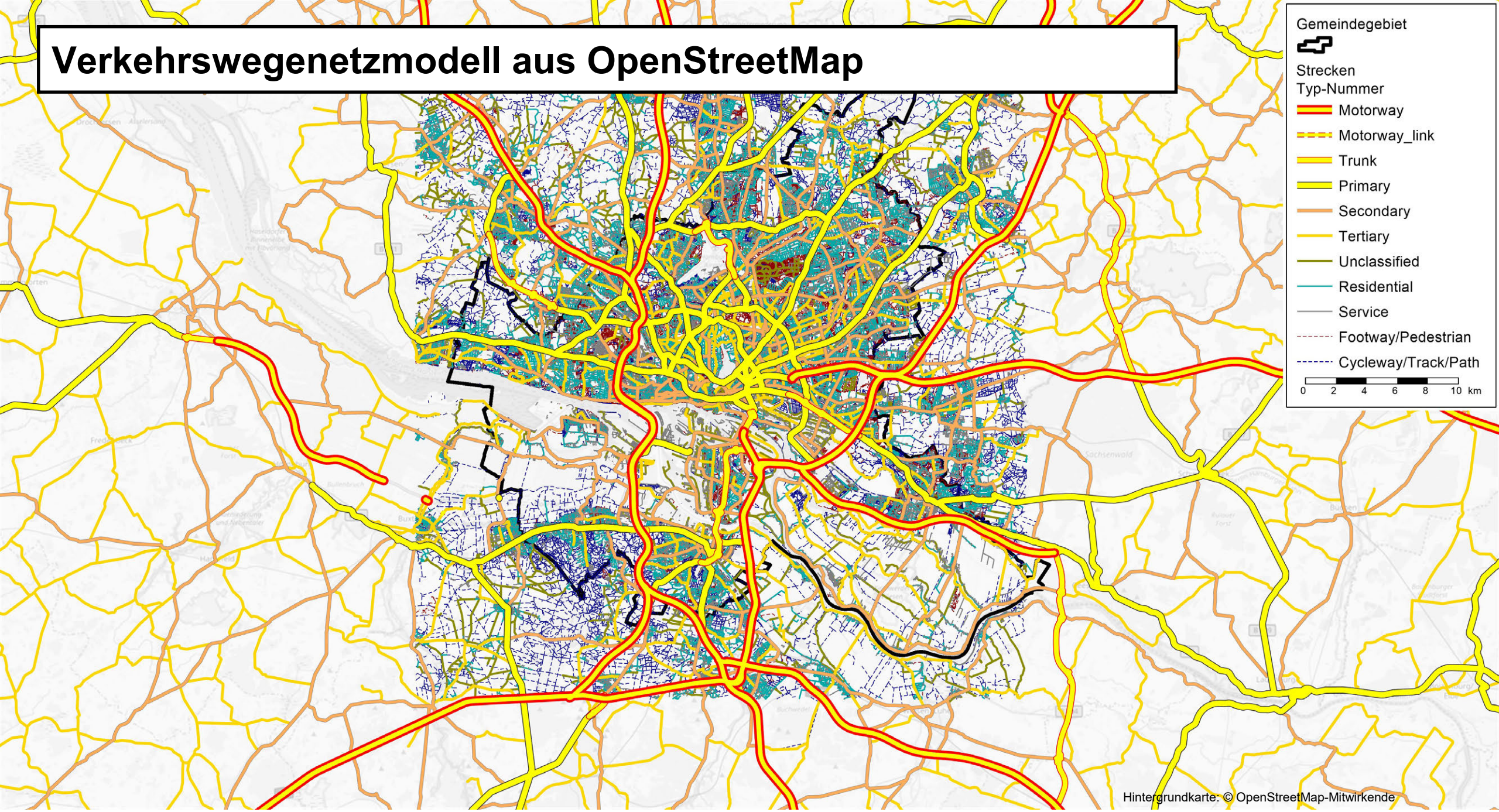
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

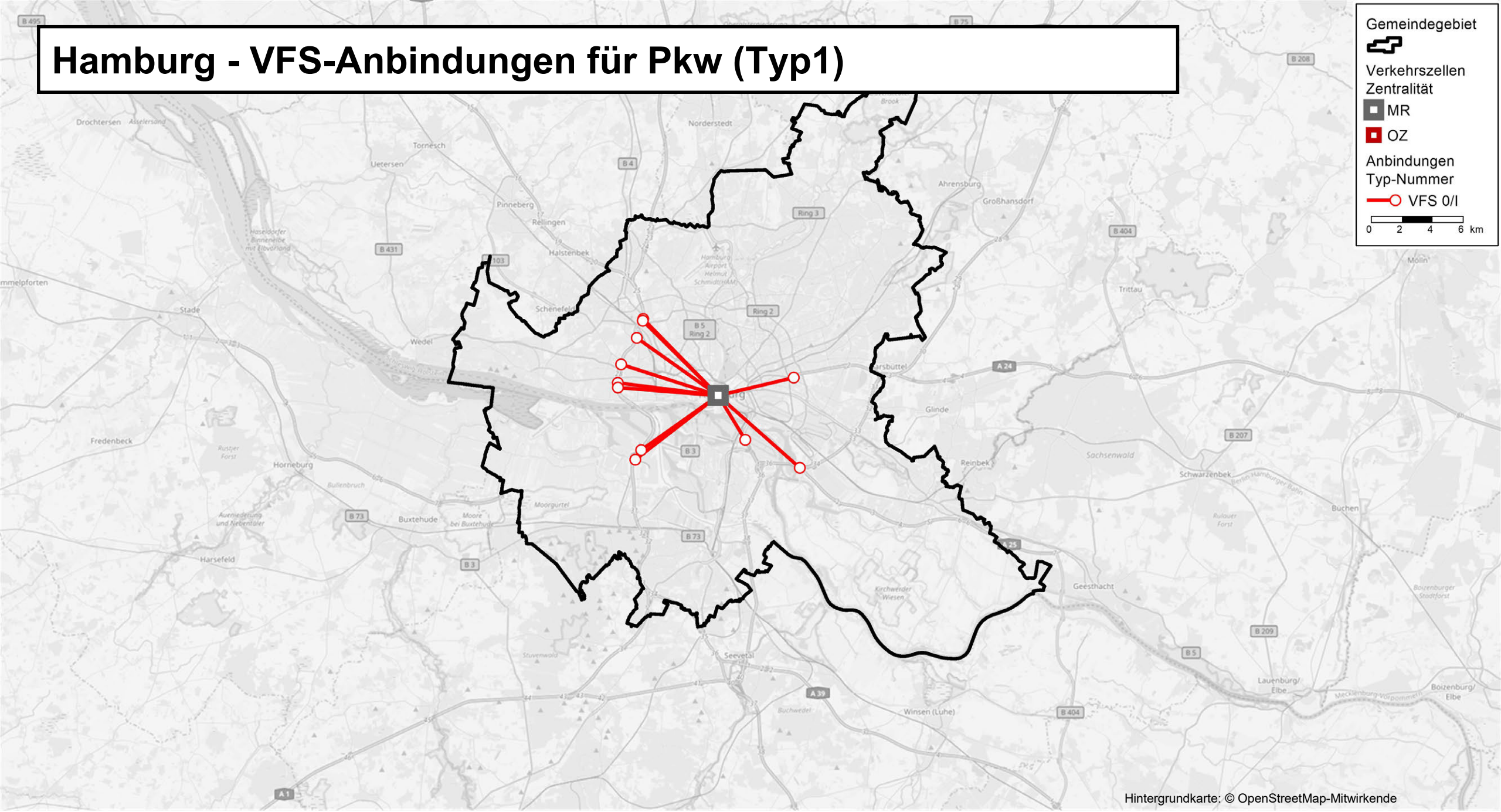
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

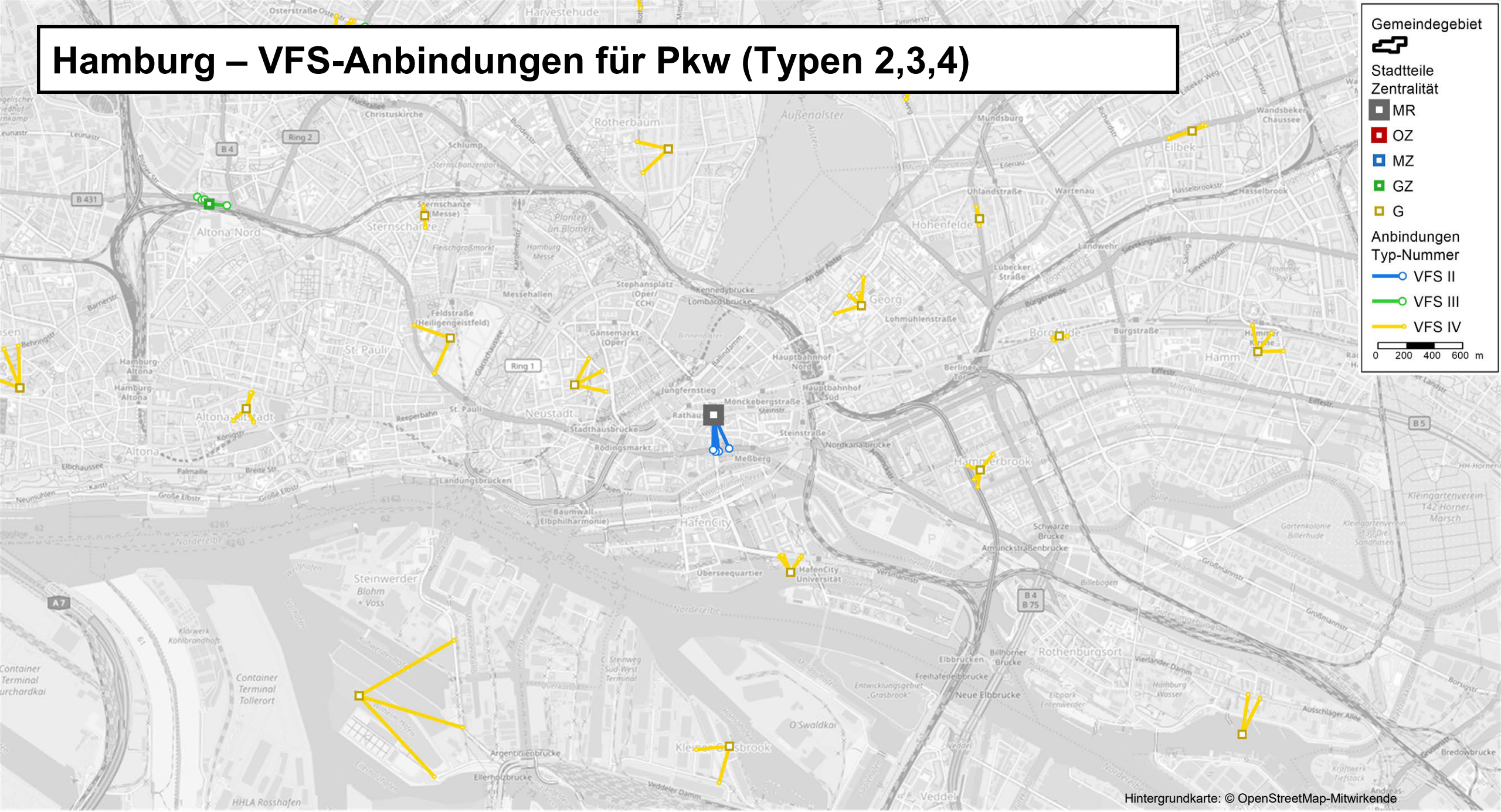
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Hamburg - VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Hamburg – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

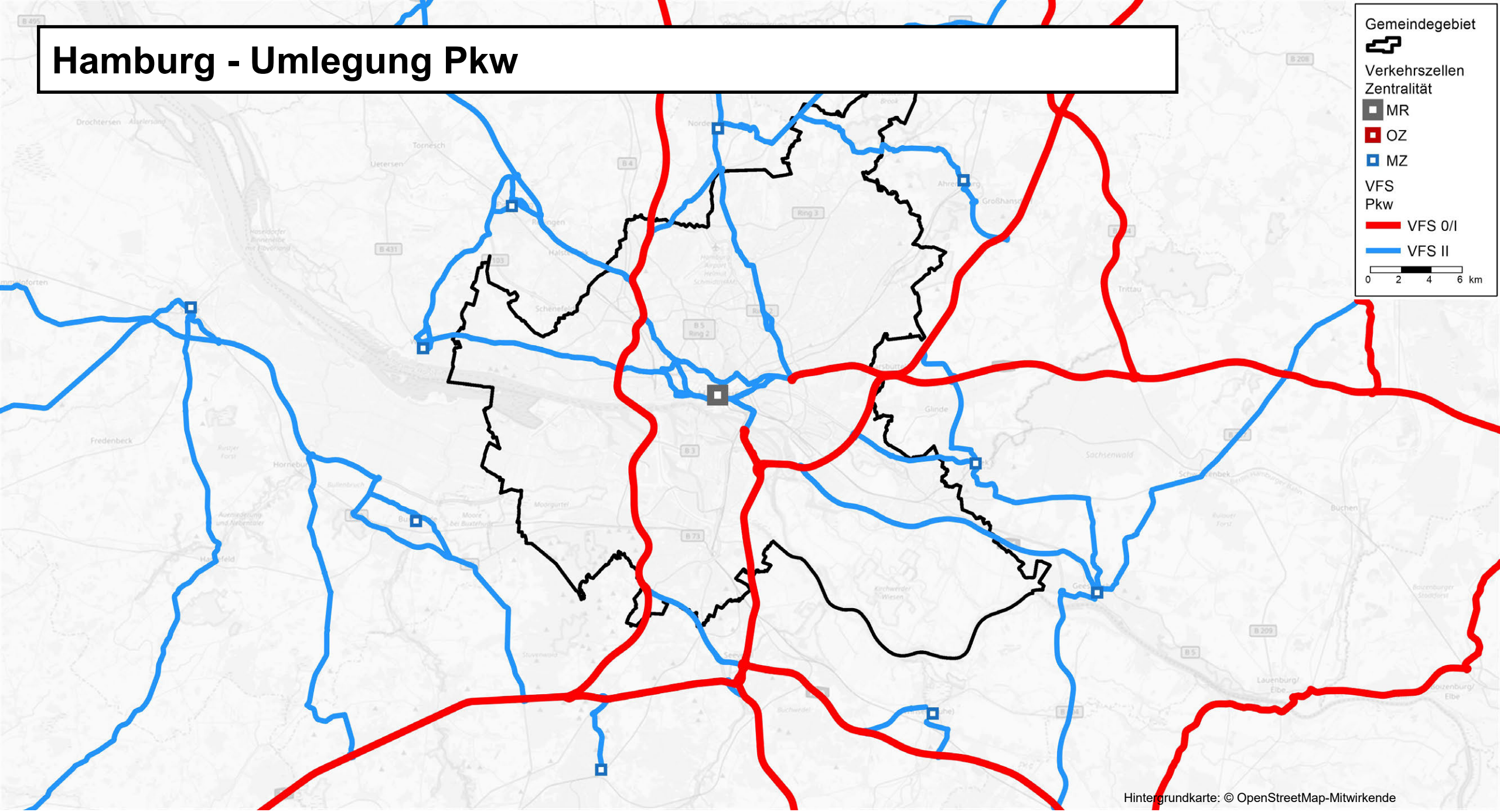
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

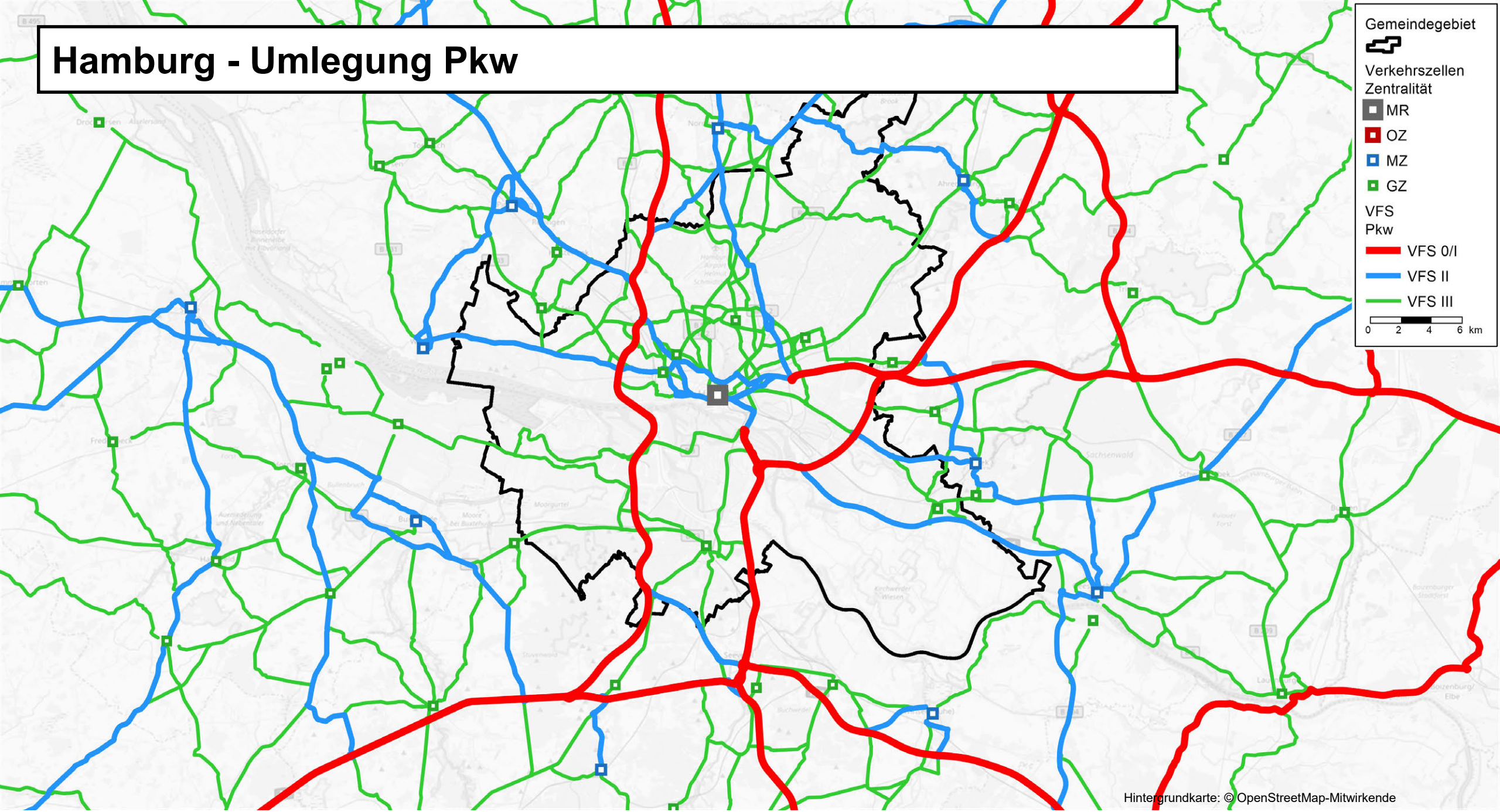
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Hamburg - Umlegung Pkw

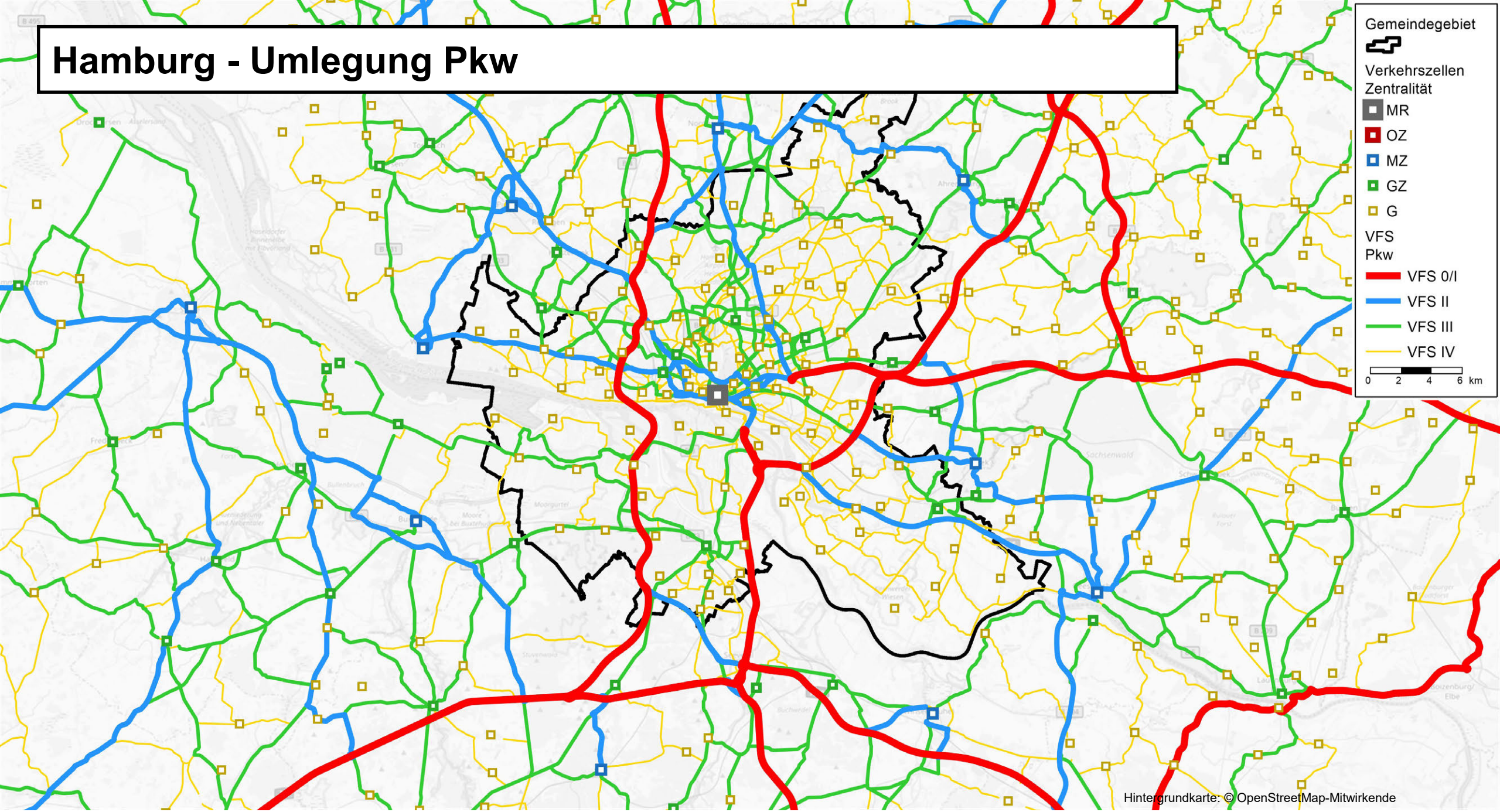


Hamburg - Umlegung Pkw

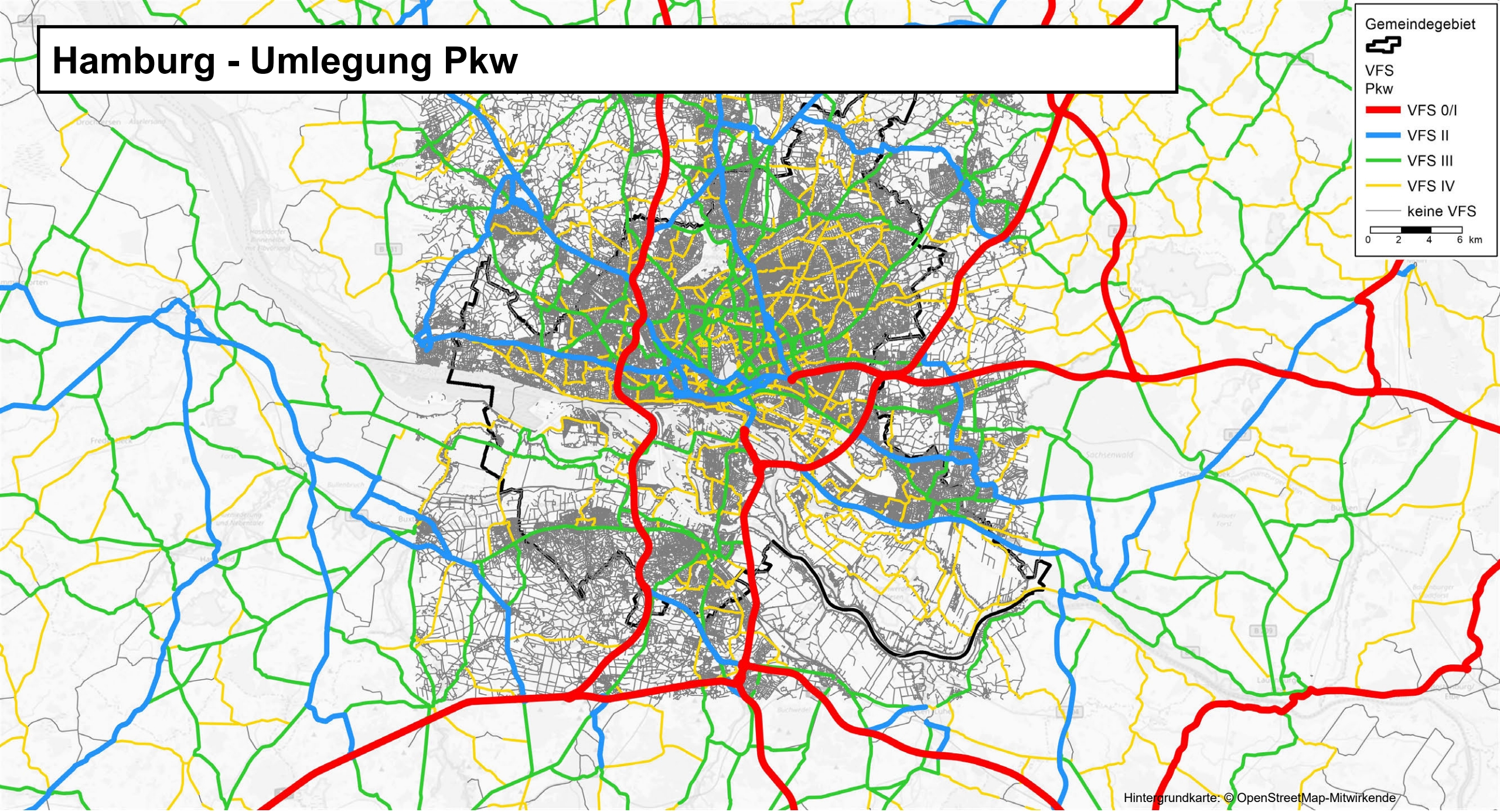


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Hamburg - Umlegung Pkw



Hamburg - Umlegung Pkw



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

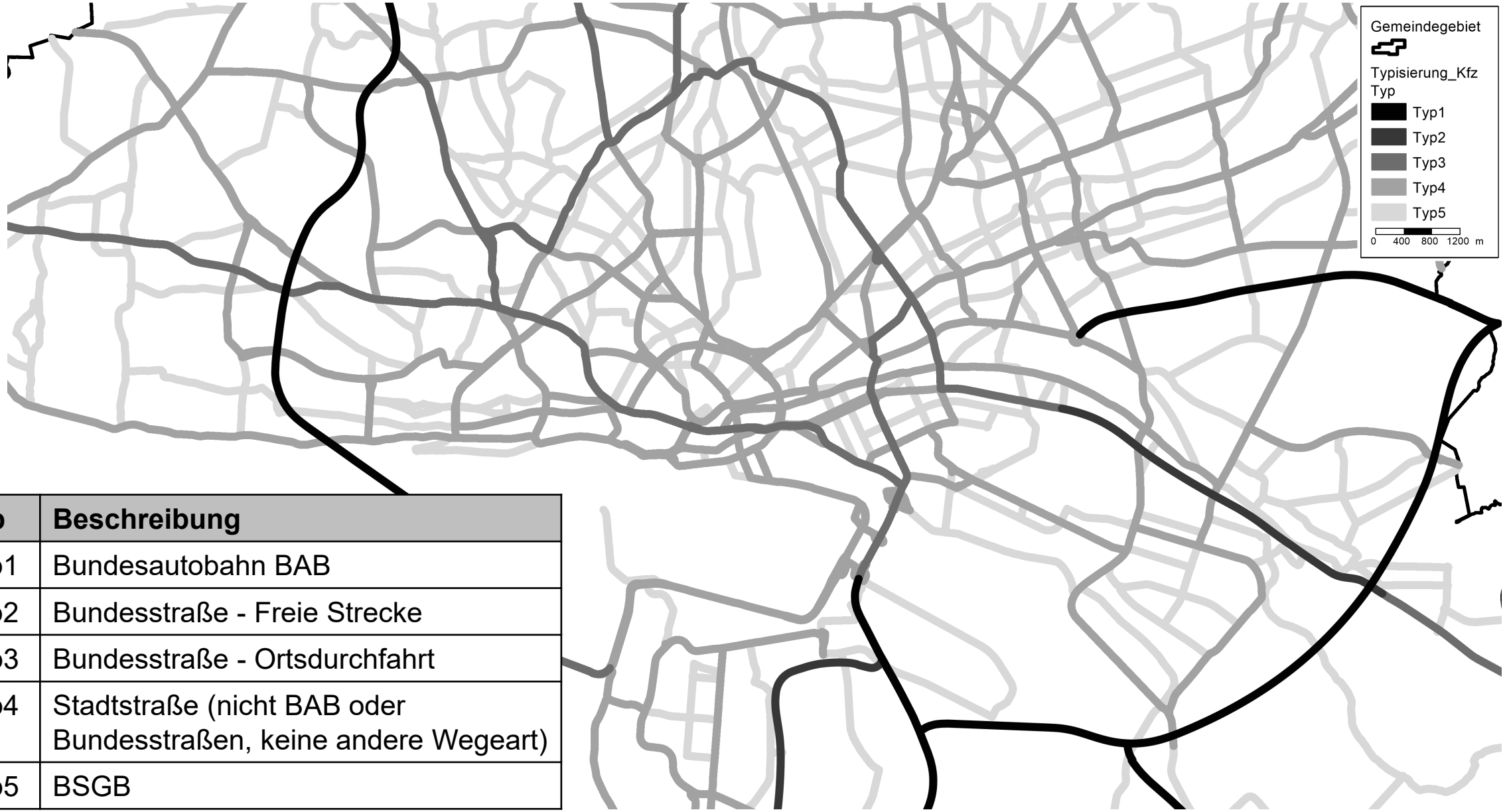
OpenStreetMap

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

OSM-Name	VFS (Ergebnis Modell)					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	56%	25%	8%	7%	4%	81%
trunk	0%	10%	57%	28%	5%	67%
primary	0%	28%	58%	12%	1%	86%
secondary	0%	9%	29%	43%	19%	72%
tertiary	0%	3%	6%	36%	54%	97%
unclassified	0%	0%	0%	9%	90%	99%
residential	0%	0%	0%	0%	100%	100%

arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	**77%**

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Typ	Beschreibung
Typ1	Bundesautobahn BAB
Typ2	Bundesstraße - Freie Strecke
Typ3	Bundesstraße - Ortsdurchfahrt
Typ4	Stadtstraße (nicht BAB oder Bundesstraßen, keine andere Wegeart)
Typ5	BSGB

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS (Ergebnis Modell)				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
Bundesautobahn BAB	62%	29%	5%	4%	**91%**
Bundesstraße - Freie Strecke	2%	19%	54%	26%	**21%**
Bundesstraße - Ortsdurchfahrt	3%	25%	59%	13%	**84%**
Stadtstraße	3%	8%	39%	50%	**89%**
BGSB Bezirksstraße	3%	7%	17%	73%	**90%**

arithmetisches Mittel	**75%**

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

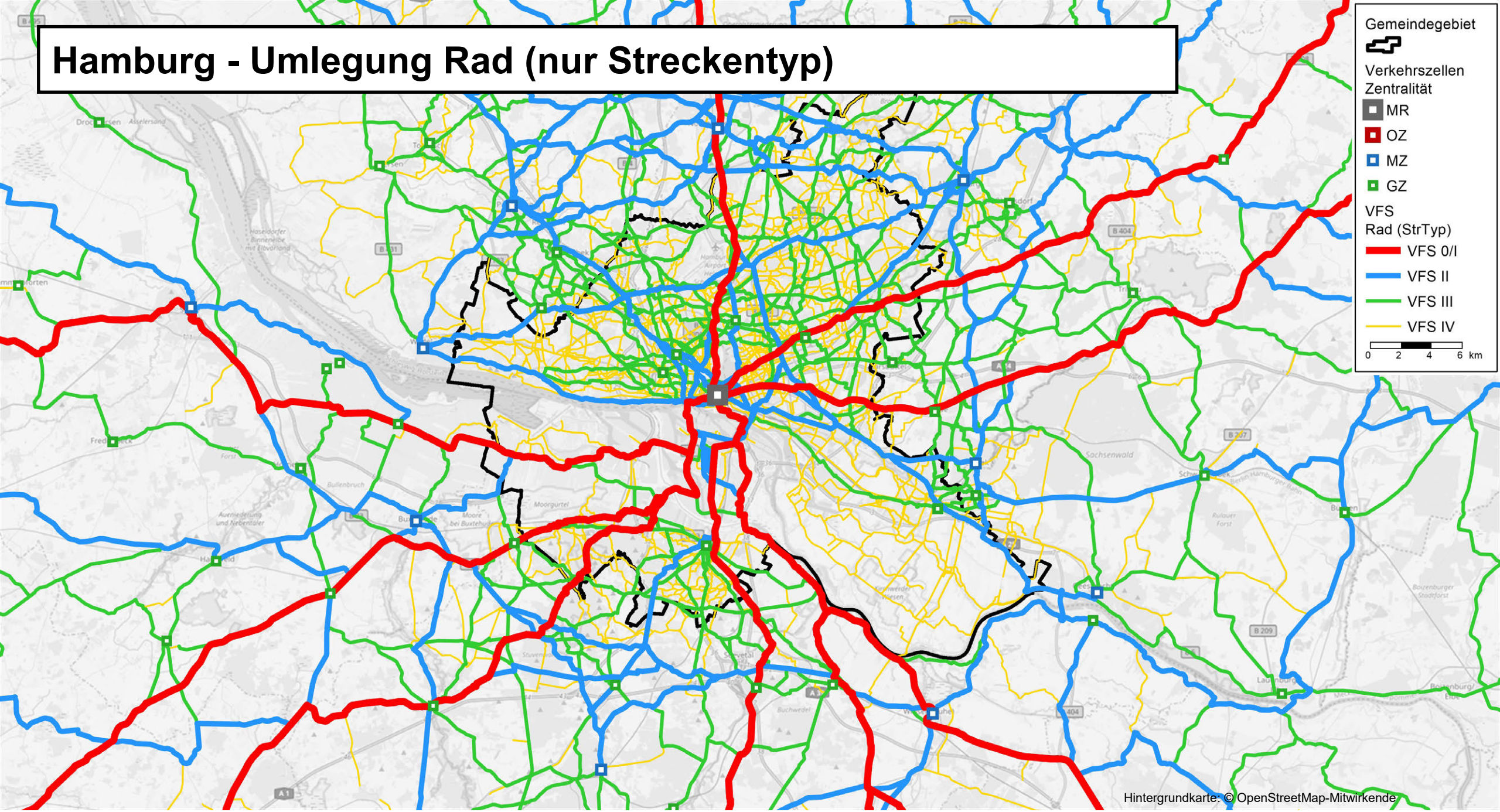
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

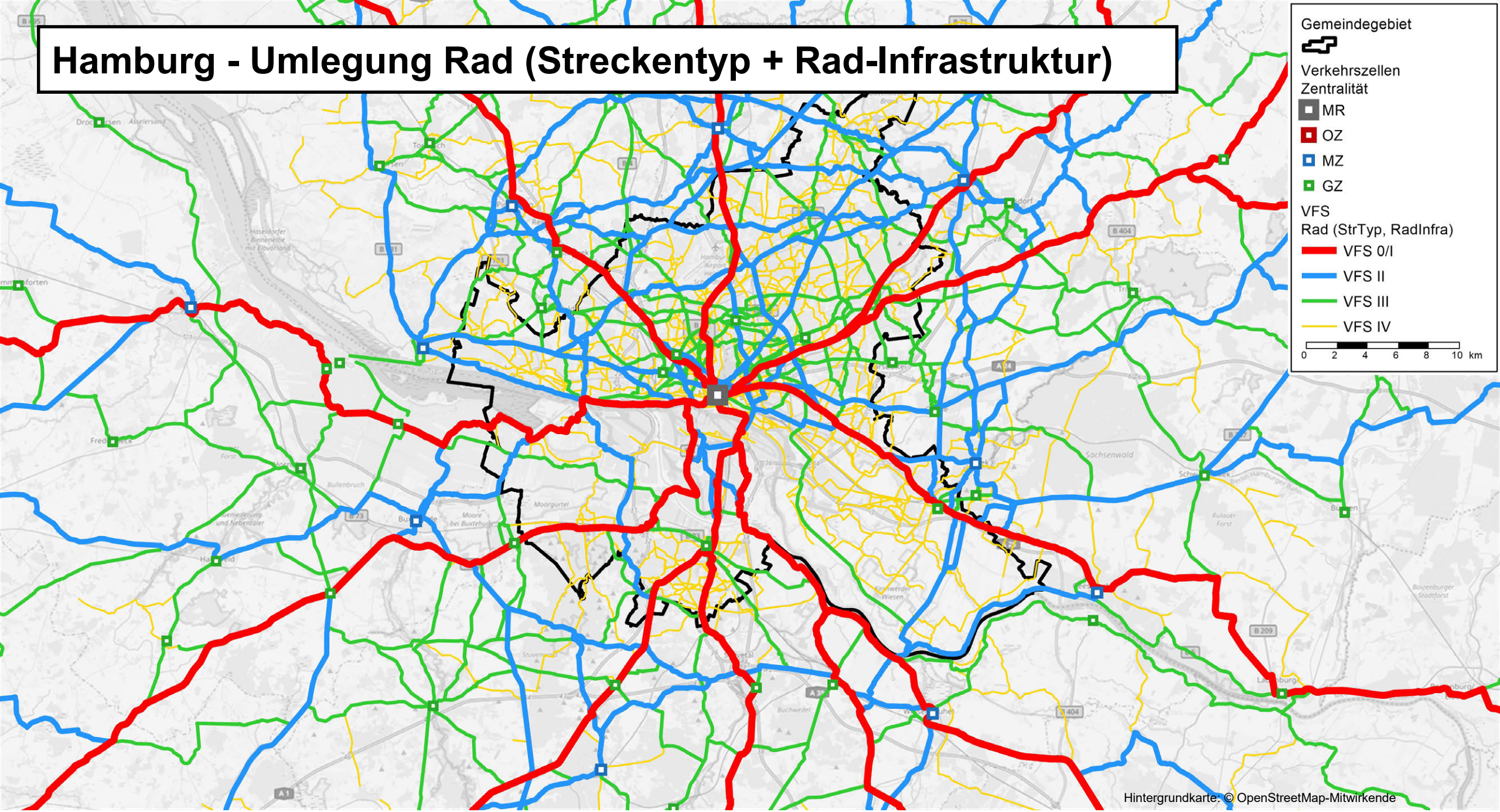
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Hamburg - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



Hamburg - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

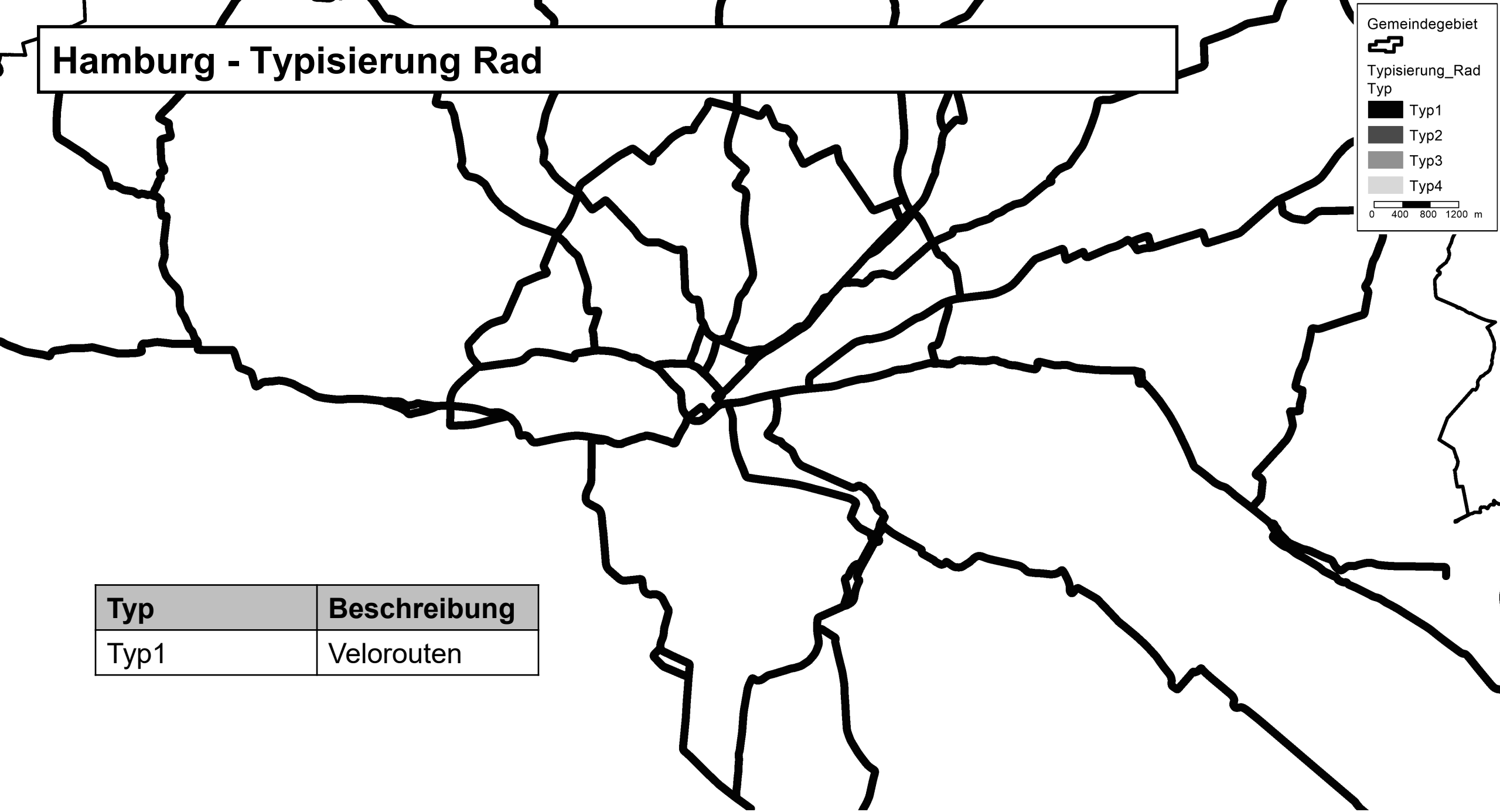
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

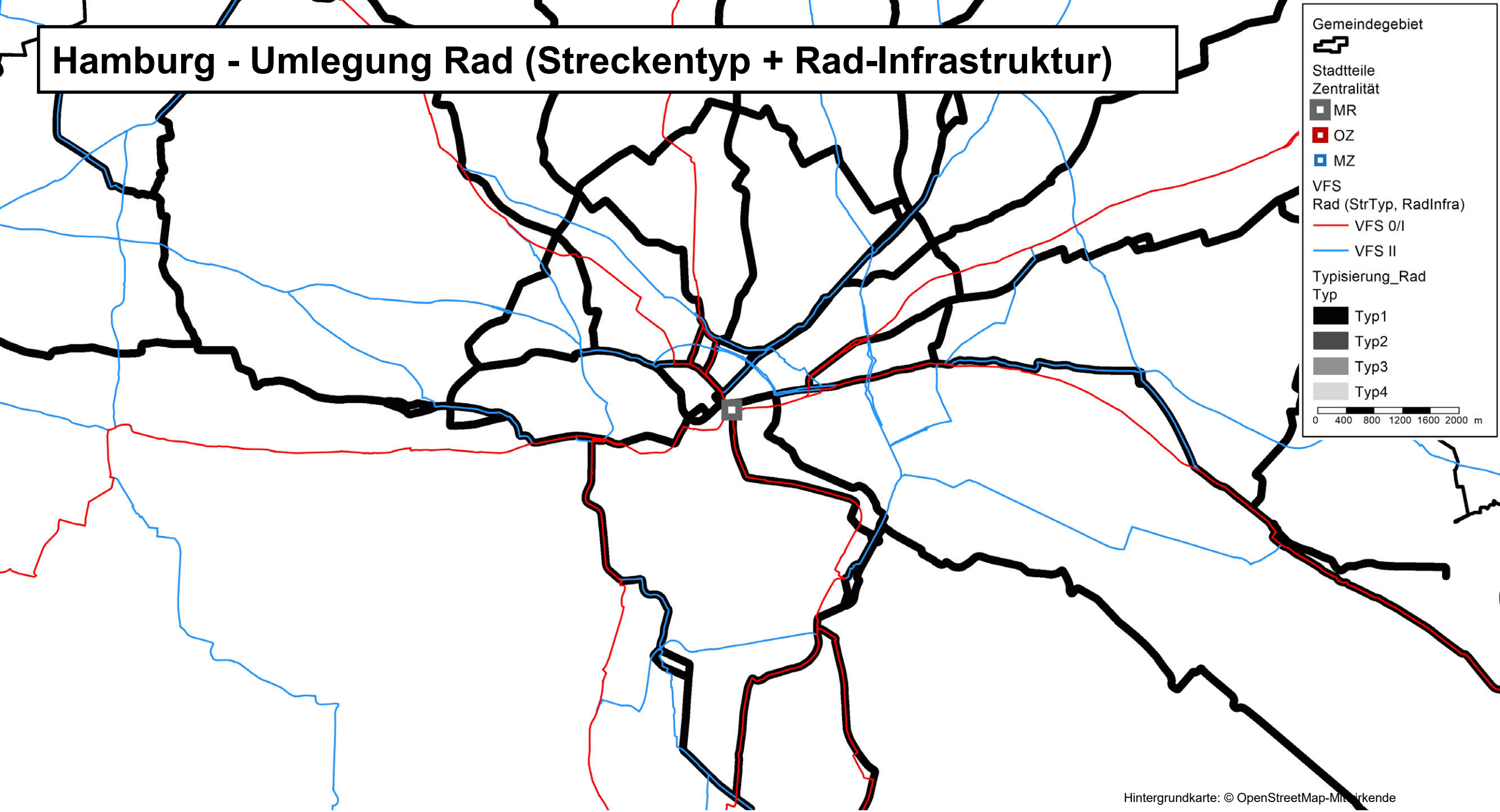
→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Hamburg - Typisierung Rad



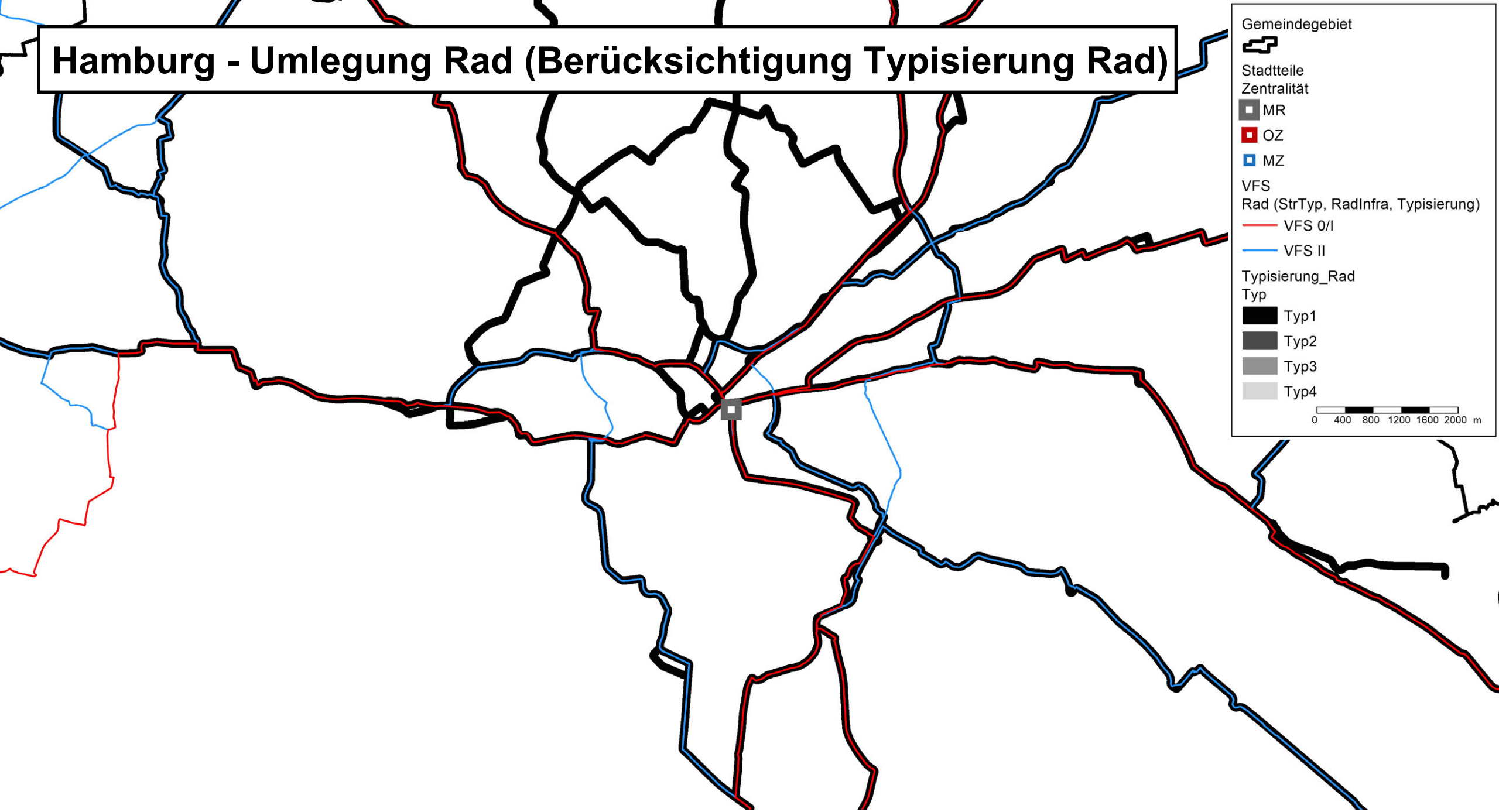
Typ	Beschreibung
Typ1	Velorouten

Hamburg - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)

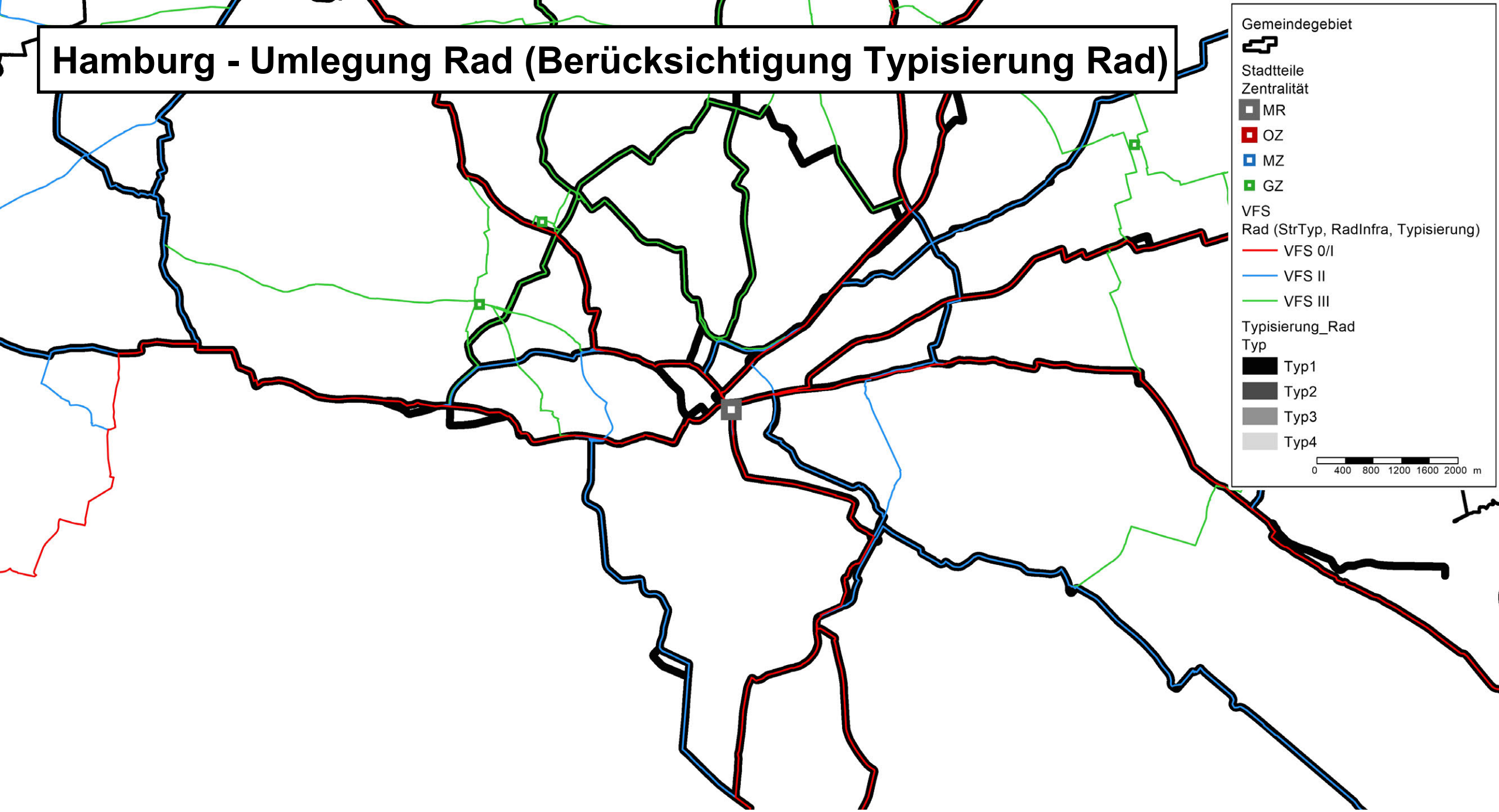


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

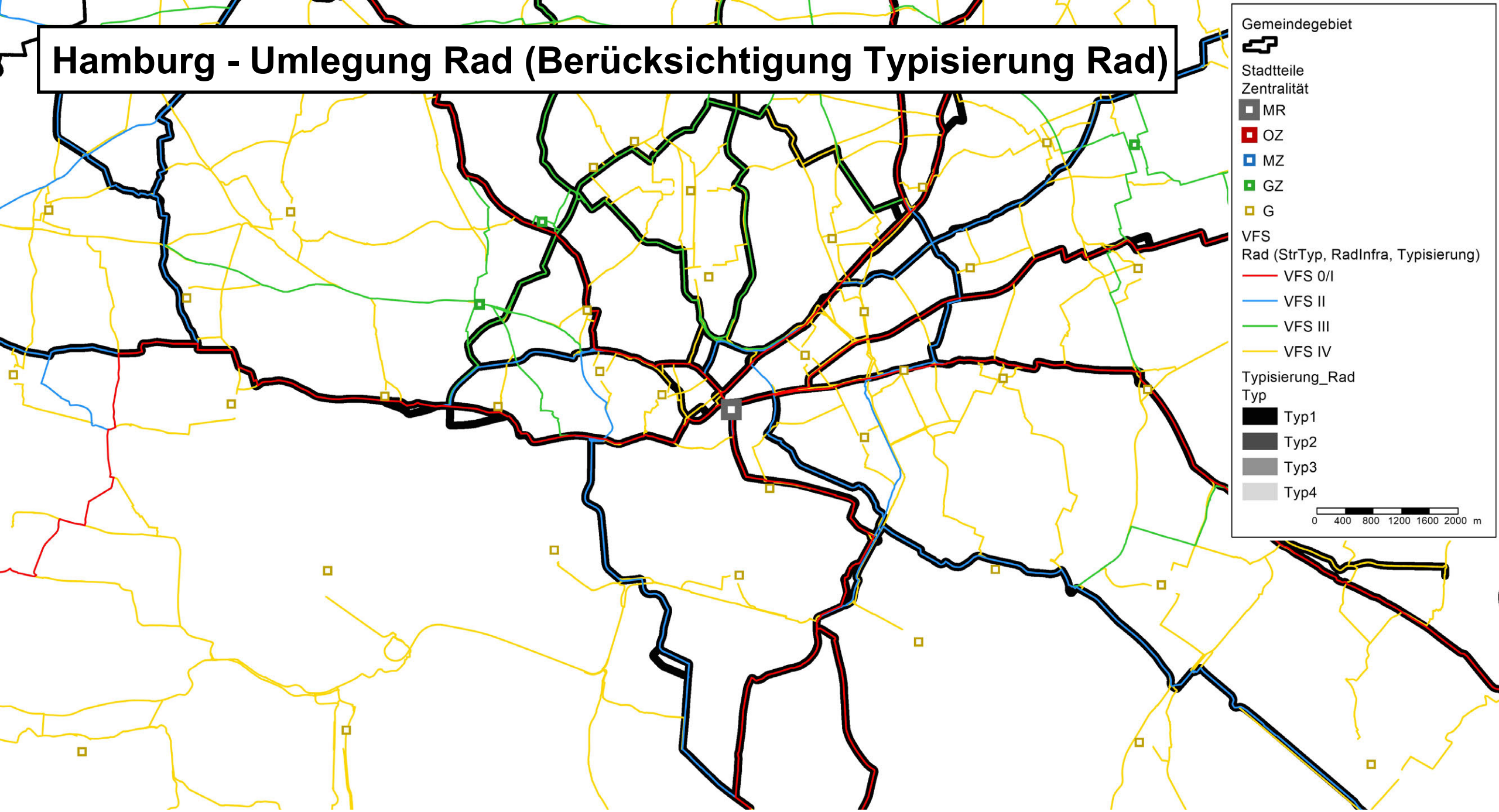
Hamburg - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



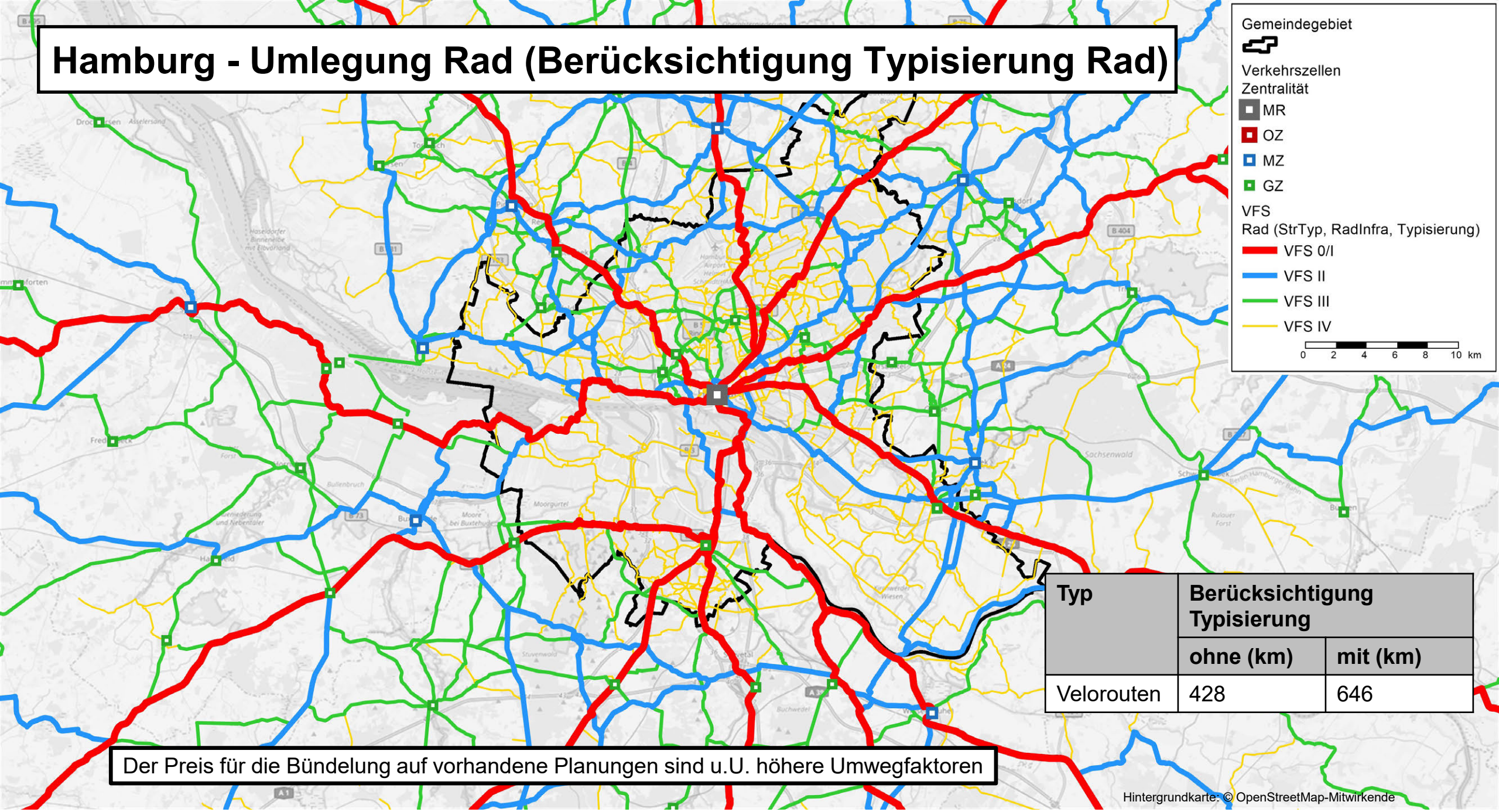
Hamburg - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Hamburg - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Hamburg - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	ohne (km)	mit (km)
Velorouten	428	646

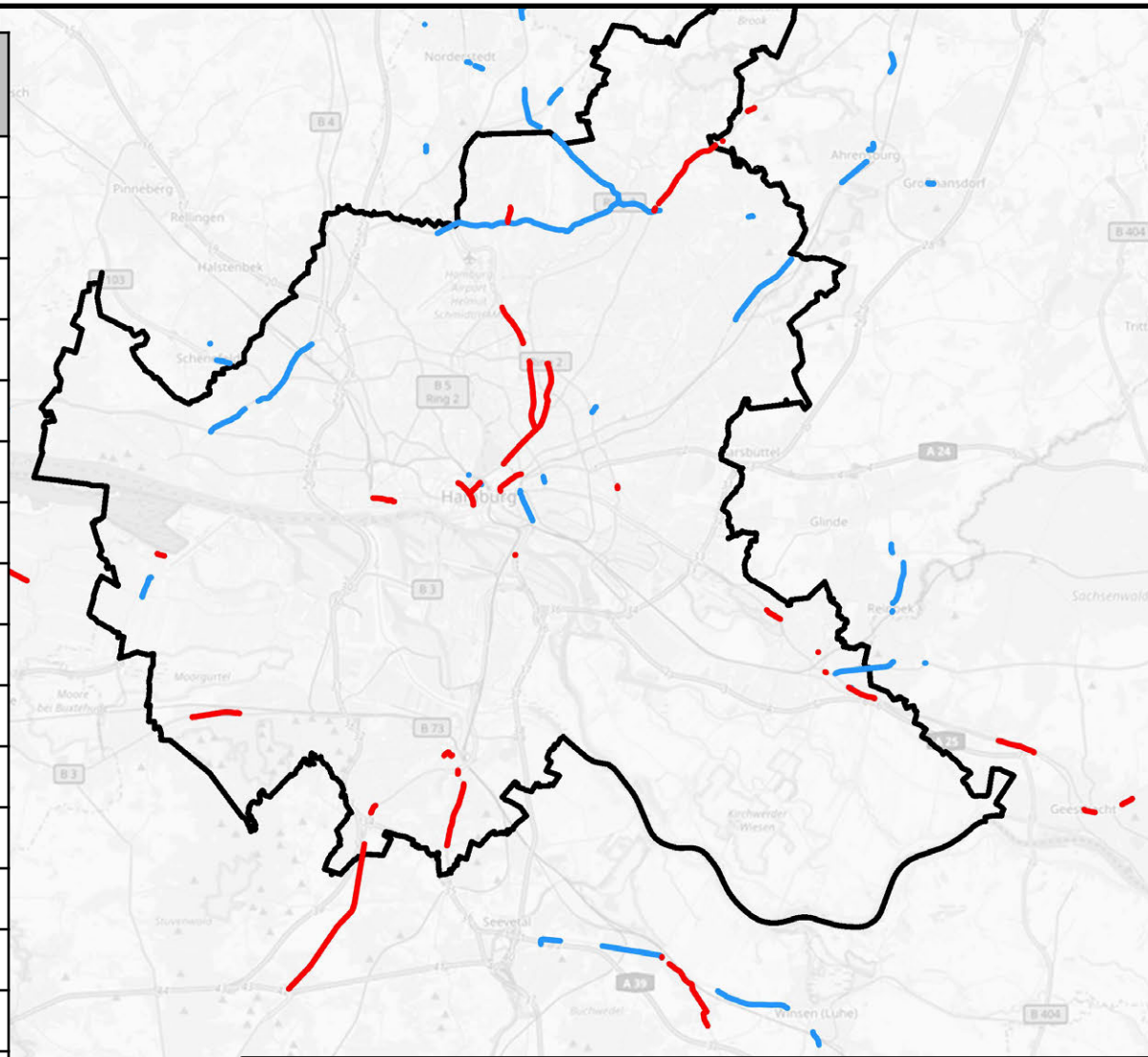
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

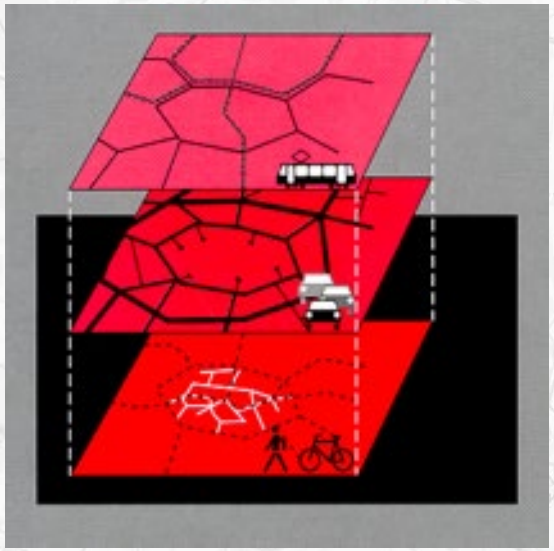
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	0
	II	0
	III	0
	IV	0
II	I	23
	II	84
	III	22
	IV	54
III	I	62
	II	91
	III	185
	IV	137
IV	I	59
	II	113
	III	68
	IV	431

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet





Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

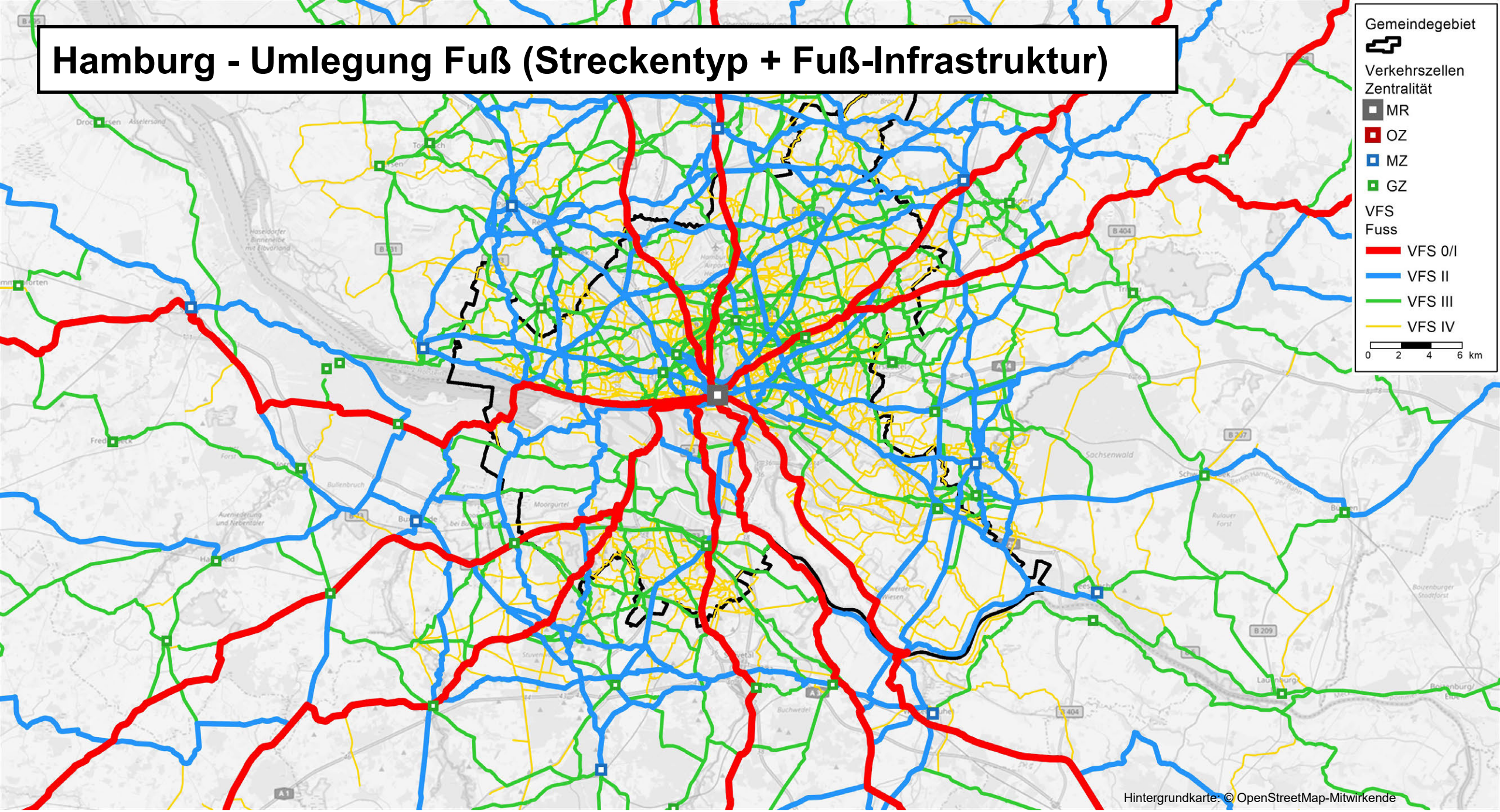
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Hamburg - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	**0,9**	**13,8**	**16.600**
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	**11,1**	**73,3**	**3.900**
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Mettmann	1	8	43	2,3	18,8	4.800

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Fragen

- Methode verstanden?
- Methode zielführend (rein prinzipiell)?
- Wie legt man gute Quellen und Ziele fest?
- Sind Stadtteile eine gute räumliche Einheit?
- Welche Bestandteile von Verkehrswegenetzen wird man über eine solche Methode nicht erklären können?

Protokoll (1/2)

Räumliche Gliederung

- Feststellung, dass Hamburg im Vergleich zu anderen Kommunen wenige und dafür große Bezirke hat, die mit Ausnahme von Harburg und Bergedorf Anteile haben, die bis in die Innenstadt reichen

Innergemeindliche Zentralitäten

- Es fehlen wichtige Orte im Gemeindegebiet Hamburgs (Beispiel Nordosten) bei den Zentralitäten auf Stadtbezirks- und Stadtteilebene (Folie 18) aufgrund der Struktur der Stadtbezirke. Dies bewirkt Netzlücken bei der Kategorisierung (s.u.)

Kategorisierung Pkw

- VFS 0-II: entspricht grob der Erwartung, Fuhlsbüttler Str. nach Norden eher unerwartet
- VFS III: Feststellung der o.g. Netzlücken (Nordosten); Bramfelder Chaussee nach Osten fehlt

  → Folie 35 & 39: gut ausgebaute Straßen (trunk,primary/Bundesstraßen) fehlen im Ergebnis
- Erwartung erfüllt, dass eher Hauptverkehrsstraßen (Folie 36 Typ1 - Typ4) im Ergebnis enthalten sind als BSGB (Typ5)
- Einige „Hauptverkehrsstraßen“ (Typisierung Hamburg) evtl. ohne Verbindungsbedeutung (z.B. Mönckebergstraße östlich der Innenstadt)

Protokoll (2/2)

Kategorisierung Rad

- Folie 42: Auf den ersten Blick Überschneidung mit den Radschnellwege-Vorzugstrassen Hamburg, diesen Layer wird die Universität Stuttgart für den weitern Projektverlauf berücksichtigen.
- Folie 46/47: Ergänzungen zu den Velorouten könnten relevant sein
- Folie 48: Die Velorouten Hamburgs verbinden eher die Bezirke als die Stadtteile, daher auf VFS IV viele Ergänzungen/Lückenschlüsse

Kategorisierung Fuß

- mit der angewendeten Methode weinig sinnvoll, Hamburg will ein ähnliches Konzept wie Leipzig verfolgen (Bedeutungskarte)

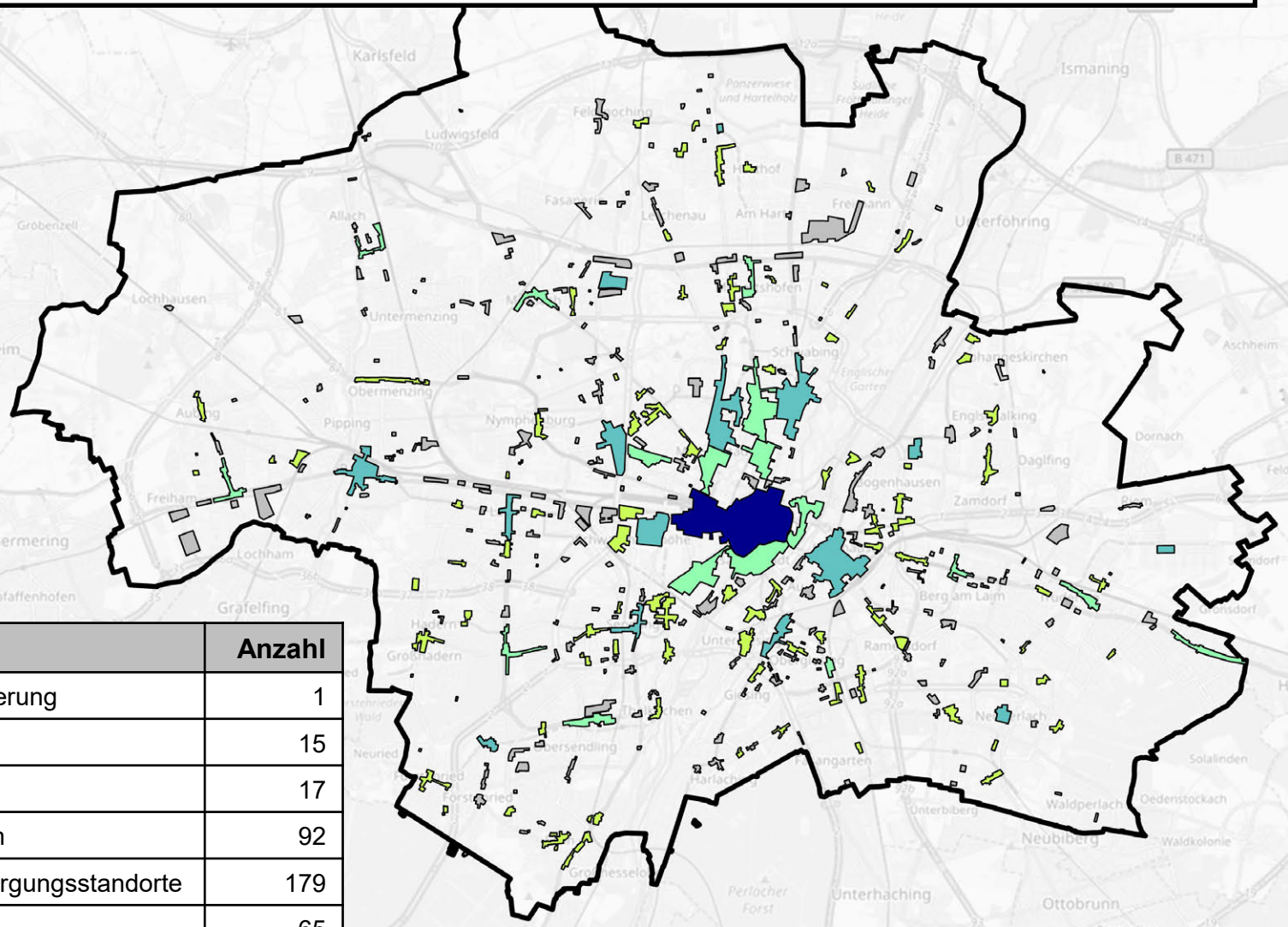
Überlagerung Kategorisierung Pkw und Rad

- Grundsätzlich sinnvoll für die Begründung von Maßnahmen
- Beispielhafte Überlagerung zeigt teilweise real existierende Konflikte zwischen Pkw und Rad auf (Ring 3 im Norden, dieser wird aktuell auch für den Radverkehr weiter ausgebaut)

München
(03.04.2023)

Kommunale Daten: © Landeshauptstadt München

München - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB

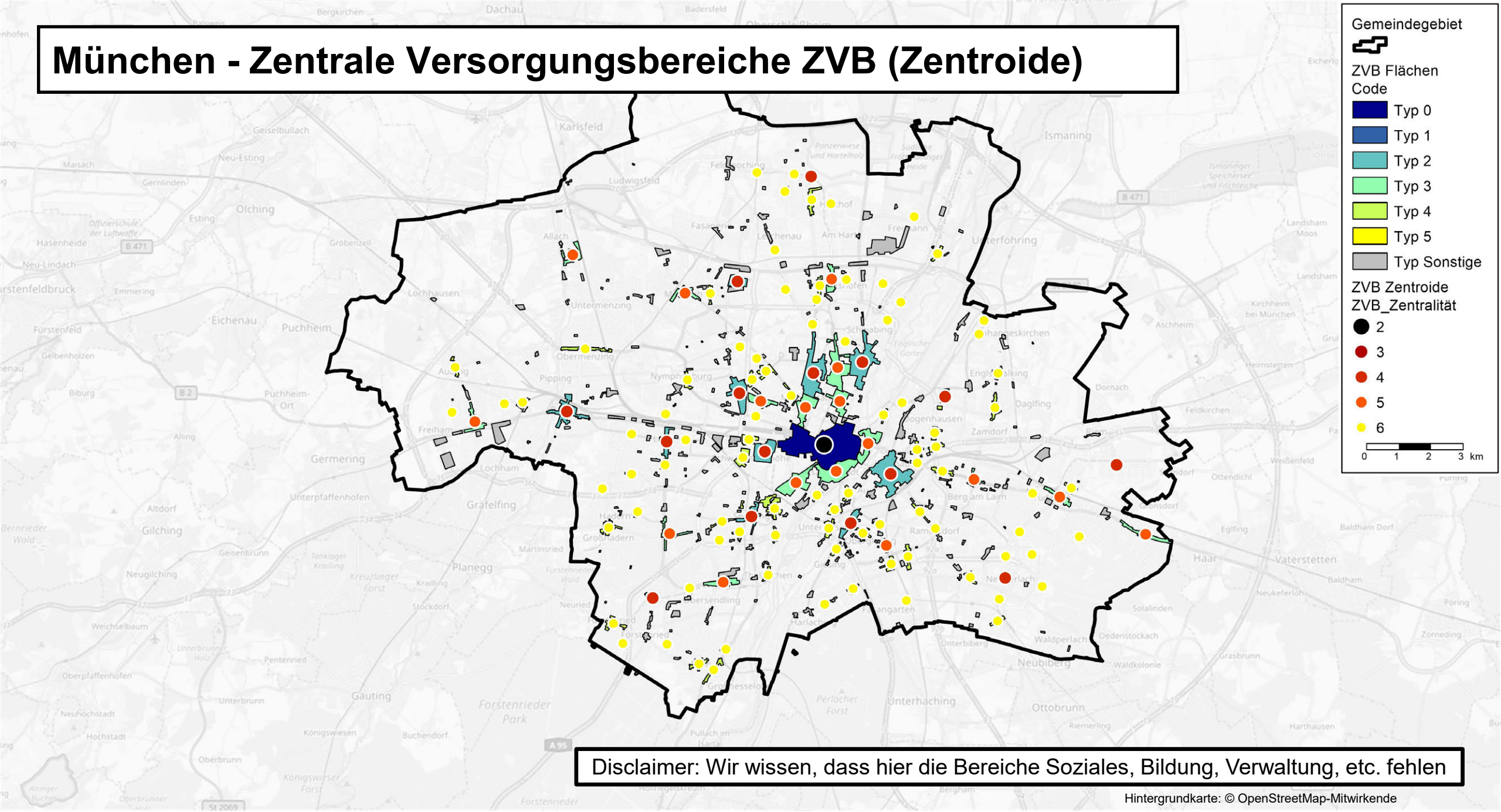


Typ	Bezeichnung	Anzahl
Typ 0	City und City-Erweiterung	1
Typ 2	Stadtteilzentrum	15
Typ 3	Quartierzentrum	17
Typ 4	Nahbereichszentrum	92
Typ Sonstige	Integrierte Nahversorgungsstandorte	179
Typ Sonstige	sonstige Standorte	65

Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

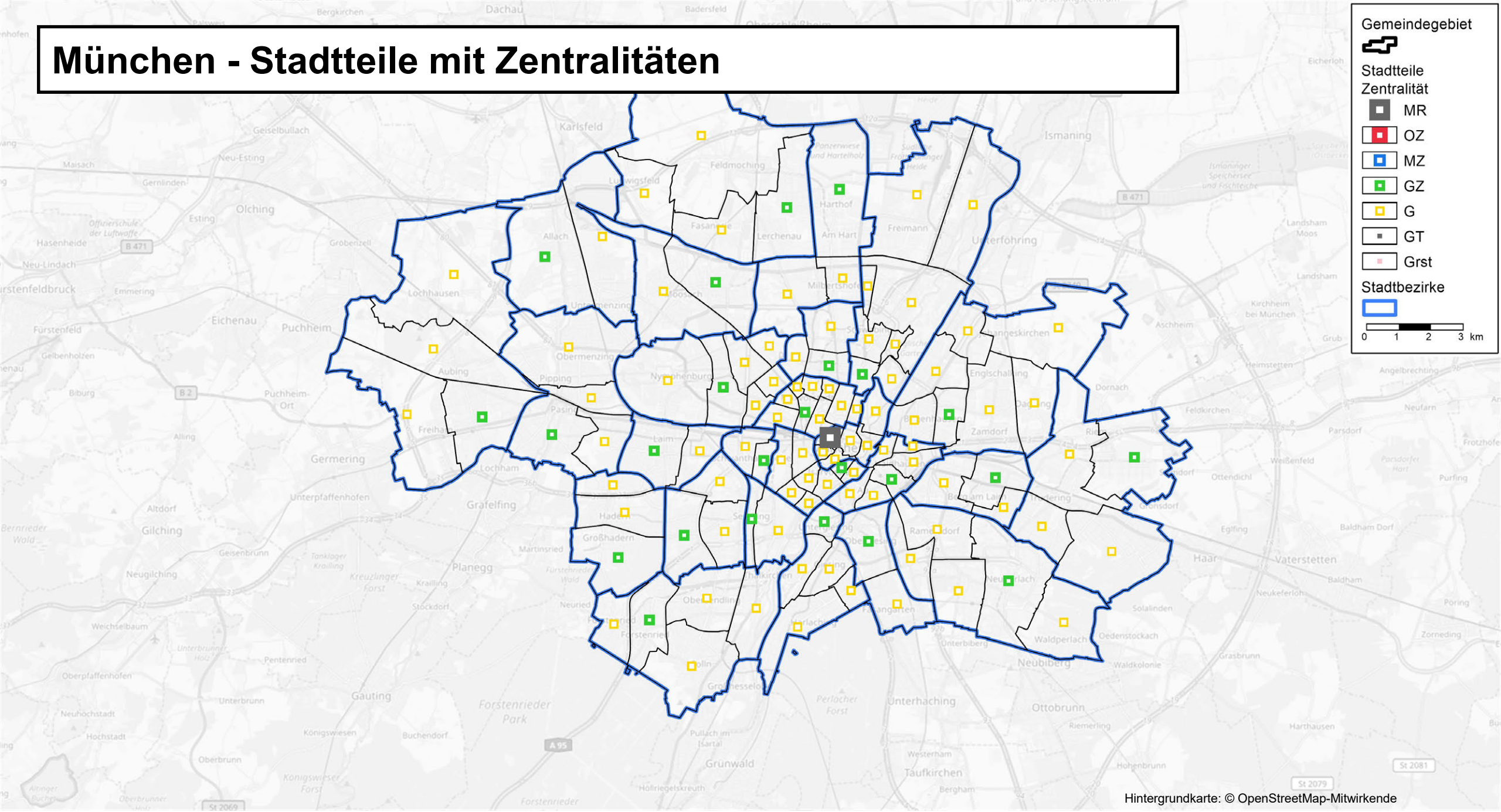
München - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

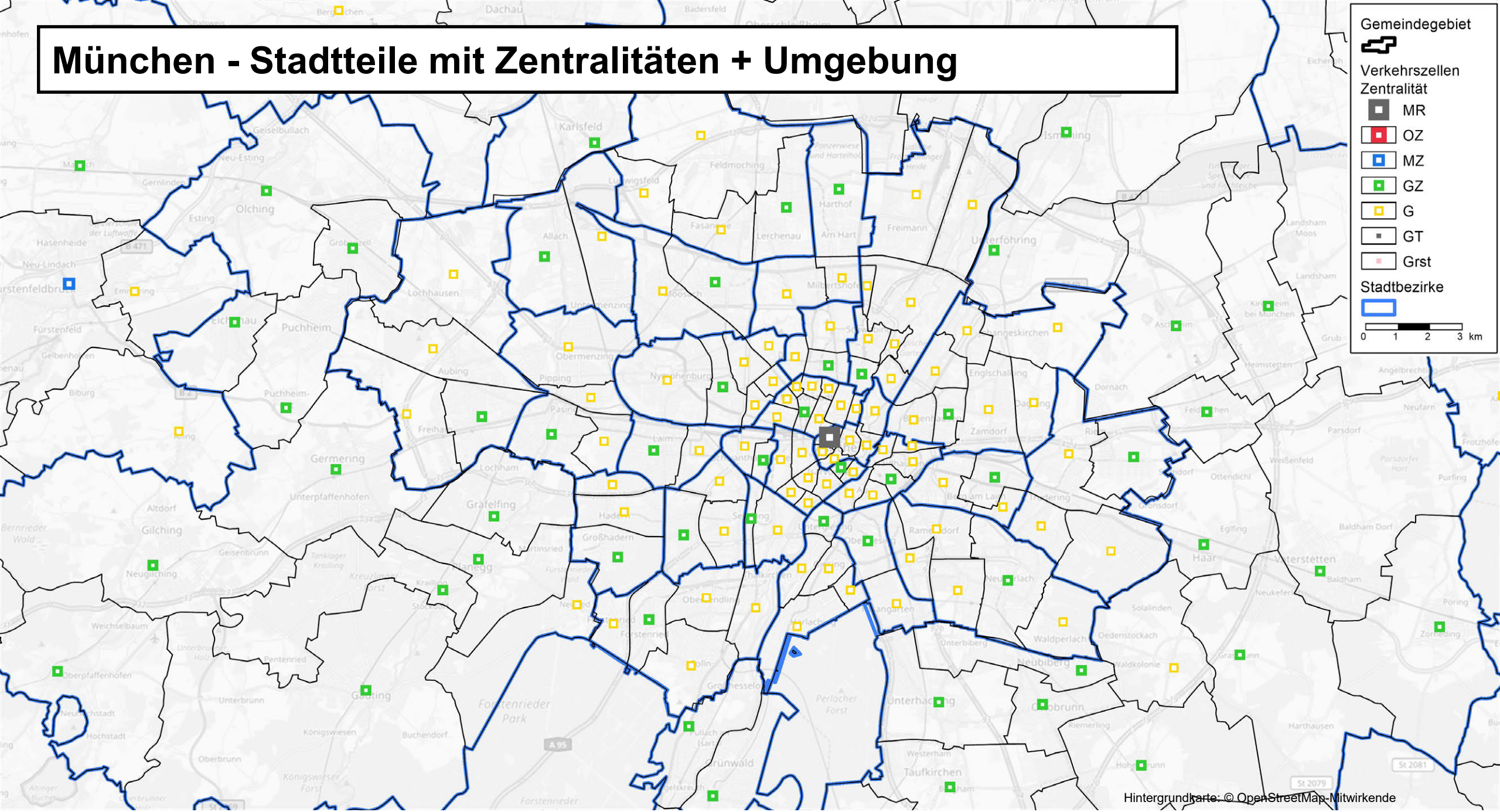
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

München - Stadtteile mit Zentralitäten



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

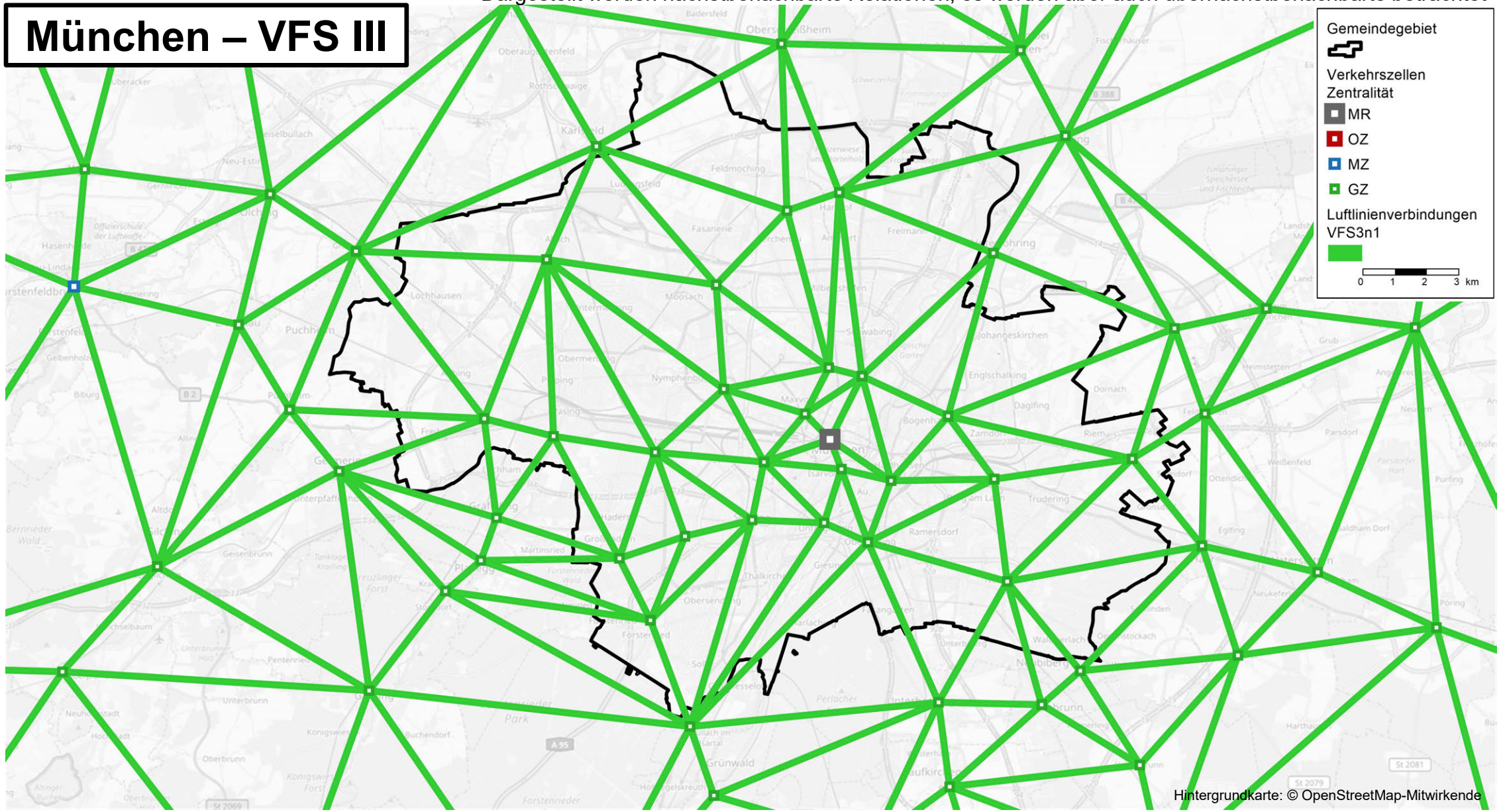
München - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

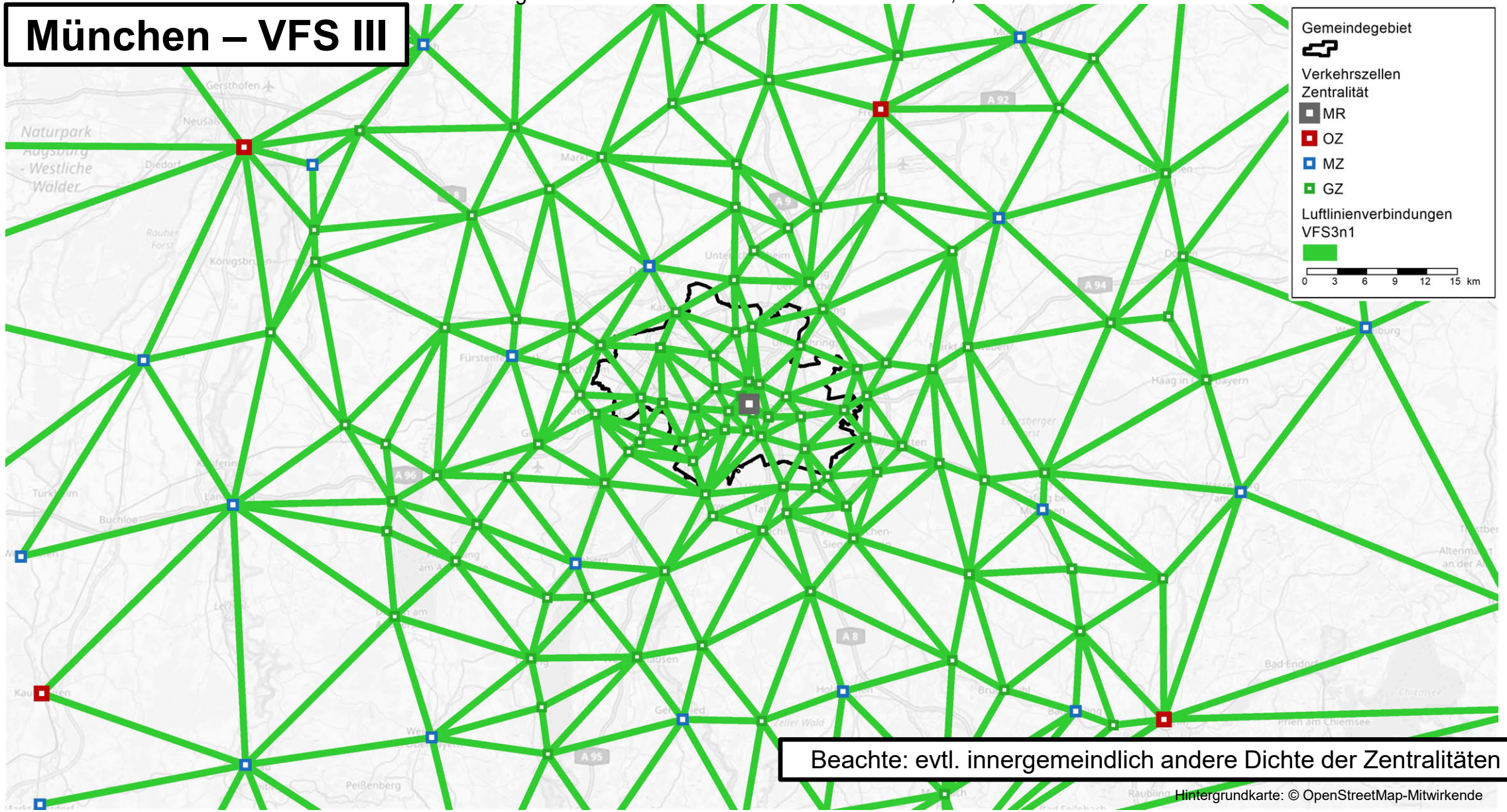
München – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

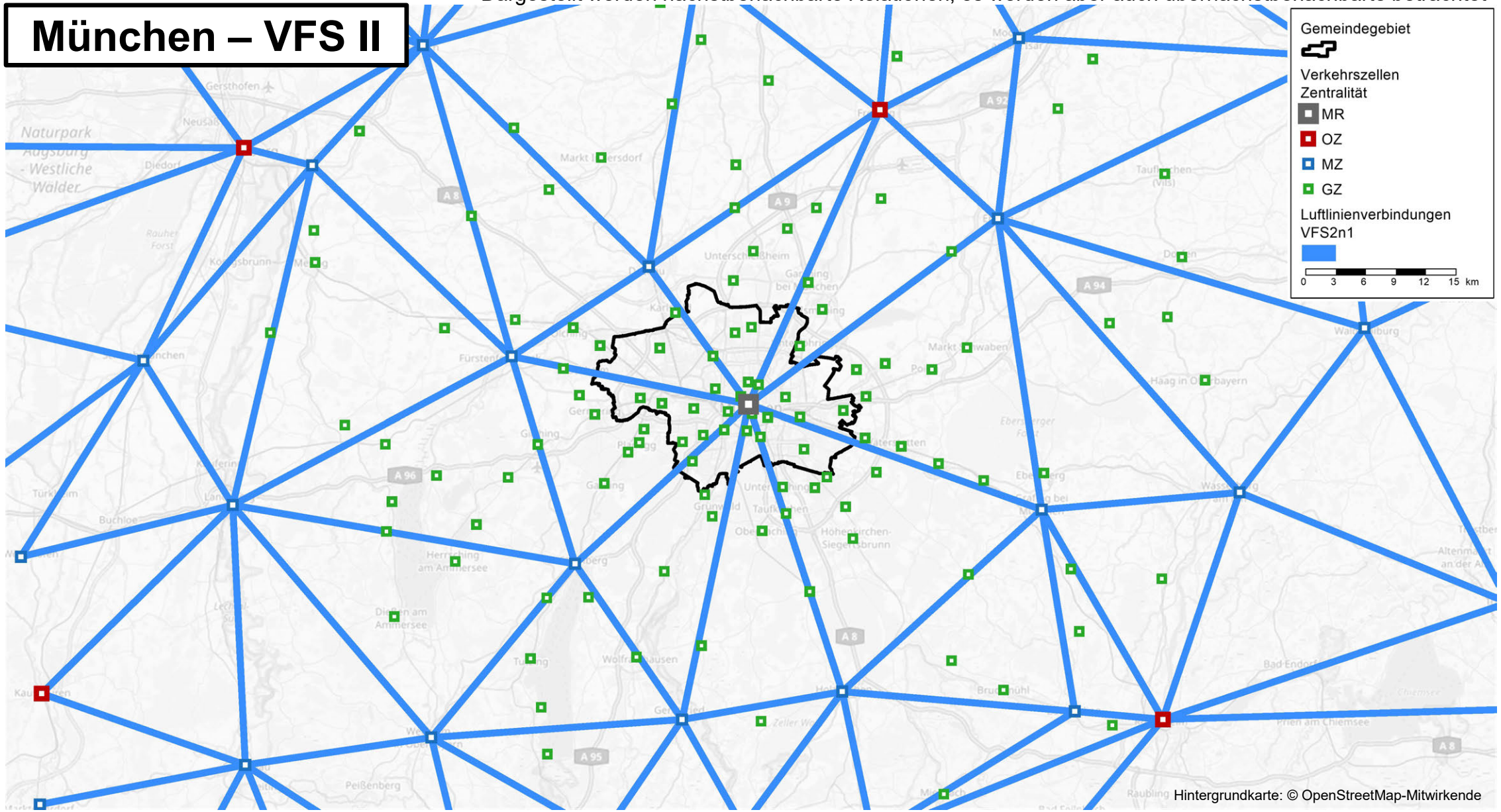
München – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

München – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

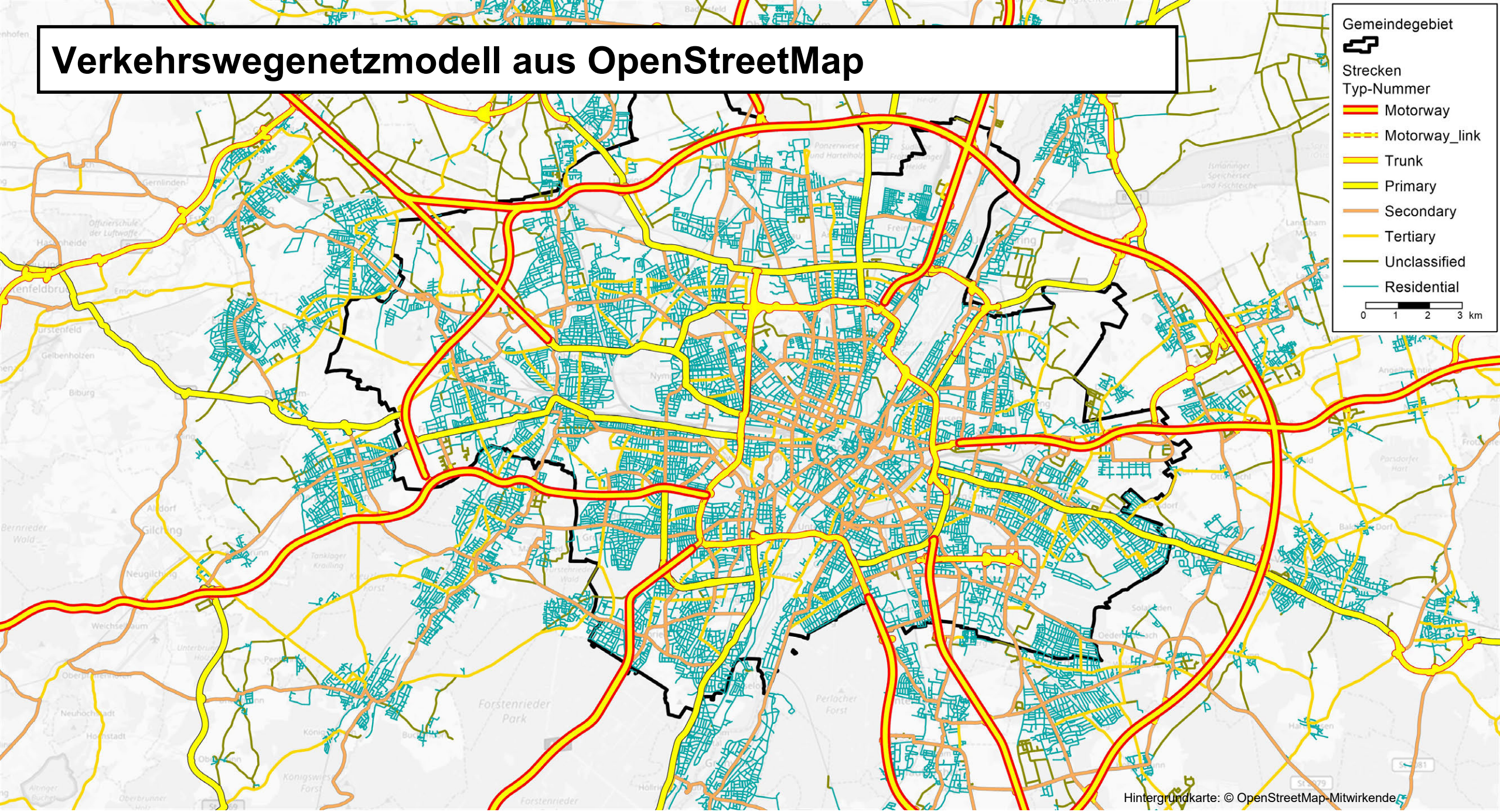
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

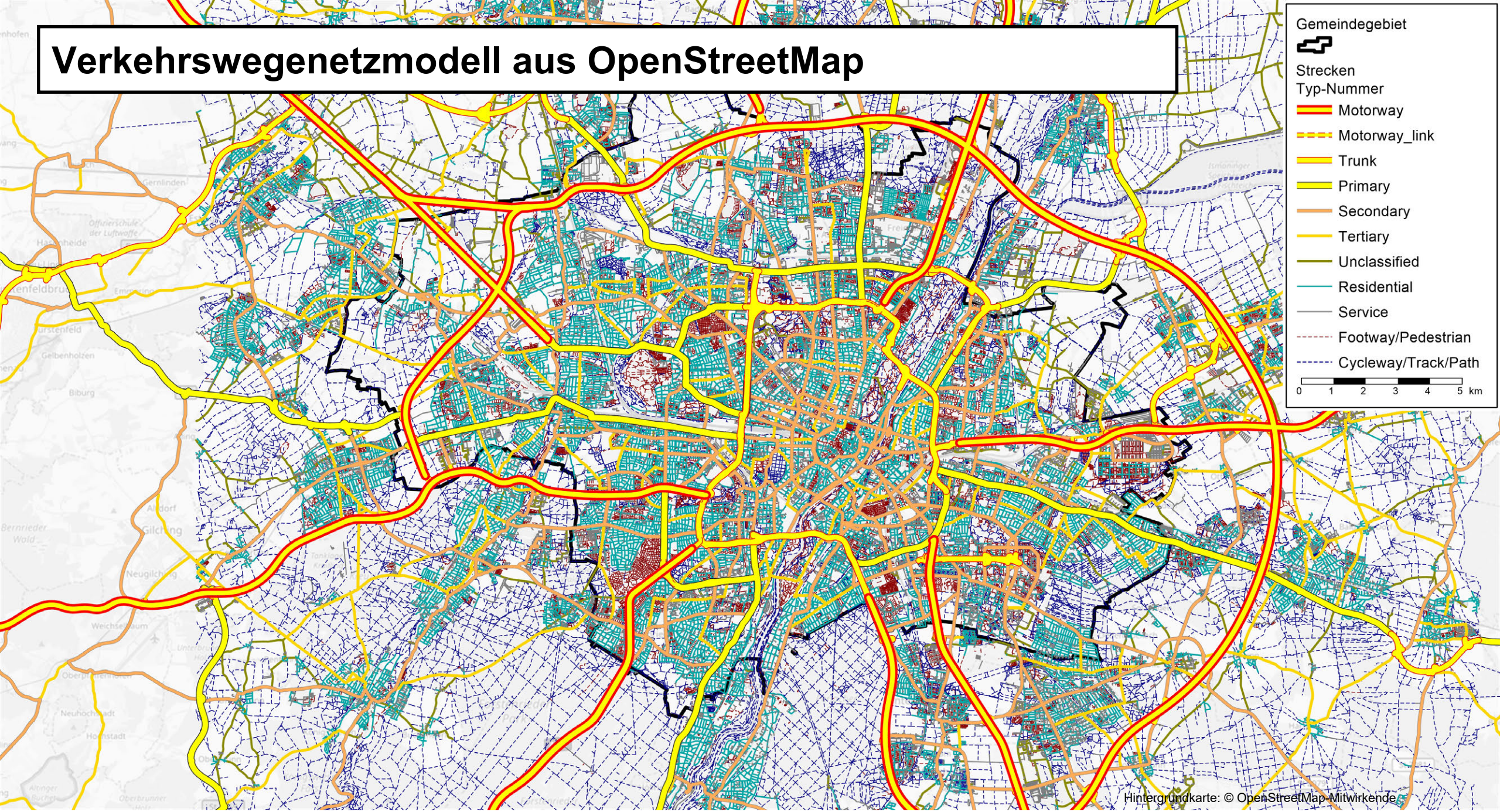
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

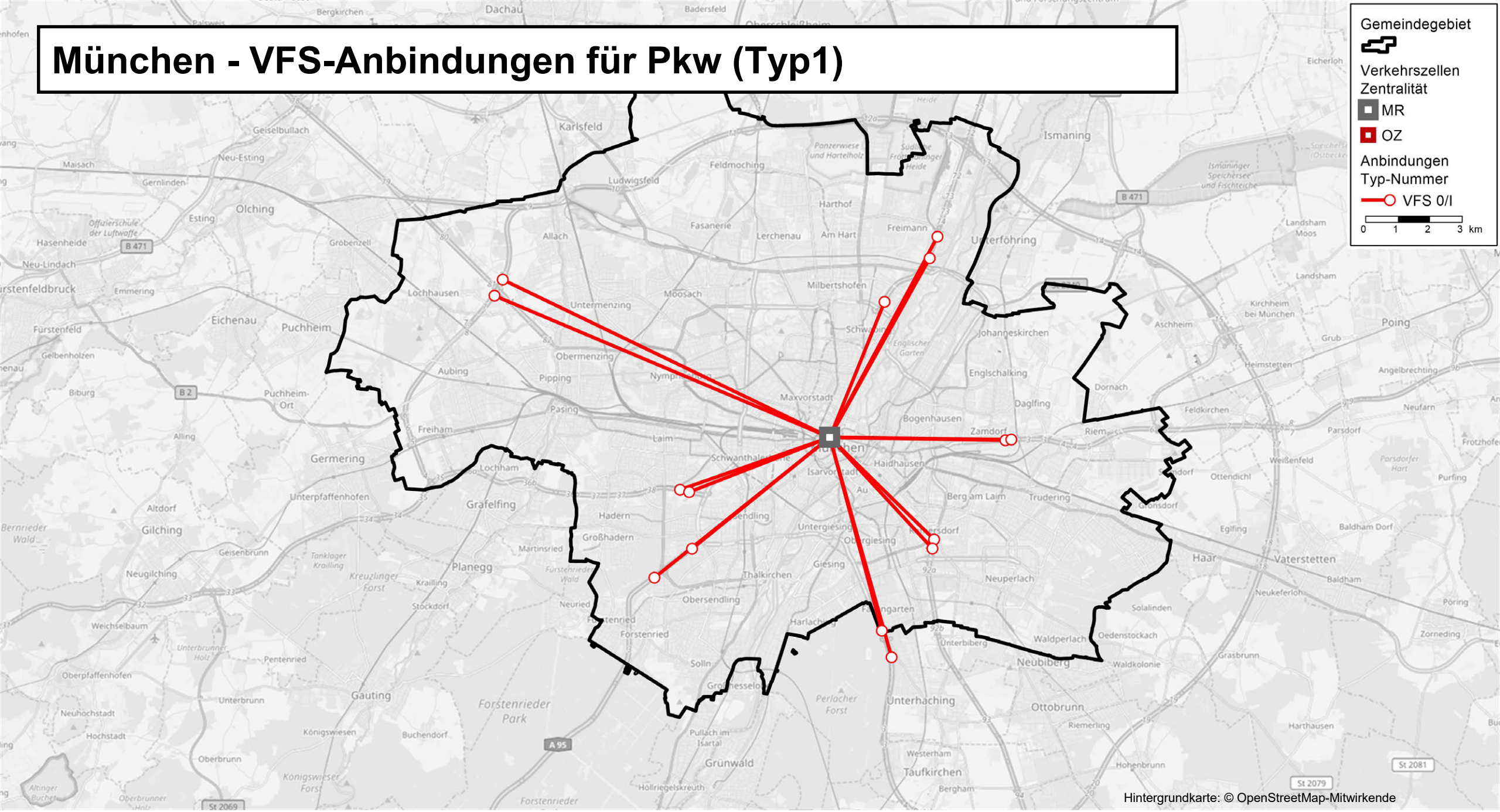
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

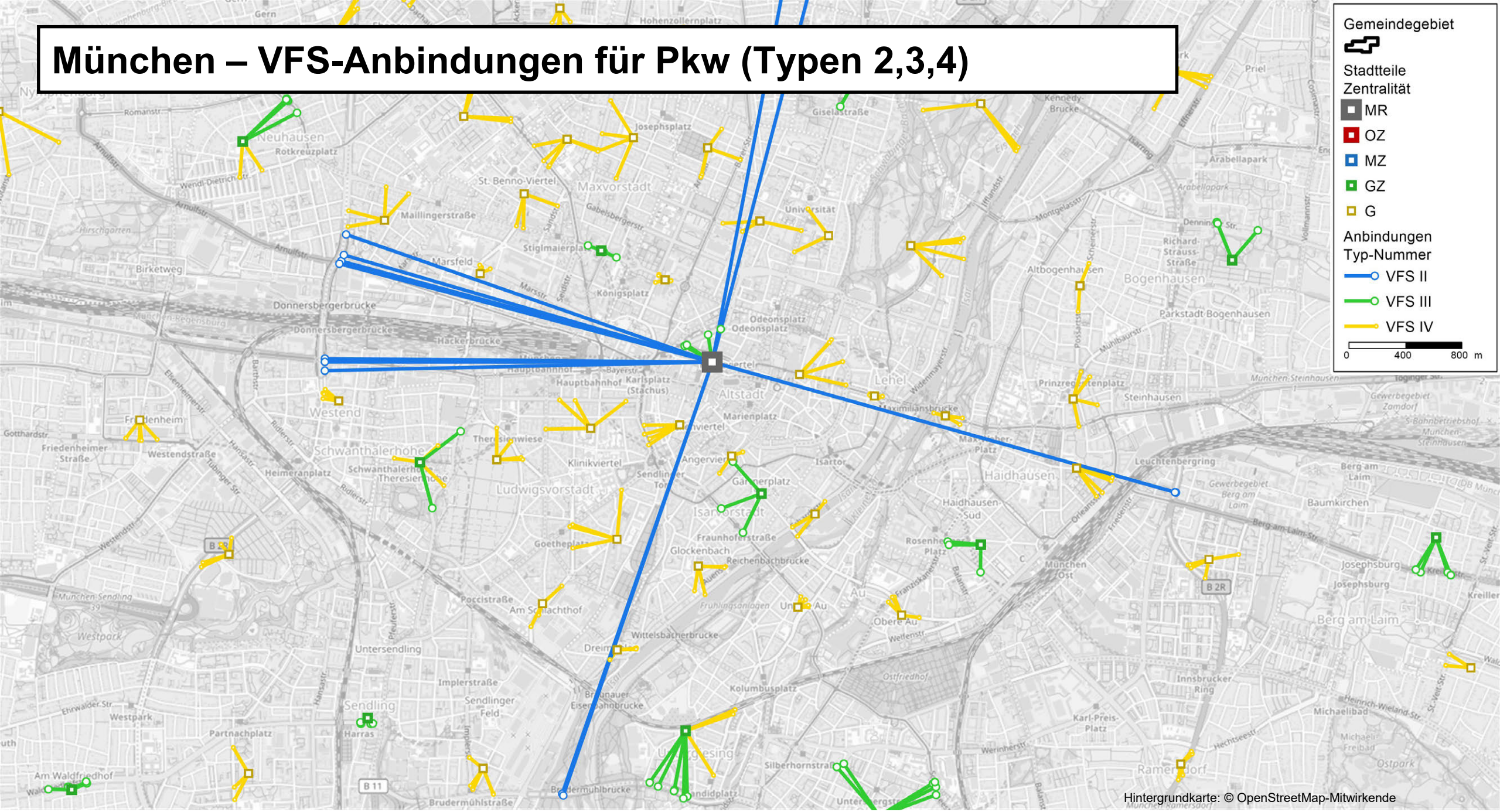
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

München - VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



München – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

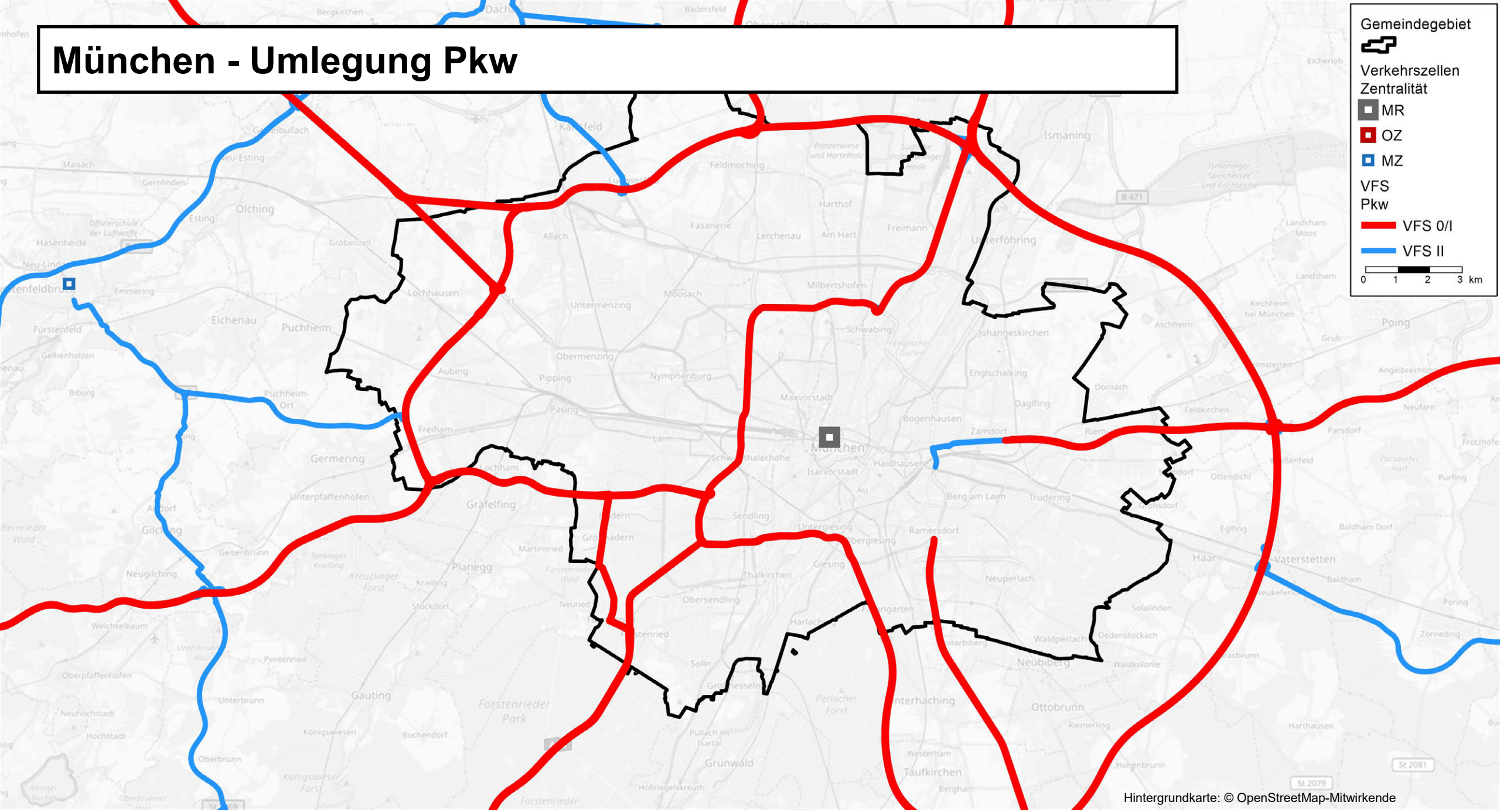
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

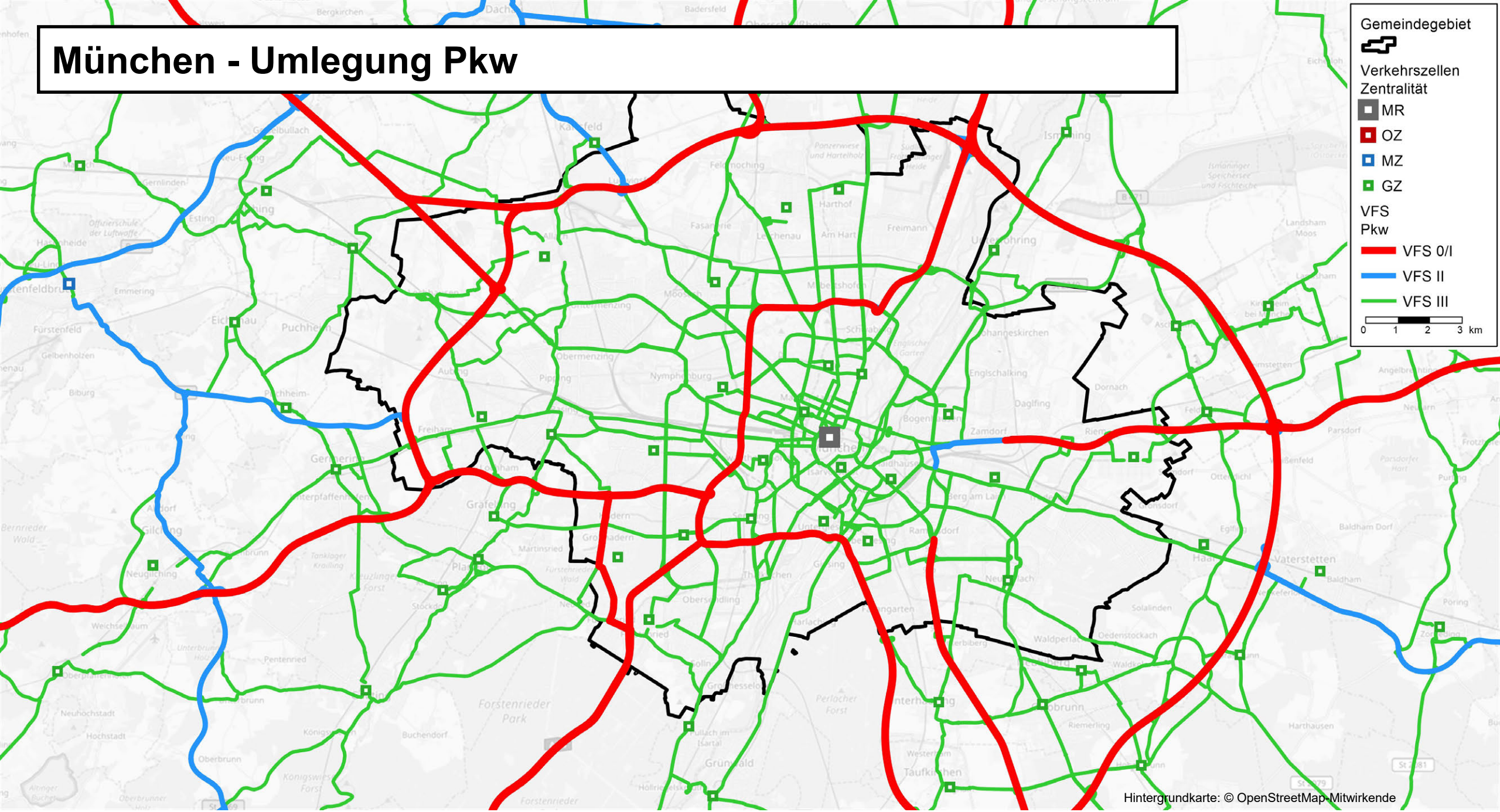
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

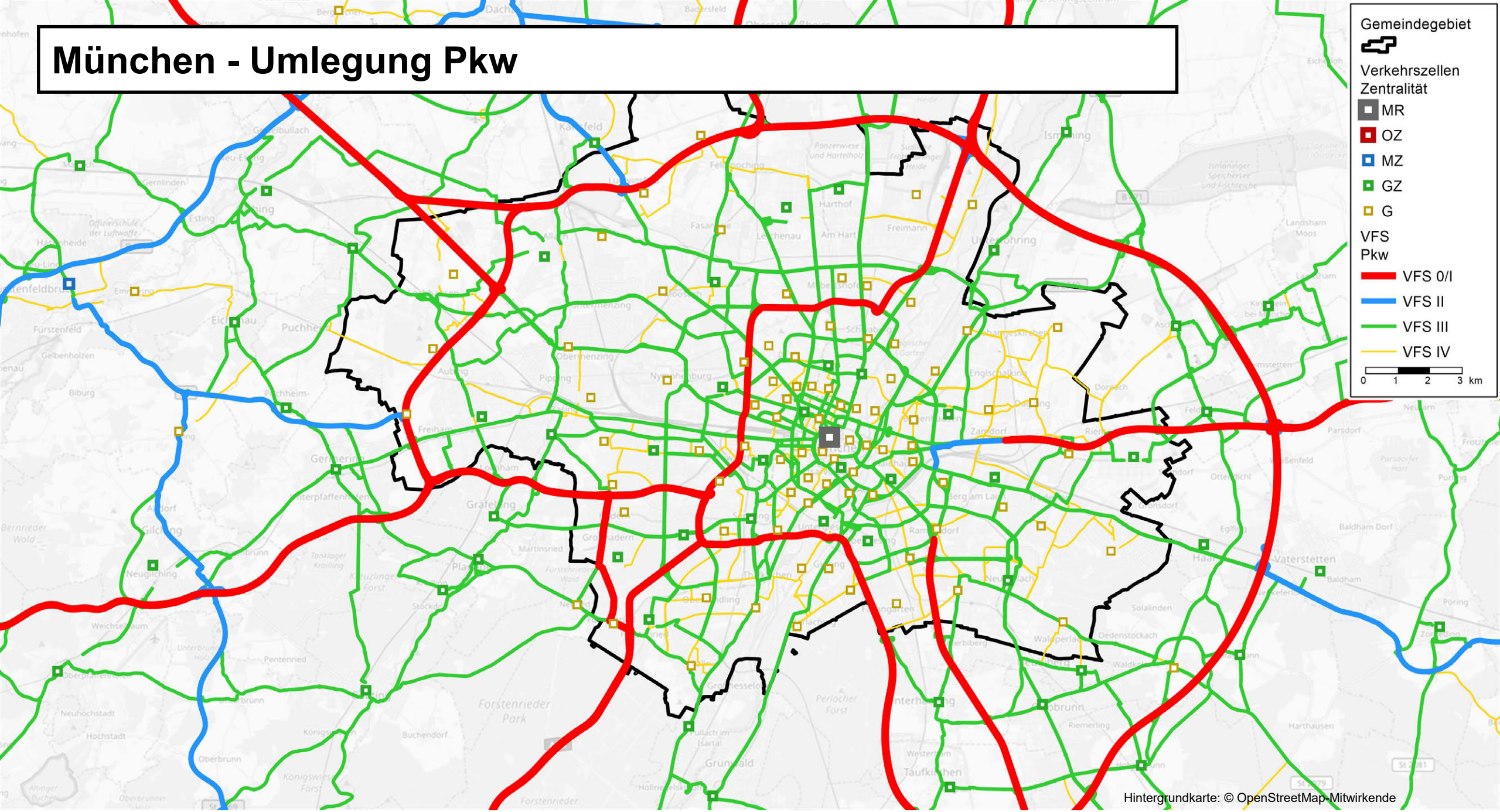
München - Umlegung Pkw



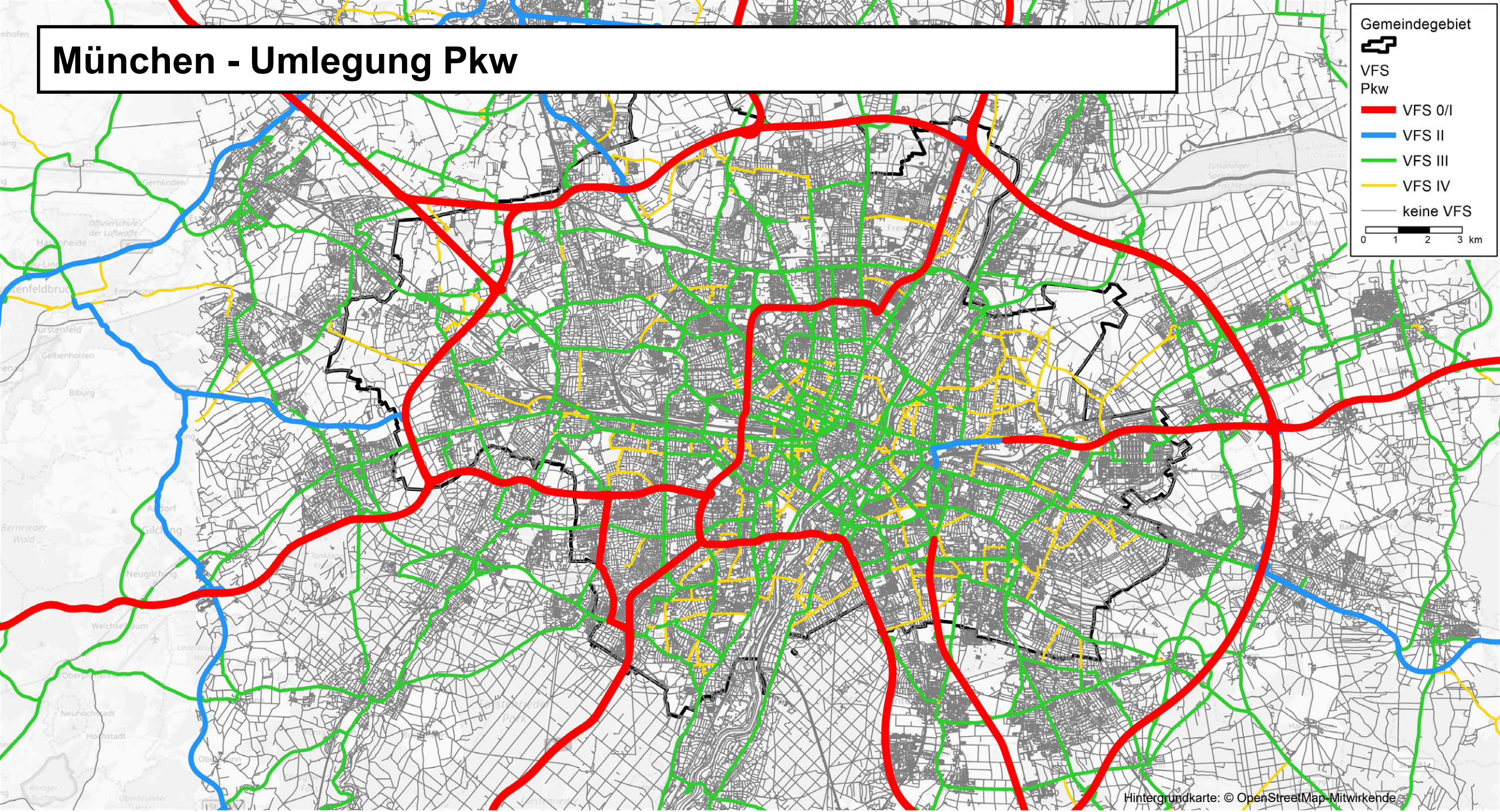
München - Umlegung Pkw



München - Umlegung Pkw



München - Umlegung Pkw



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

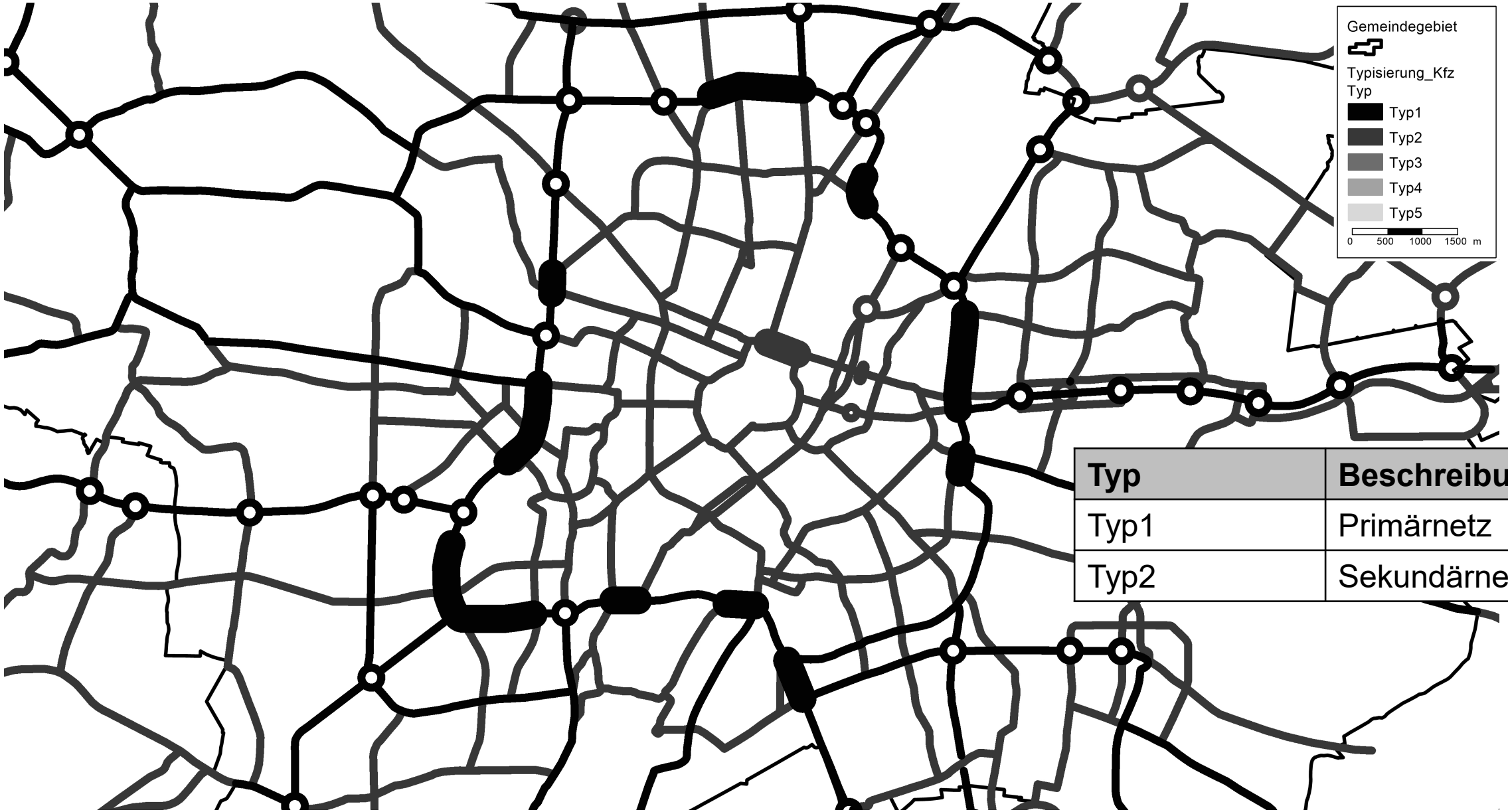
OpenStreetMap

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

OSM-Name	VFS (Ergebnis Modell)					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	72%	5%	15%	3%	4%	78%
trunk	16%	9%	51%	14%	10%	60%
primary	0%	14%	80%	3%	4%	94%
secondary	0%	2%	70%	18%	10%	88%
tertiary	1%	0%	30%	20%	49%	99%
unclassified	0%	0%	9%	6%	85%	91%
residential	0%	0%	0%	0%	100%	100%

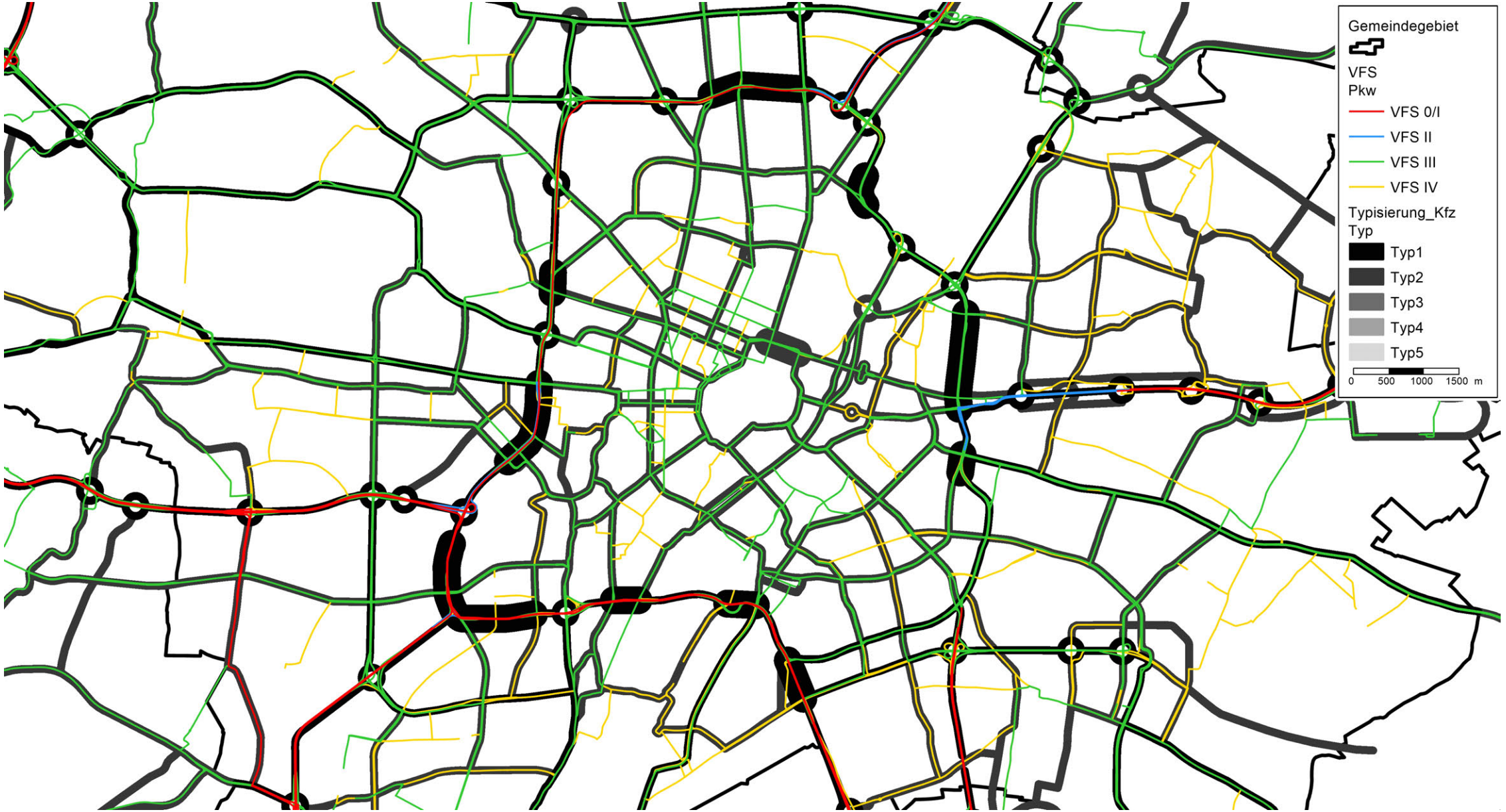
arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	**80%**

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

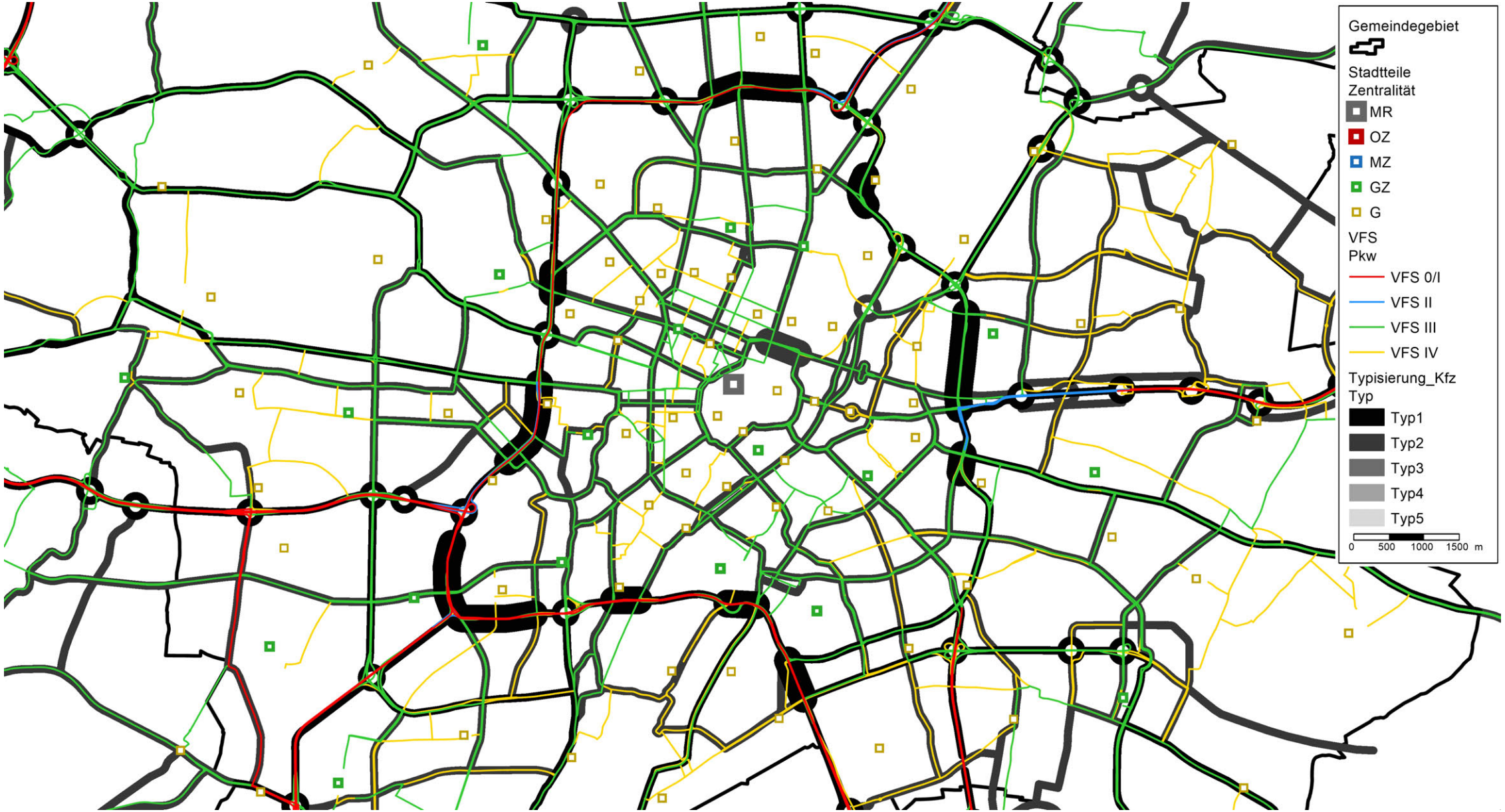


Typ	Beschreibung
Typ1	Primärnetz
Typ2	Sekundärnetz

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS (Ergebnis Modell)				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
Primärnetz	45%	3%	45%	7%	48%
Sekundärnetz	1%	3%	75%	21%	96%

arithmetisches Mittel	72%

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

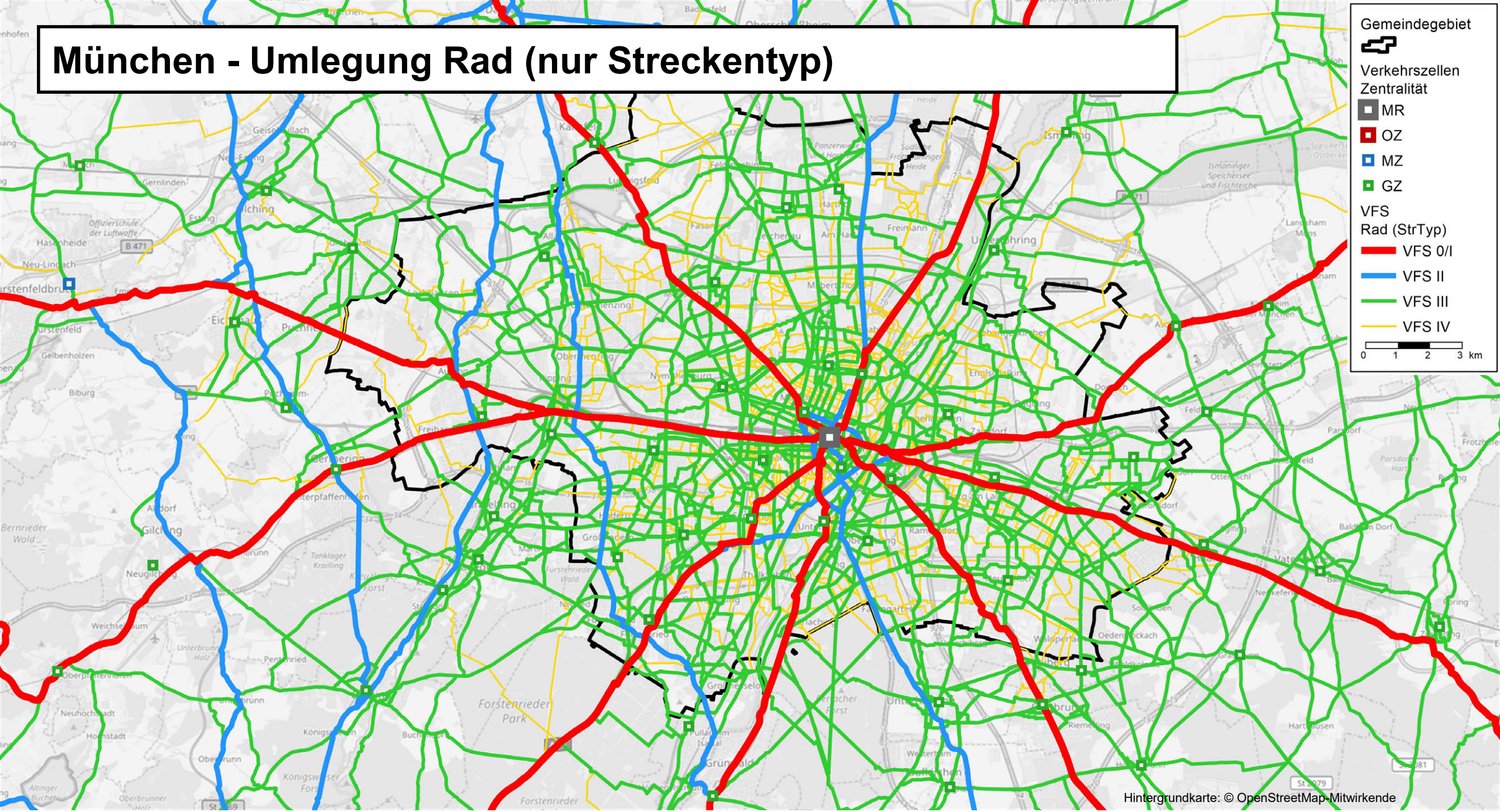
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

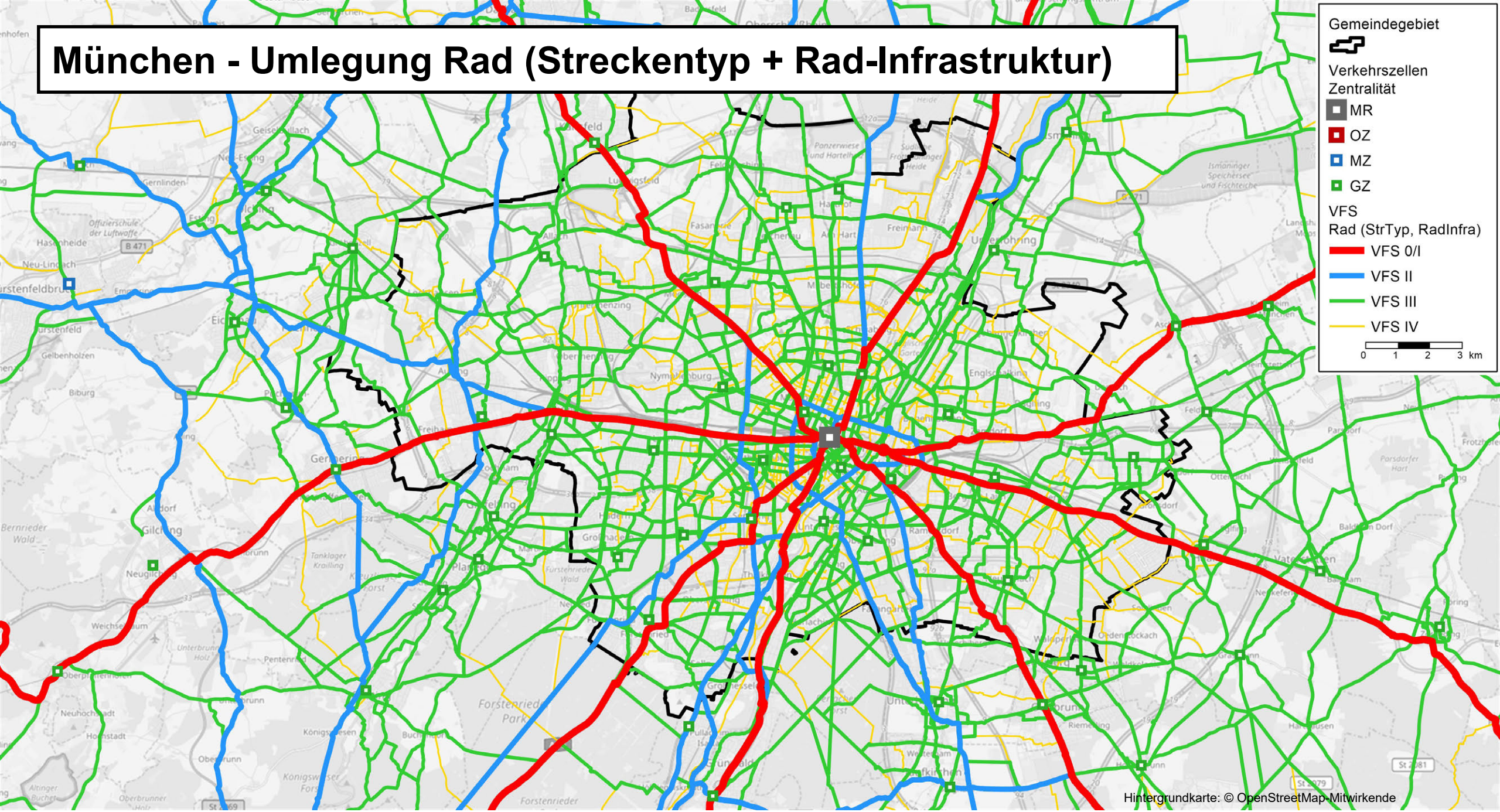
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

München - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



München - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

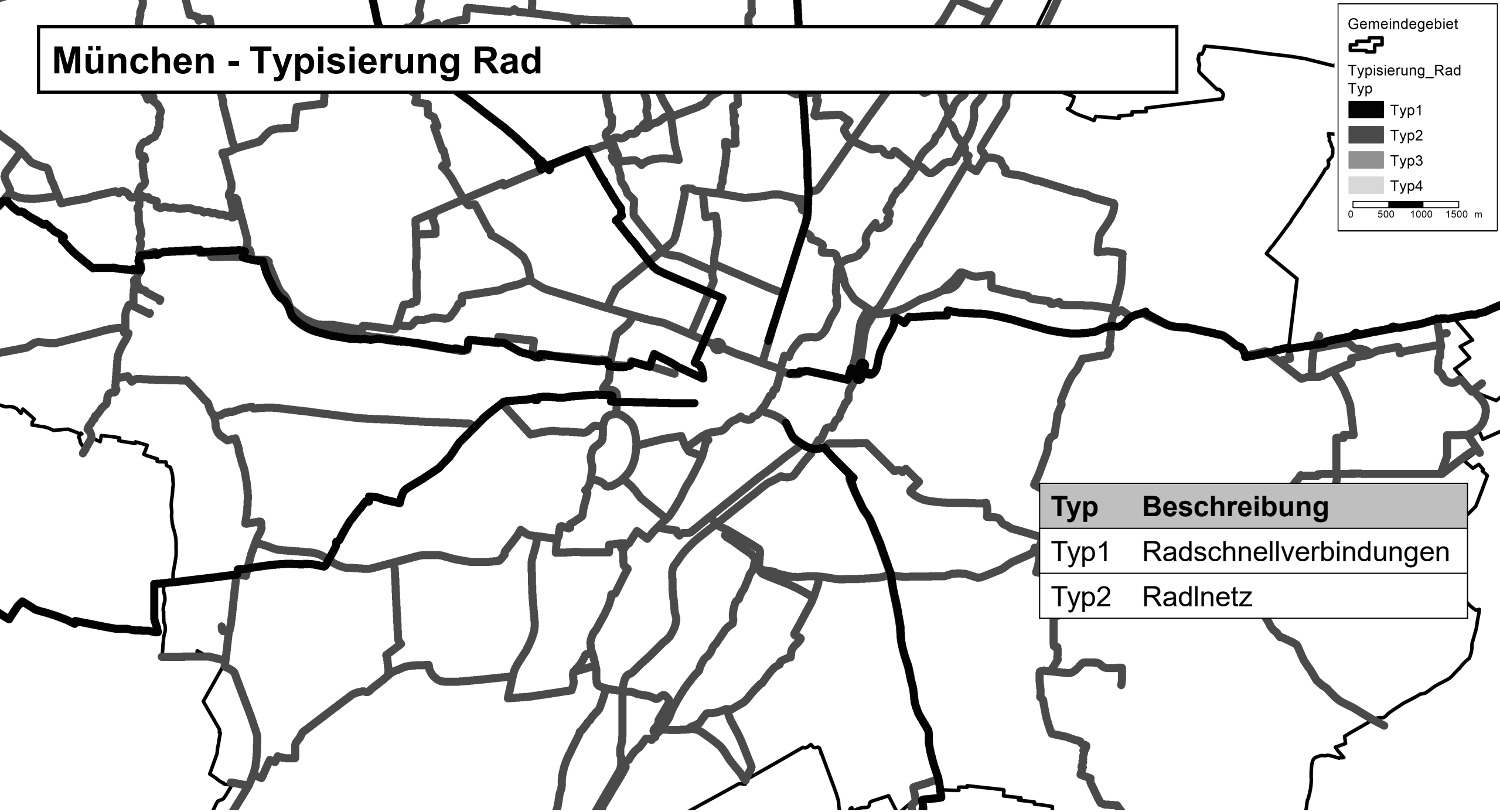
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

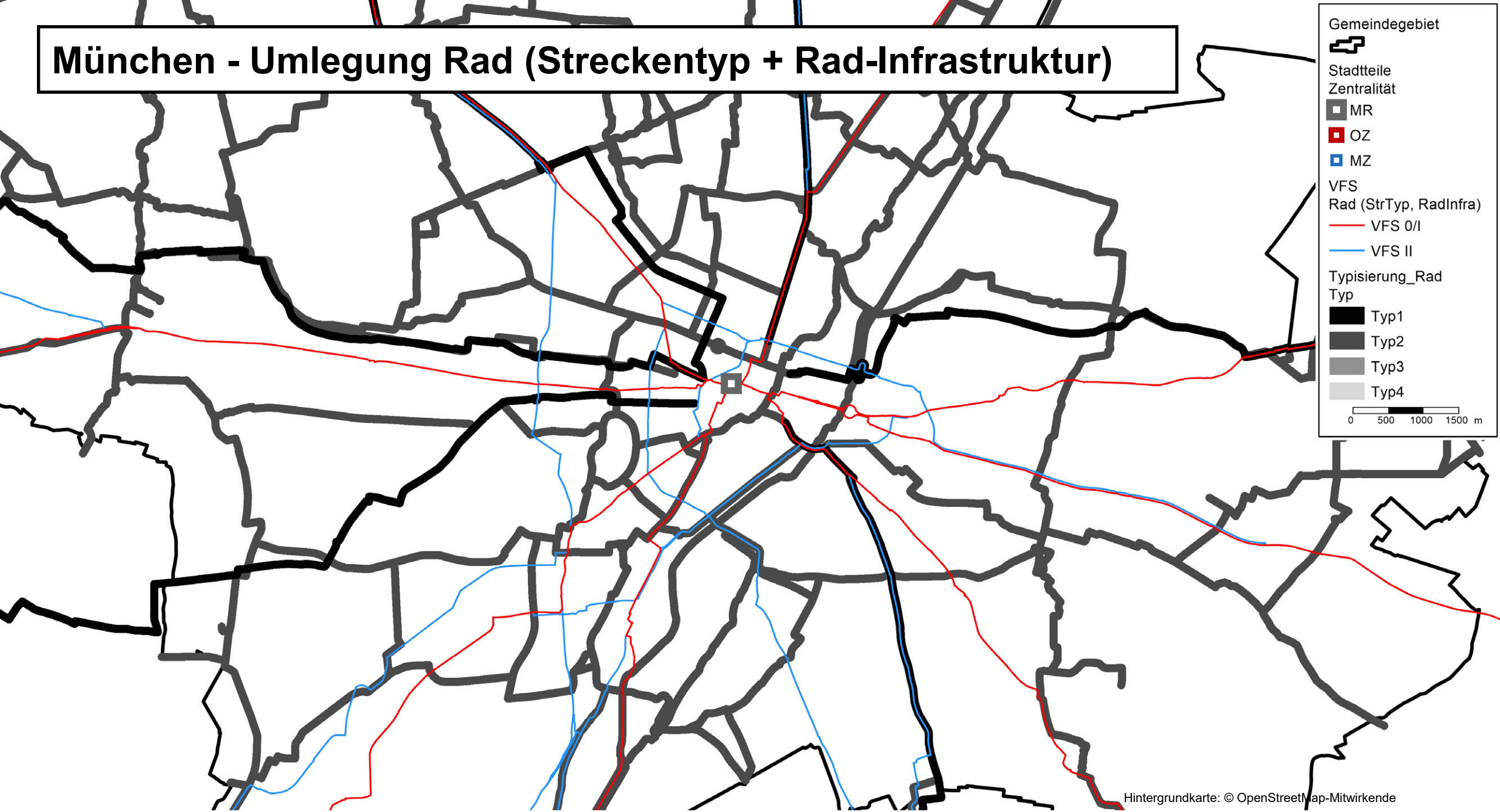
→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

München - Typisierung Rad



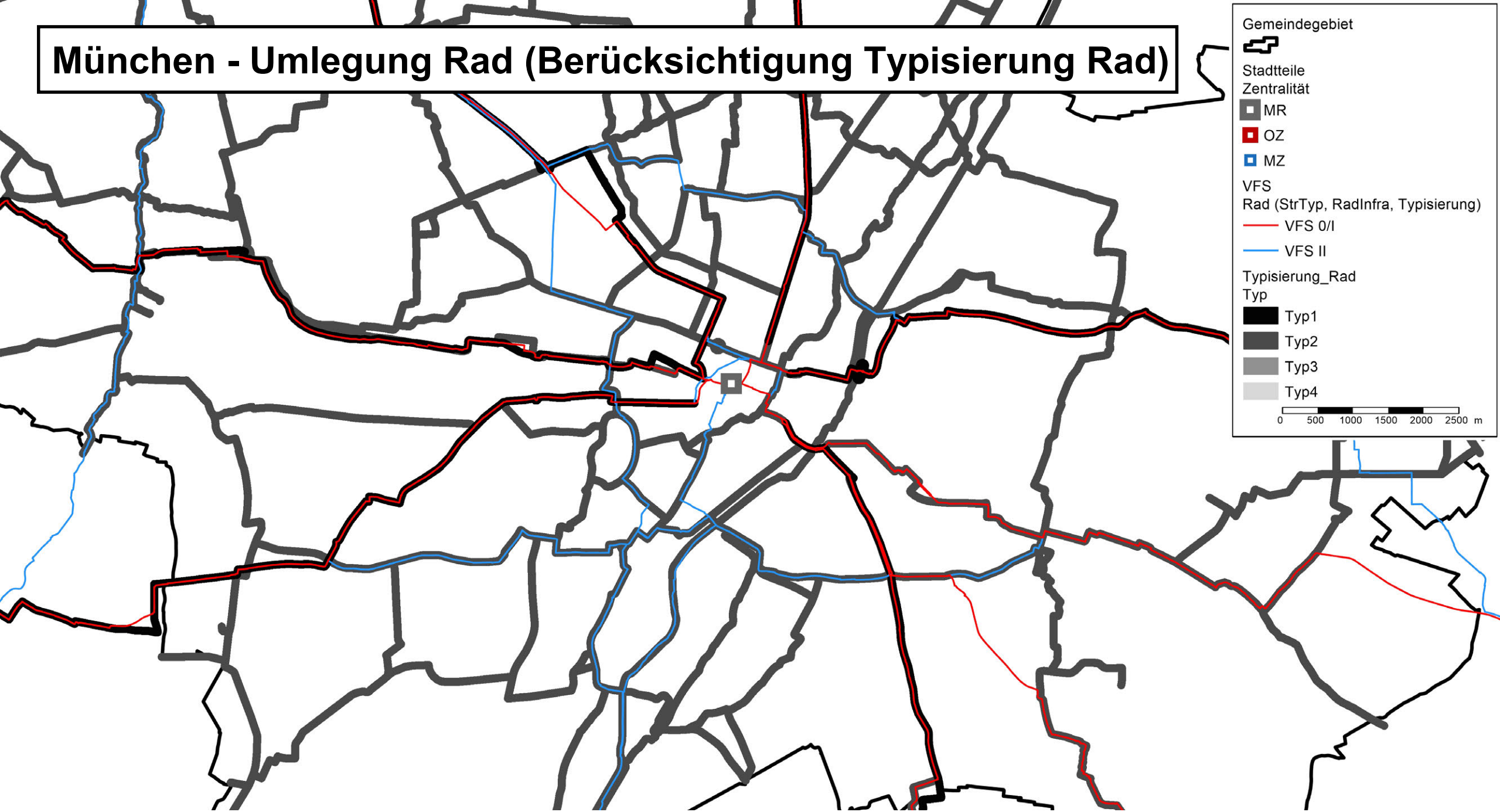
Typ	Beschreibung
Typ1	Radschnellverbindungen
Typ2	Radlnetz

München - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)

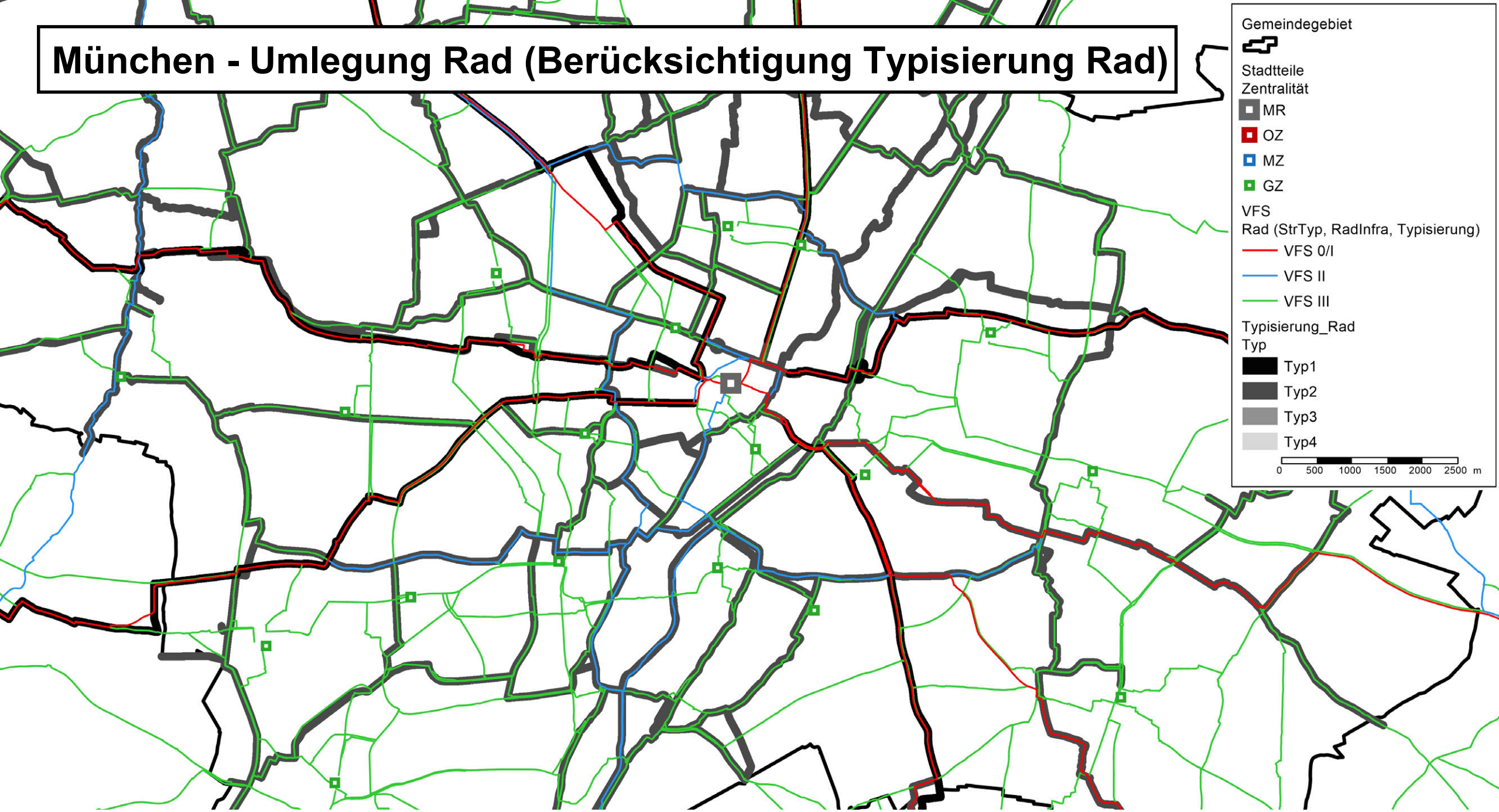


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

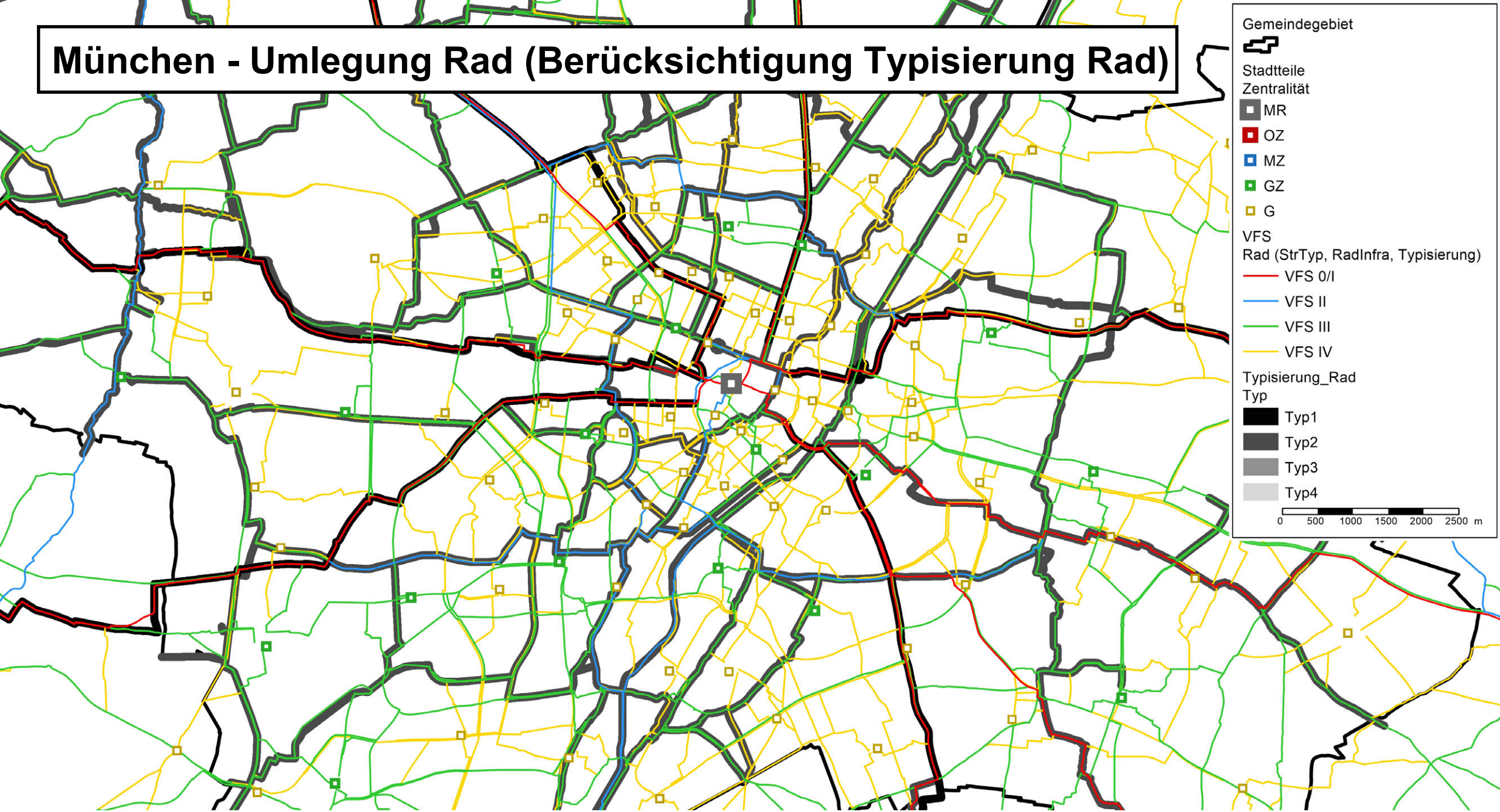
München - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



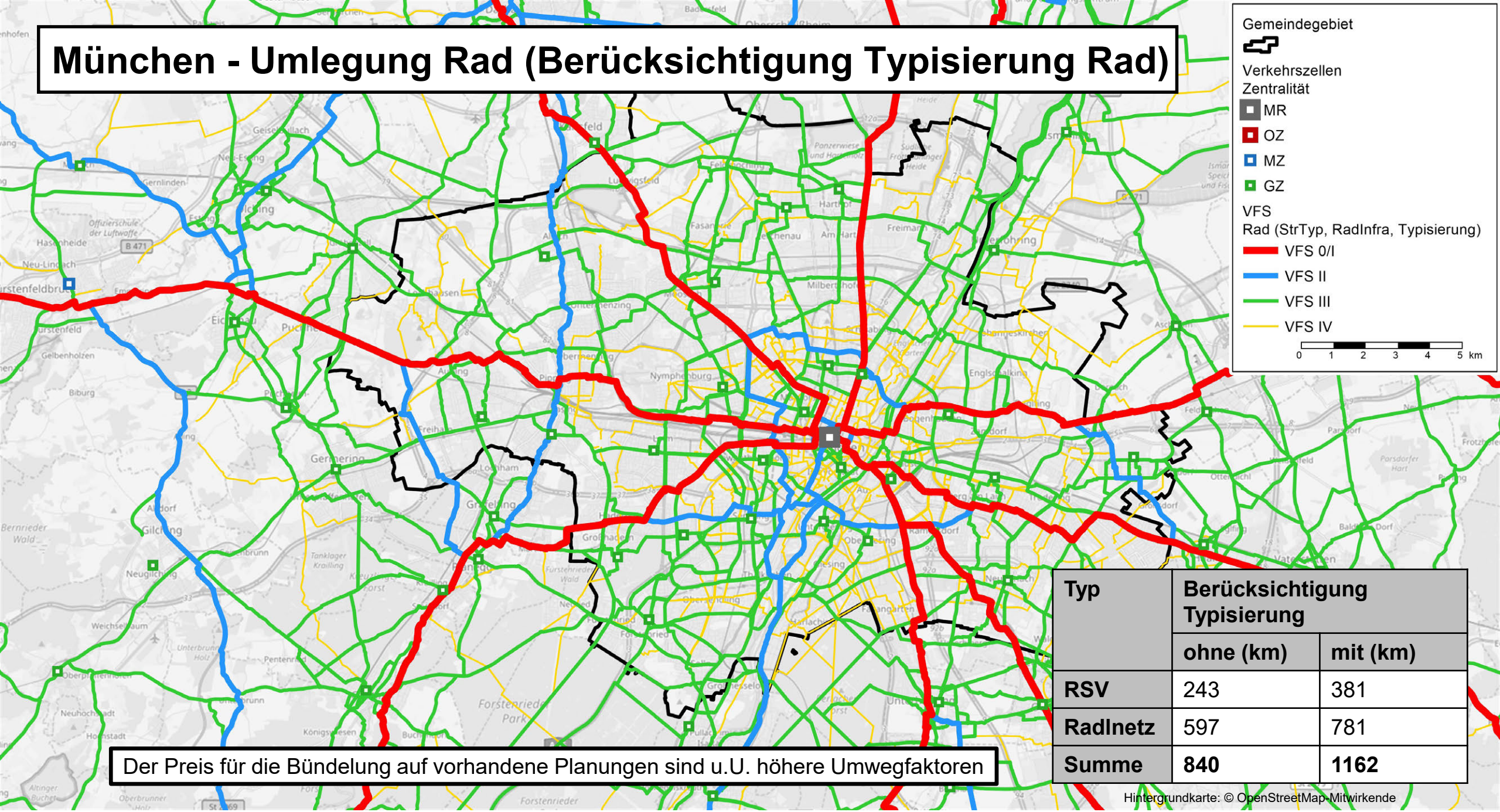
München - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



München - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



München - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	ohne (km)	mit (km)
RSV	243	381
Radlnetz	597	781
Summe	**840**	**1162**

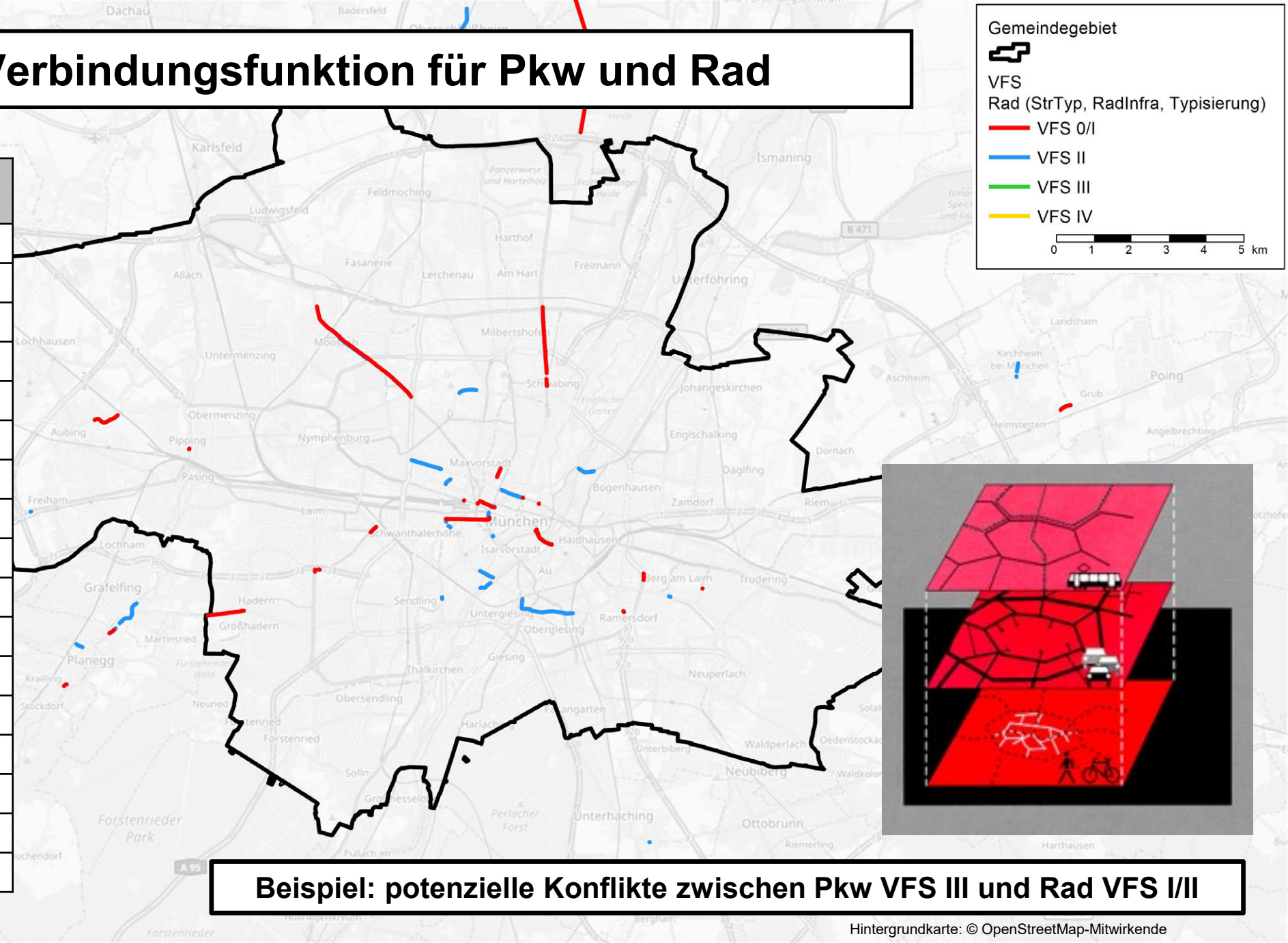
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	0
	II	0
	III	6
	IV	0
II	I	1
	II	6
	III	2
	IV	0
III	I	24
	II	20
	III	200
	IV	39
IV	I	18
	II	7
	III	64
	IV	54

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet



Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

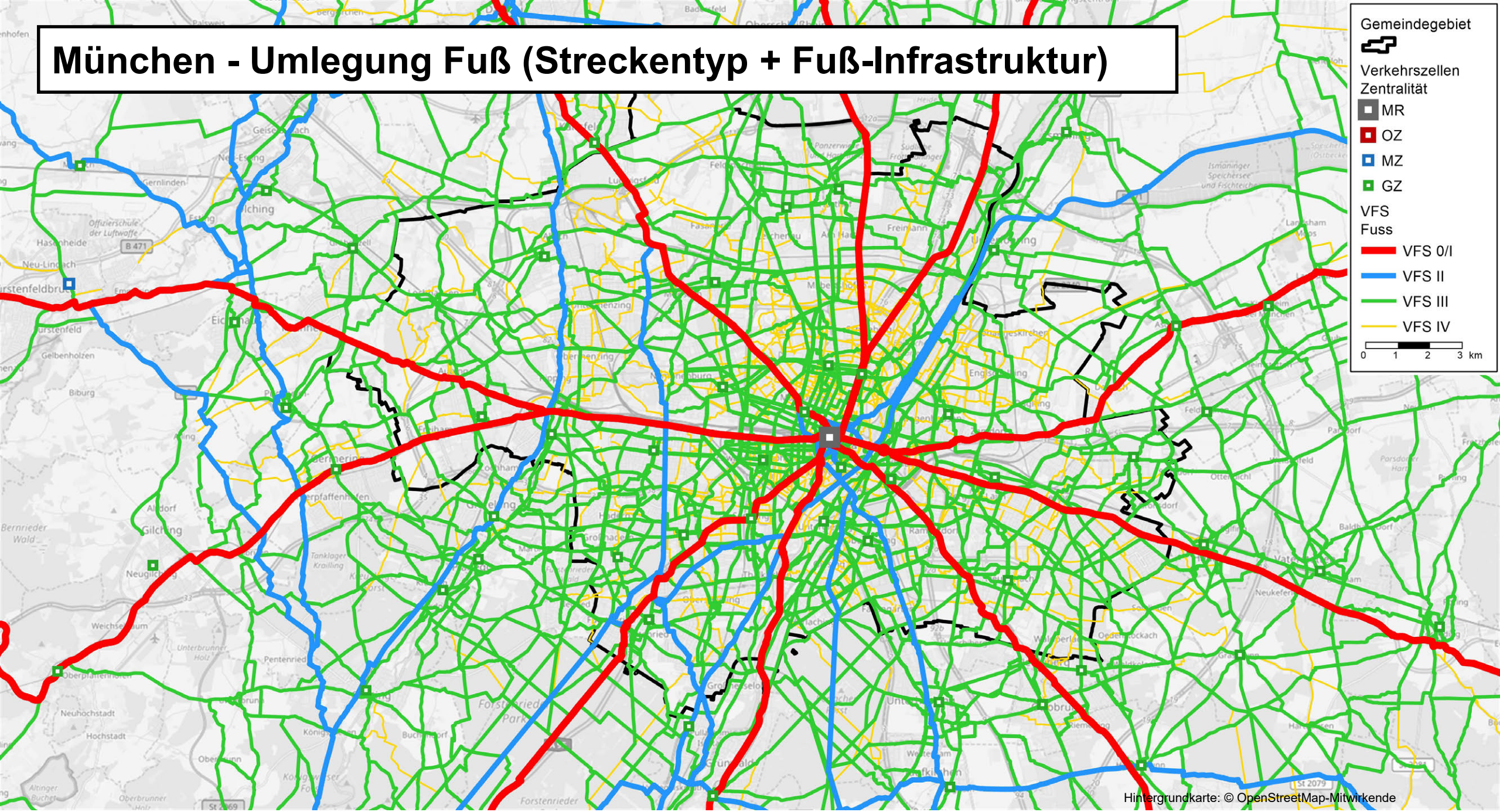
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

München - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	**0,9**	**13,8**	**16.600**
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	**11,1**	**73,3**	**3.900**
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Mettmann	1	8	43	2,3	18,8	4.800

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Fragen

- Methode verstanden?
- Methode zielführend (rein prinzipiell)?
- Wie legt man gute Quellen und Ziele fest?
- Sind Stadtteile eine gute räumliche Einheit?
- Welche Bestandteile von Verkehrswegenetzen wird man über eine solche Methode nicht erklären können?

Protokoll (1/2)

Zentralitäten

- **Verwendung von Stadtbezirken und Stadtteilen** an sich sinnvoll, aber gewissermaßen „willkürliche“ Grenzen und Größen
  - Beobachtung, dass es im Norden Münchens größere und dafür weniger Stadtteile gibt als im Süden (Folie 21) und dies evtl. ungewollte Auswirkungen auf das entstehende Netz hat (Folie 36)
- **Lage der Zentroide** der Stadtteile (geometrisch/Schwerpunkt der Fläche) ist selbst bei spezifisch gewählten Anbindungen für den Pkw suboptimal (Folie 18)
  - Beispiel Arabellapark: Lage des Schwerpunkts eigentlich nördlicher, so dass Anbindung an Englschalkinger Straße, statt der Denninger Straße, gehen sollte. Erstere wäre dann auch im Ergebnis der Pkw-Umlegung (z.B. auf Folie 35) als VFS III erwartet.
- **BBSR Mittelbereiche** weichen von der zentralörtlichen Struktur des Landesentwicklungsplans ab (Germering GZ/MZ). Eventuell nachteiliger Mittelbereich für innergemeindliche Betrachtung Münchens (München + Ring um München)

Protokoll (2/2)

- **Kategorisierung Pkw** „gut getroffen“, Mehrwert der Rechtfertigung von planerischen Maßnahmen (Änderung der Widmung, Auf-/Abstufen der Bedeutung) vor allem bei Überlagerung mit vorhandener Typisierung (Folie 42)
- **Kategorisierung Rad** „gut getroffen“, Berücksichtigung der Typisierung ist sinnvoll
- **Kategorisierung Fuß** ist mit dieser Methode wenig sinnvoll (alltagsrelevante Entfernungen)
- **Überlagerung Kategorisierung Pkw und Rad**
  - Prinzipiell sinnvoll
  - Zeigt auch beispielhaft real exisitierende Konflikte auf (Dachauer Str.)

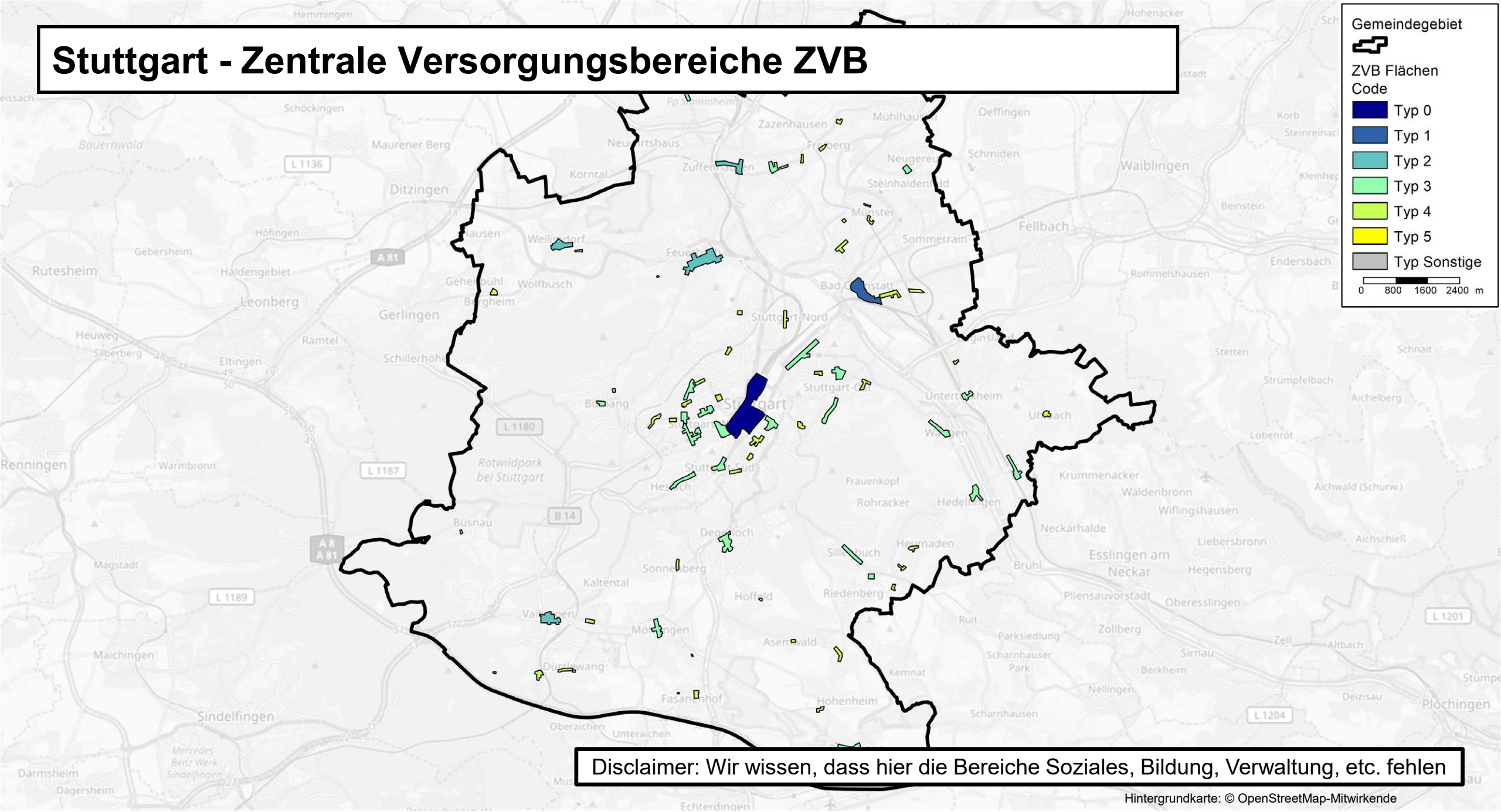
- Hinweis zu „gelb eingefärbten Bereichen“ (Einkaufsflächen) in Google Maps als alternative Quelle für innergemeindliche Zentralitäten

Stuttgart
(02.03.2023)

Disclaimer: Mit Stuttgart wurde der Pretest des Zweitgesprächs durchgeführt.
Diese Präsentation wurde um einige Inhalte ergänzt, die erst nach dem Pretest ergänzt wurden.

Kommunale Daten: © Landeshauptstadt Stuttgart

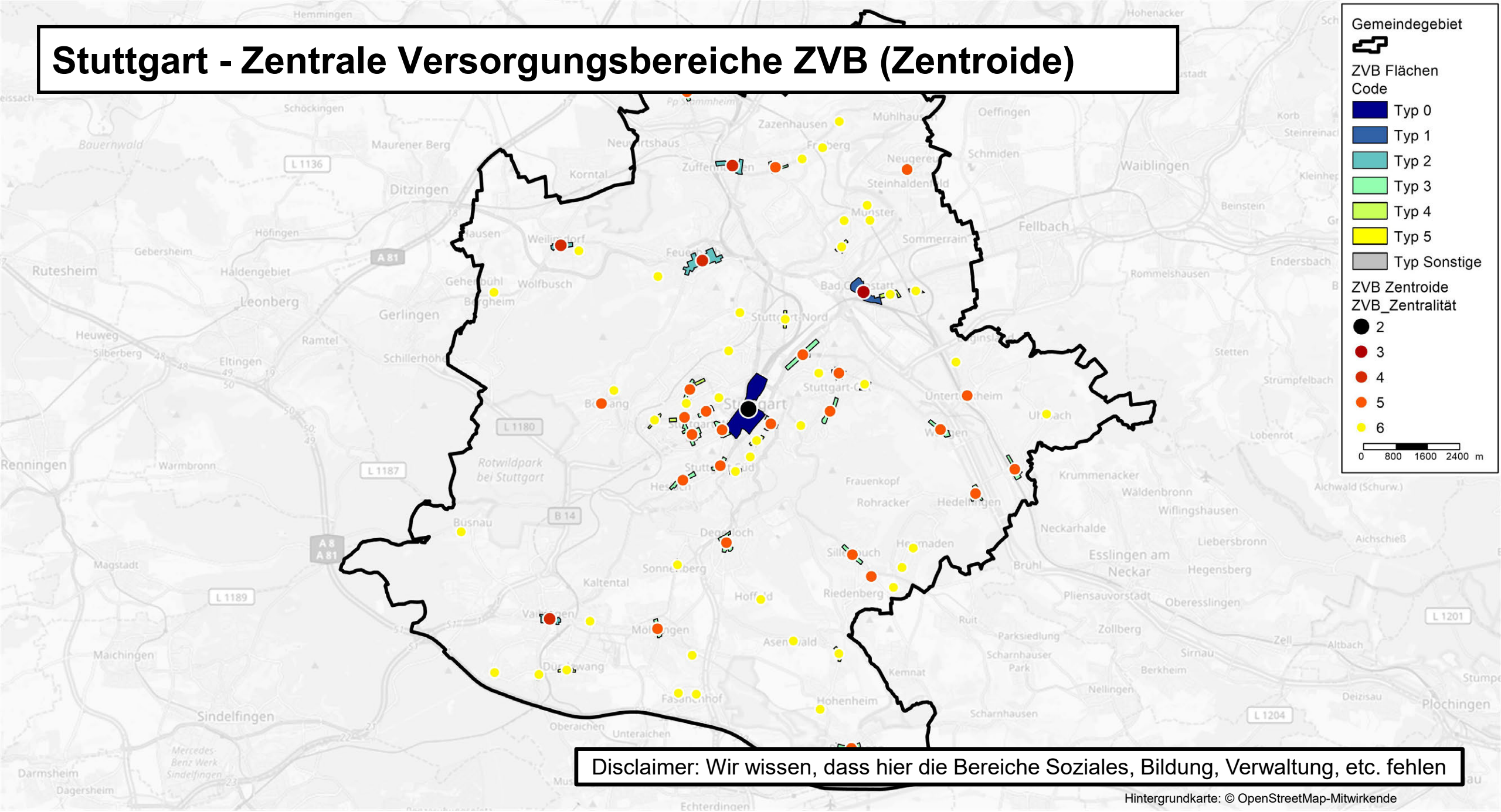
Stuttgart - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB



Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

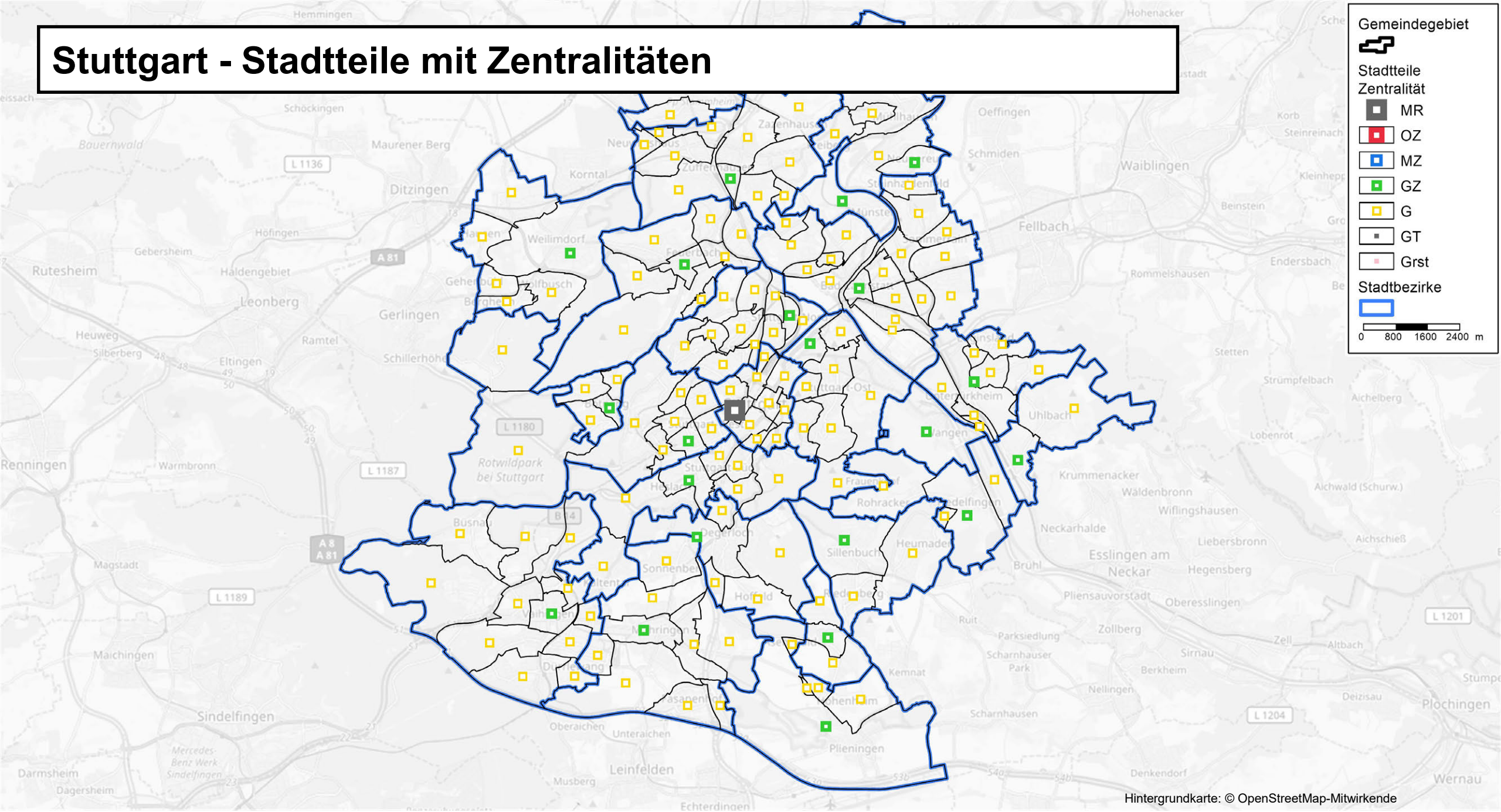
Stuttgart - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

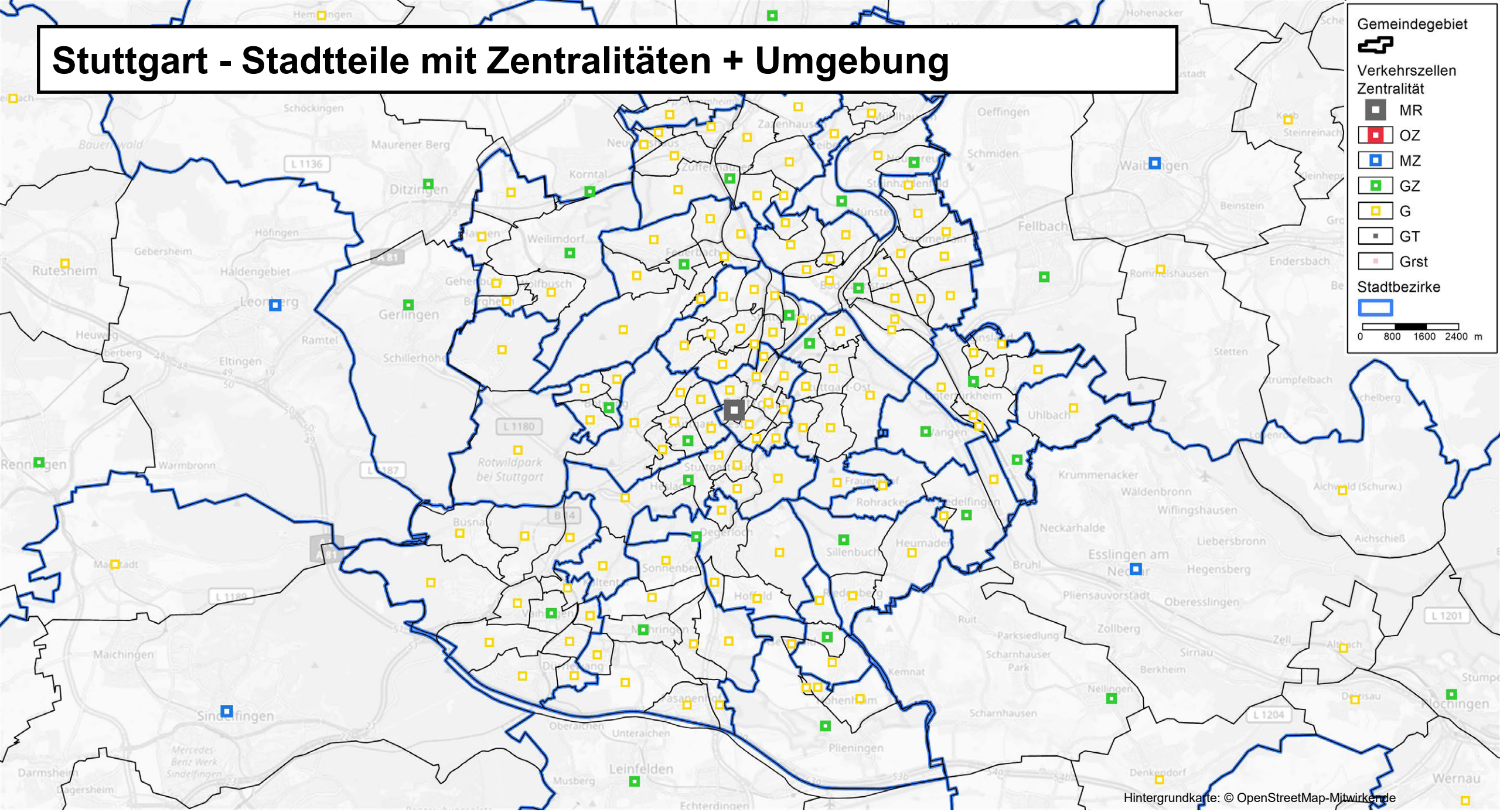
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Stuttgart - Stadtteile mit Zentralitäten



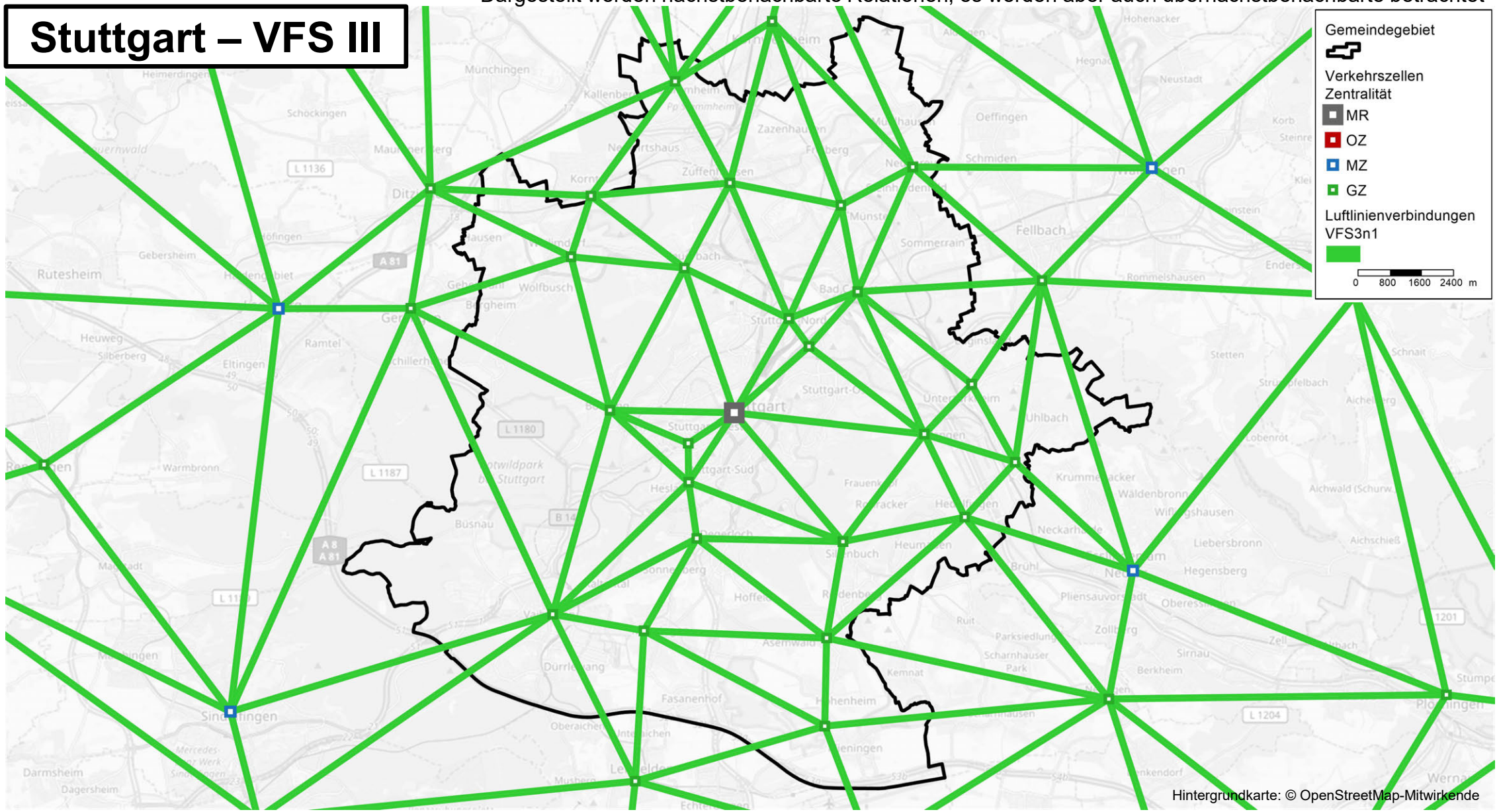
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Stuttgart - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

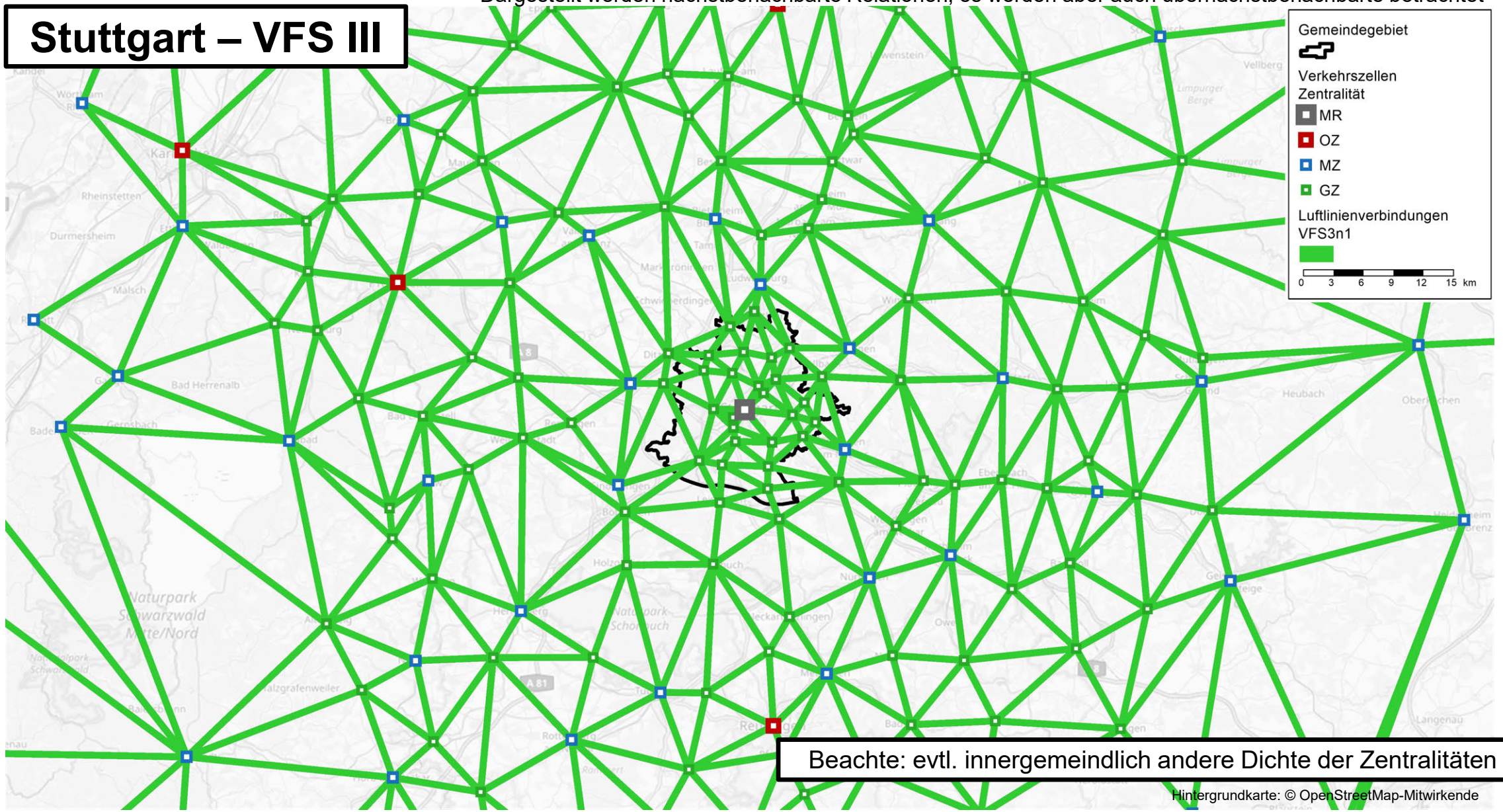
Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Stuttgart – VFS III



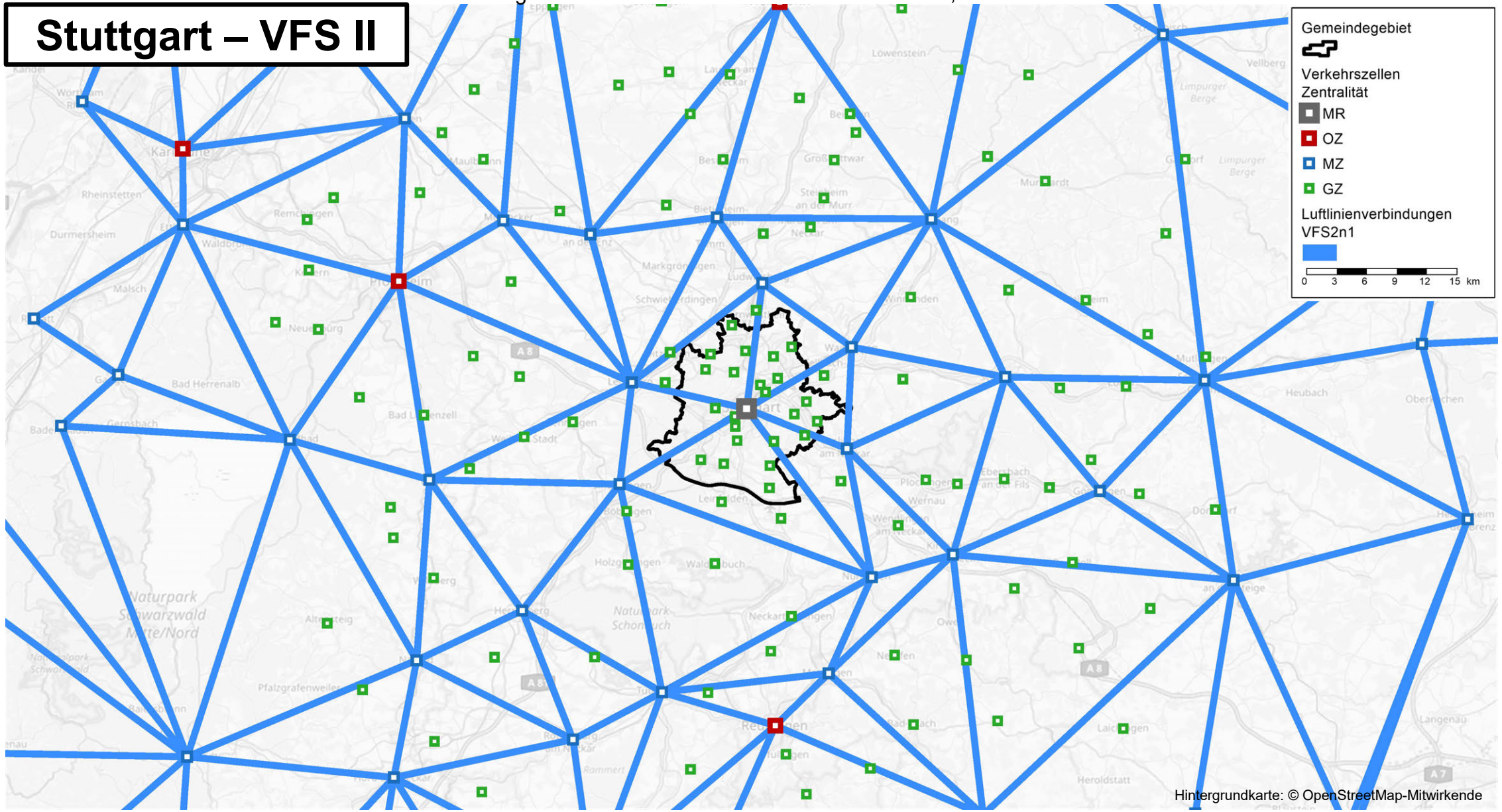
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Stuttgart – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

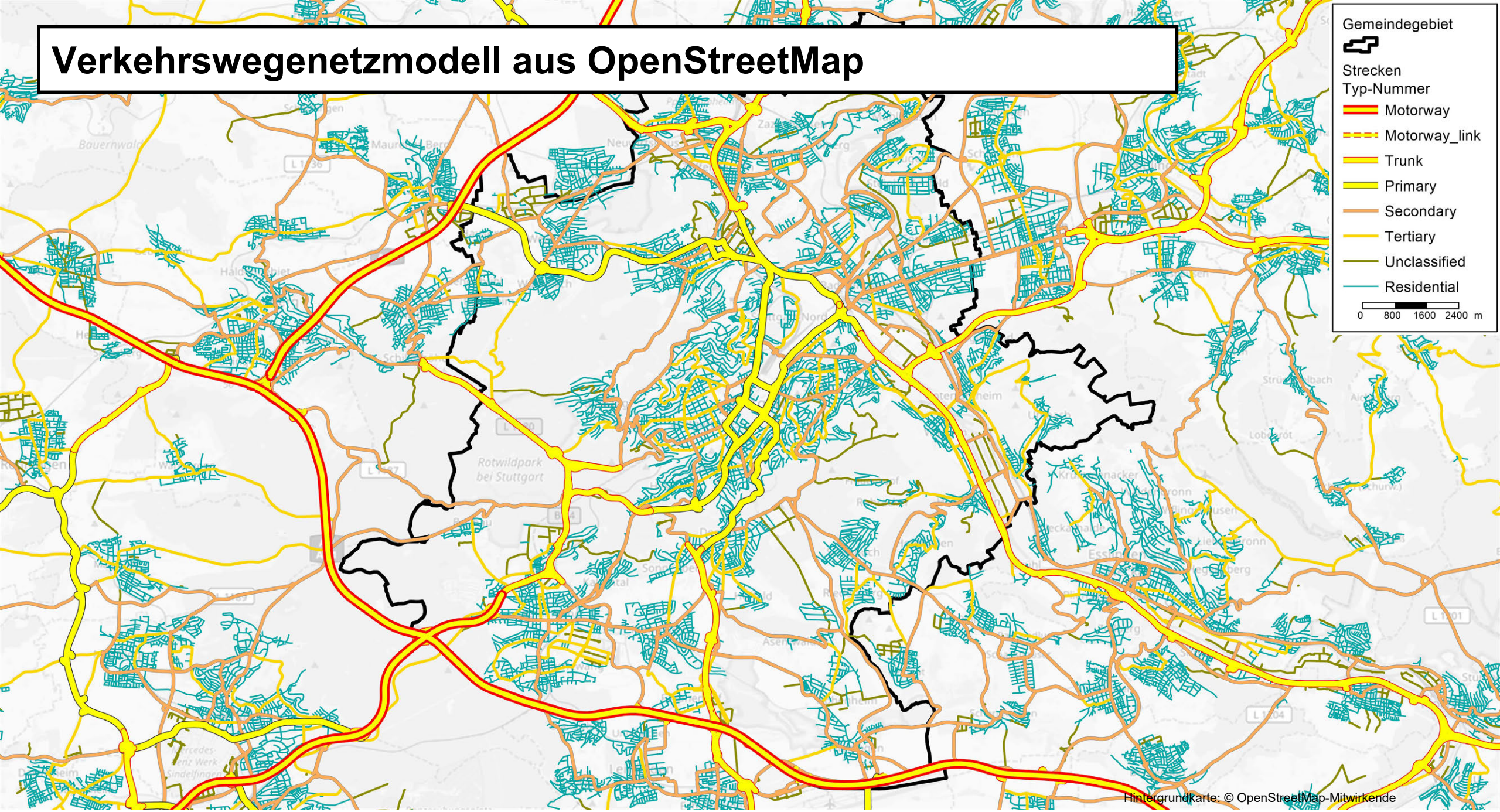
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

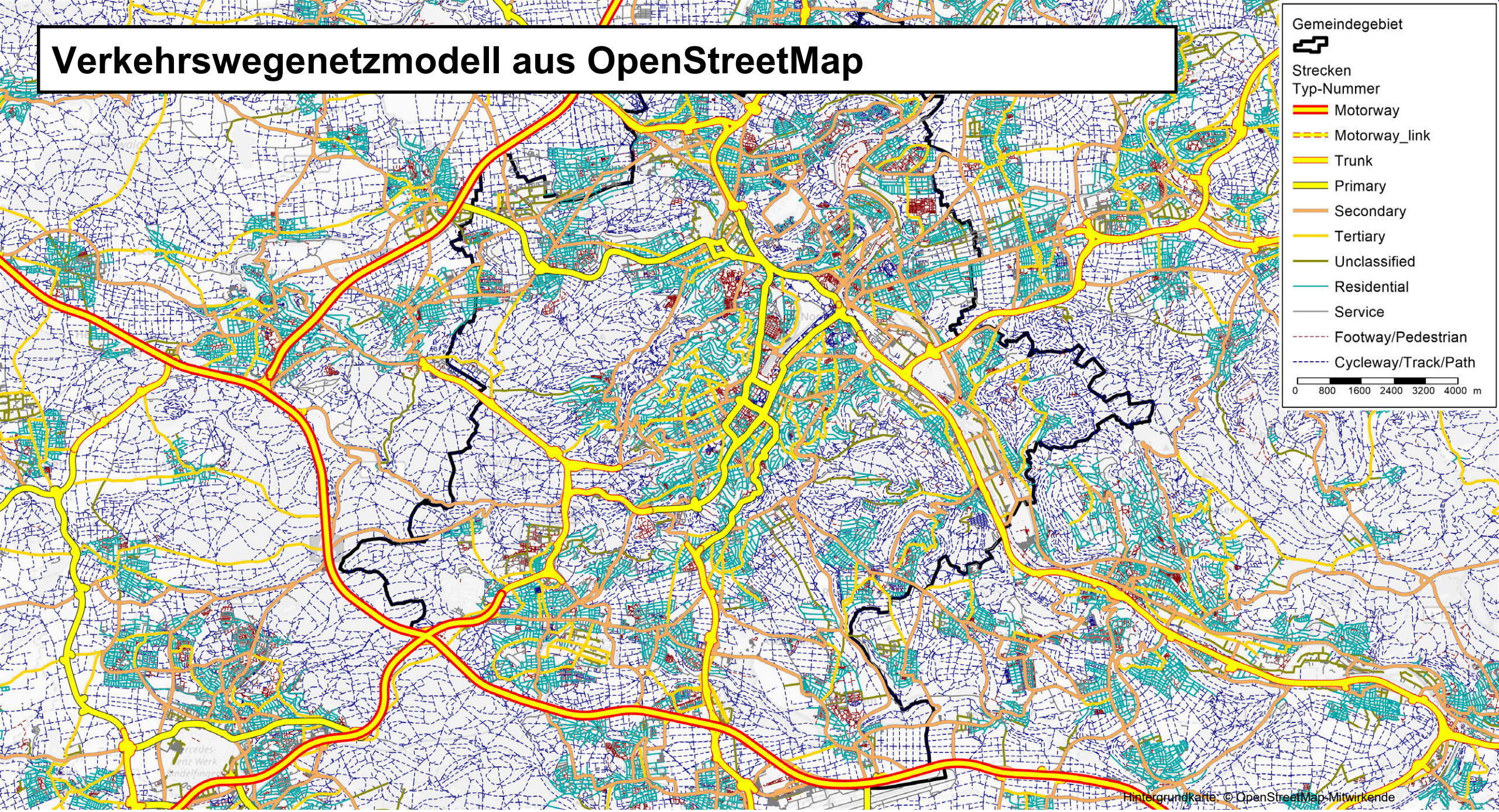
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

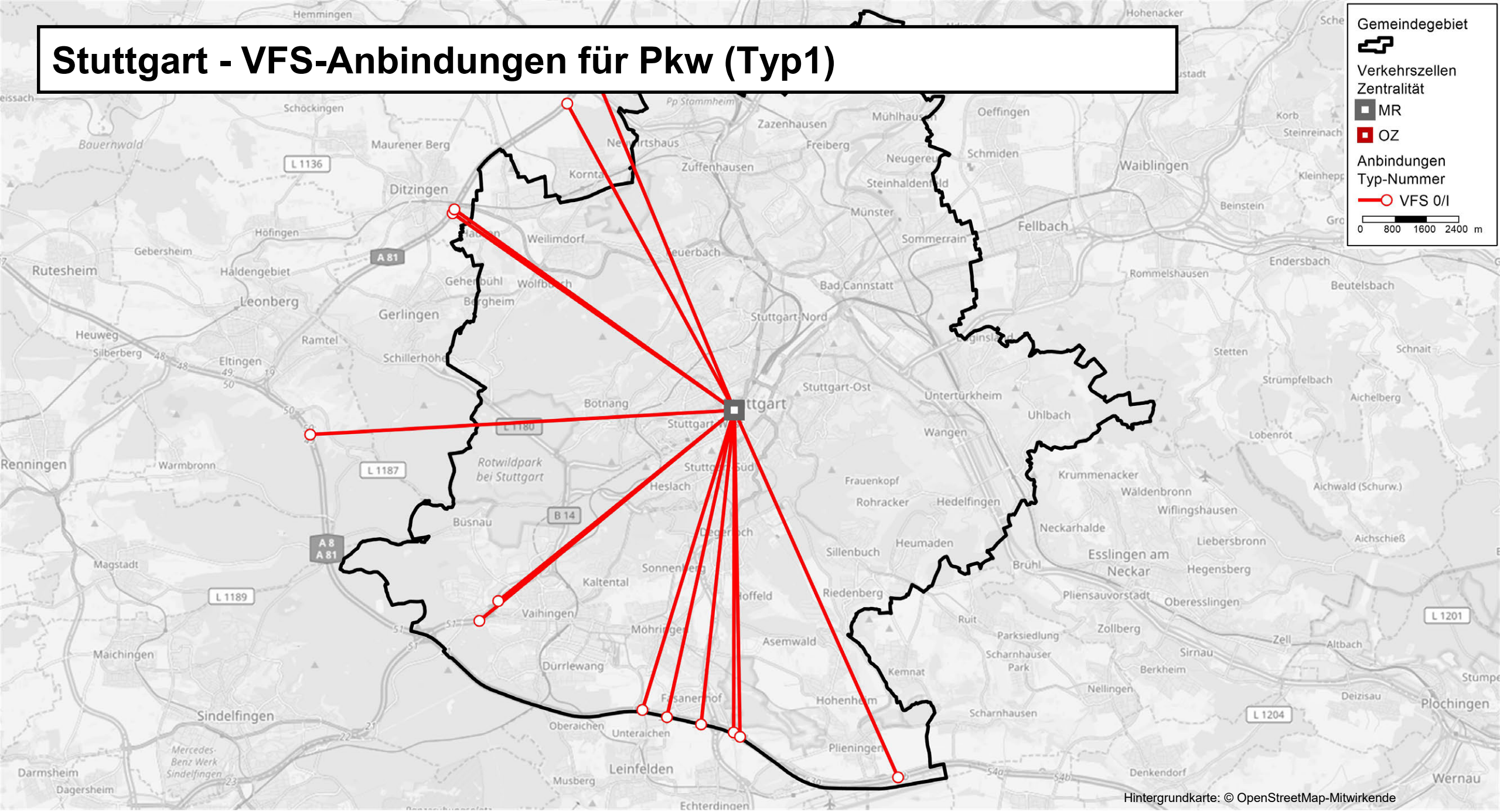
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

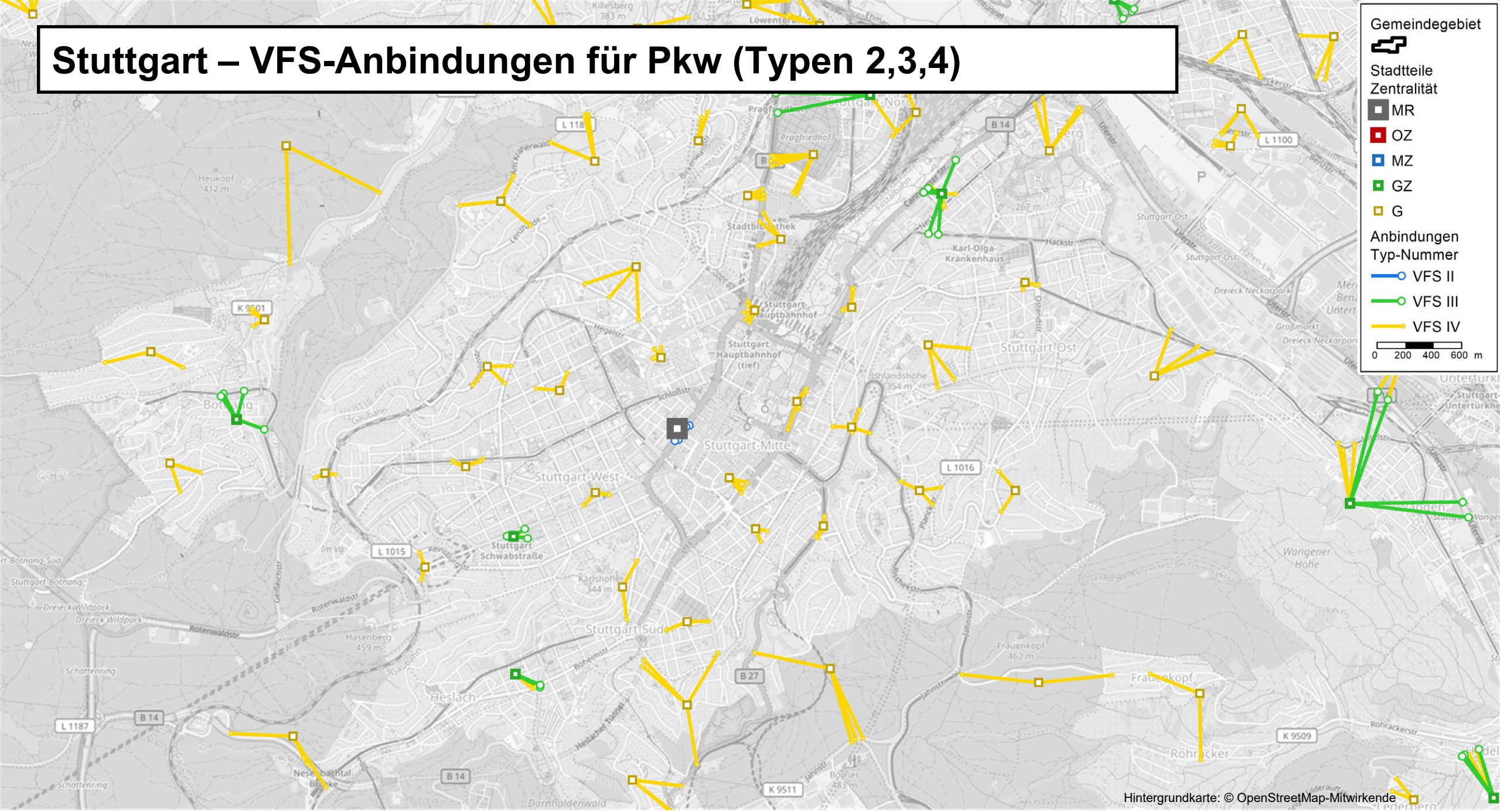
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Stuttgart - VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Stuttgart – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

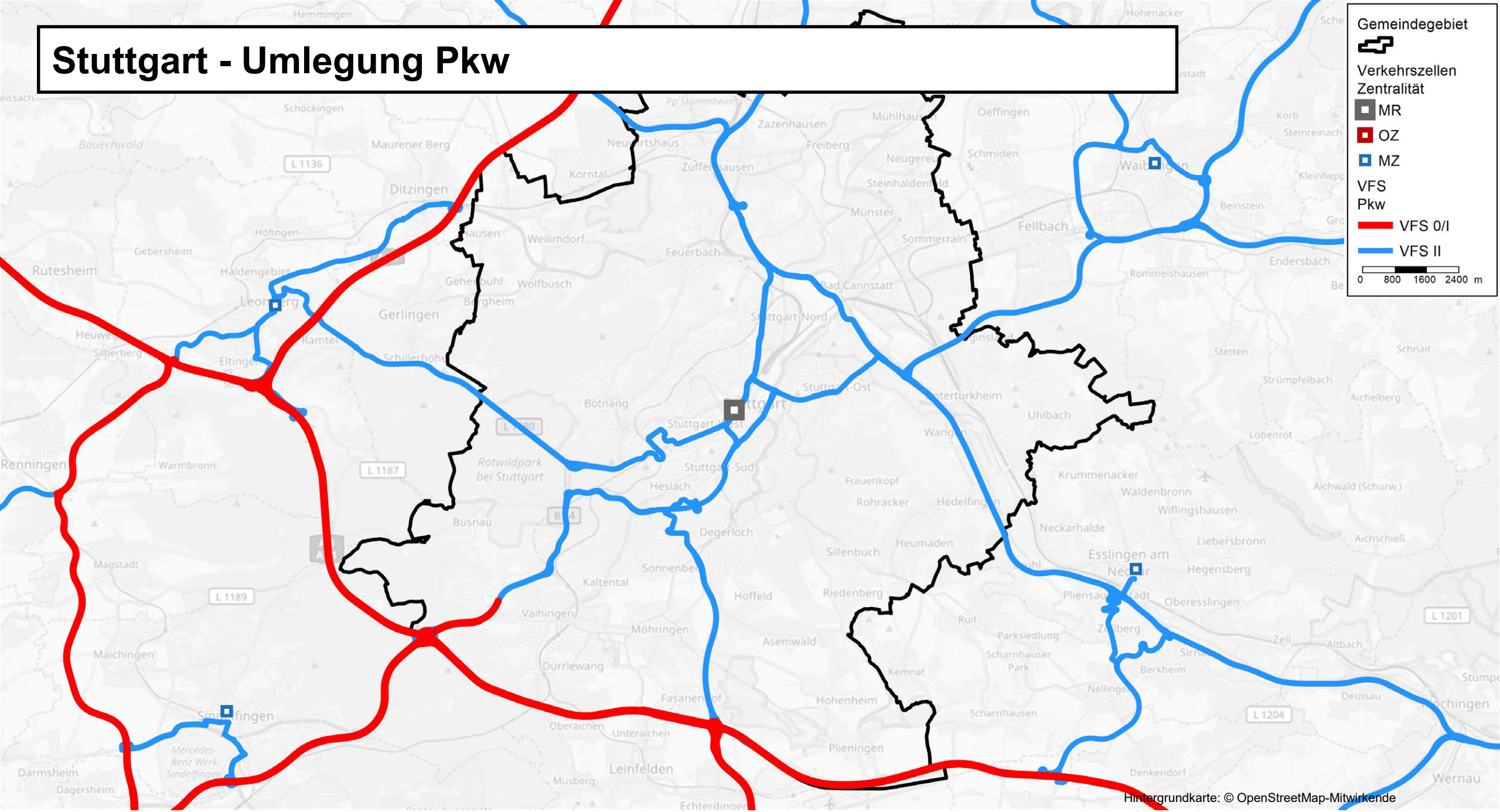
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

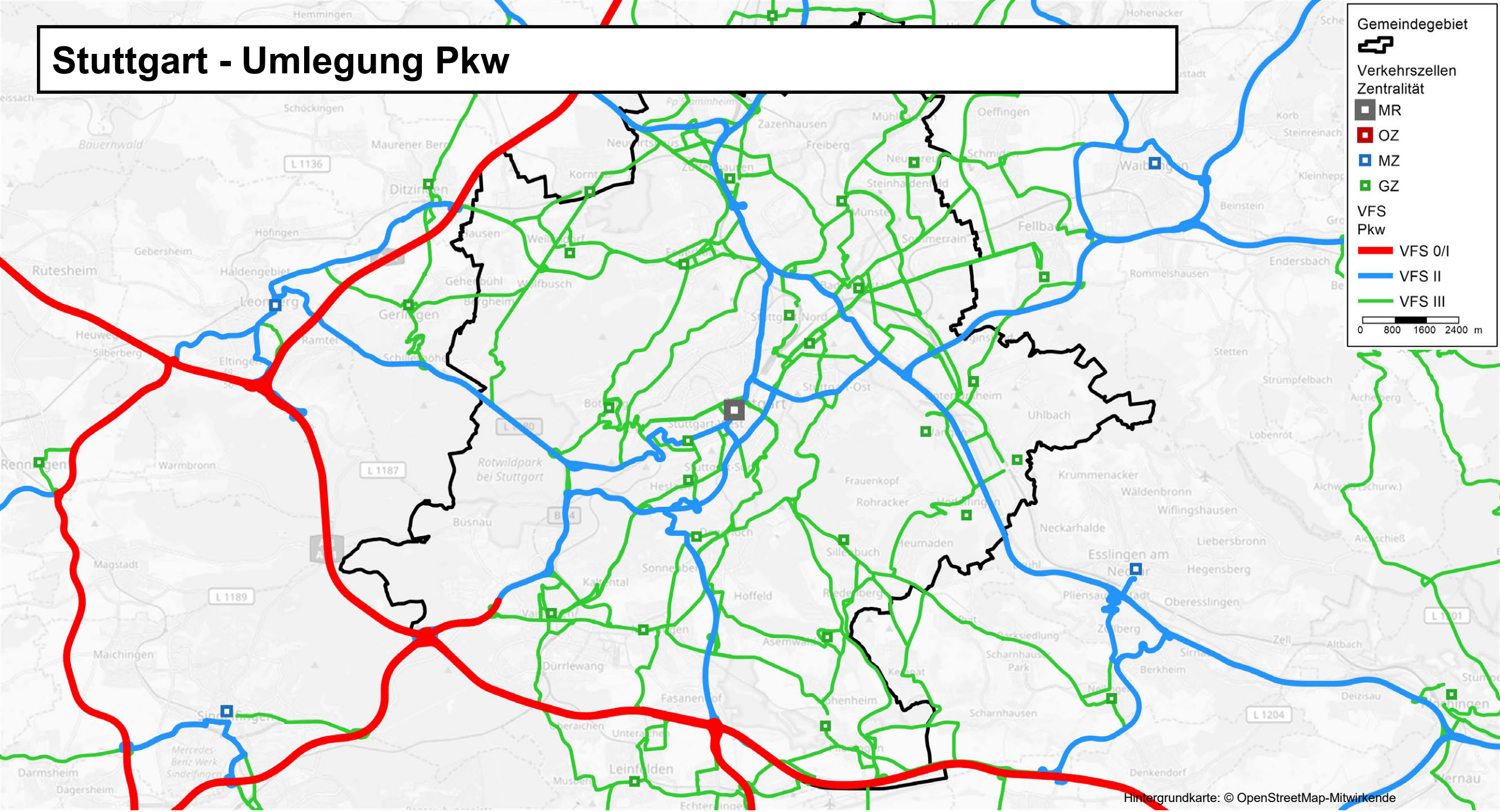
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

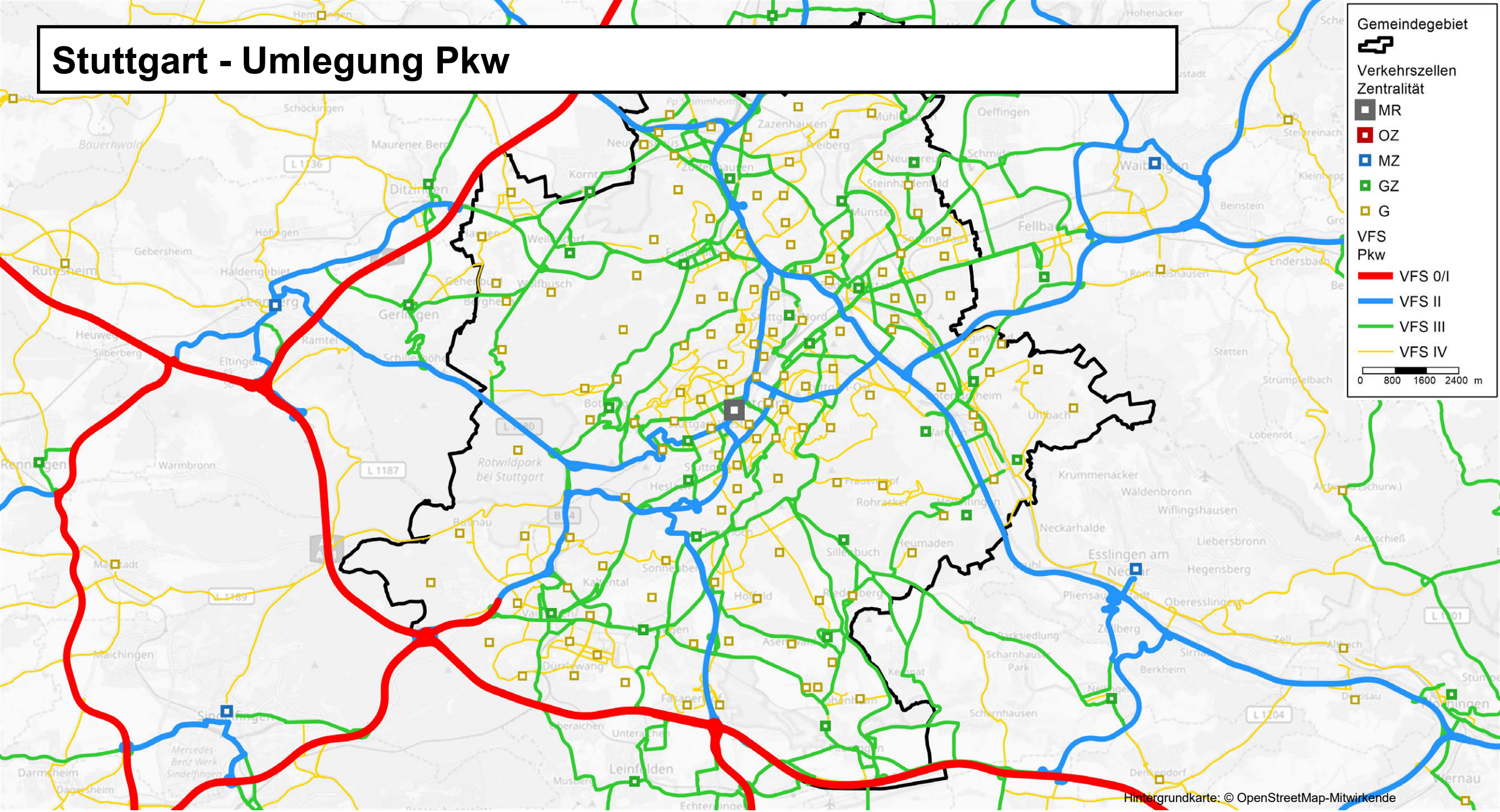
Stuttgart - Umlegung Pkw



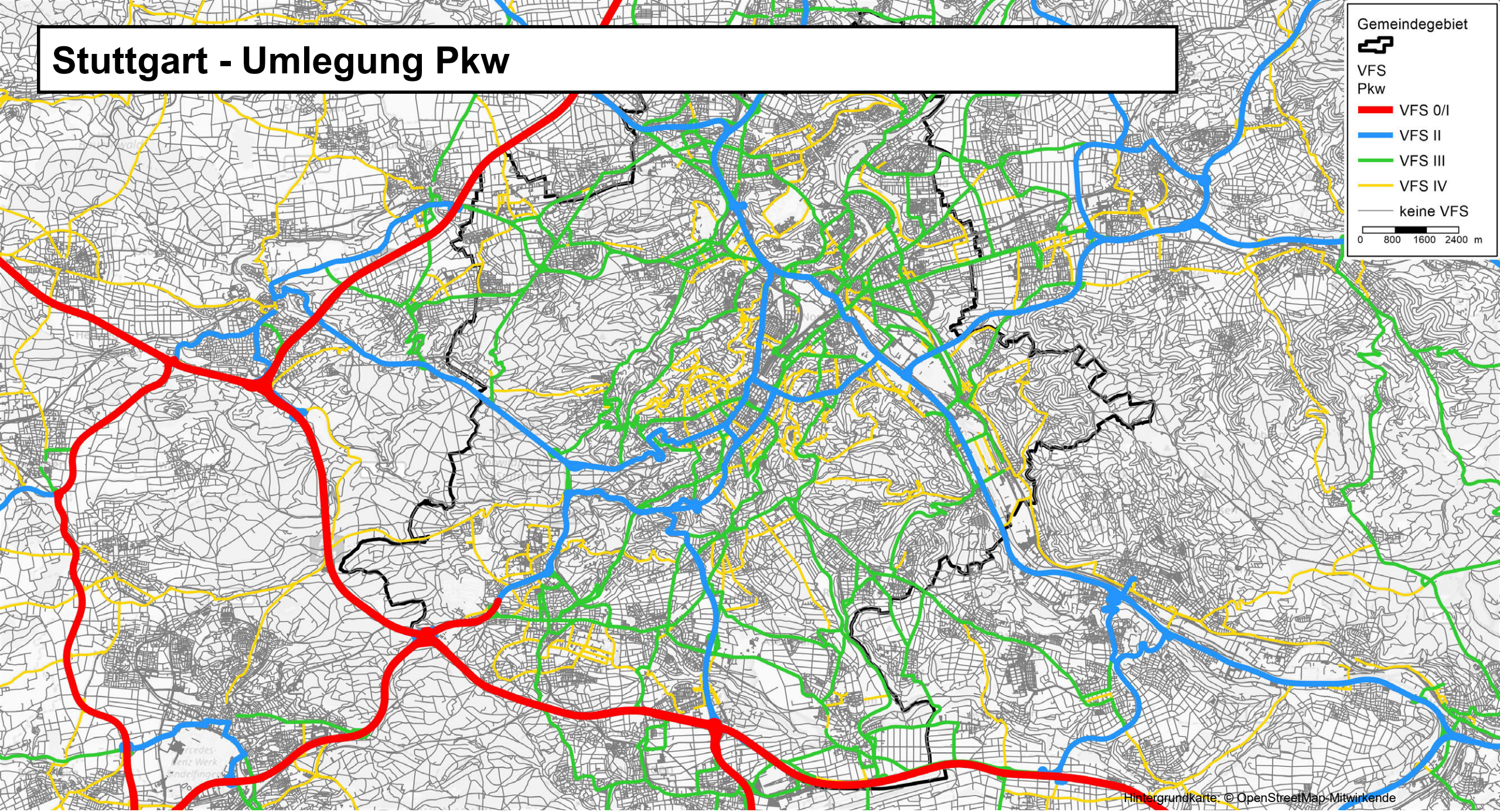
Stuttgart - Umlegung Pkw



Stuttgart - Umlegung Pkw



Stuttgart - Umlegung Pkw



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

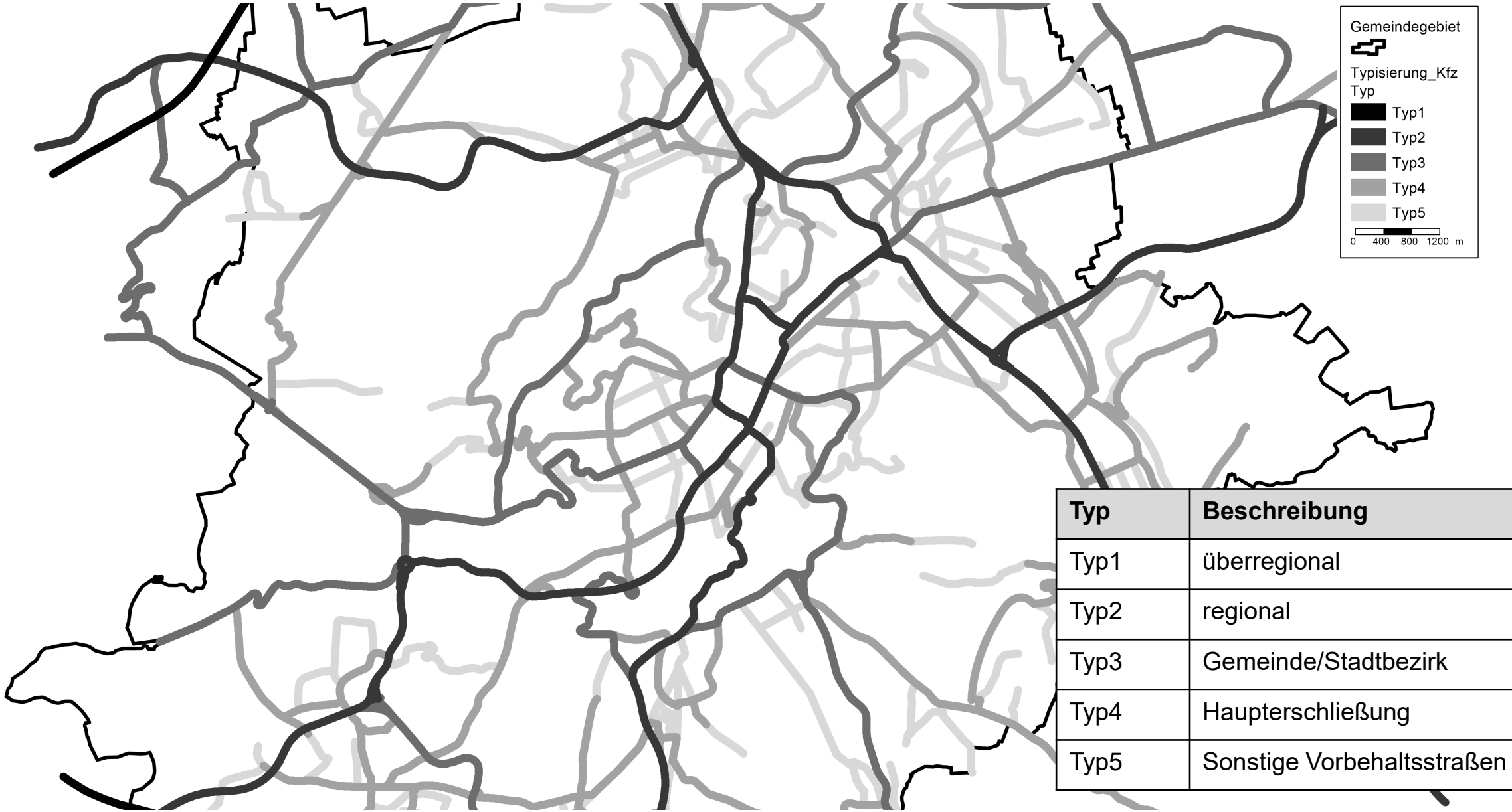
OpenStreetMap

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

OSM-Name	VFS (Ergebnis Modell)					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	75%	12%	7%	4%	2%	87%
trunk	9%	66%	15%	4%	5%	81%
primary	0%	42%	49%	4%	5%	91%
secondary	0%	9%	48%	26%	17%	74%
tertiary	0%	1%	20%	34%	44%	99%
unclassified	0%	0%	3%	24%	73%	97%
residential	0%	0%	0%	0%	100%	100%

arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	83%

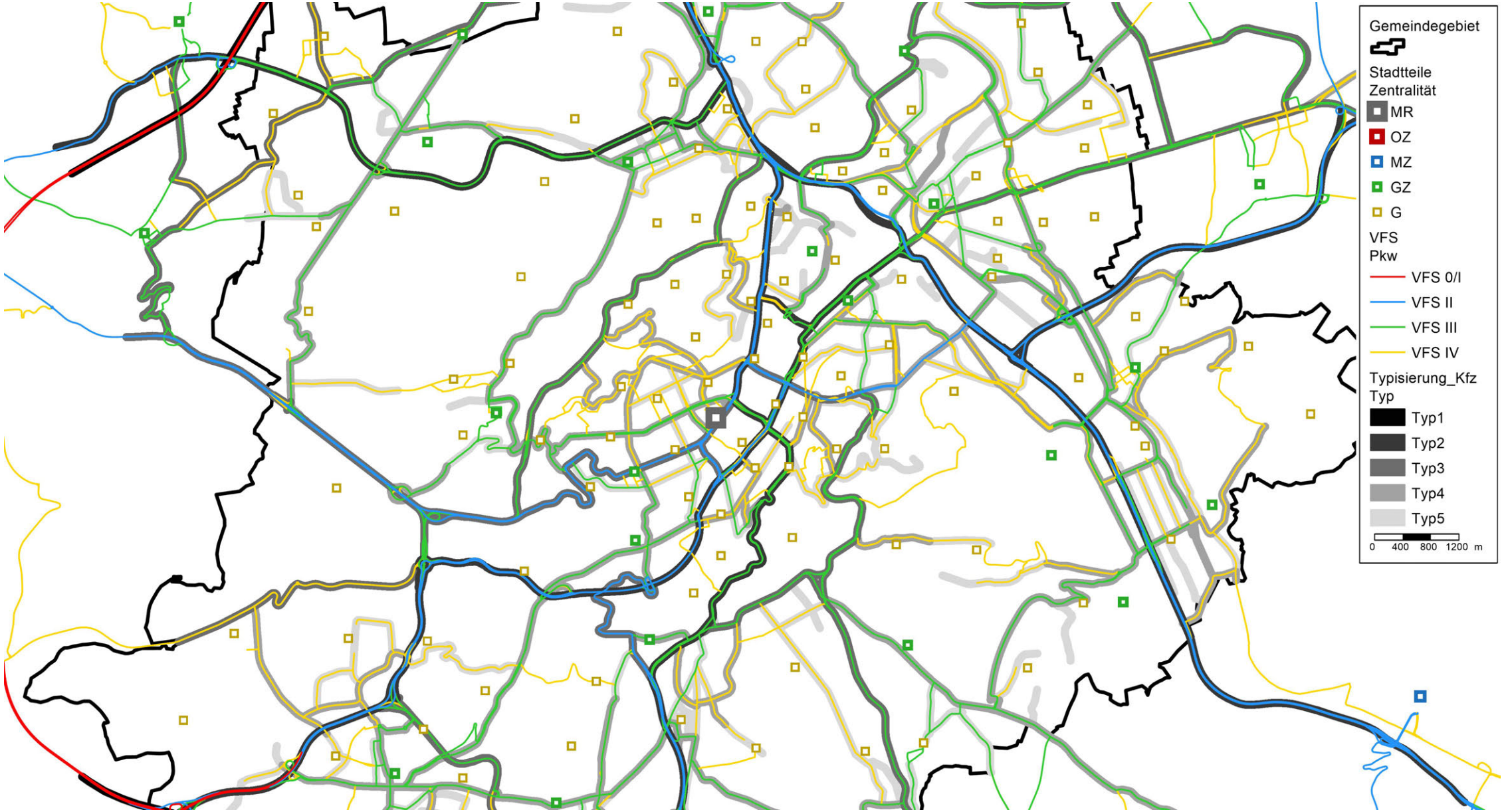
Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Typ	Beschreibung
Typ1	überregional
Typ2	regional
Typ3	Gemeinde/Stadtbezirk
Typ4	Haupterschließung
Typ5	Sonstige Vorbehaltsstraßen

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS (Ergebnis Modell)				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
überregional	79%	8%	12%	1%	
regional	3%	56%	32%	9%	
Gemeinde/Stadtbezirk	0%	20%	57%	23%	
Haupterschließung	0%	1%	62%	37%	
Sonstige Vorbehaltsstraßen	0%	0%	41%	59%	

arithmetisches Mittel	

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

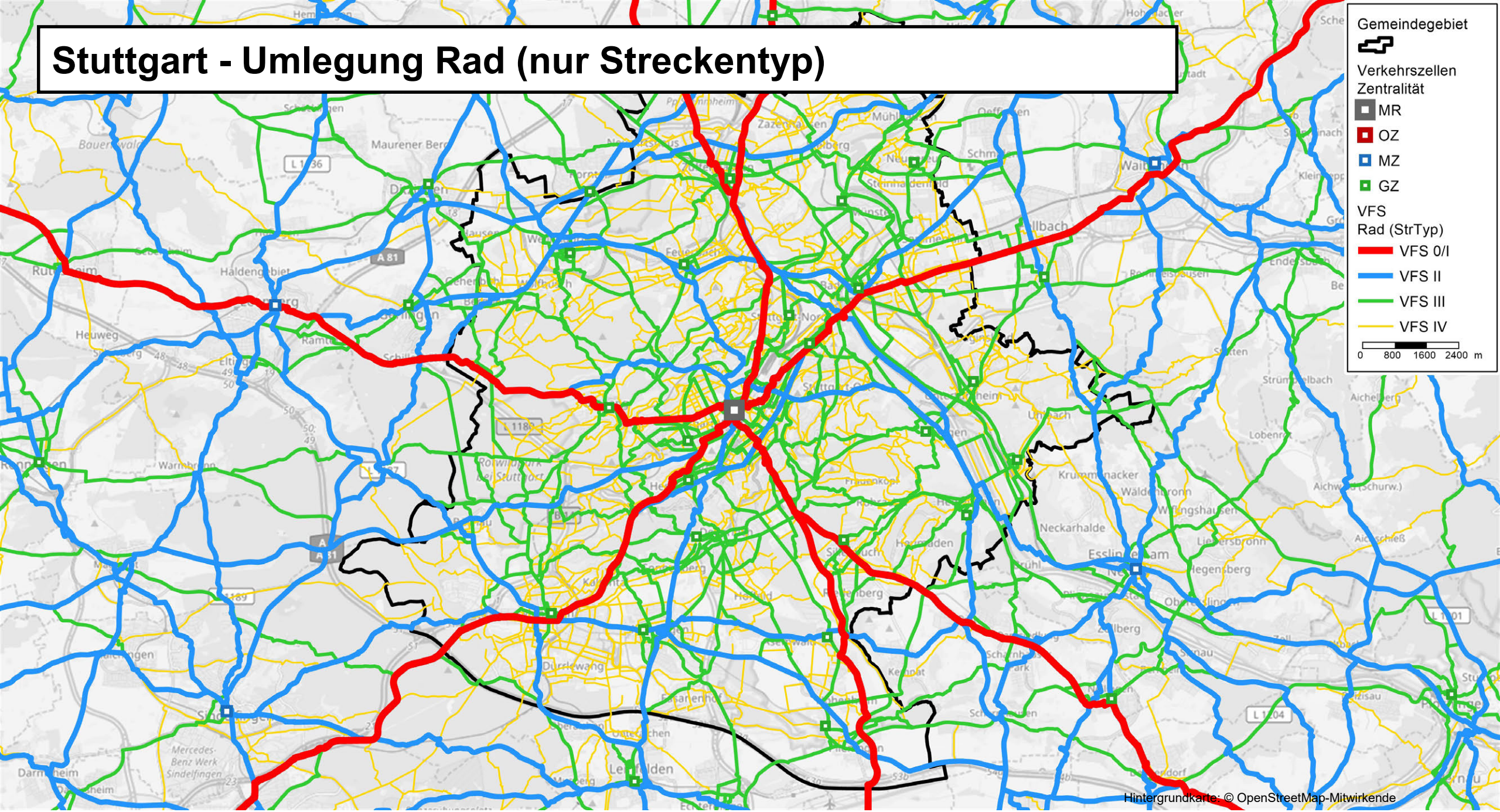
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

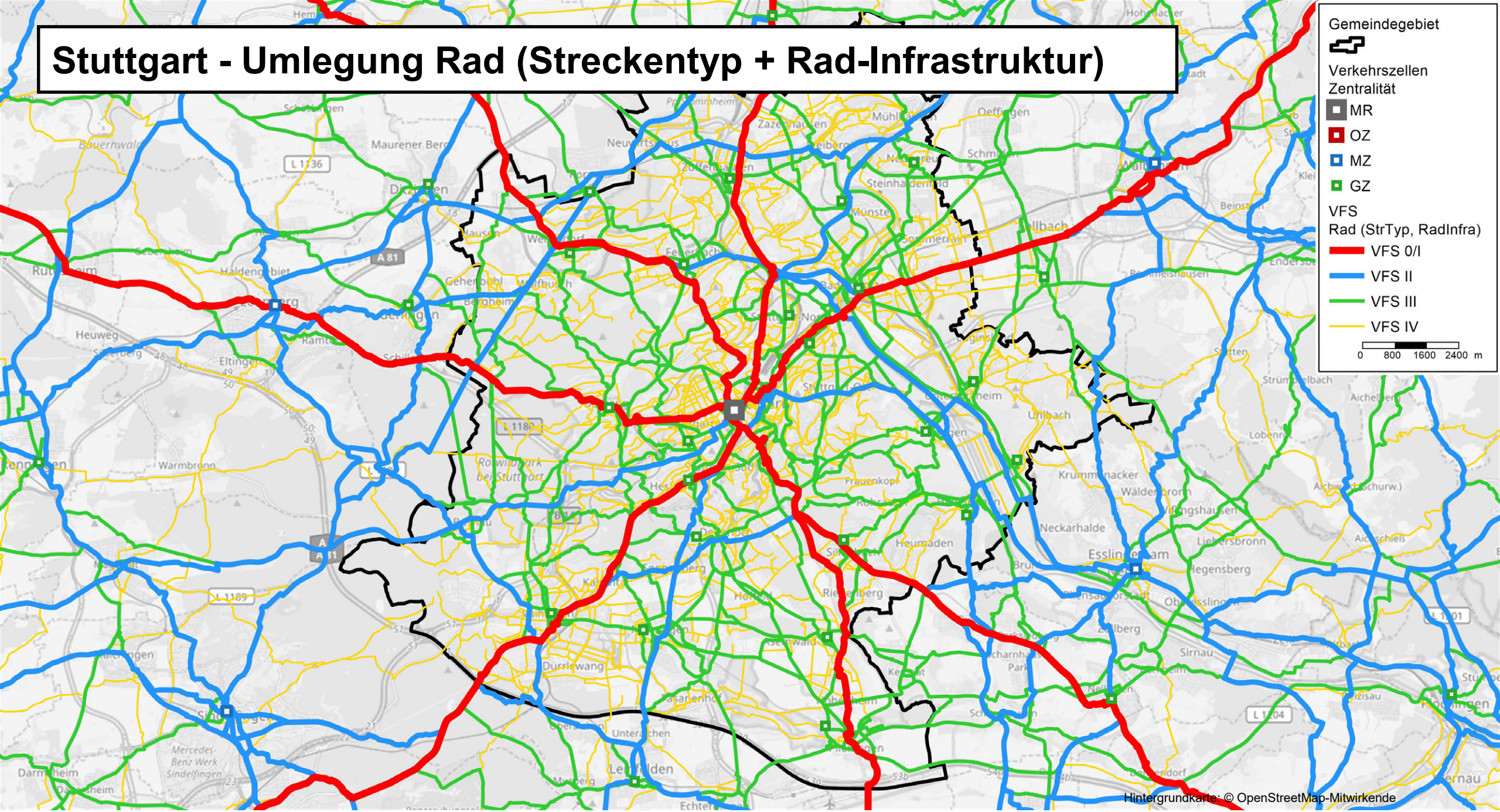
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Stuttgart - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



Stuttgart - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

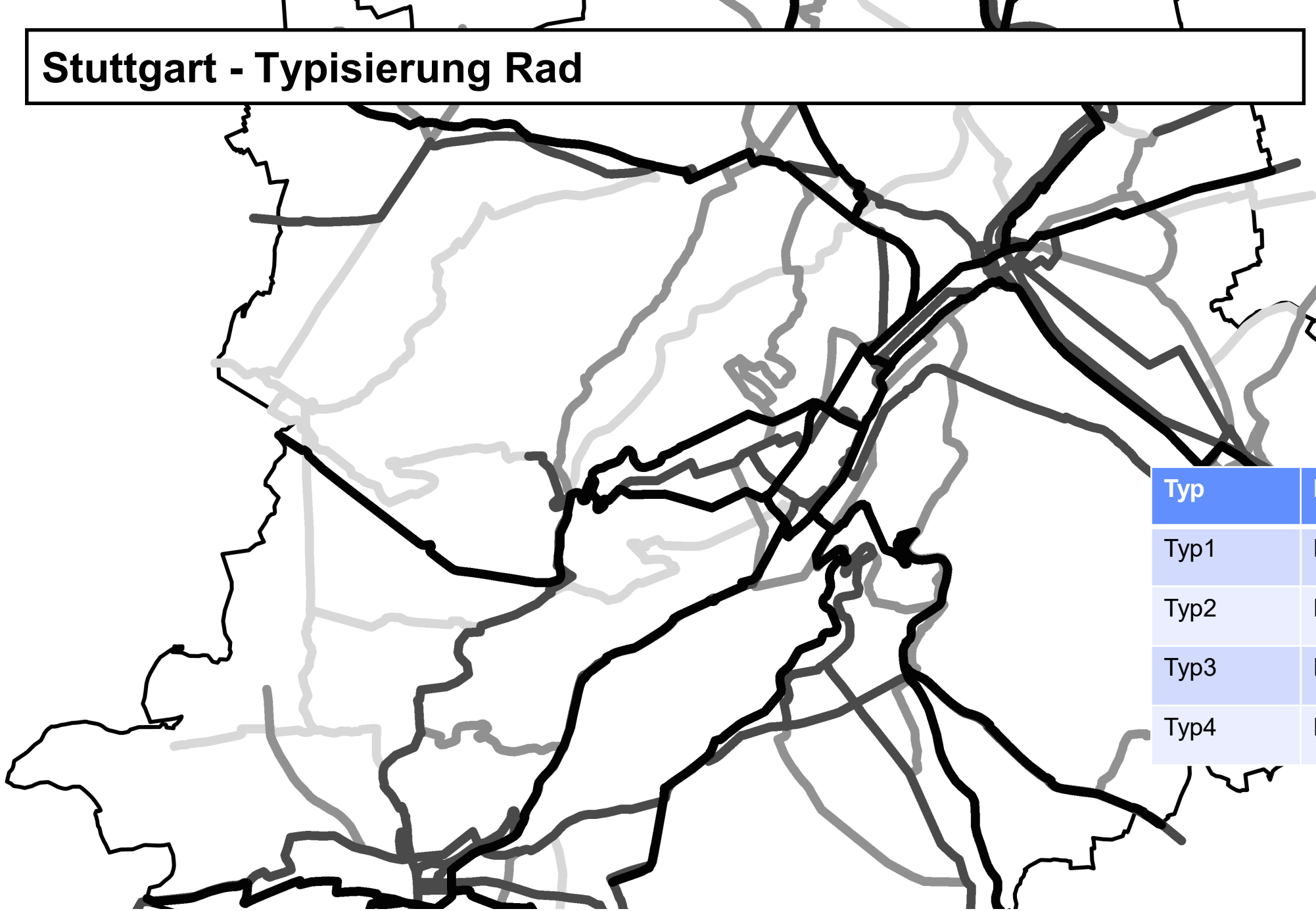
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

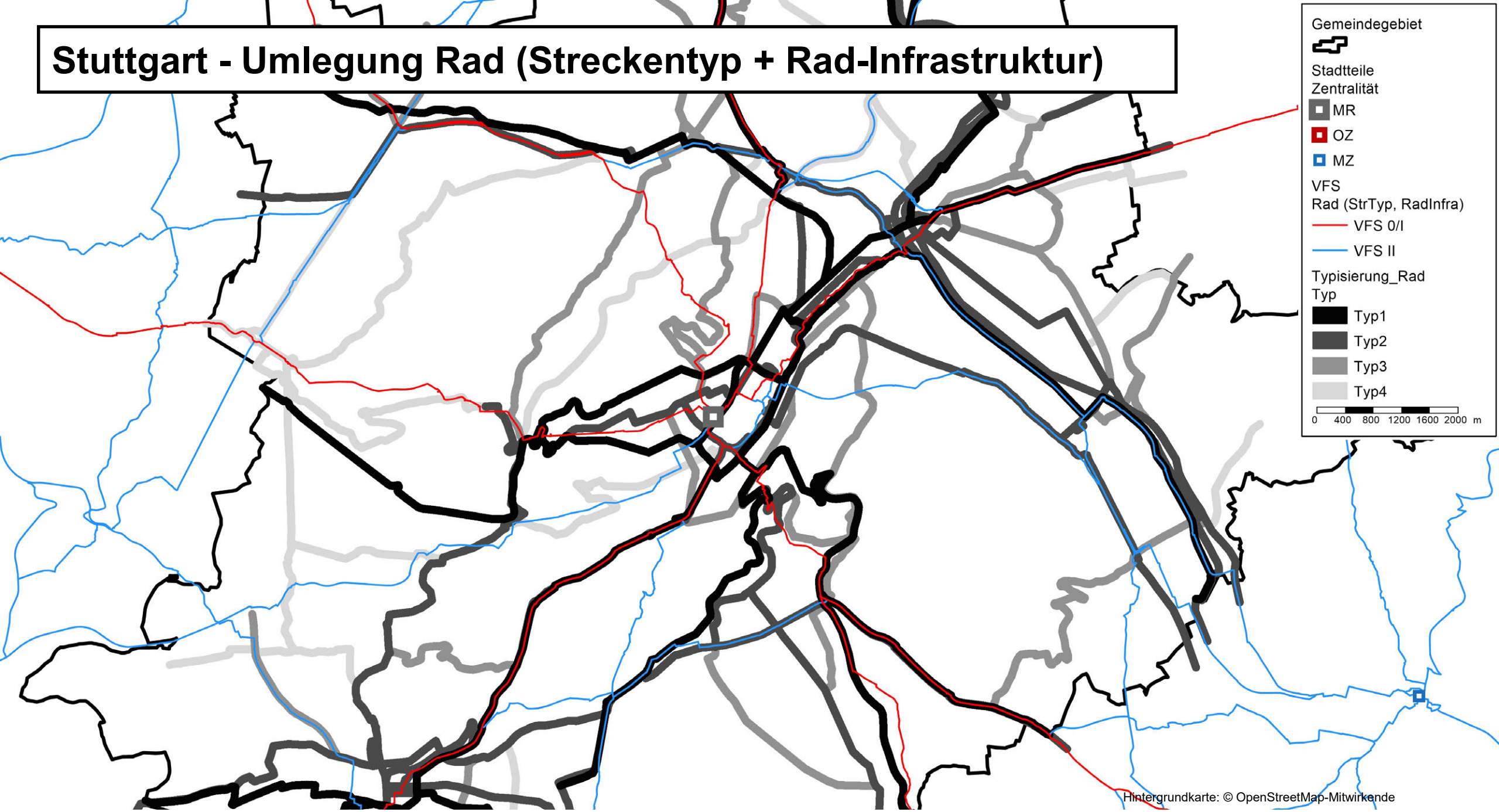
→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Stuttgart - Typisierung Rad



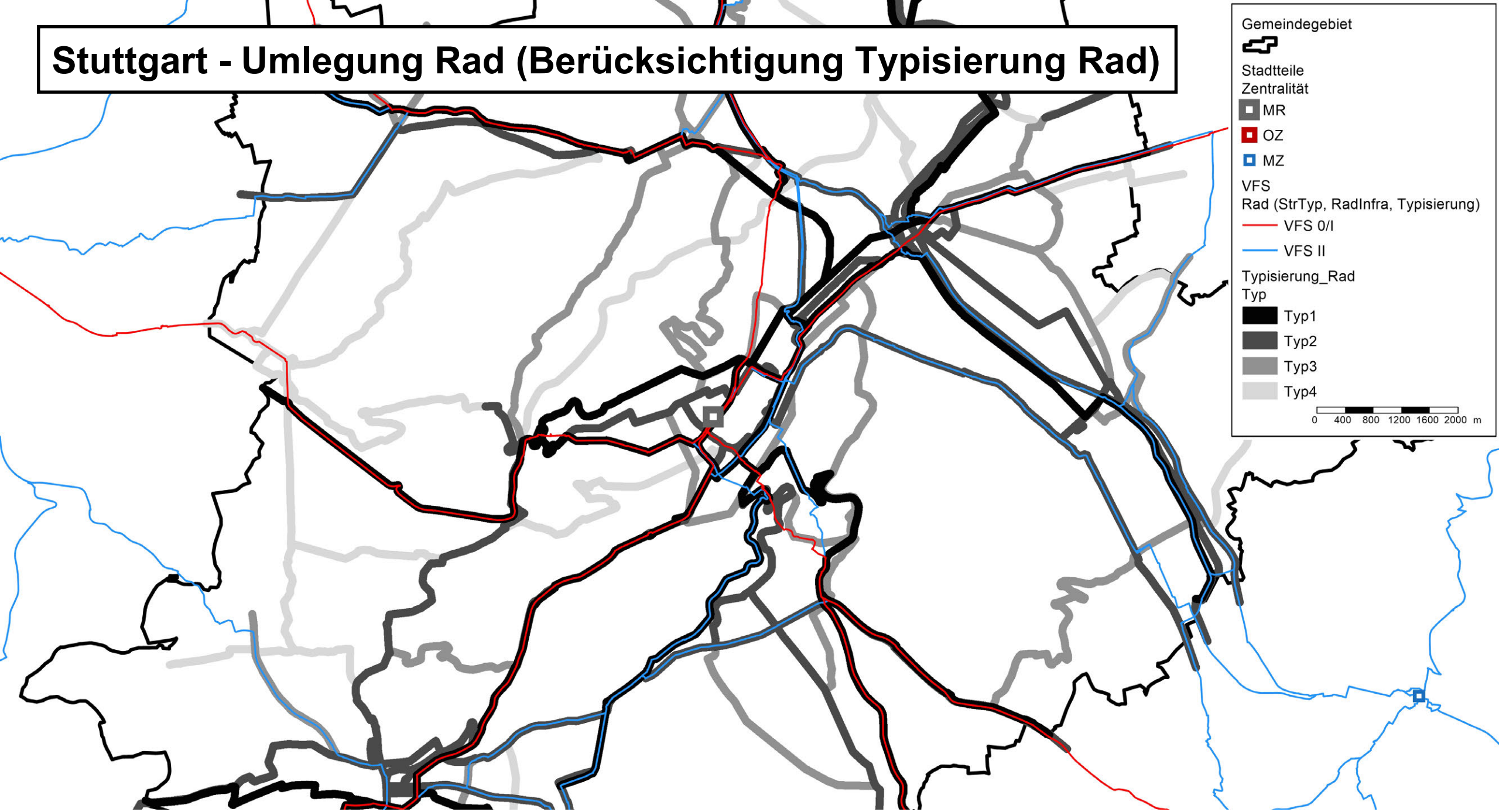
Typ	Beschreibung
Typ1	RSV
Typ2	Hauptradroute 1
Typ3	Hauptradroute 2
Typ4	Ergänzungsroute

Stuttgart - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)

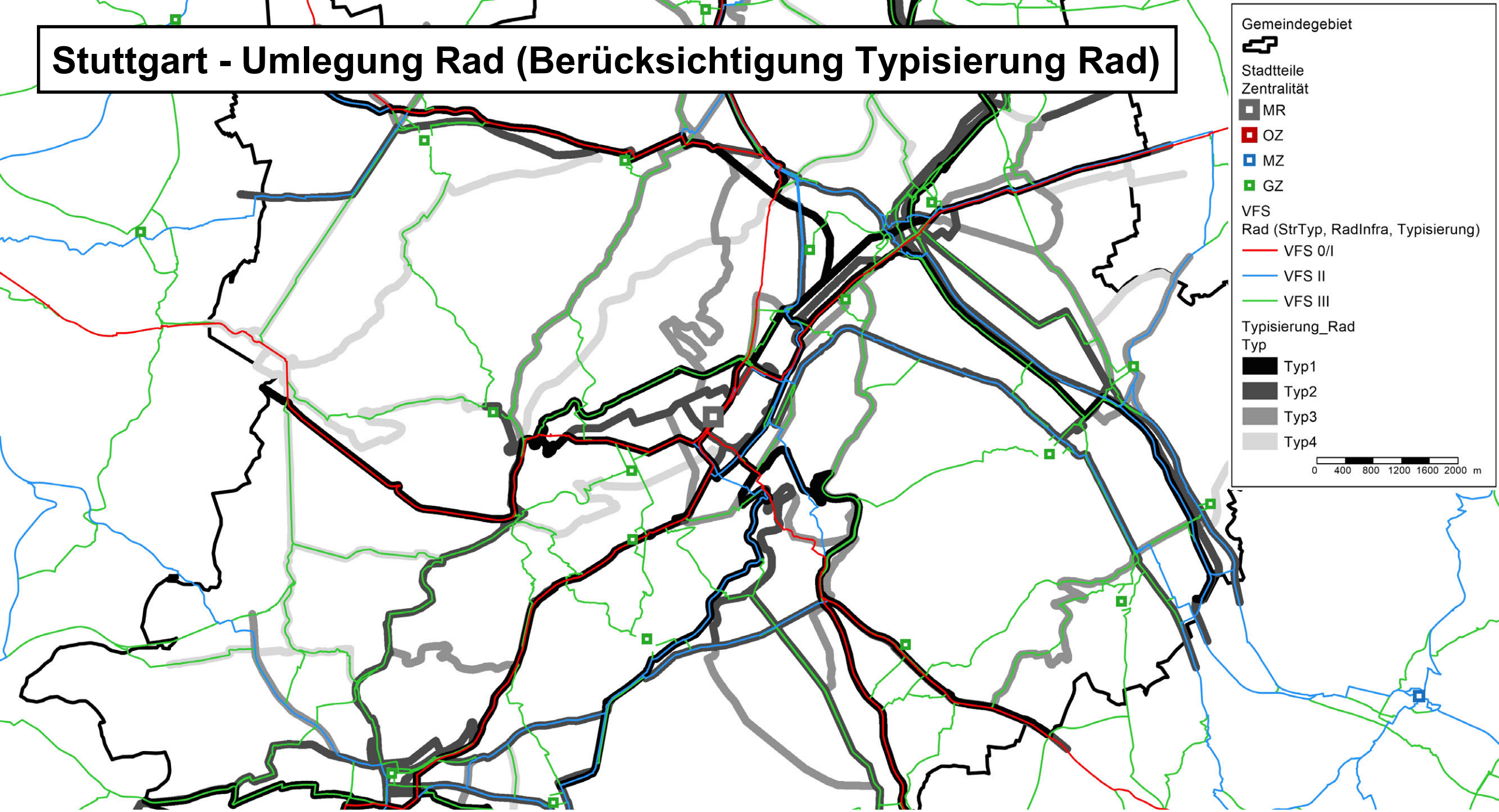


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

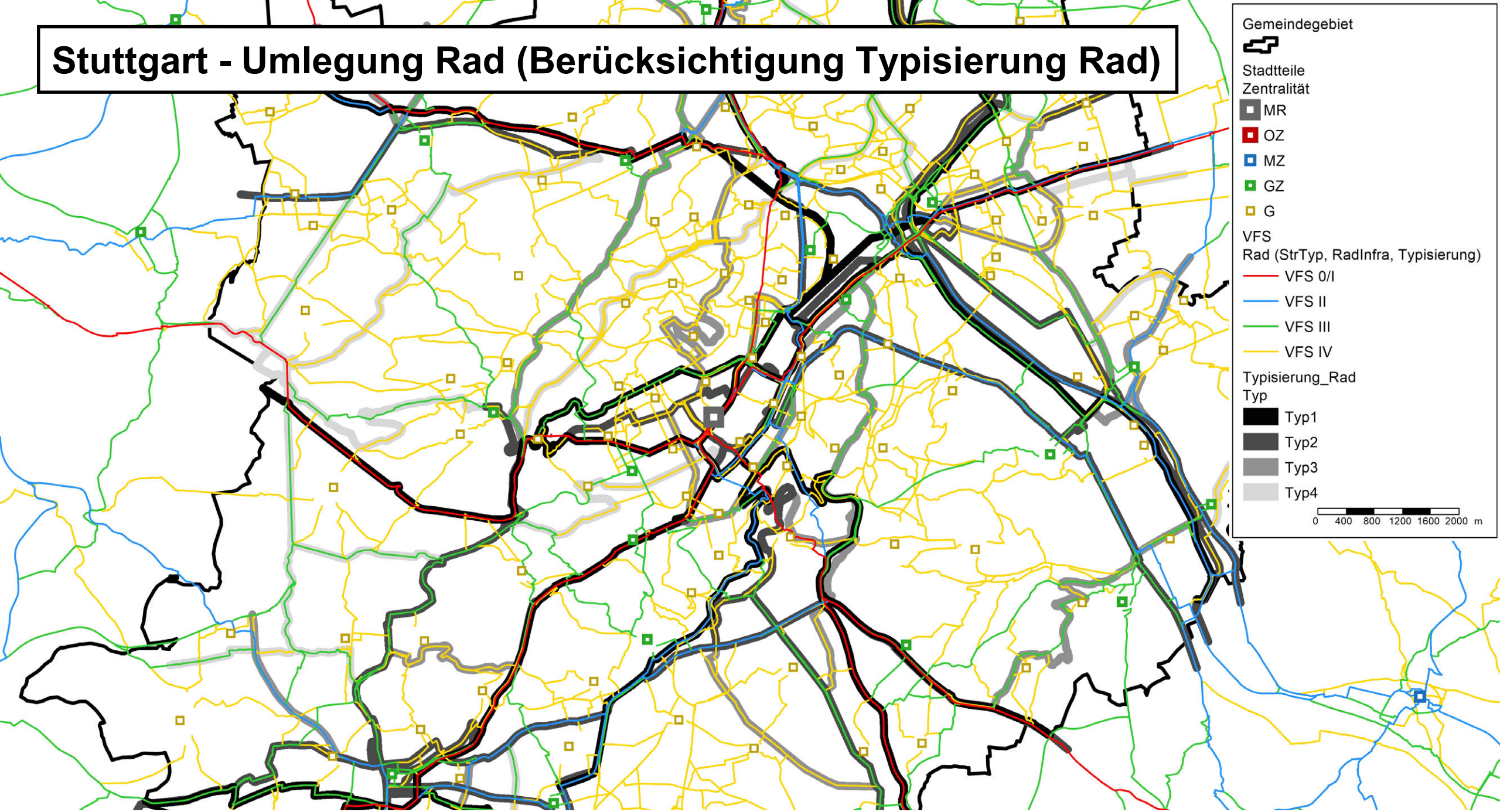
Stuttgart - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



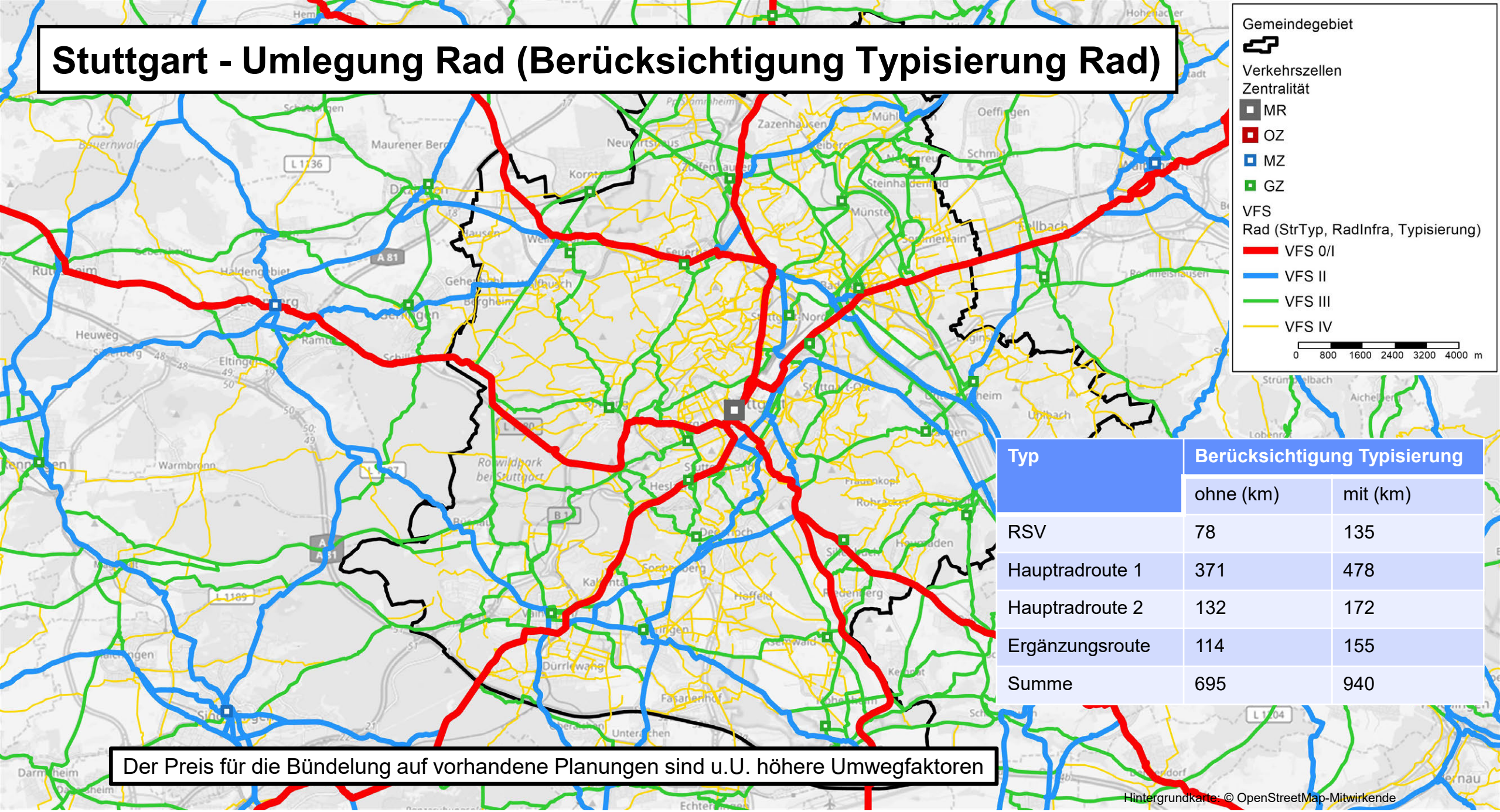
Stuttgart - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Stuttgart - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Stuttgart - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	ohne (km)	mit (km)
RSV	78	135
Hauptradroute 1	371	478
Hauptradroute 2	132	172
Ergänzungsroute	114	155
Summe	695	940

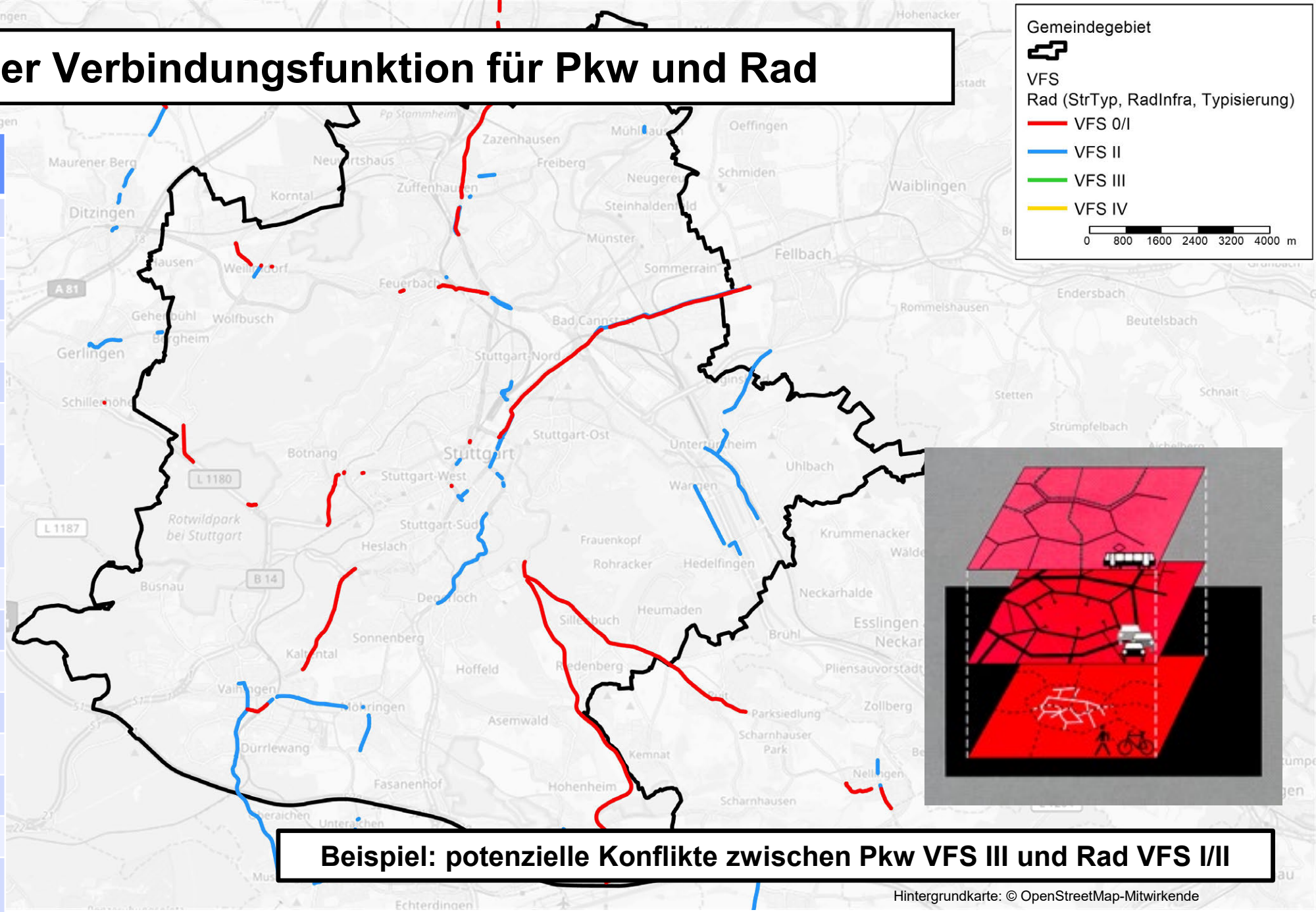
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	0
	II	0
	III	0
	IV	0
II	I	12
	II	24
	III	16
	IV	12
III	I	56
	II	62
	III	161
	IV	79
IV	I	19
	II	70
	III	96
	IV	153

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet



Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

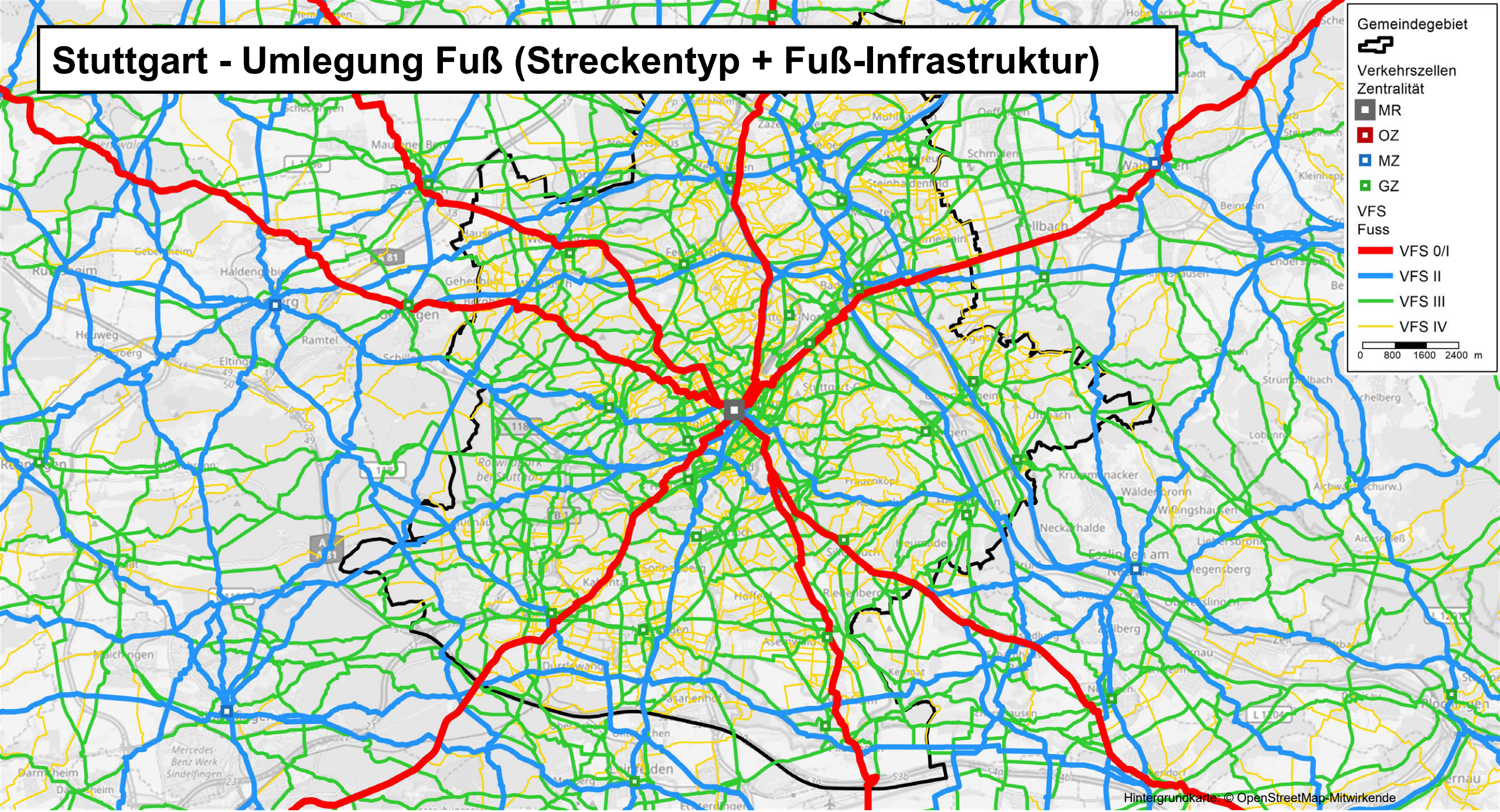
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Stuttgart - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	0,9	13,8	16.600
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	11,1	73,3	3.900
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Mettmann	1	8	43	2,3	18,8	4.800

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

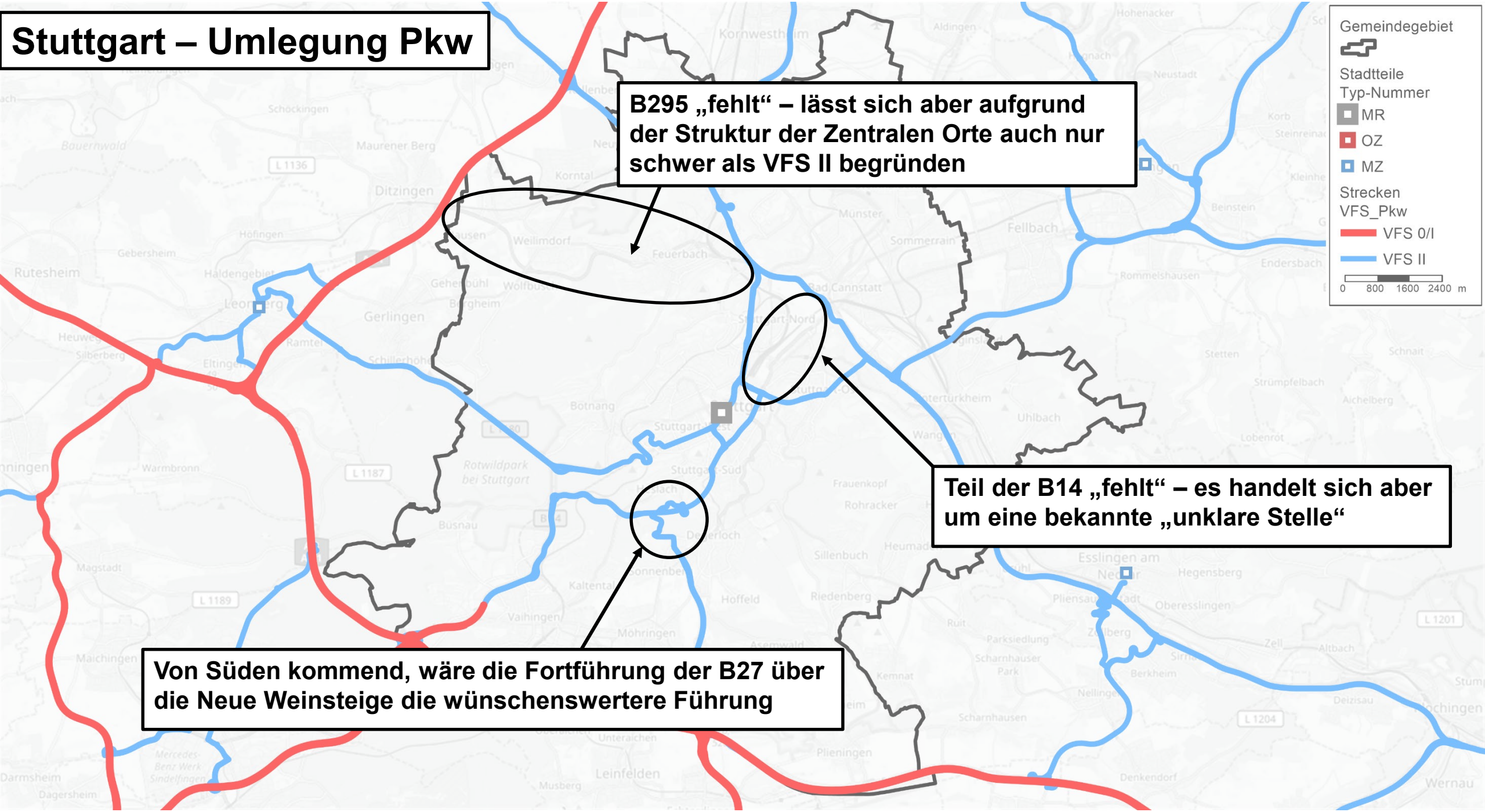
Fragen

- Methode verstanden?
- Methode zielführend (rein prinzipiell)?
- Wie legt man gute Quellen und Ziele fest?
- Sind Stadtteile eine gute räumliche Einheit?
- Welche Bestandteile von Verkehrswegenetzen wird man über eine solche Methode nicht erklären können?

Protokoll

- Zu Folie 14: Heterogenität der Stadtbezirke → Zweifel an der Eignung der Verwendung dieser räumlichen Einheiten für die Festlegung von innergemeindlichen Zentralitäten (Beispiel Stadtbezirk Münster neben Bad Cannstatt)
- Zu Folie 20: Frage nach höherem Detailgrad für Gemeinden, die in unmittelbarer Nähe Stuttgarts sind (z.B. Esslingen, Fellbach)
  - weitere Unterteilung (z.B. Stadtbezirke) → sonst eventuelle Unschärfe bei Ergebnis

Stuttgart – Umlegung Pkw



Protokoll (1/2)

- Zu Folie 41 → Rad-Umlegung ohne Berücksichtigung vorhandener Planungen (Haupt-/Nebenradroute / RSV)
  - Teile dieses Ergebnisses wurden im Zuge der Radwegenetzplanung als Optionen diskutiert.
- Zu Folie 47 → Überlagerung zwischen VFS Pkw und Rad zeigt Konflikte die auch in Realität auftreten und der Stadt bereits bekannt sind (z.B. Führung durch Sillenbuch)

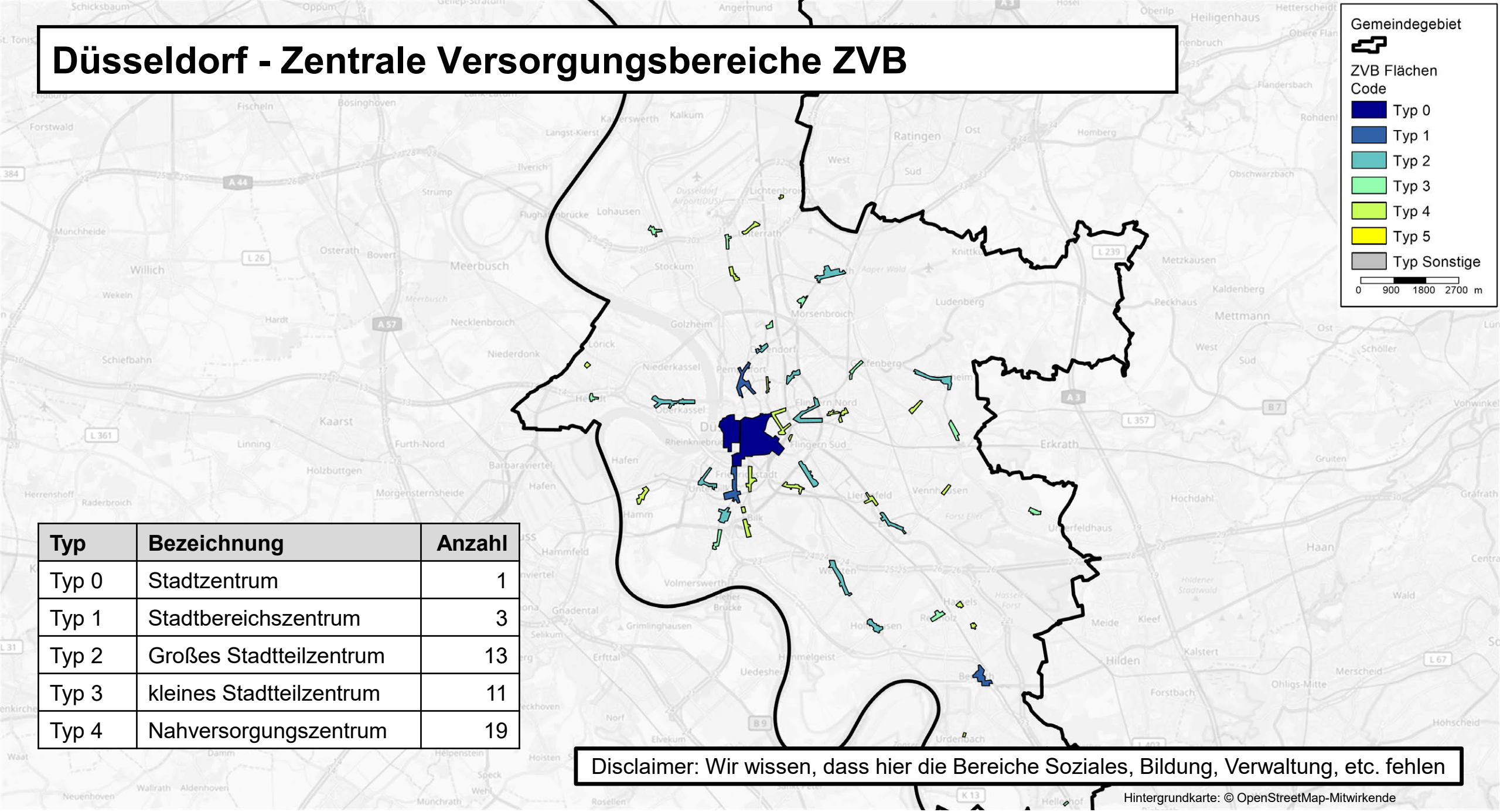
Protokoll (2/2)

- Das Ergebnis der klassischen RIN-Anwendung erscheint auf den ersten Blick plausibel.
- Die Heterogenität der Stadtbezirke verzerrt das Ergebnis möglicherweise.
- Im klassifizierten Pkw-Netz wäre an einigen Stellen eine manuelle Nachkorrektur notwendig (VFS II Netz)
- Die Überlagerung von klassifiziertem Pkw- und Rad-Netz kann Konflikte aufzeigen, die es auch in der Realität gibt.
- (Wunsch nach der Anwendung für klassifizierte Fußwegenetze)

Düsseldorf
(14.04.2023)

Kommunale Daten: © Landeshauptstadt Düsseldorf

Düsseldorf - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB

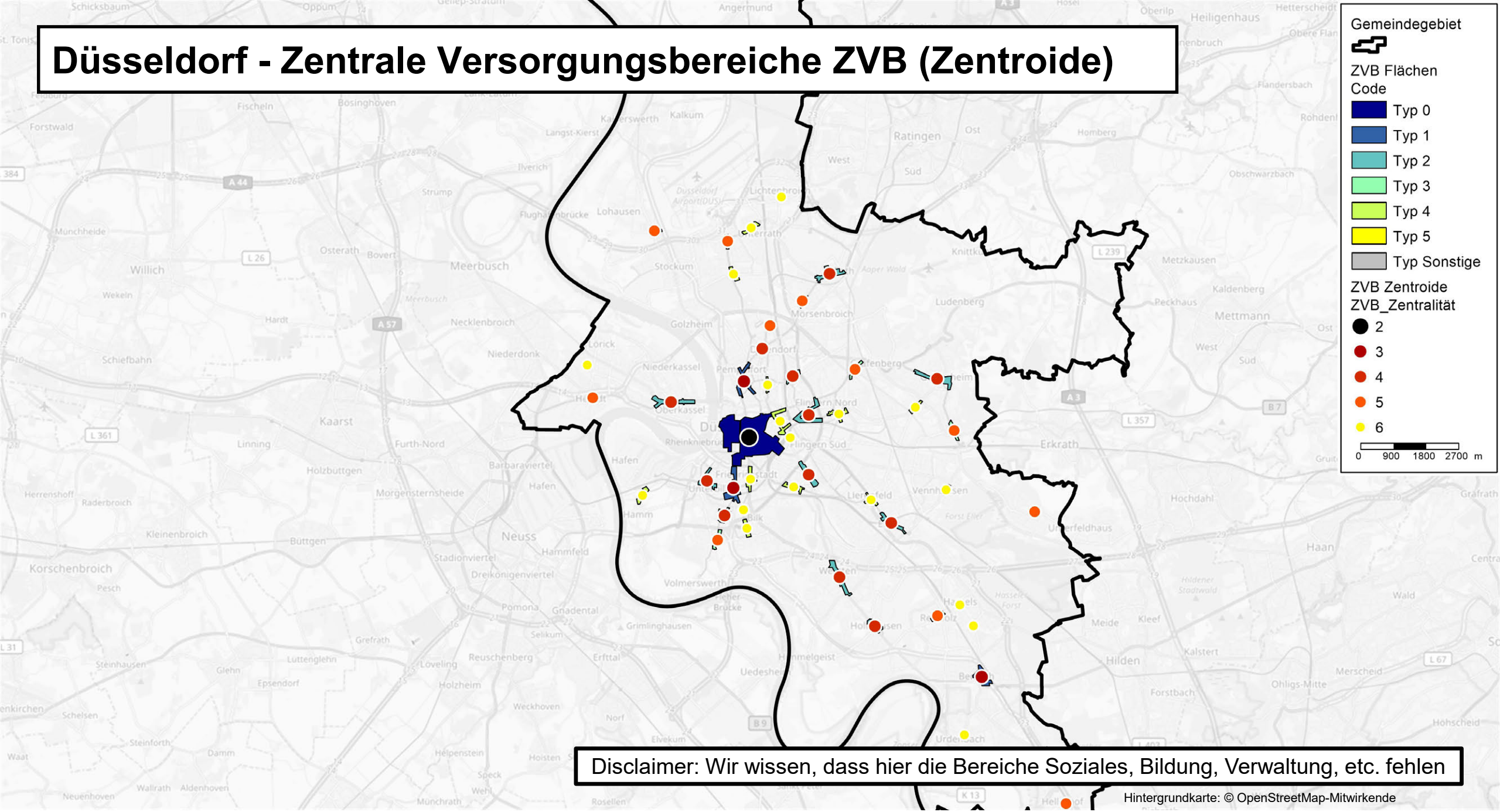


Typ	Bezeichnung	Anzahl
Typ 0	Stadtzentrum	1
Typ 1	Stadtbereichszentrum	3
Typ 2	Großes Stadtteilzentrum	13
Typ 3	kleines Stadtteilzentrum	11
Typ 4	Nahversorgungszentrum	19

Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

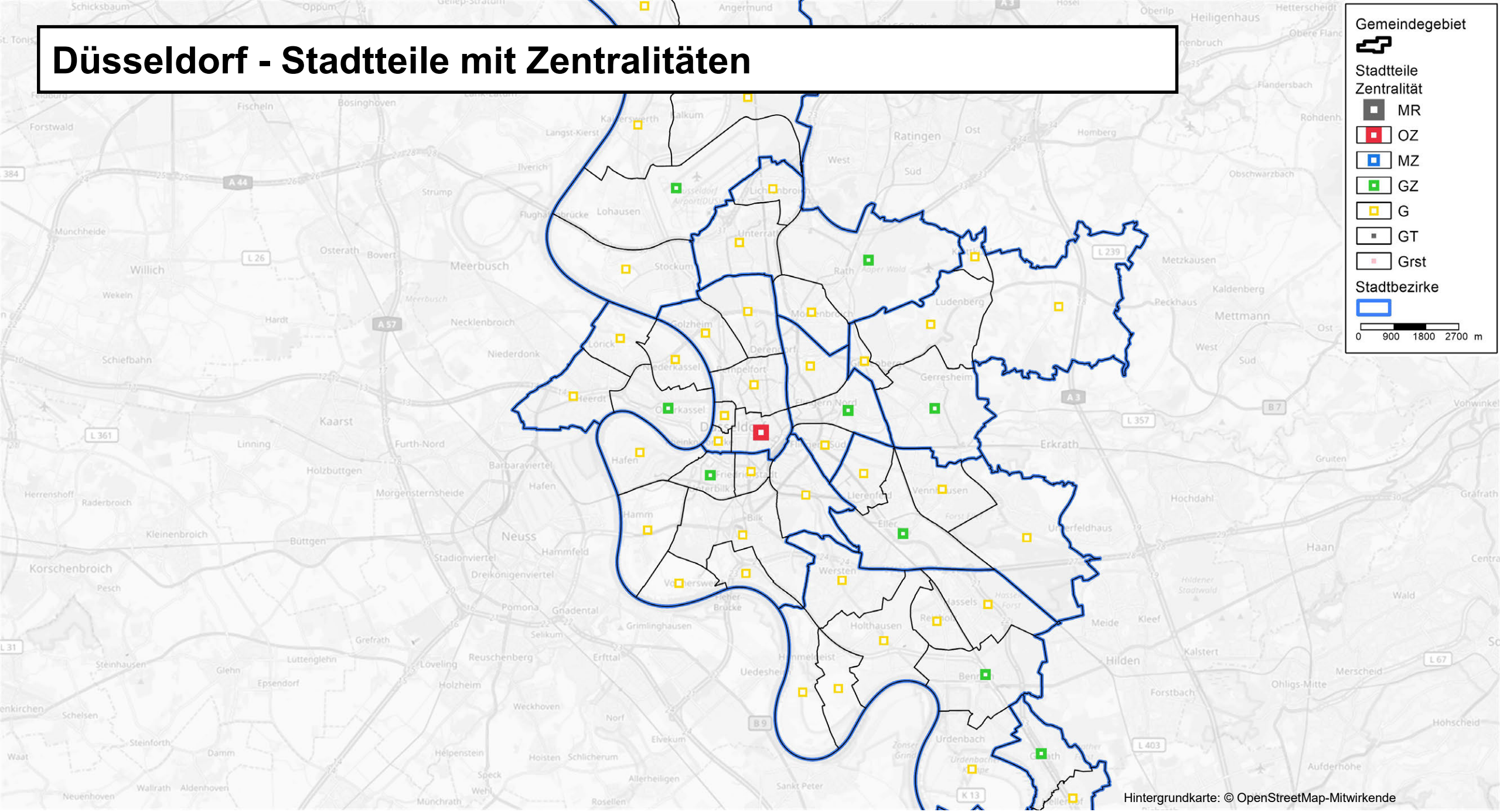
Düsseldorf - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

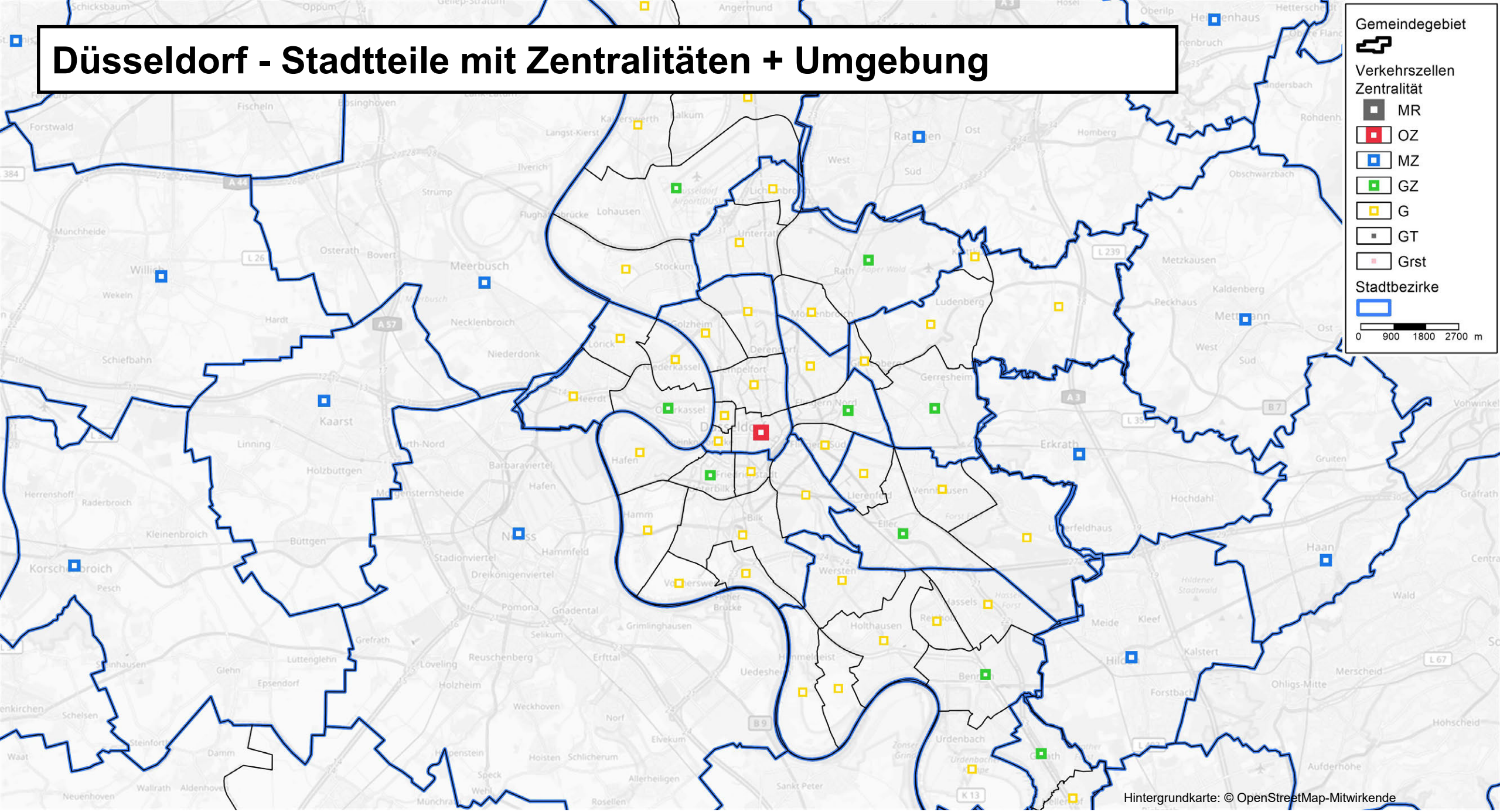
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Düsseldorf - Stadtteile mit Zentralitäten



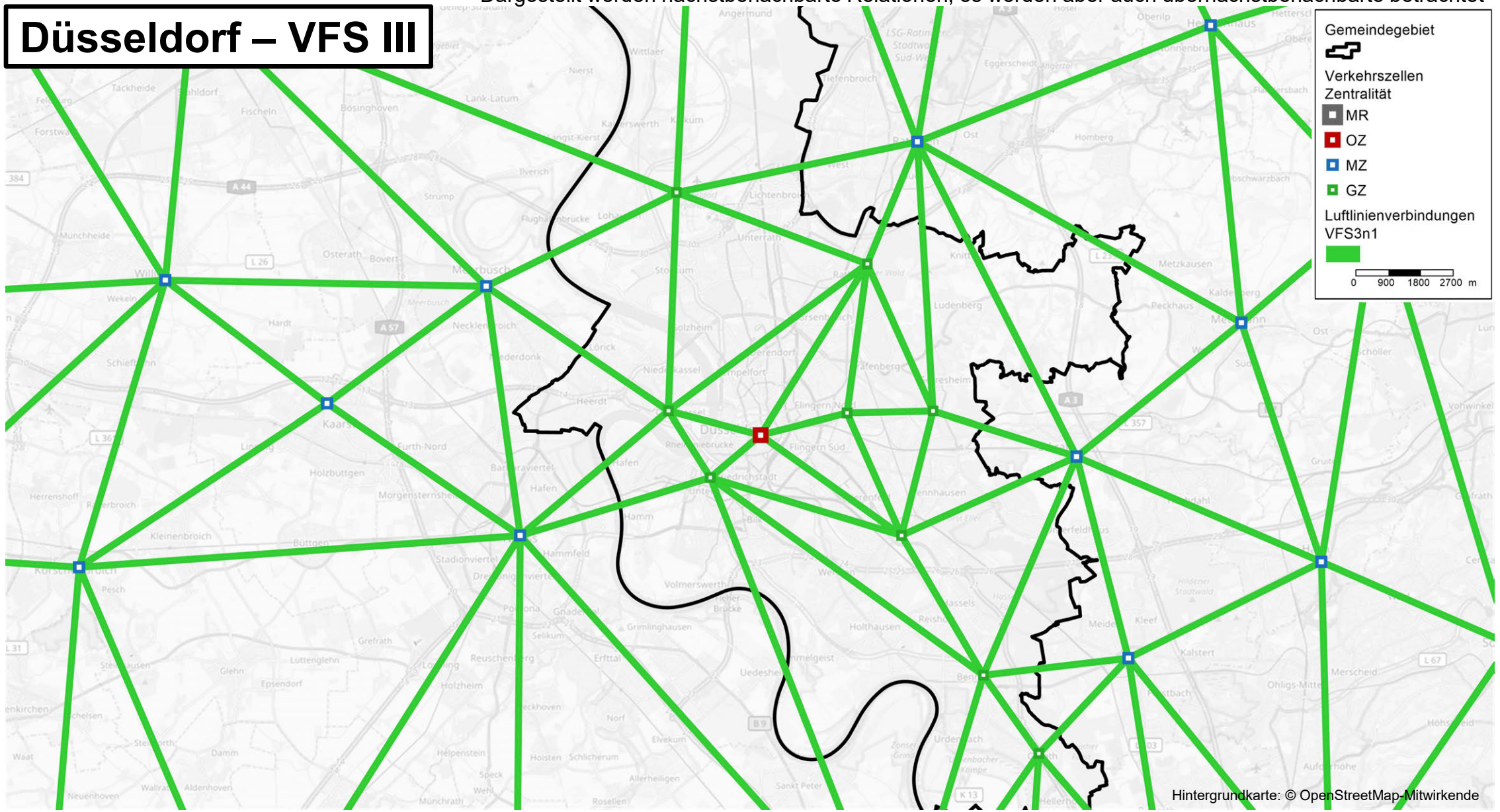
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Düsseldorf - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

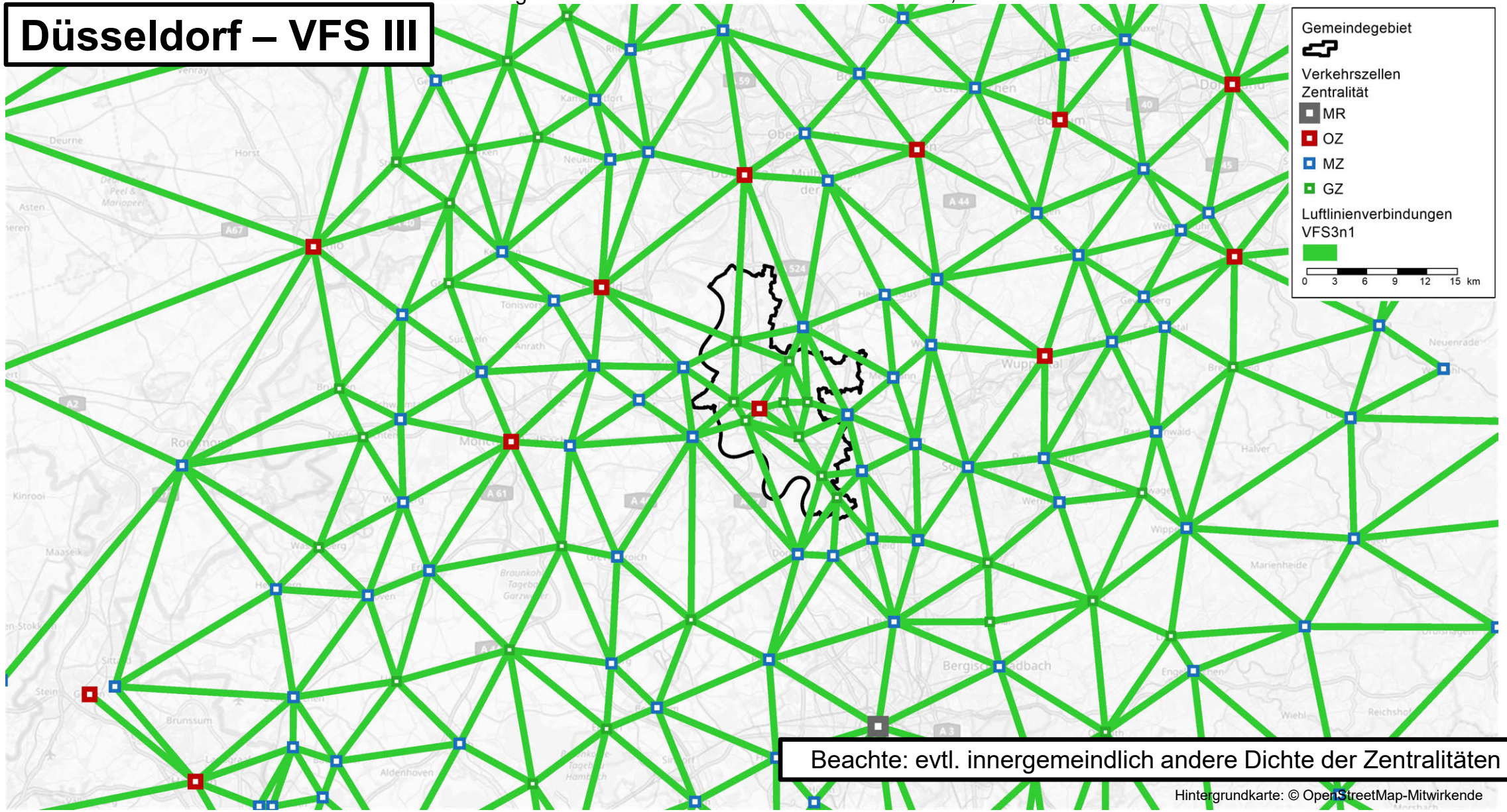
Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Düsseldorf – VFS III



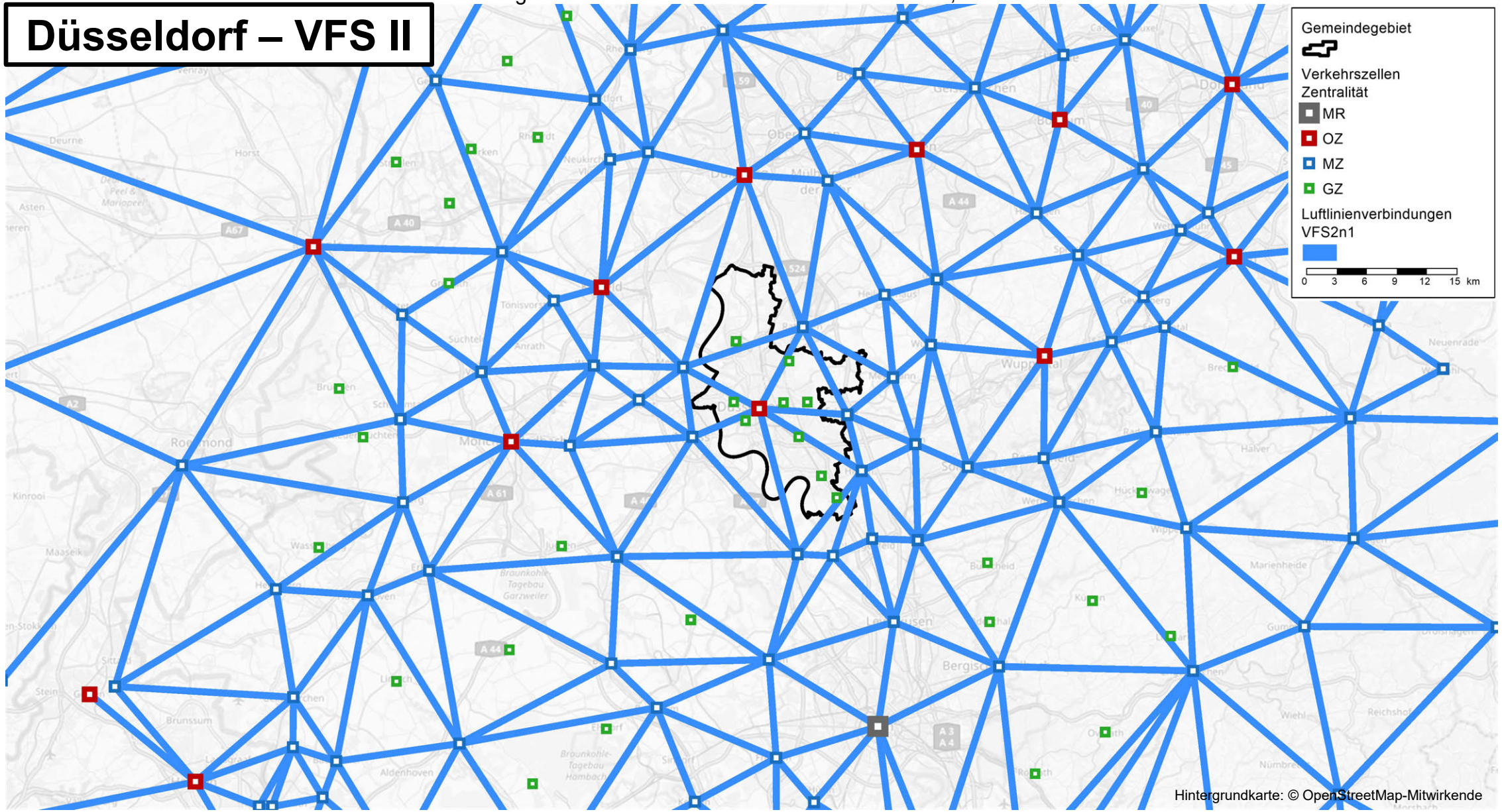
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Düsseldorf – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

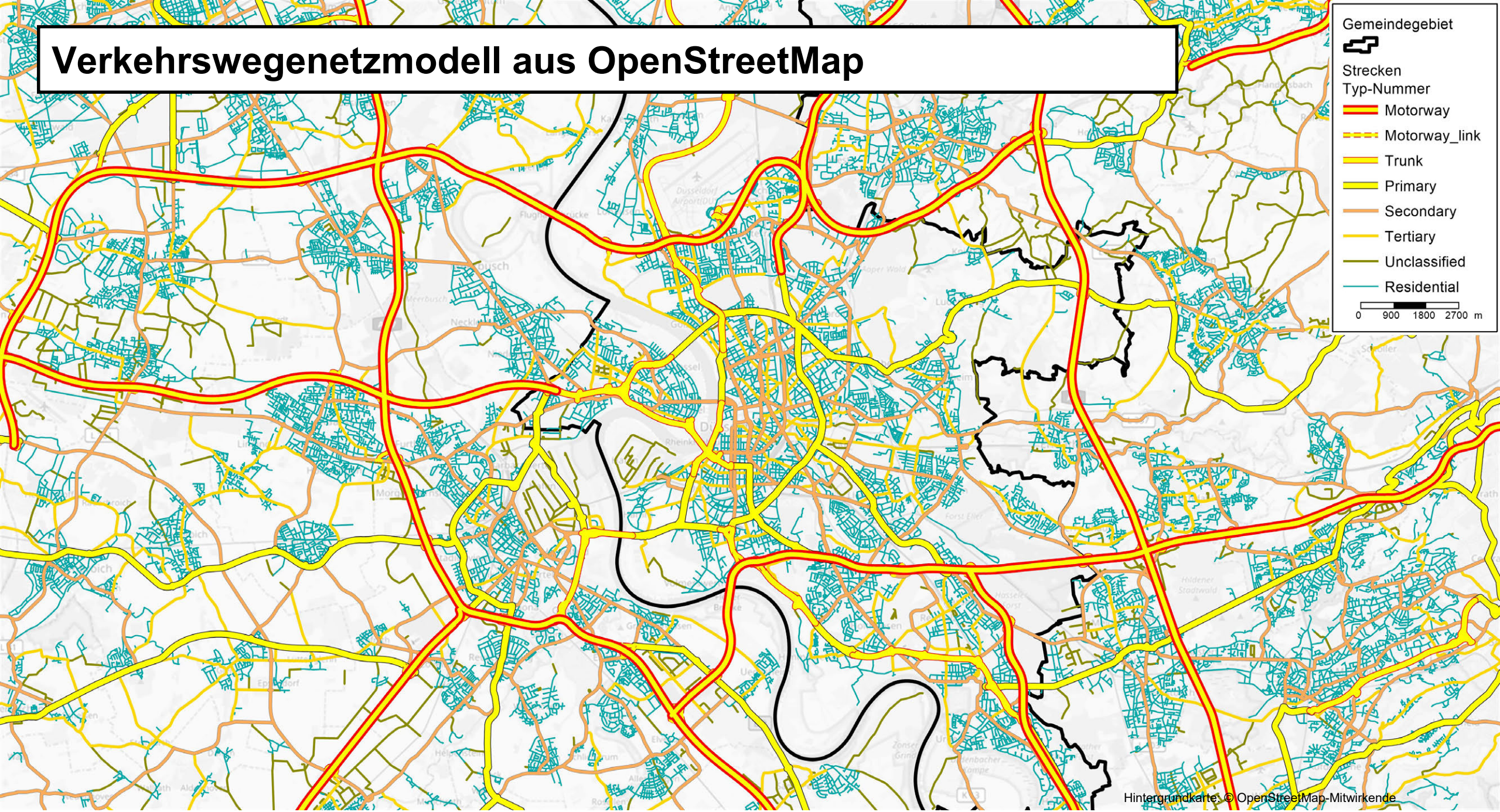
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

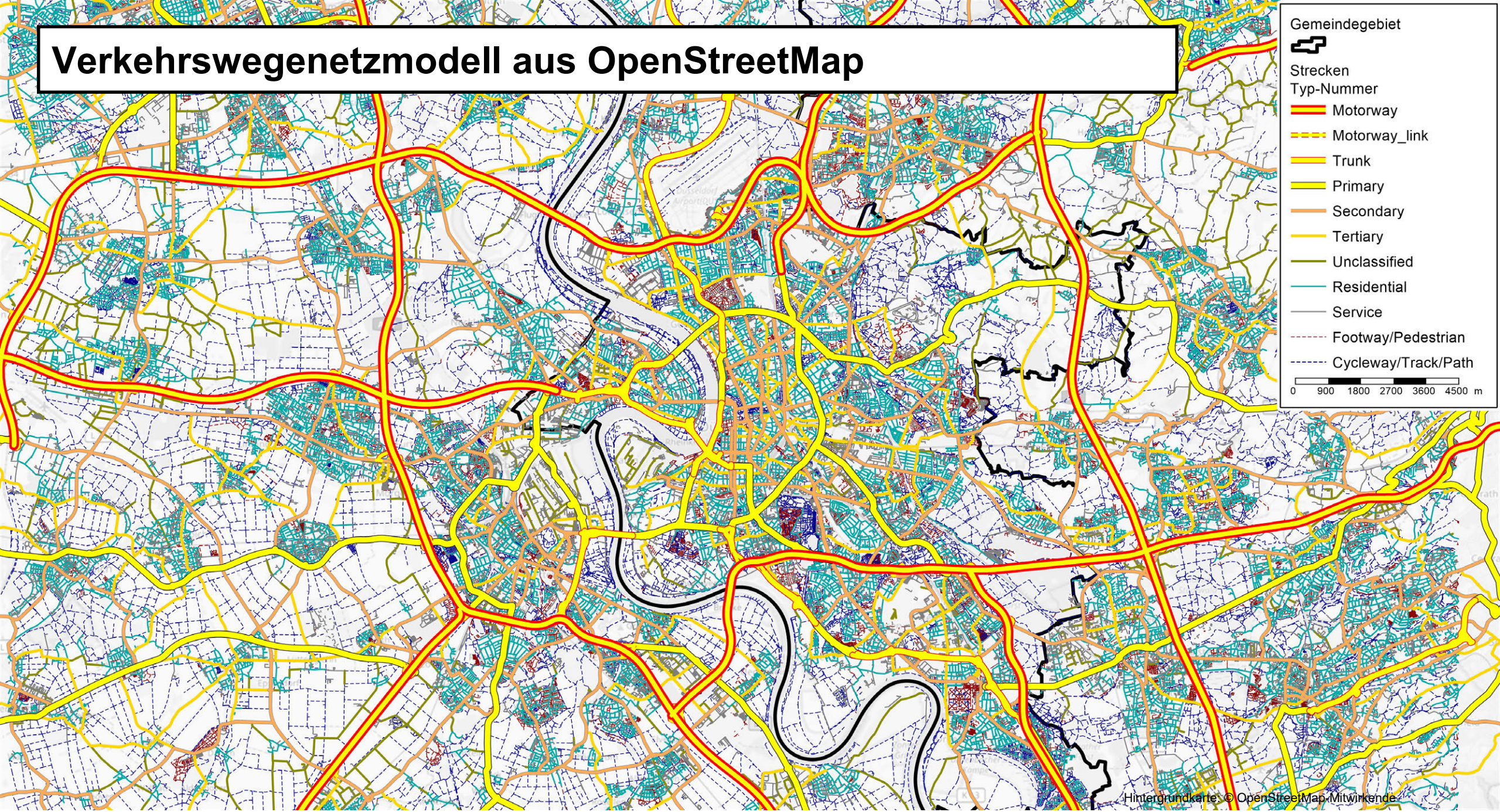
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

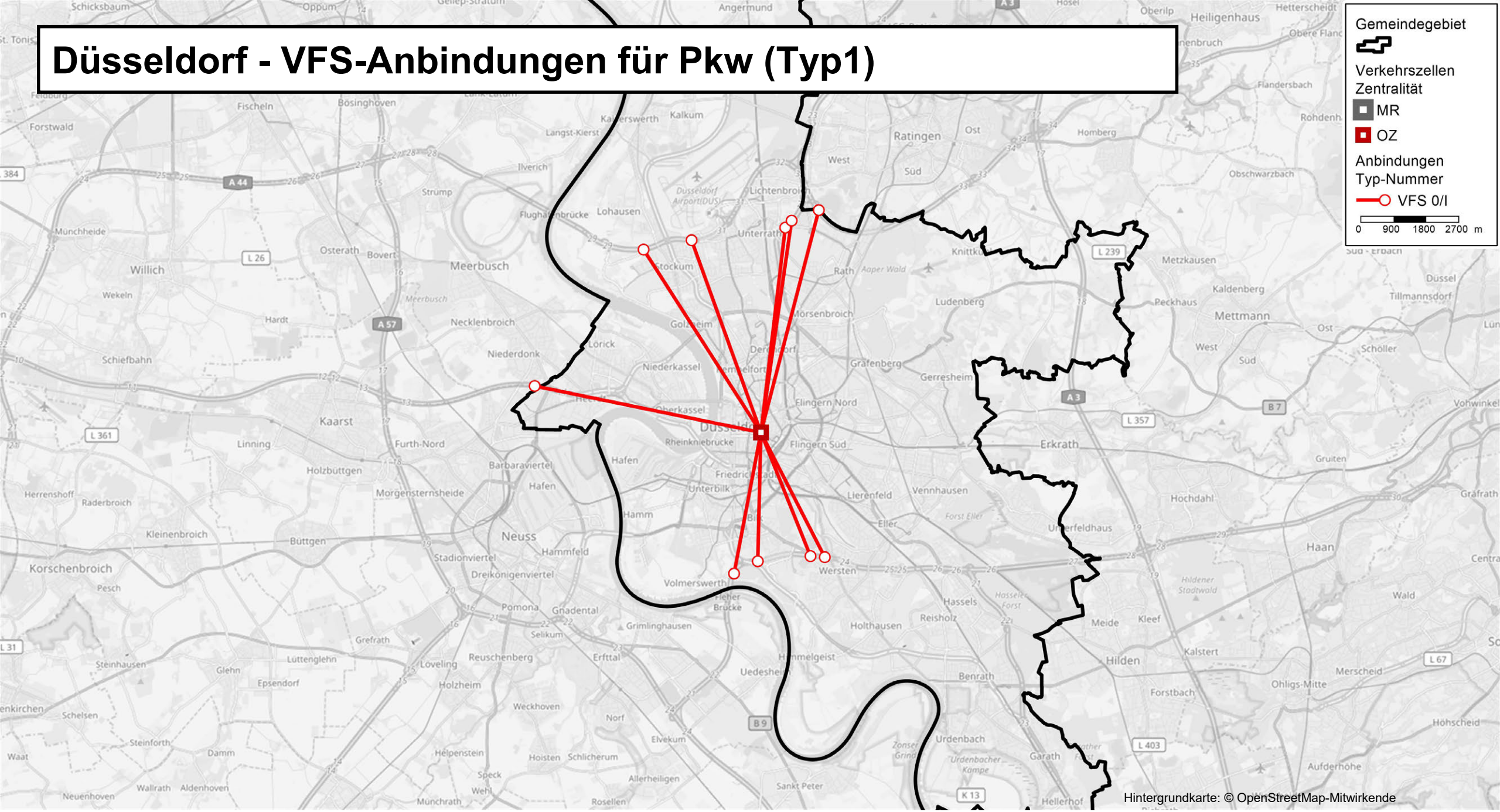
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

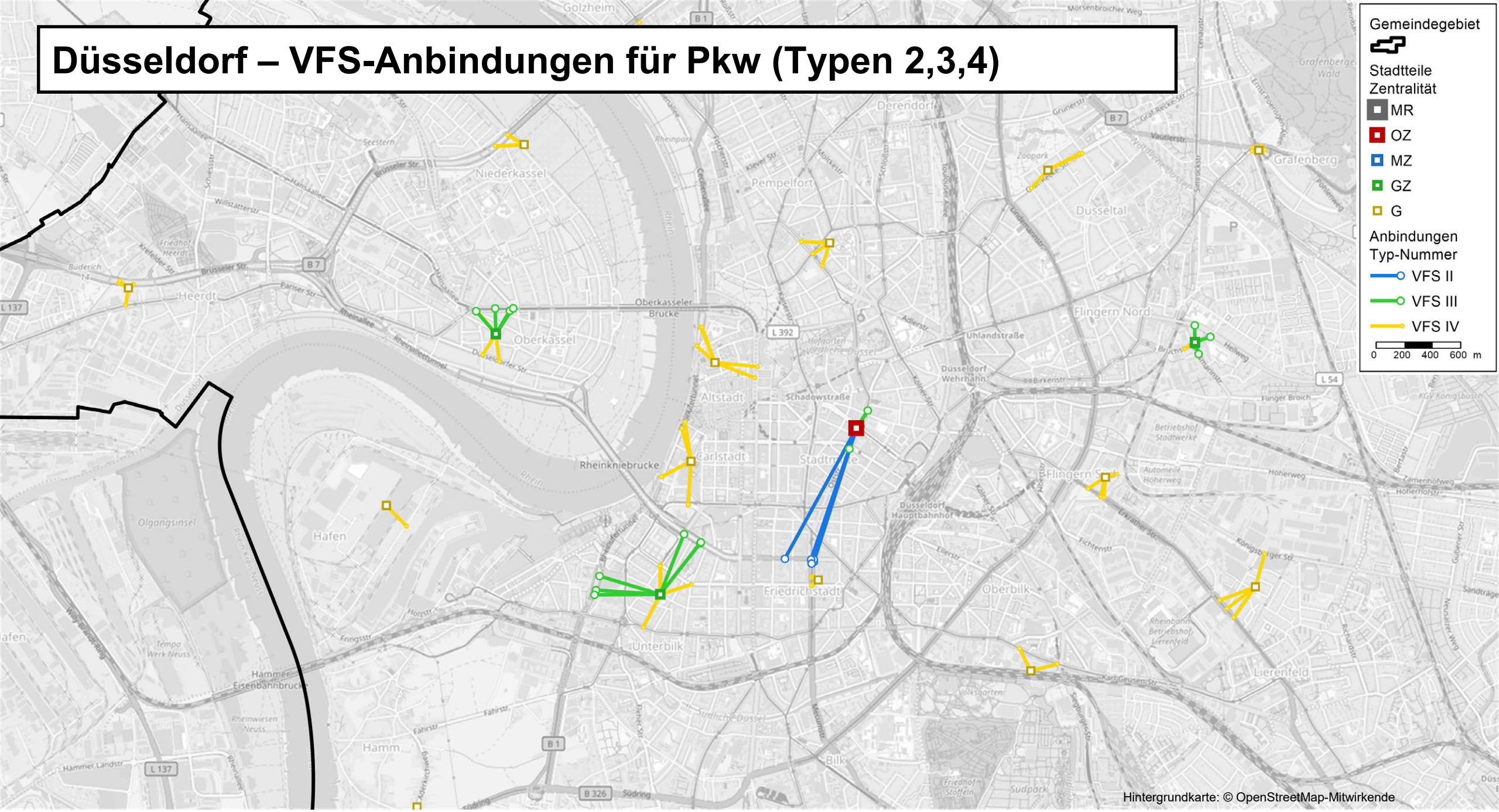
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Düsseldorf - VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Düsseldorf – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

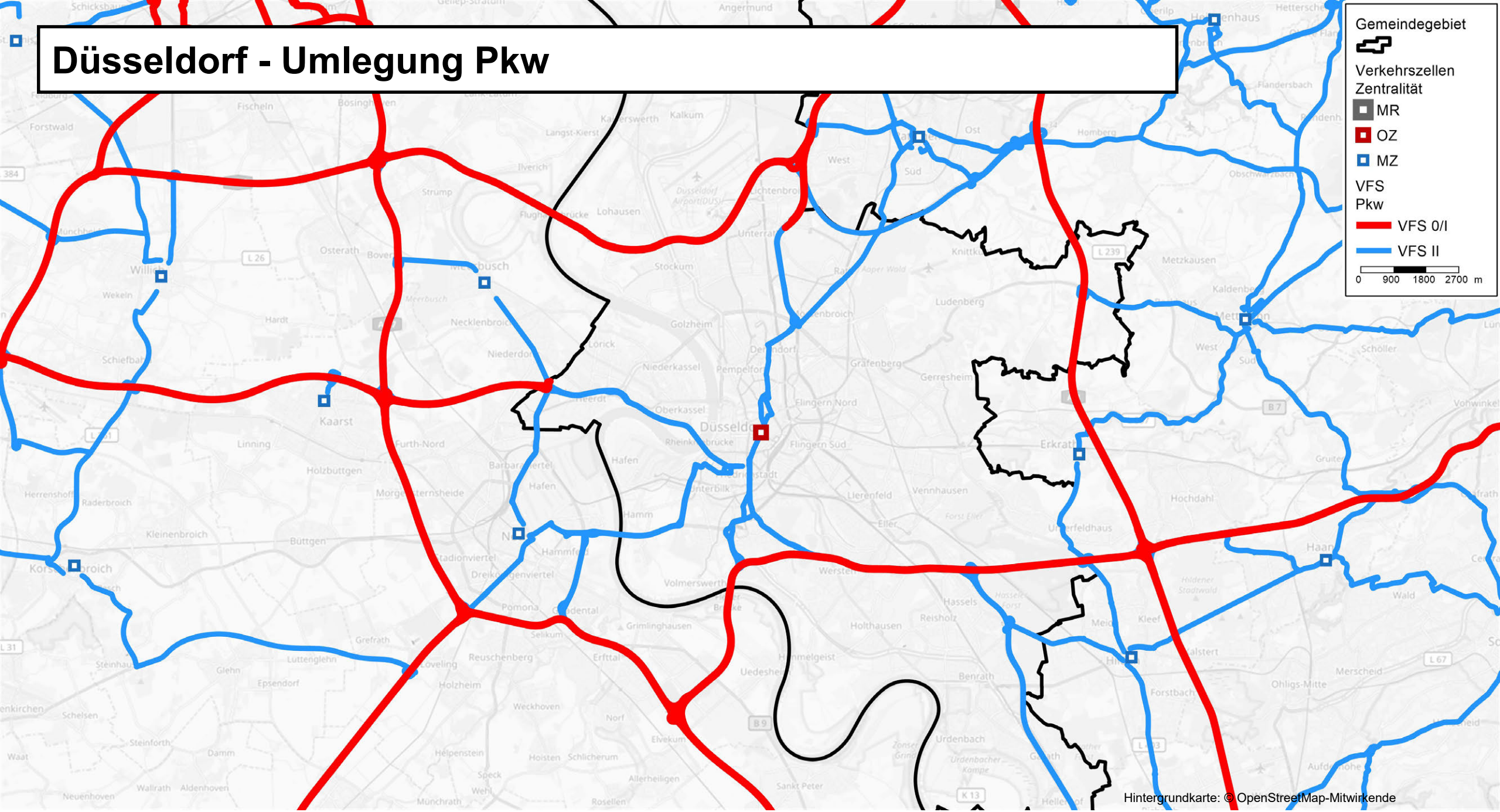
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

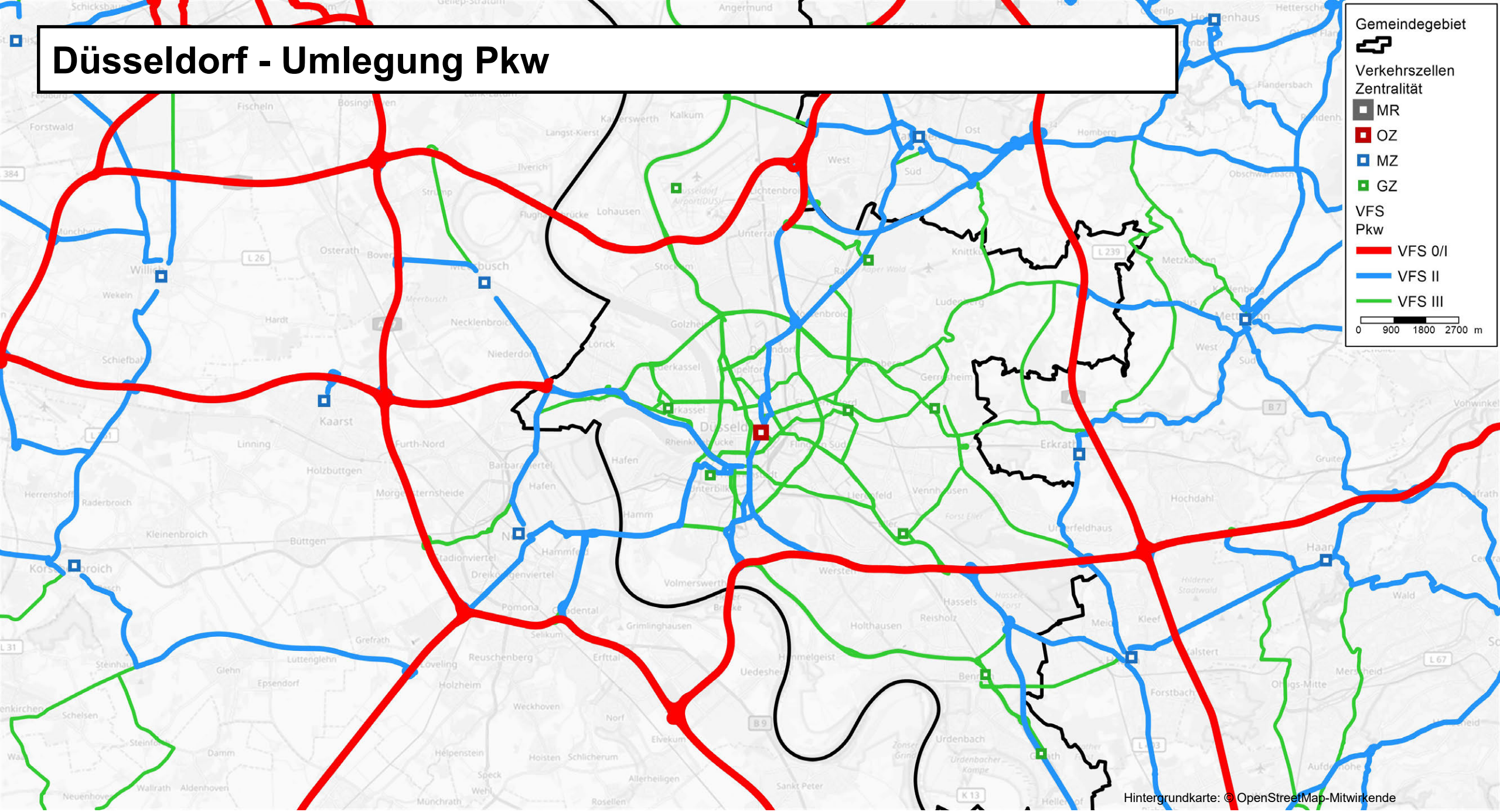
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

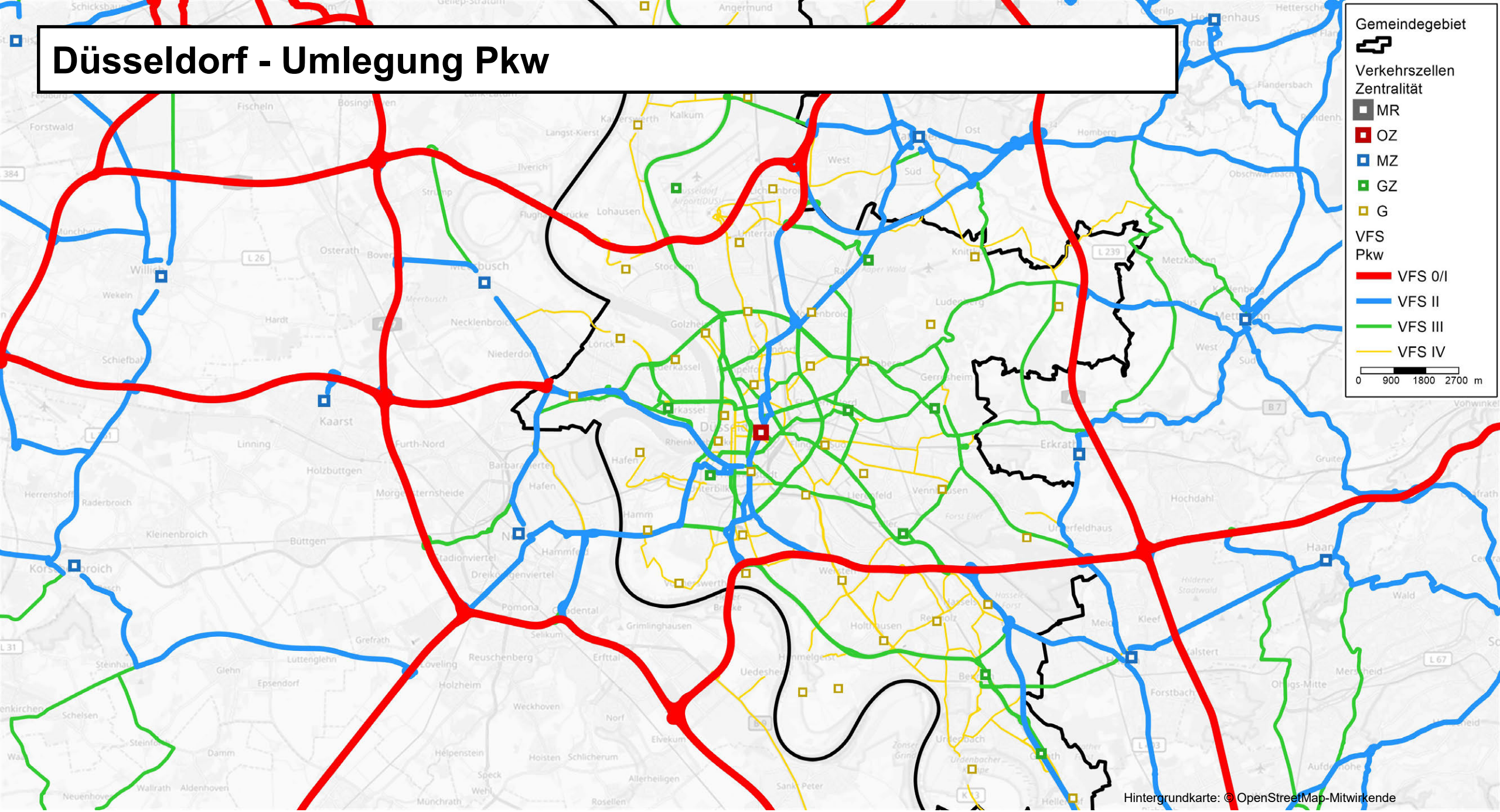
Düsseldorf - Umlegung Pkw



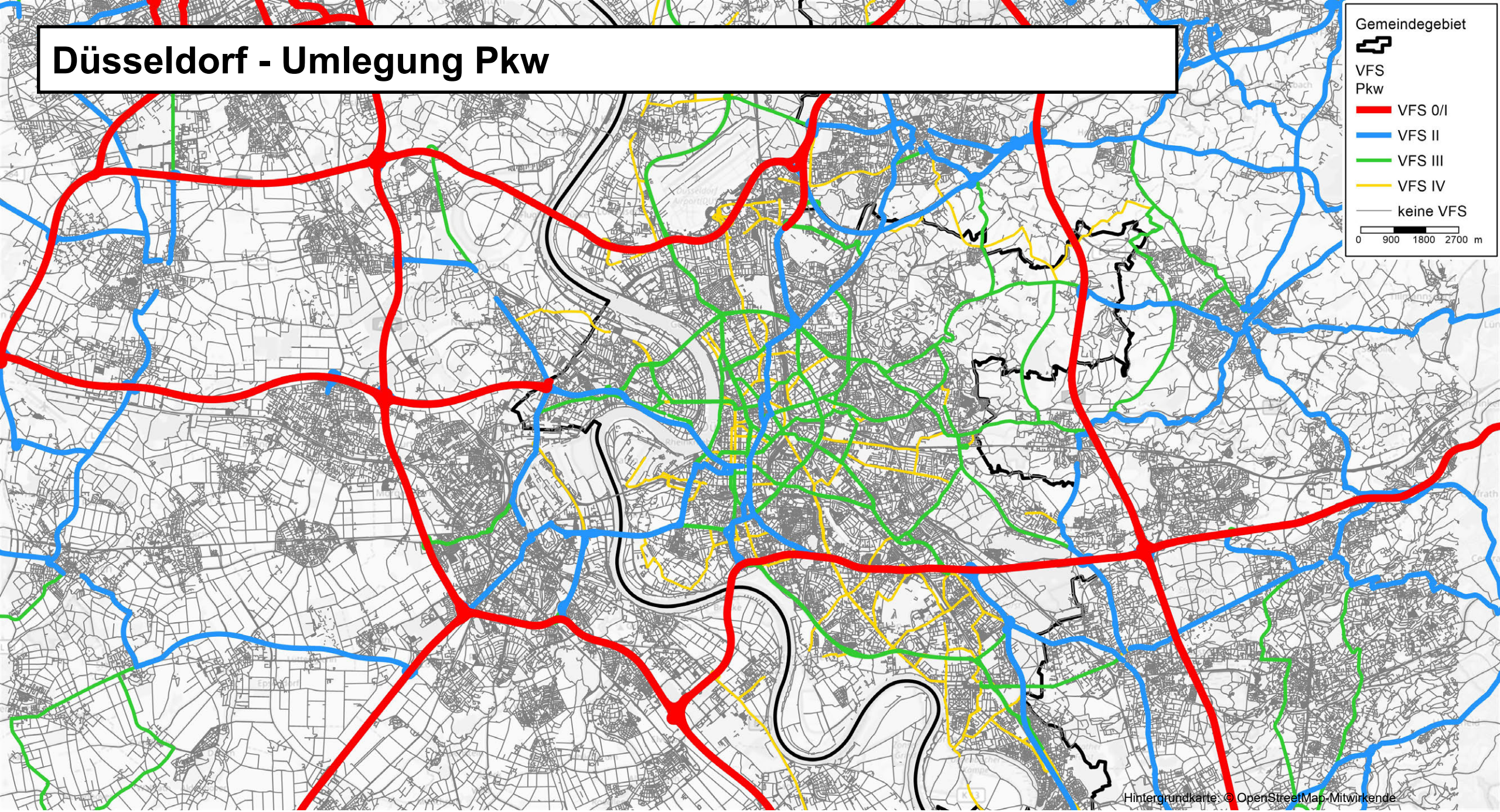
Düsseldorf - Umlegung Pkw



Düsseldorf - Umlegung Pkw



Düsseldorf - Umlegung Pkw



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

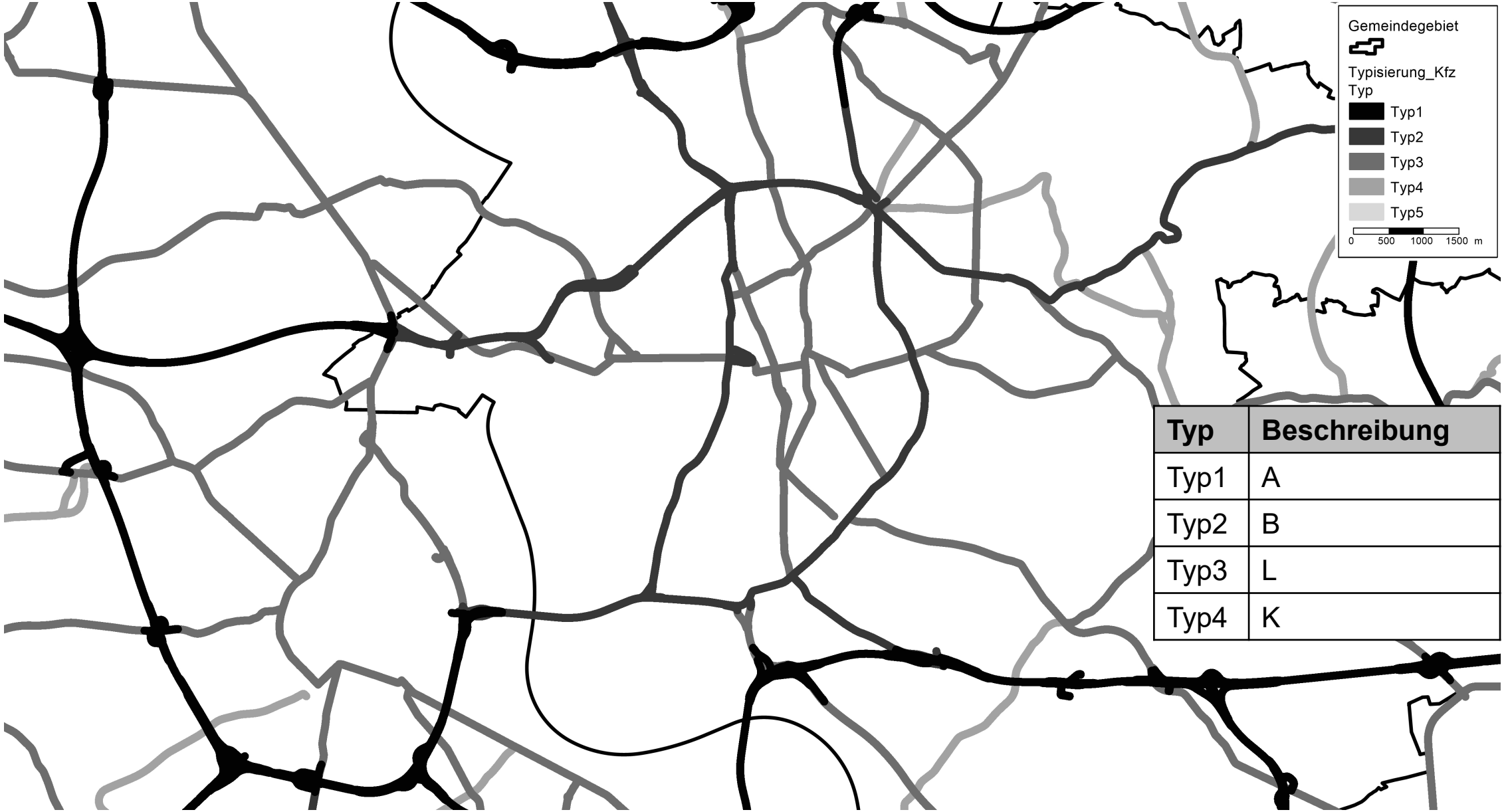
OpenStreetMap

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

OSM-Name	VFS					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	60%	20%	9%	3%	7%	80%
trunk	7%	19%	58%	8%	8%	77%
primary	3%	24%	35%	17%	22%	59%
secondary	0%	16%	18%	19%	47%	37%
tertiary	0%	5%	5%	16%	74%	95%
unclassified	0%	3%	1%	3%	93%	96%
residential	0%	0%	0%	0%	100%	100%

arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	**63%**

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Typ	Beschreibung
Typ1	A
Typ2	B
Typ3	L
Typ4	K

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
A	63%	20%	10%	6%	**63%**
B	7%	19%	53%	22%	**19%**
L	9%	34%	35%	22%	**35%**
K	0%	26%	27%	46%	**46%**

arithmetisches Mittel	**41%**

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

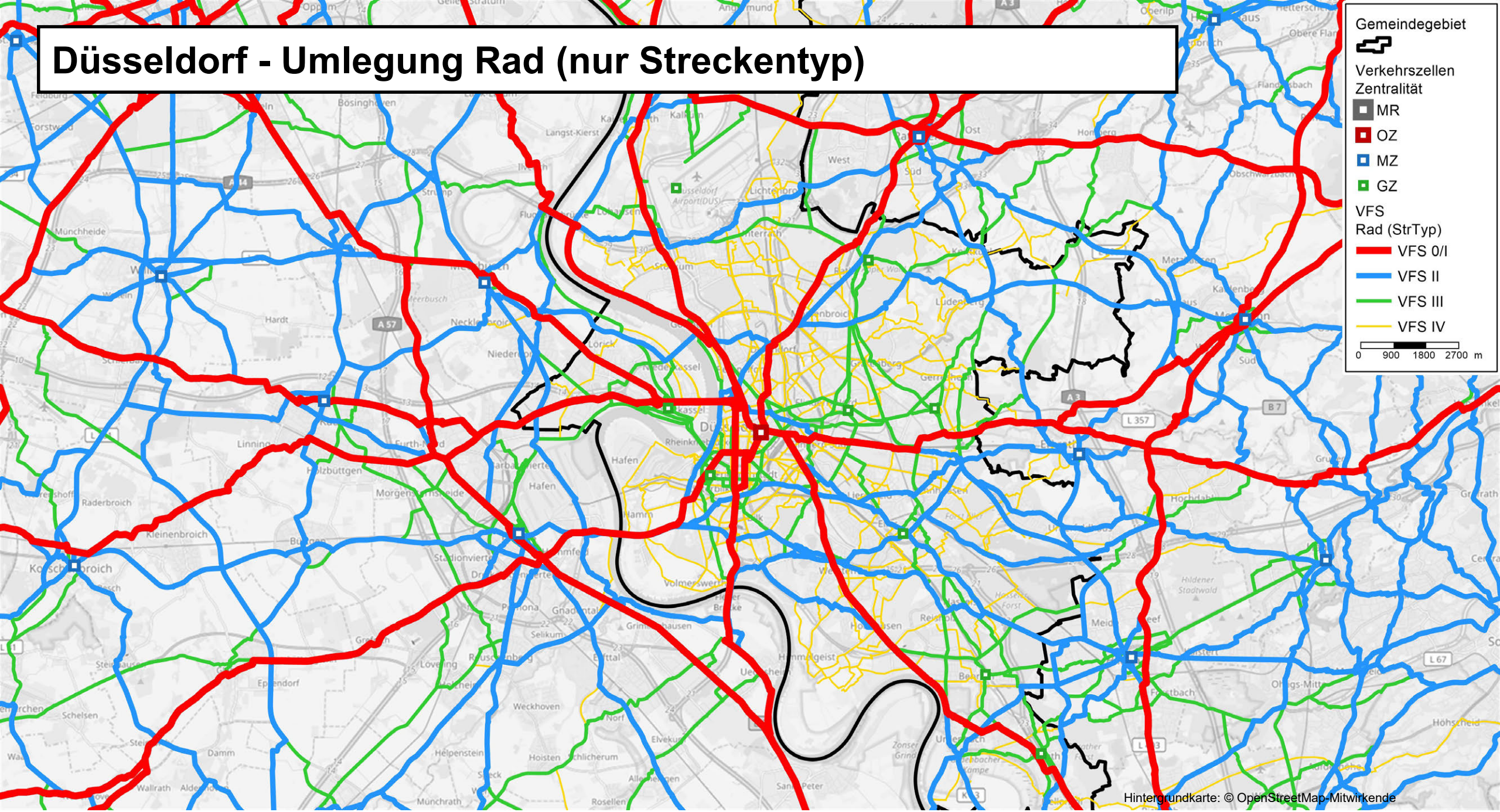
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

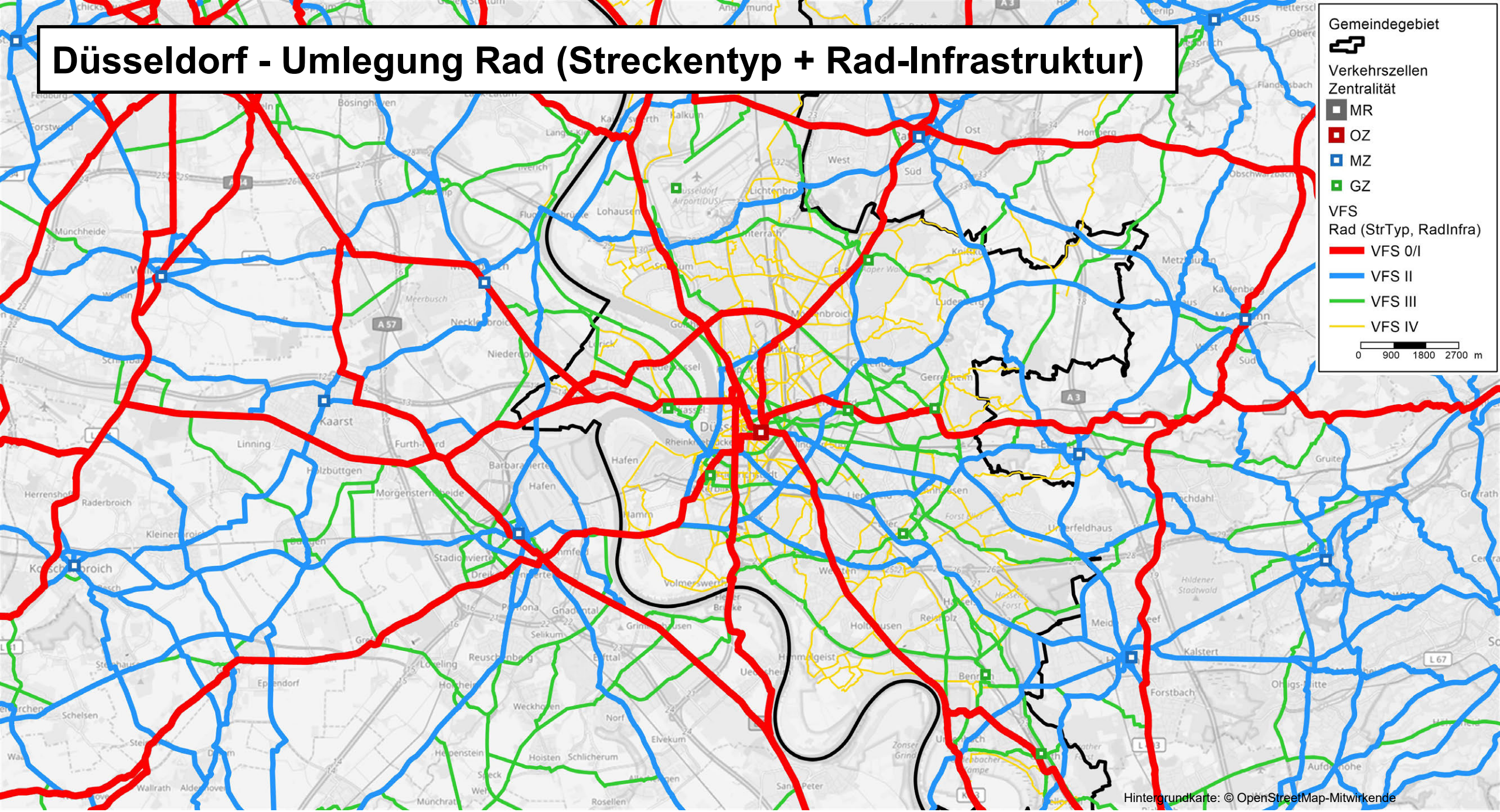
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Düsseldorf - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



Düsseldorf - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

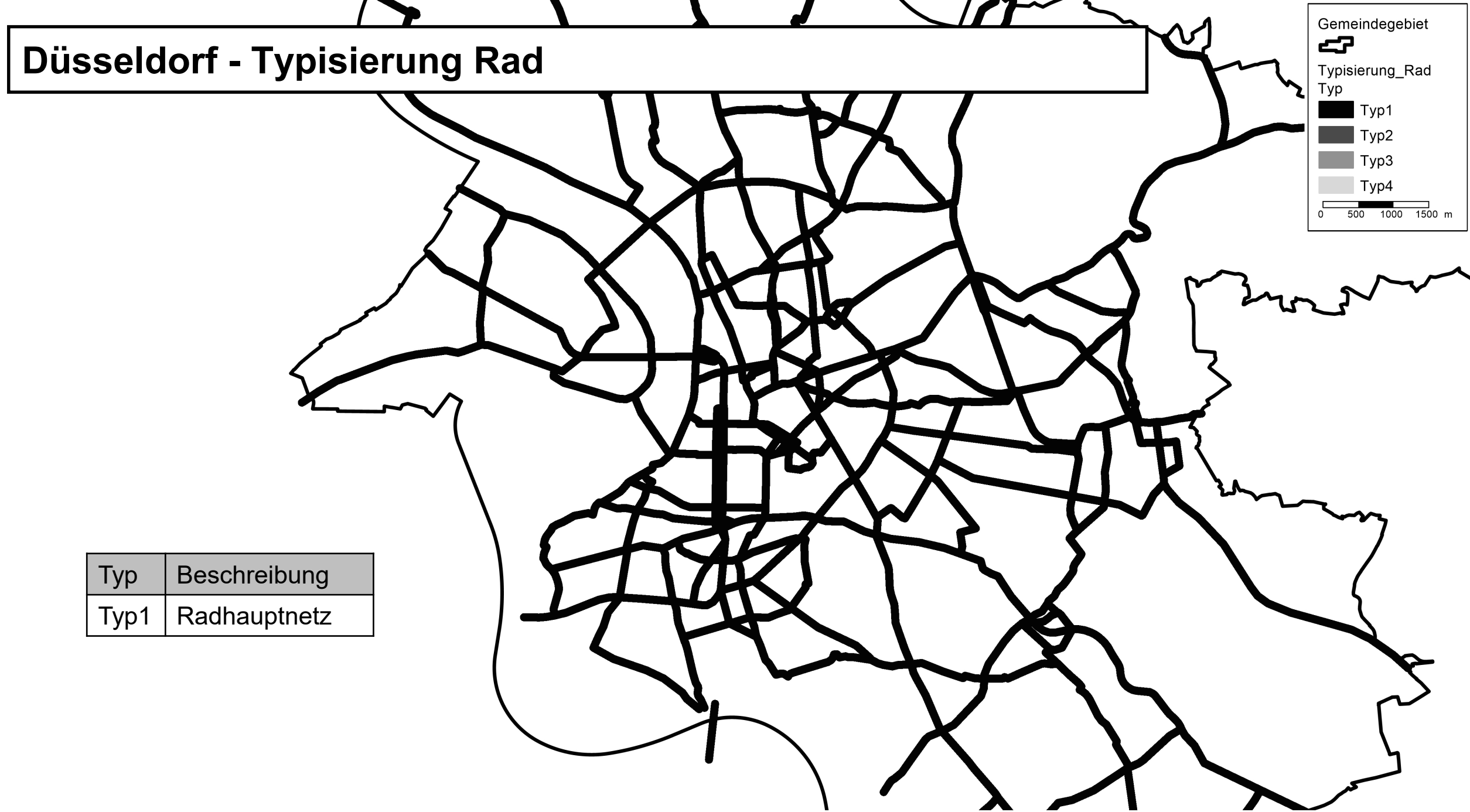
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

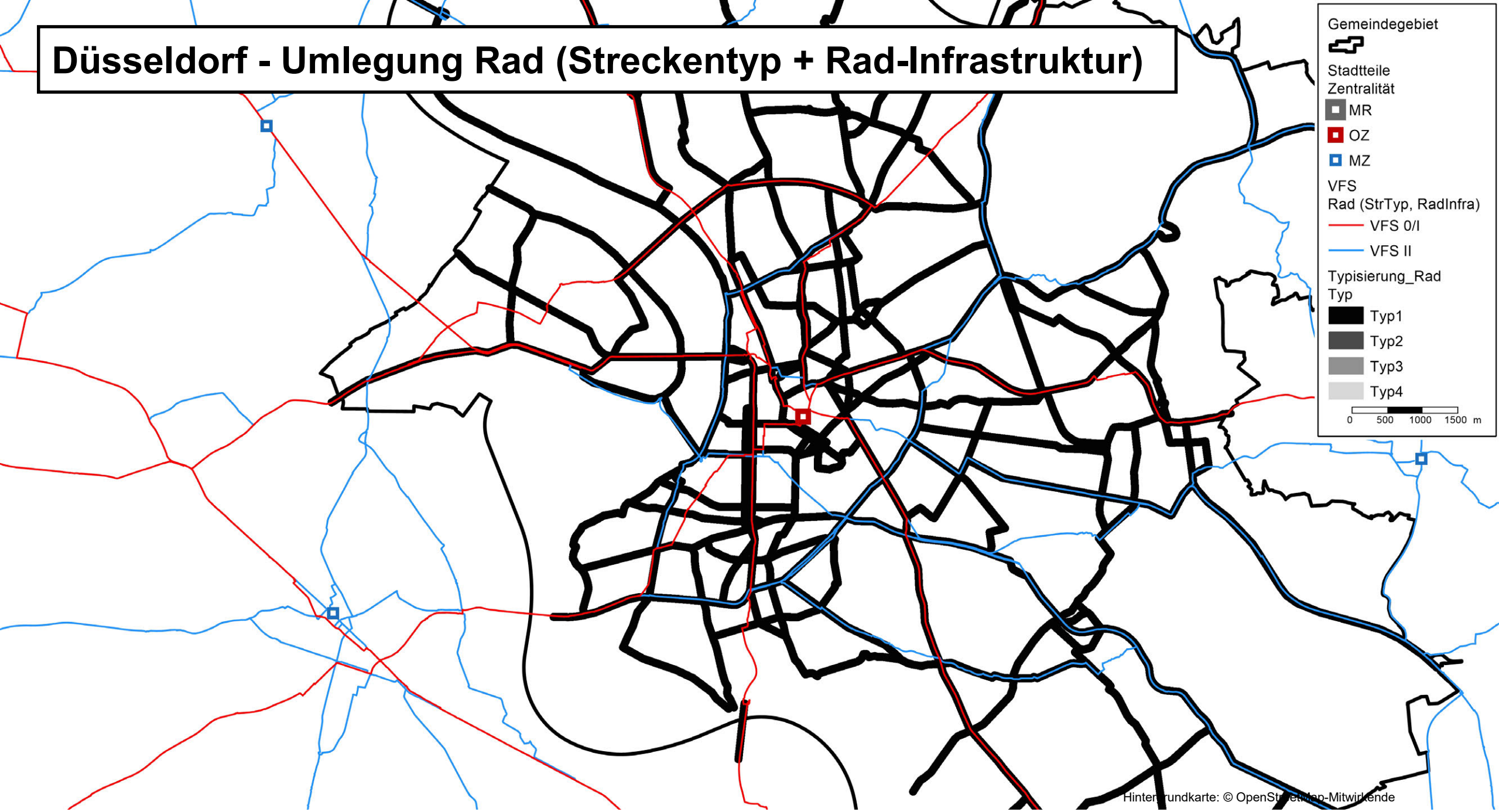
→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Düsseldorf - Typisierung Rad



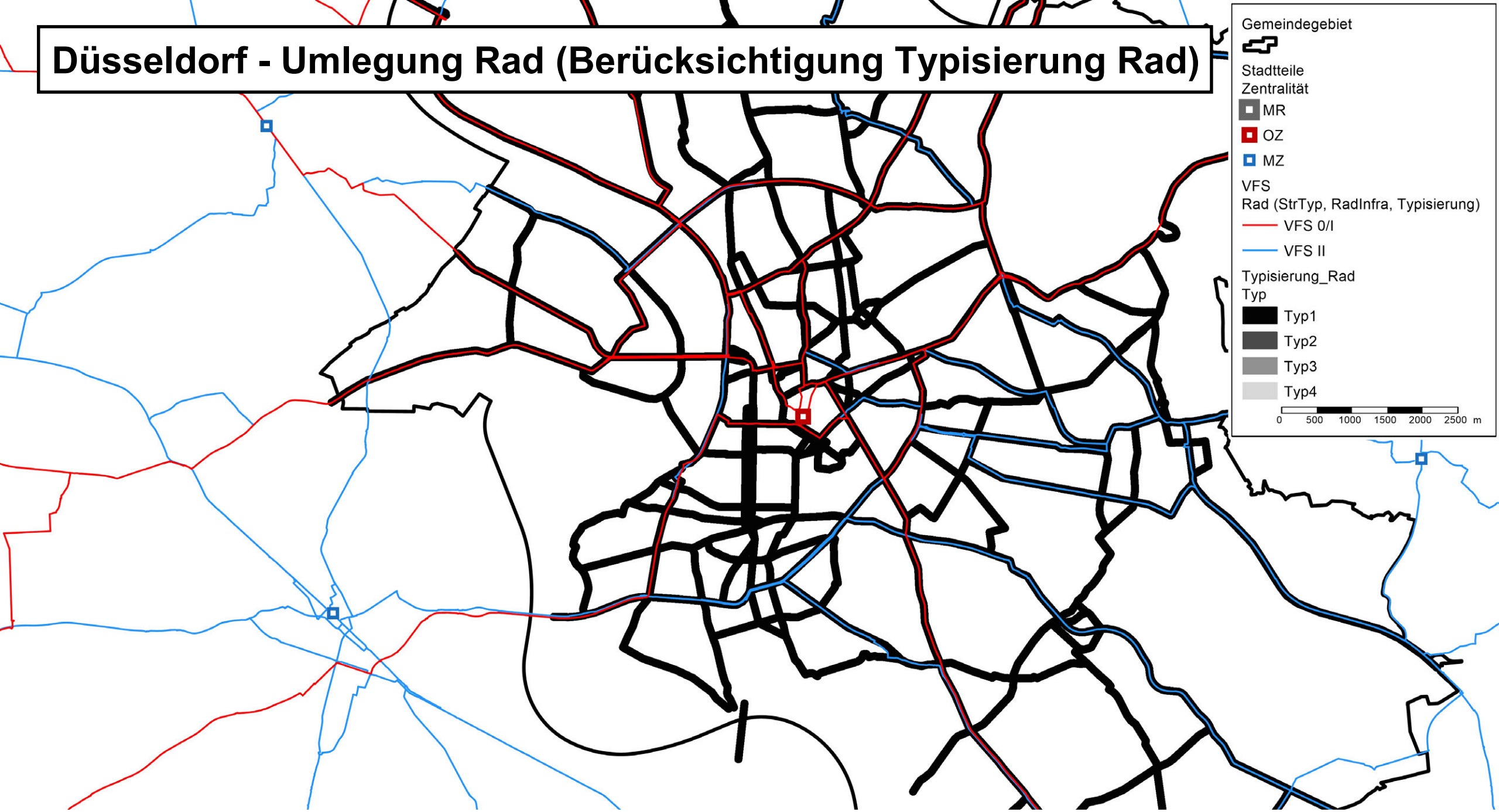
Typ	Beschreibung
Typ1	Radhauptnetz

Düsseldorf - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)

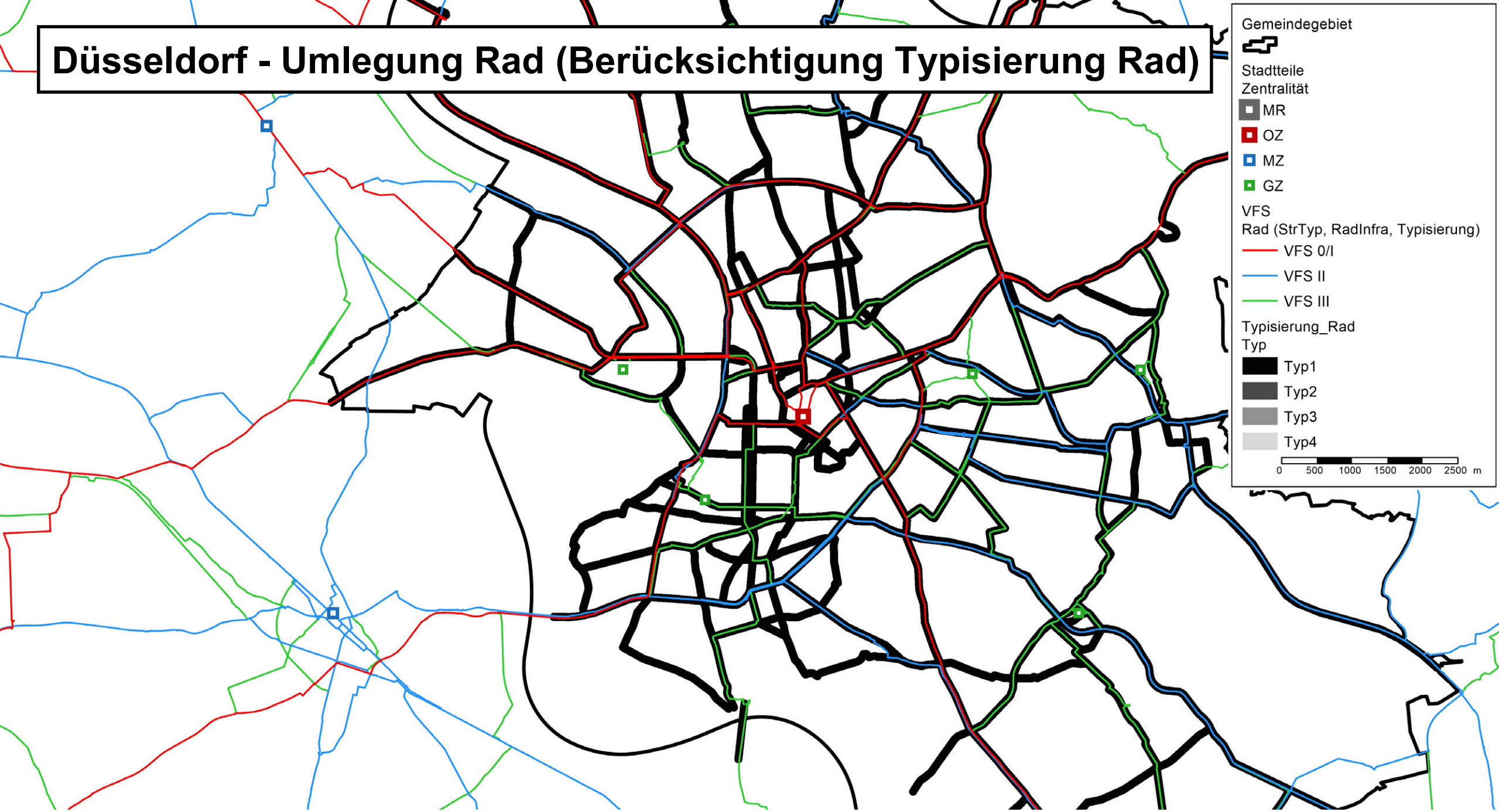


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

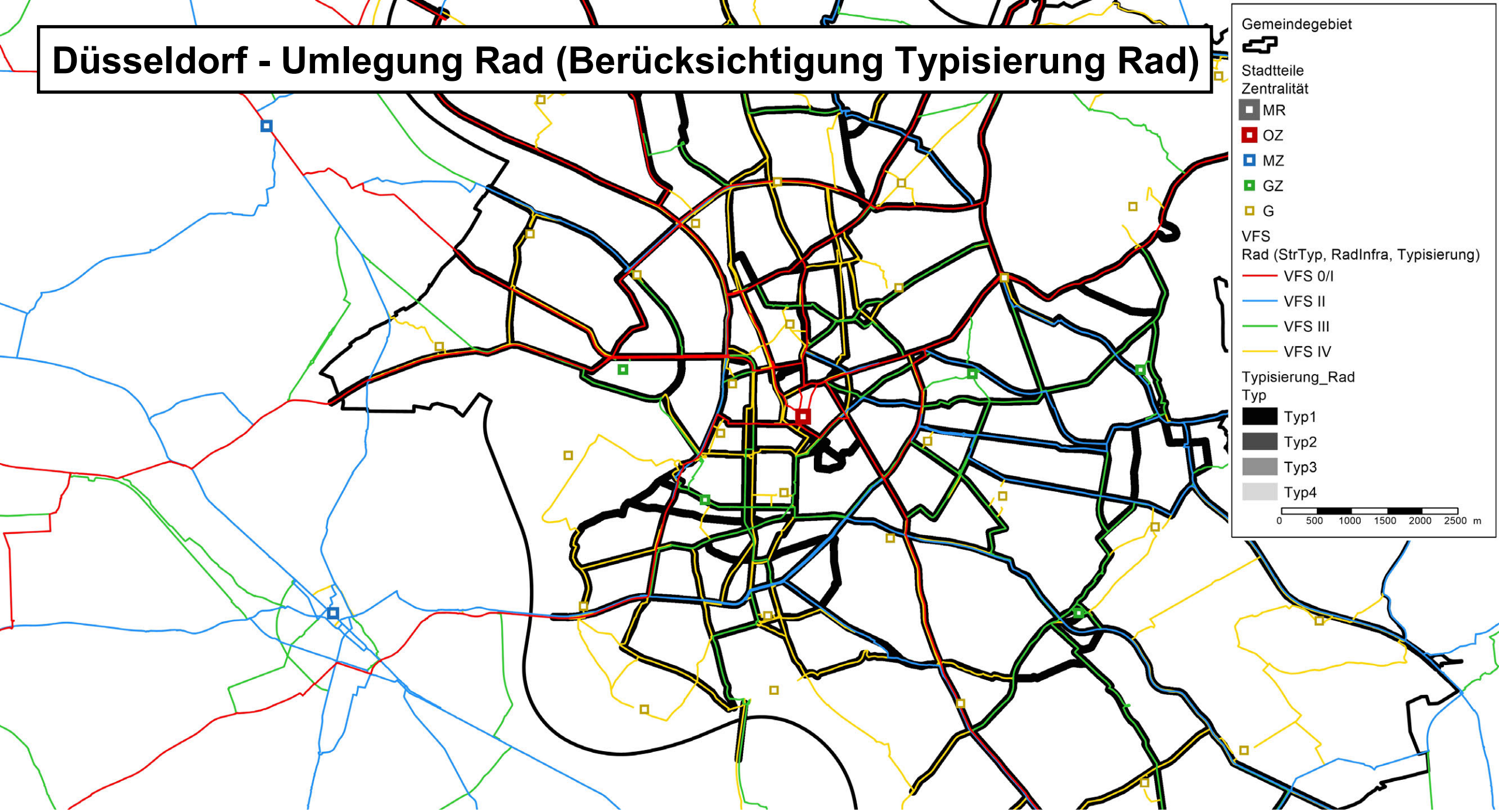
Düsseldorf - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



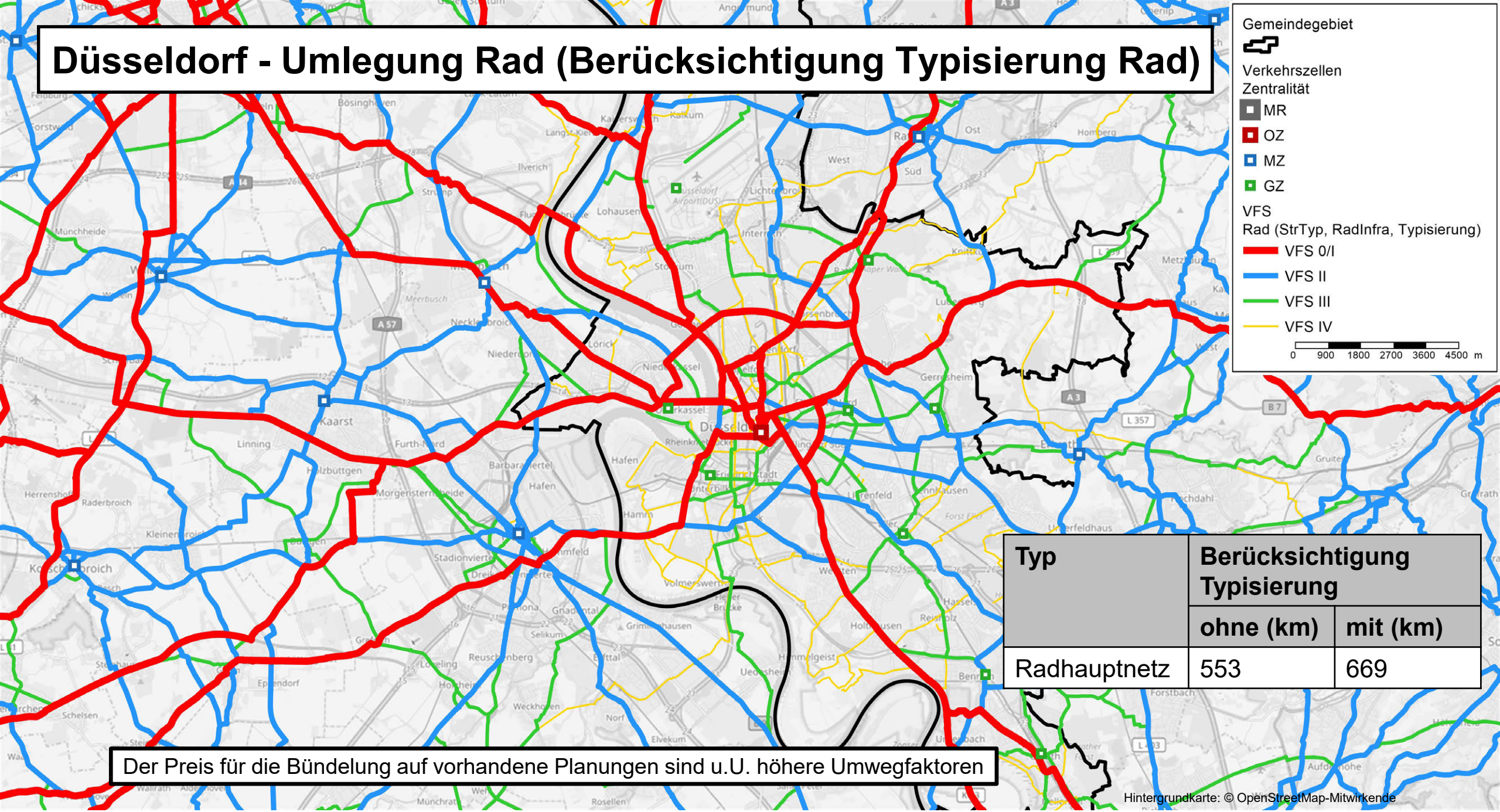
Düsseldorf - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Düsseldorf - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Düsseldorf - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	ohne (km)	mit (km)
Radhauptnetz	553	669

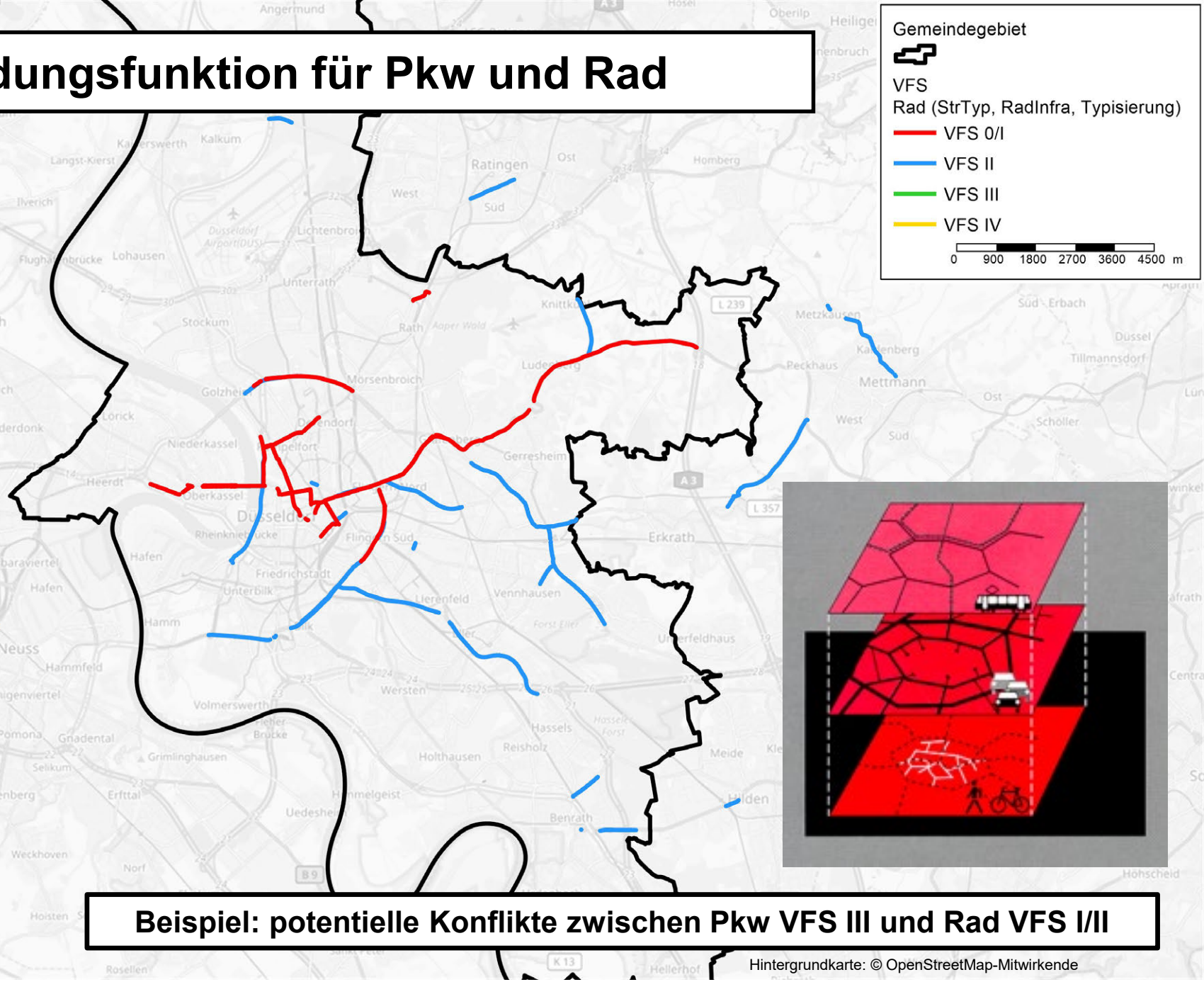
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	1
	II	0
	III	0
	IV	0
II	I	16
	II	64
	III	3
	IV	4
III	**I**	**35**
	II	**55**
	III	25
	IV	24
IV	I	32
	II	46
	III	26
	IV	44

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet



Beispiel: potentielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

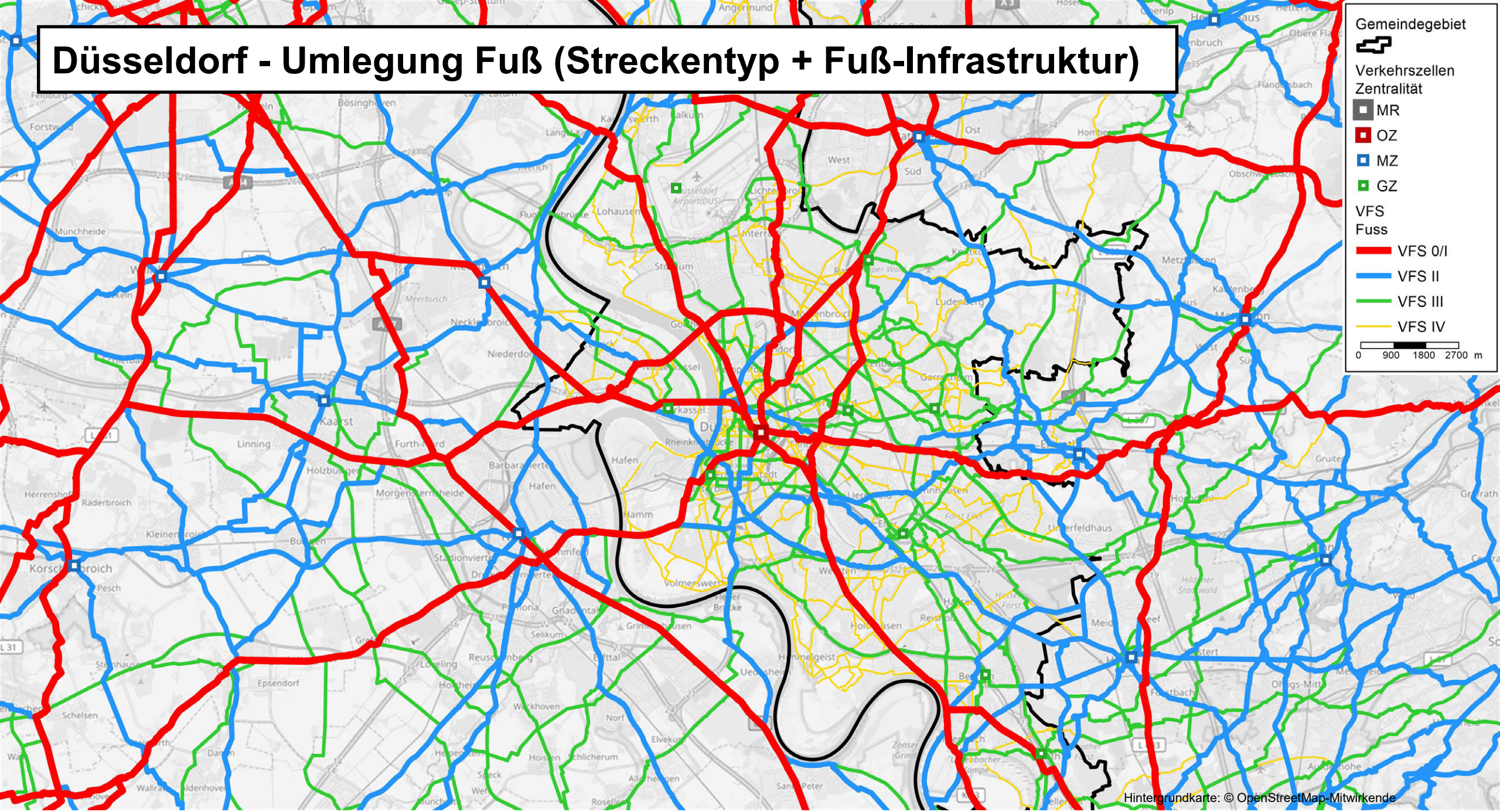
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Düsseldorf - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	0,9	13,8	16.600
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	11,1	73,3	3.900
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Mettmann	1	8	43	2,3	18,8	4.800

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Fragen

- Methode verstanden?
- Methode zielführend (rein prinzipiell)?
- Wie legt man gute Quellen und Ziele fest?
- Sind Stadtteile eine gute räumliche Einheit?
- Welche Bestandteile von Verkehrswegenetzen wird man über eine solche Methode nicht erklären können?

Protokoll (1/2)

Räumliche Gliederung

- Folie 53: Feststellung, dass Düsseldorf bei der Anzahl von Stadtbezirken und Stadtteilen im interkommunalen Vergleich im Durchschnitt liegt (Nachtrag: Hinweis auf § 35 GO NRW Absatz 3, in dem die max. Anzahl der Stadtbezirke im Stadtgebiet auf 10 limitiert ist)

Umlegung Pkw-Verkehr

- Folie 30: Der Ring B1/7/8 wäre im Ergebnis wünschenswerter gewesen als die Teilroute mit VFS II mitten durch das Zentrum
- Folie 28: Anbindung der VFS II (blau) suboptimal, im Sinne des Vorhabens eine verkehrsberuhigten Innenstadt könnte man hier analog zur Anbindung der VFS 0/I an Anschlussstellen an den Bundesstraßen B1/7/8 anbinden
- Folie 36: zeigt das Zielnetz des „Mobilitätsplans D“ zur Abwicklung des Kfz Verkehrs. Hierbei wurden einige Achsen gezielt herausgenommen, um den Verkehr perspektivisch auf Hauptachsen zu bündeln. Hinweis auf Hauptverkehrsstraßennetz von 1999, das aktuell überarbeitet wird
- Diskussion wie eine Zerschneidungswirkung trotz vorhandener Verbindungsfunktion aufgehoben werden kann, (Bsp: Berliner Str.) → Analyse der Relationen mit Verbindungsfunktion und Schaffung von alternativen Routenführungen.

Protokoll (2/2)

Umlegung Rad-Verkehr

- Routing stellenweise auf nicht geeigneten Achsen (Rheinufertunnel)
- Folie 44 Radhauptnetz basiert auf planerischer Erfahrung
- Feststellung, dass es kaum Strecken gibt, die im Radhauptnetz enthalten sind und im Ergebnis der Umlegung aus diesem Projekt fehlen → beide Netze haben stadtteilverbindenden Charakter
- Hinweis auf Radleitrouten die aktuell geplant werden

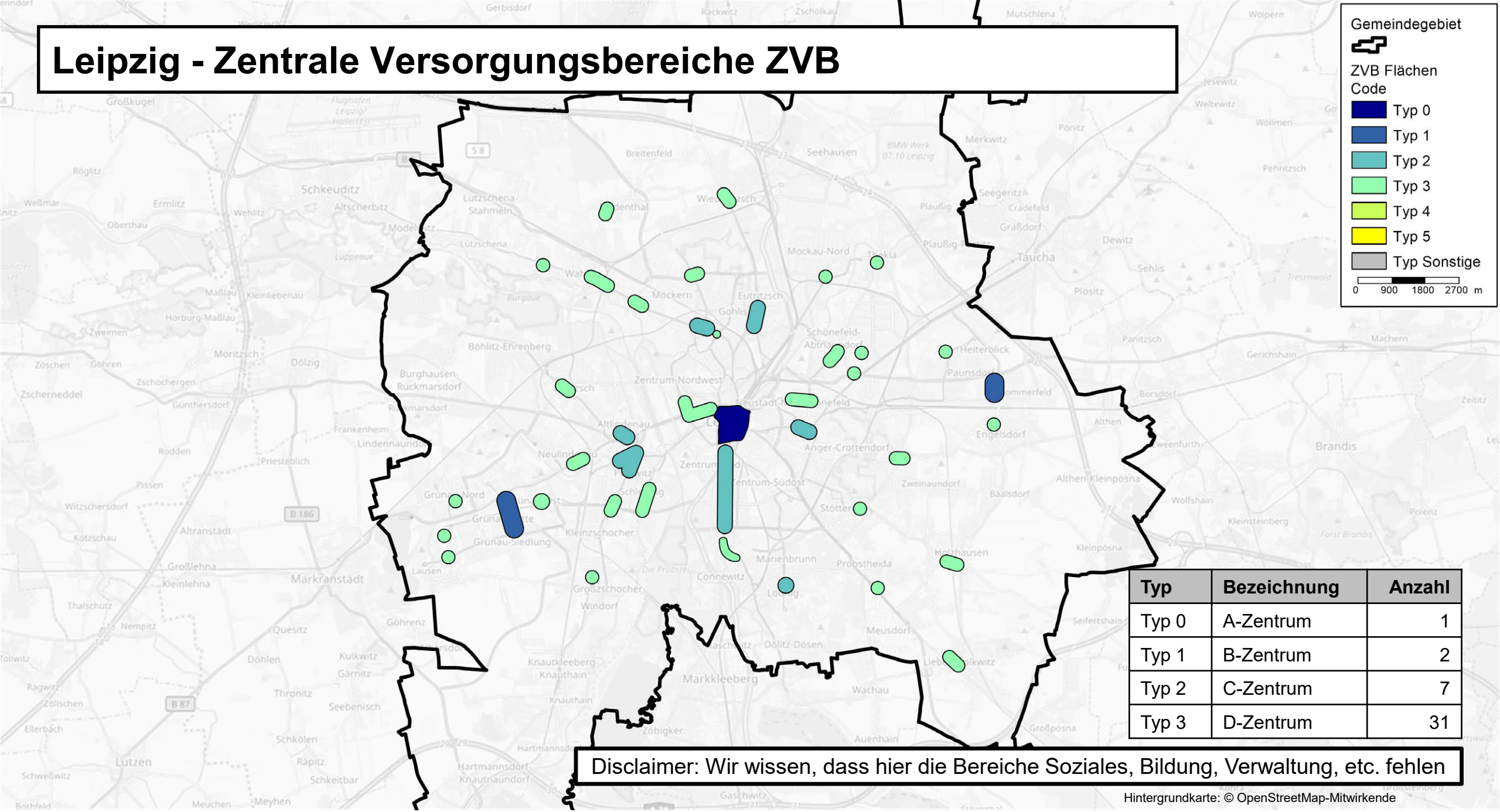
Umlegung Fuß-Verkehr

- Mit der angewendeten Methode wenig zielführend durch Entfernungen die nicht alltagsrelevant sind.

Leipzig
(27.03.2023)

Kommunale Daten: © Stadt Leipzig

Leipzig - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB

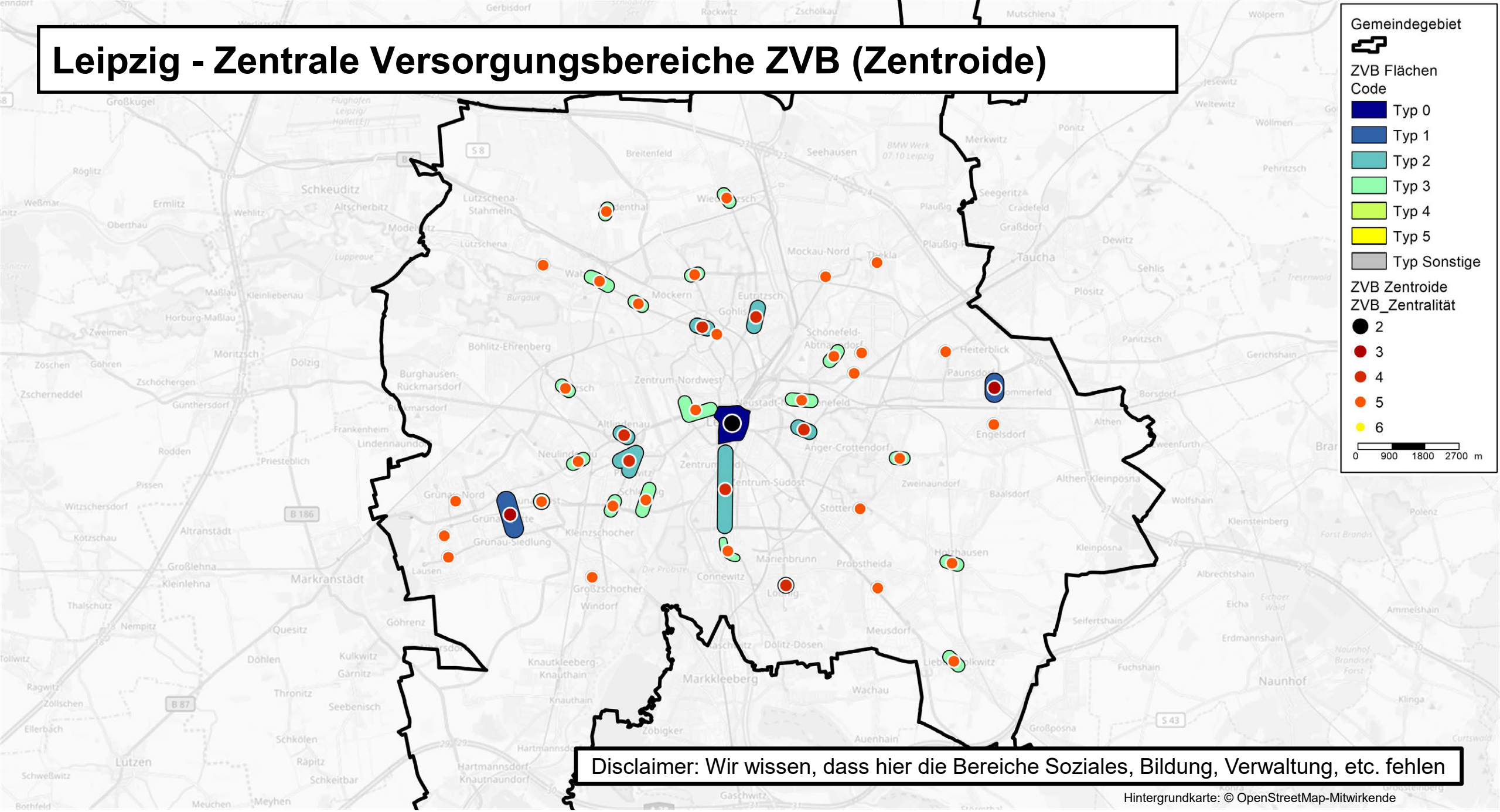


Typ	Bezeichnung	Anzahl
Typ 0	A-Zentrum	1
Typ 1	B-Zentrum	2
Typ 2	C-Zentrum	7
Typ 3	D-Zentrum	31

Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

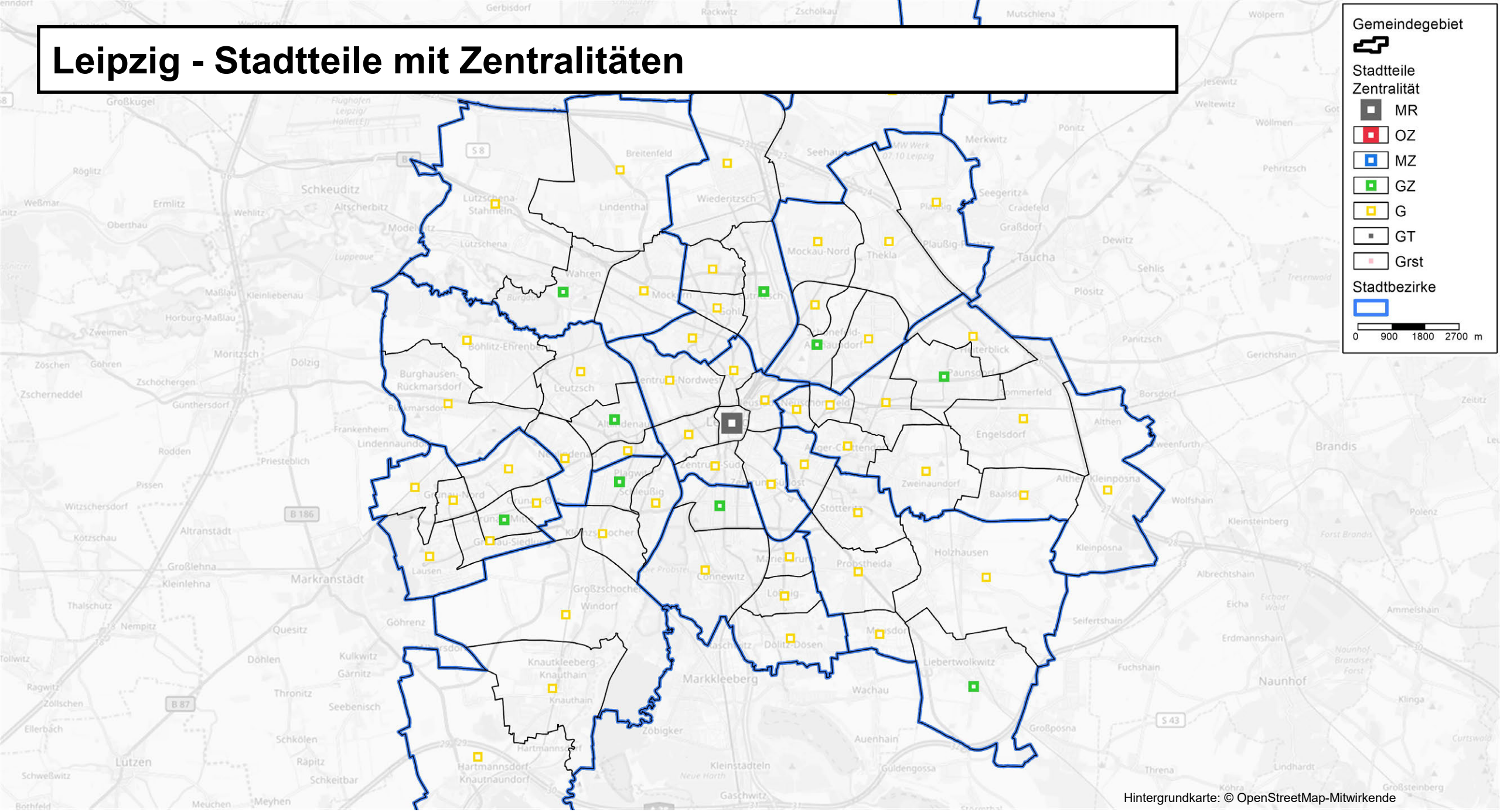
Leipzig - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

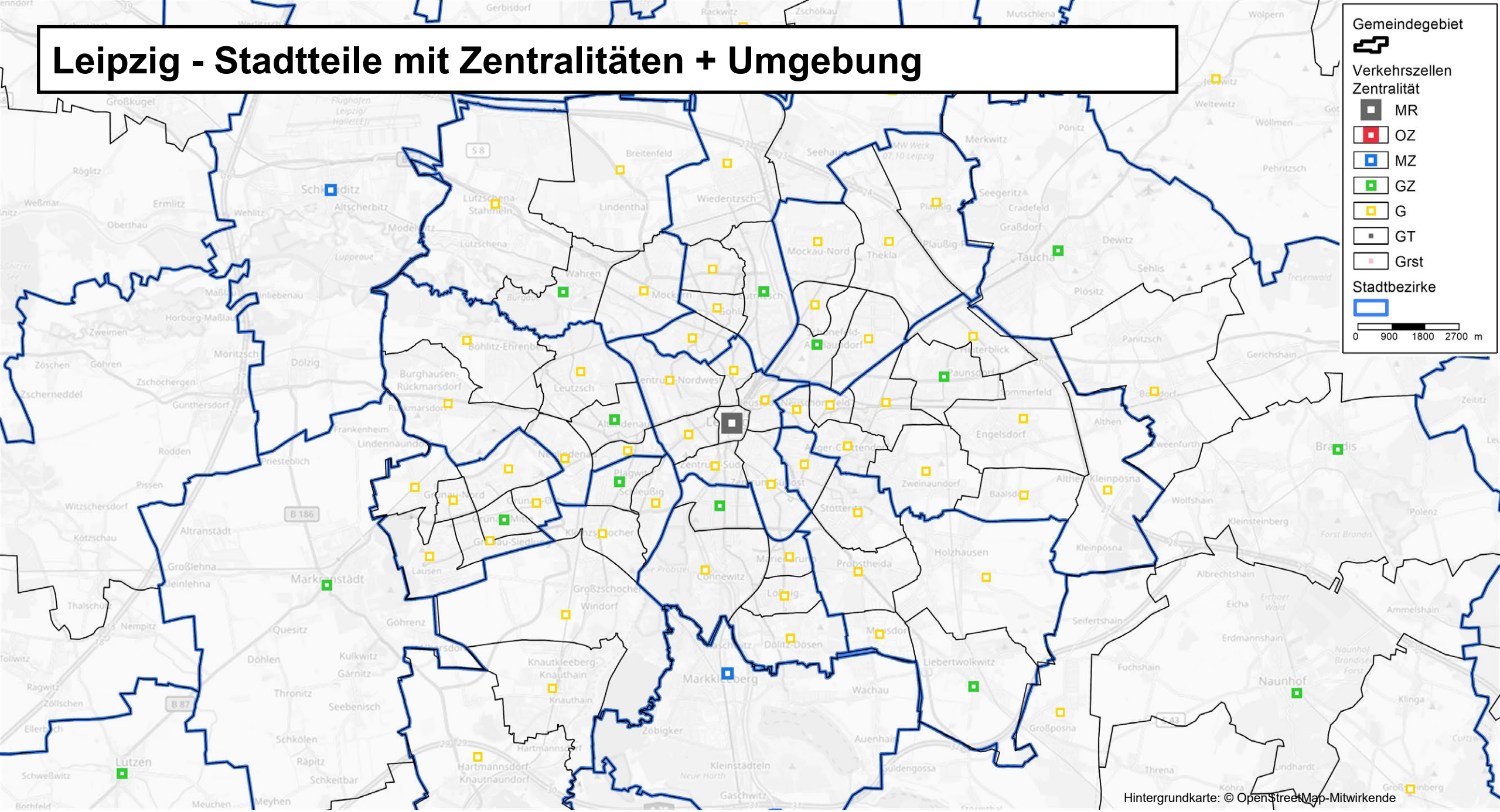
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Leipzig - Stadtteile mit Zentralitäten



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

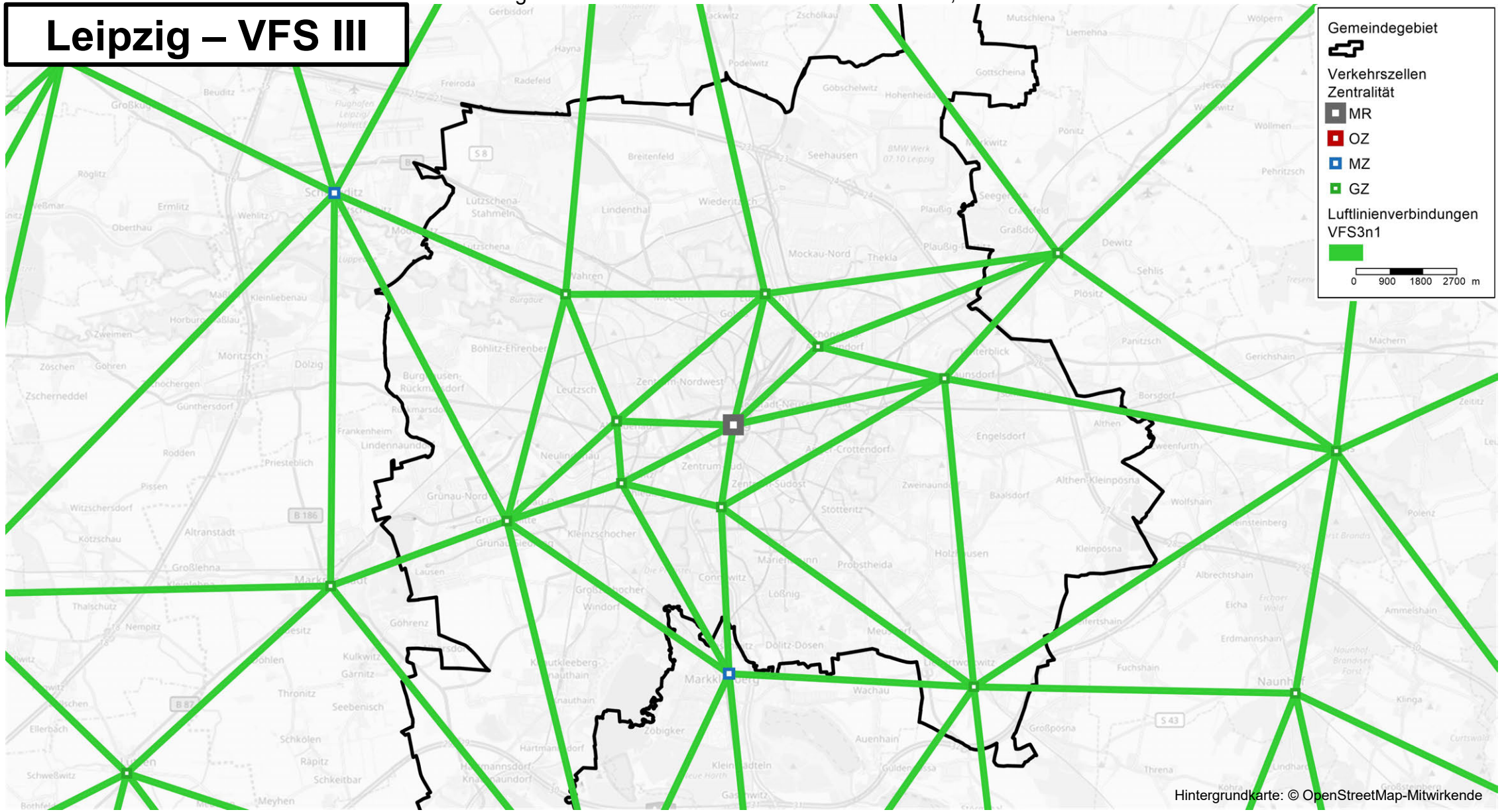
Leipzig - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

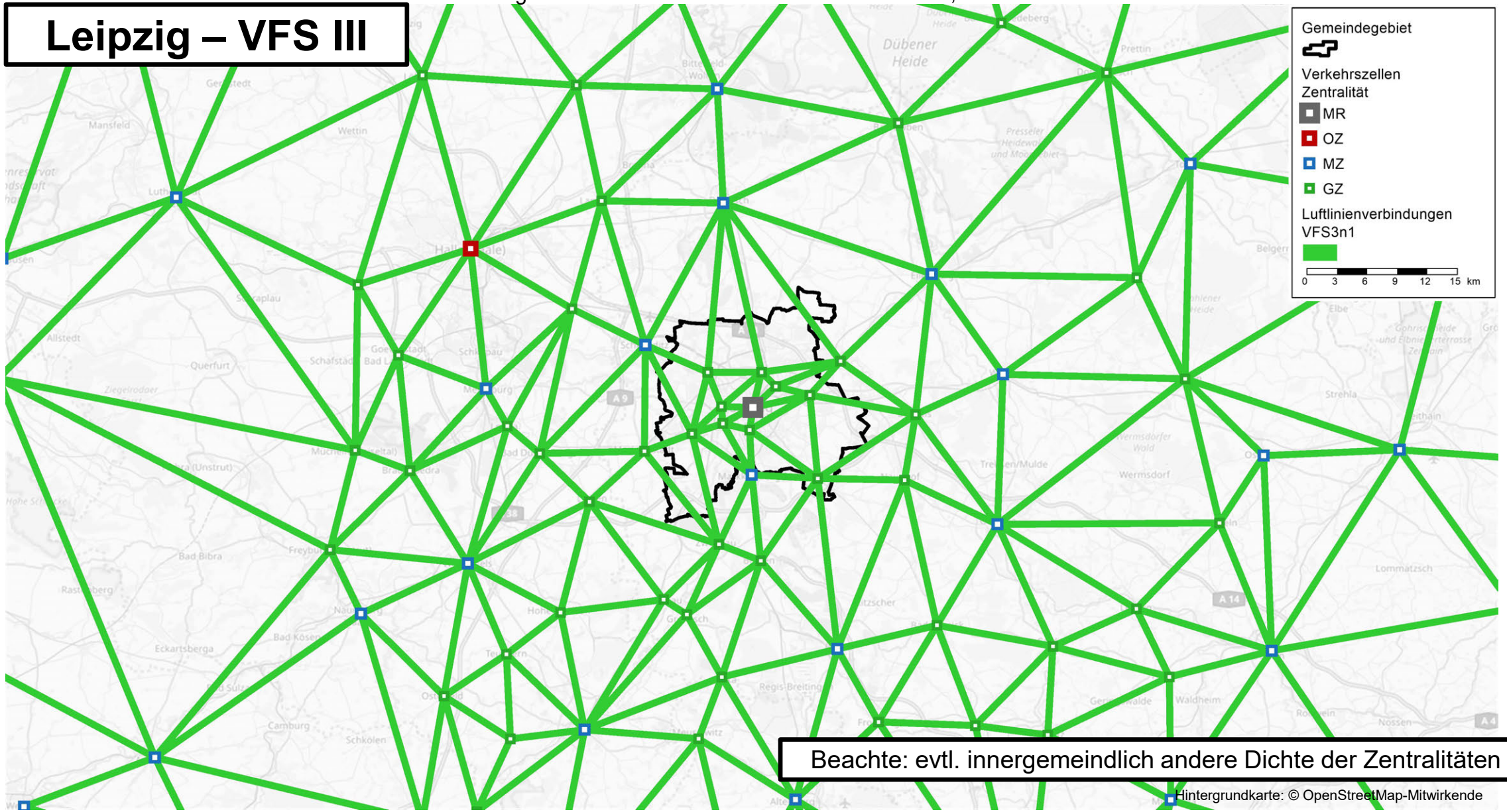
Leipzig – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Leipzig – VFS III



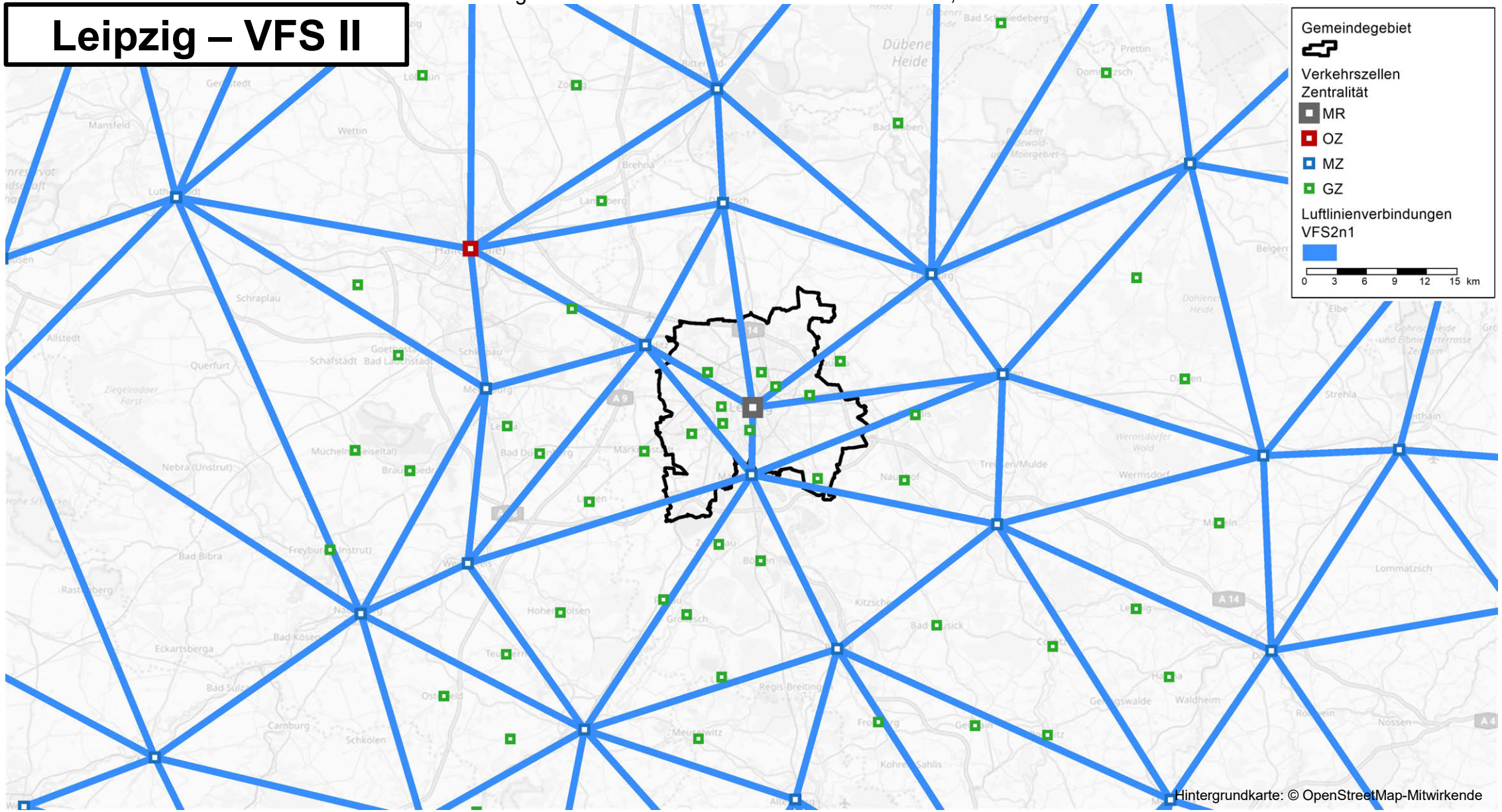
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Leipzig – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

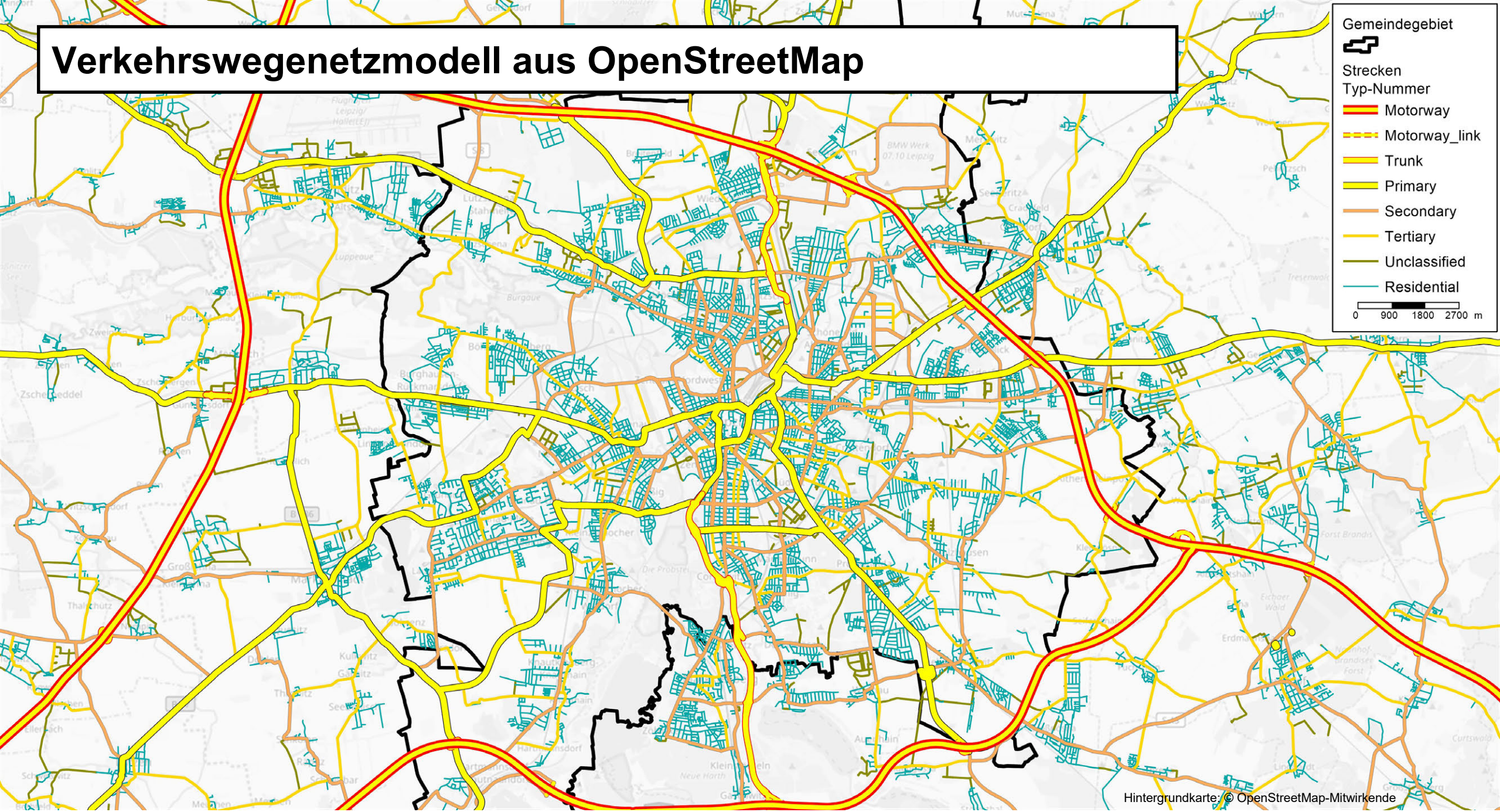
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

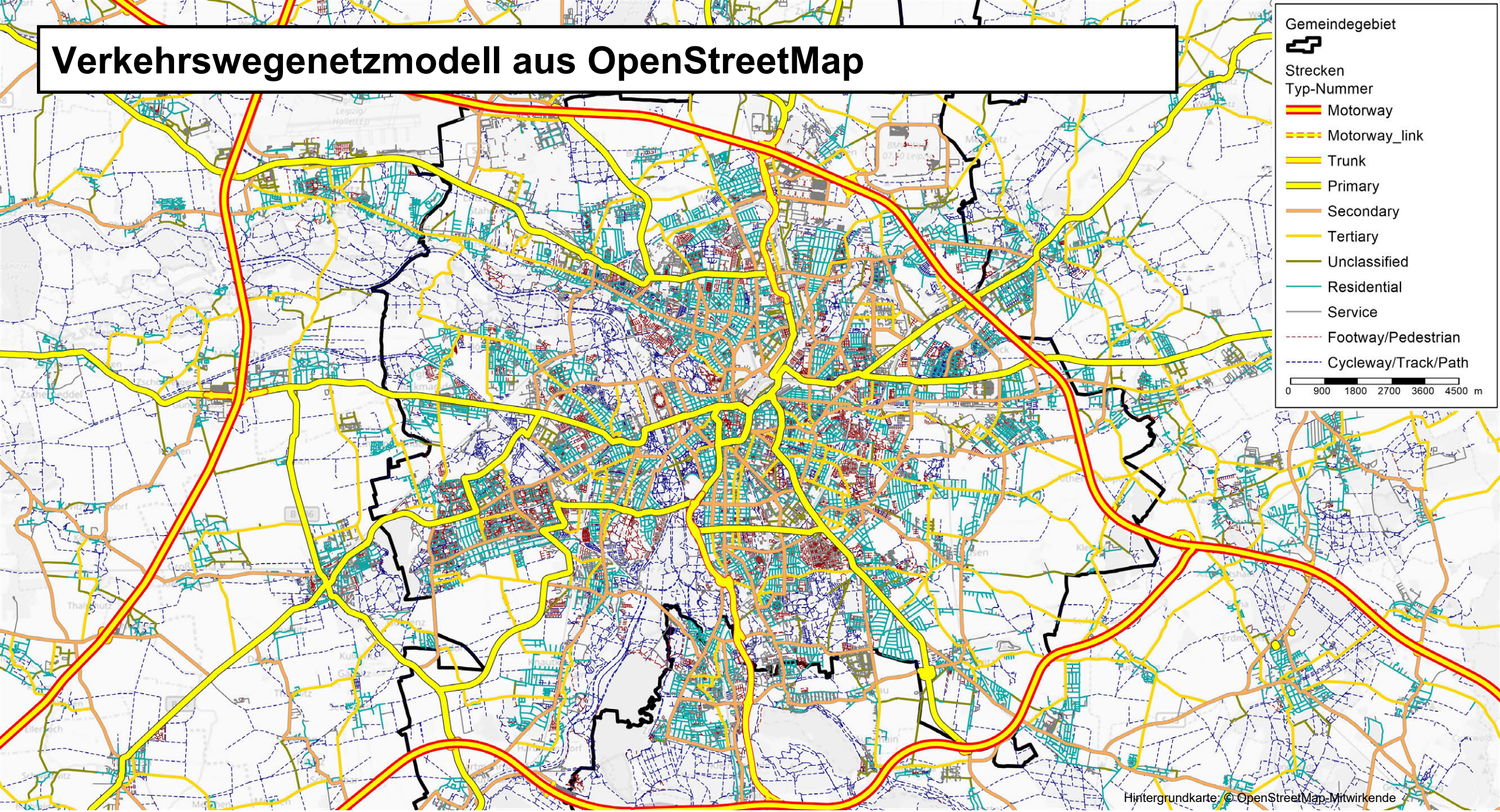
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

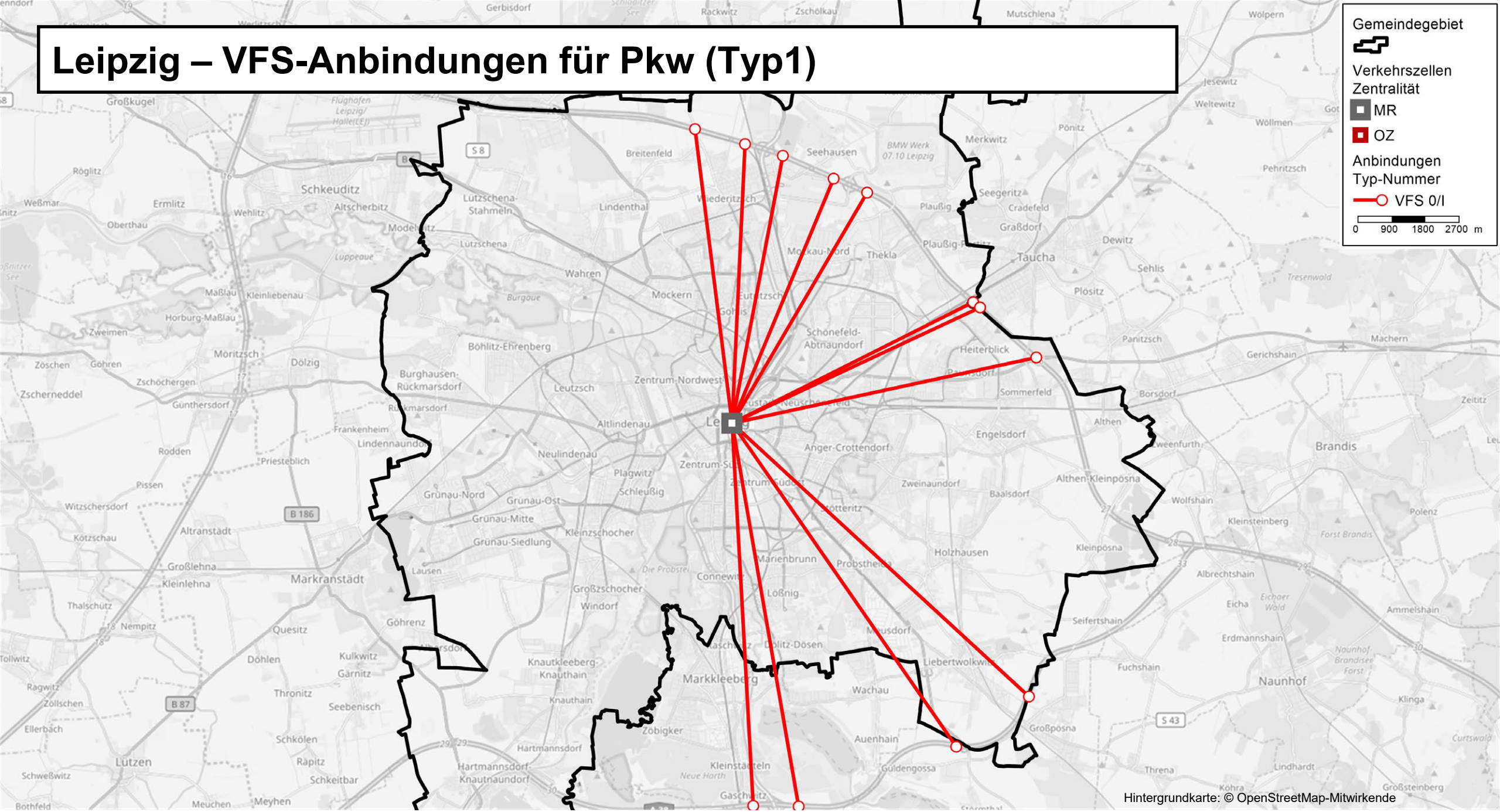
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

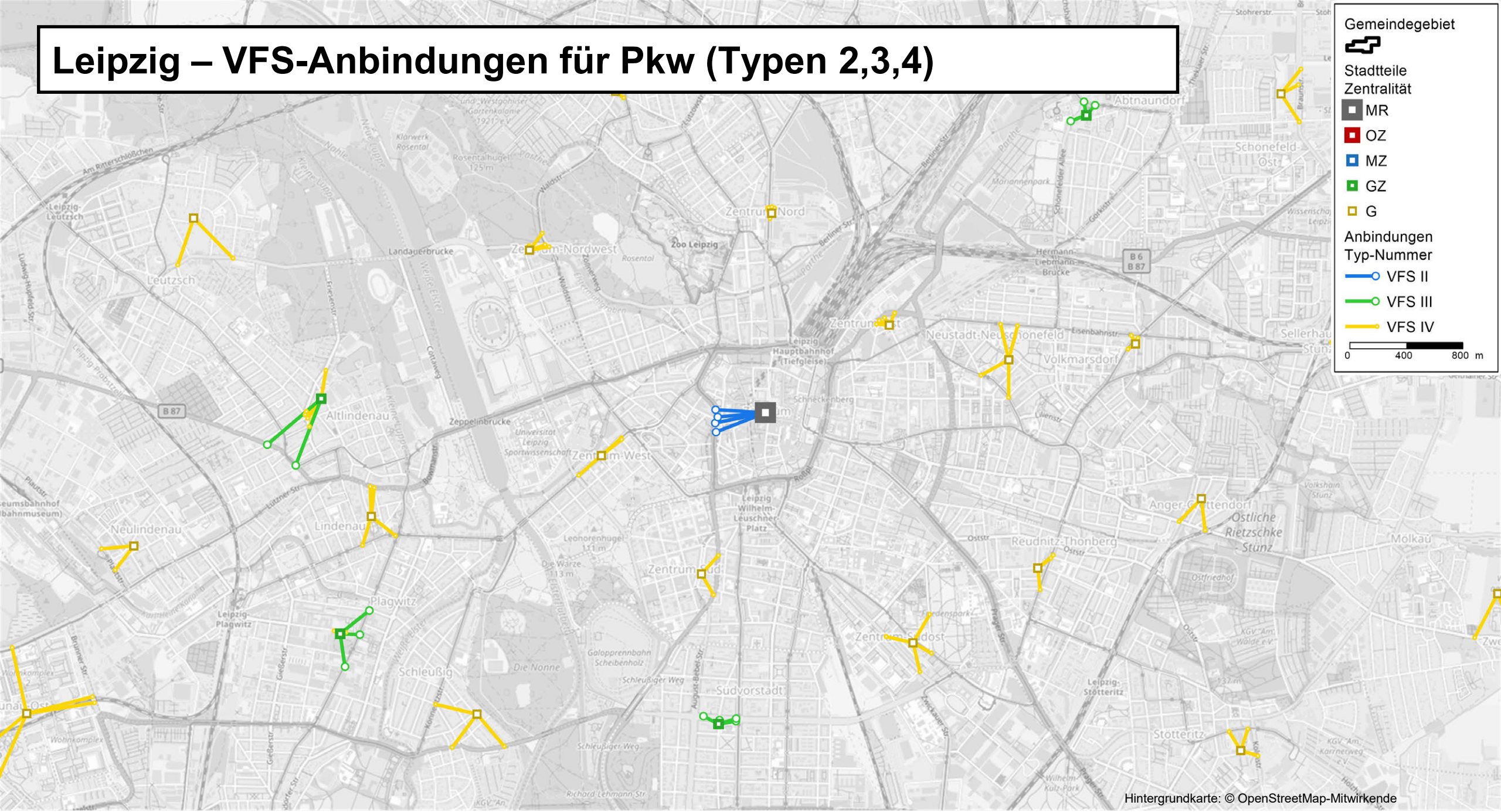
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Leipzig – VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Leipzig – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

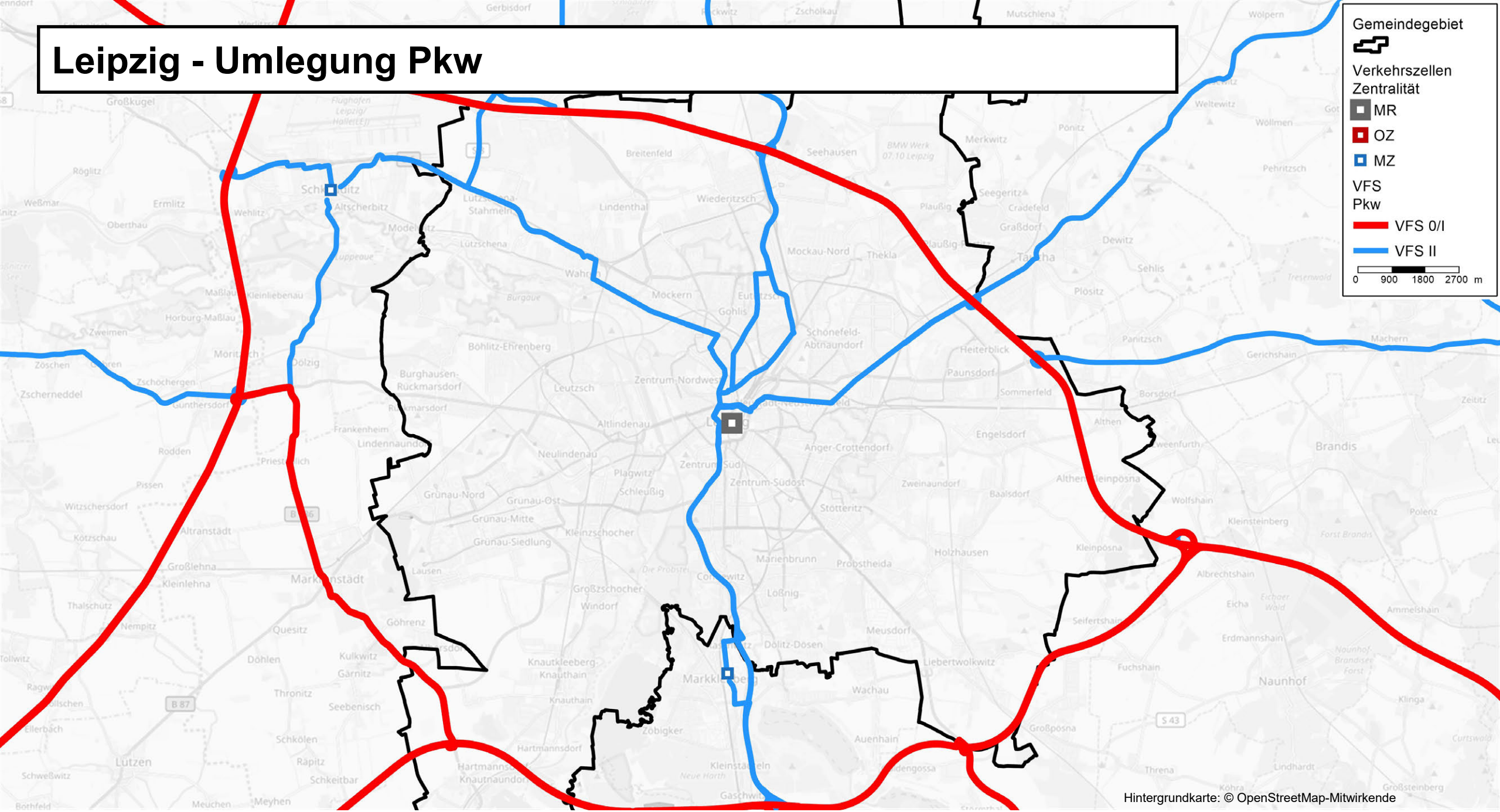
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

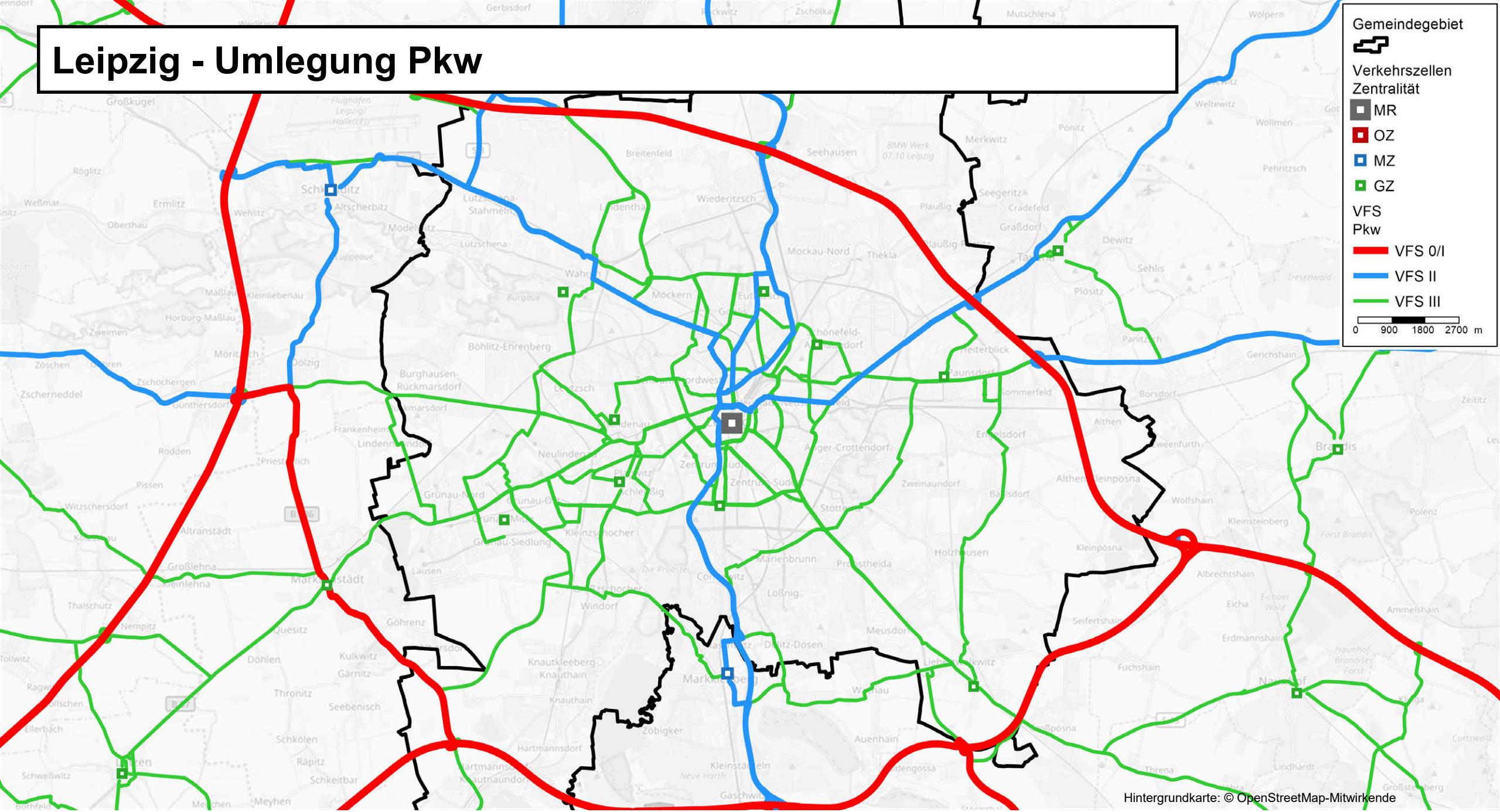
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

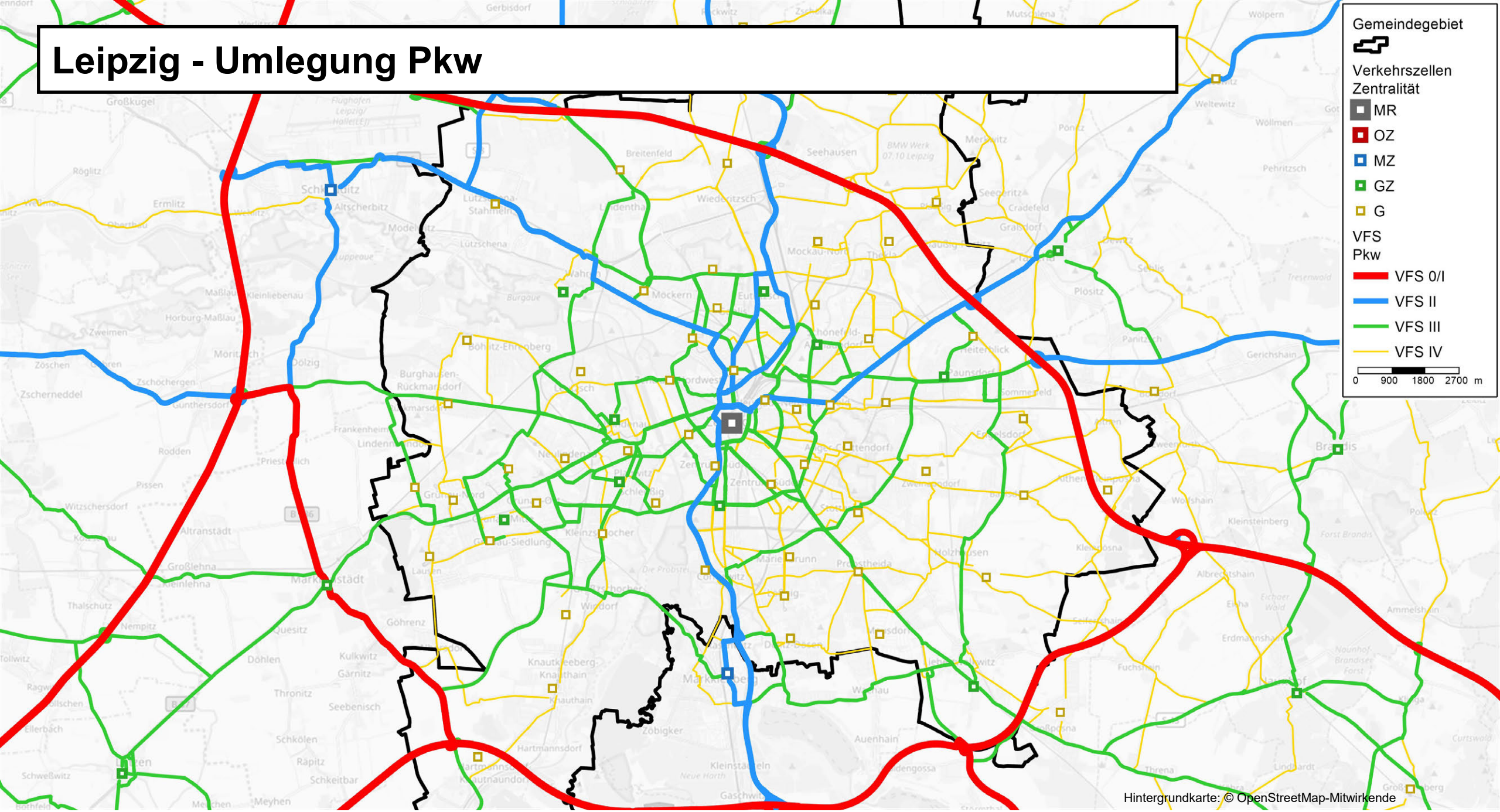
Leipzig - Umlegung Pkw



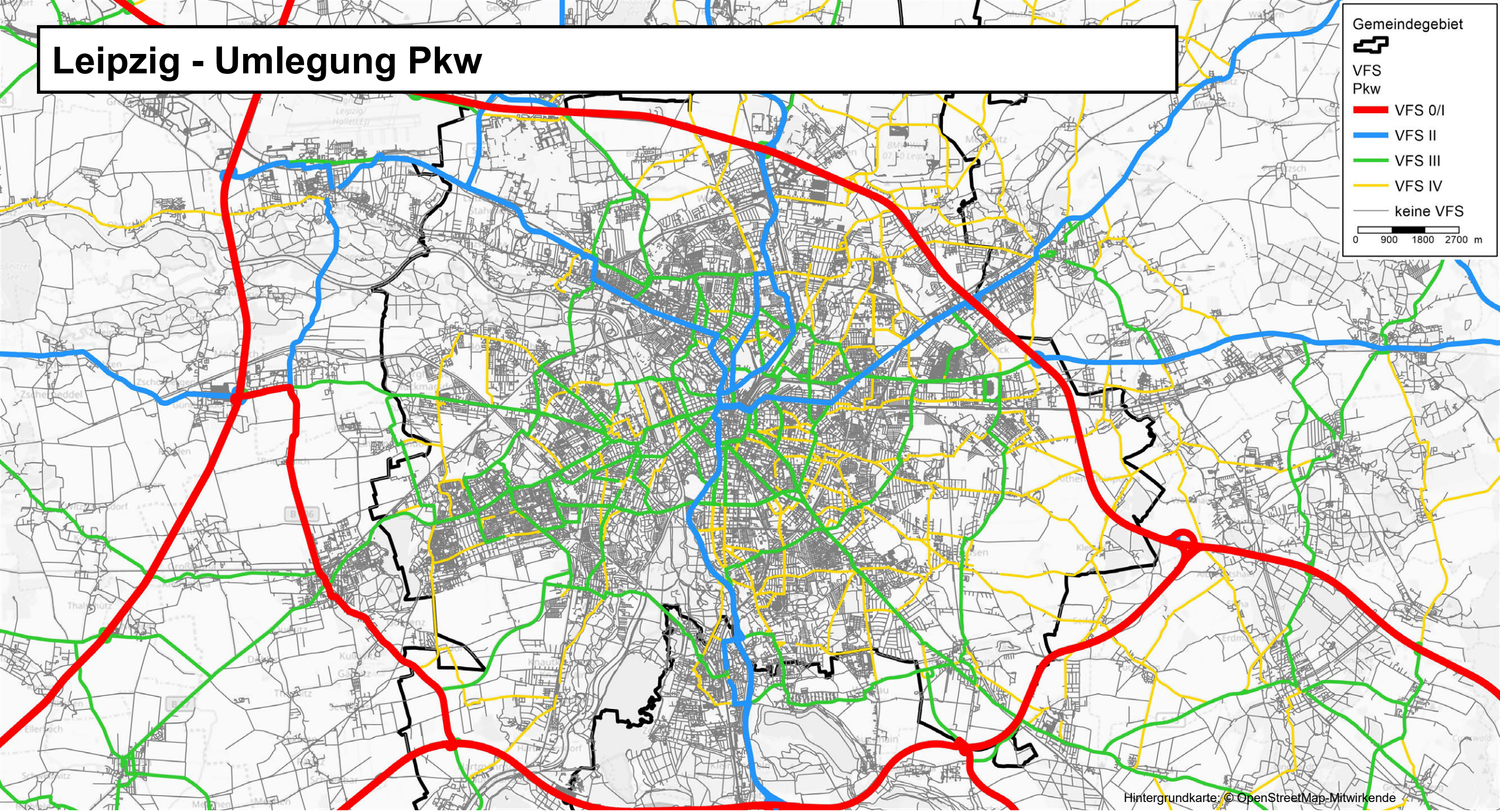
Leipzig - Umlegung Pkw



Leipzig - Umlegung Pkw



Leipzig - Umlegung Pkw



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

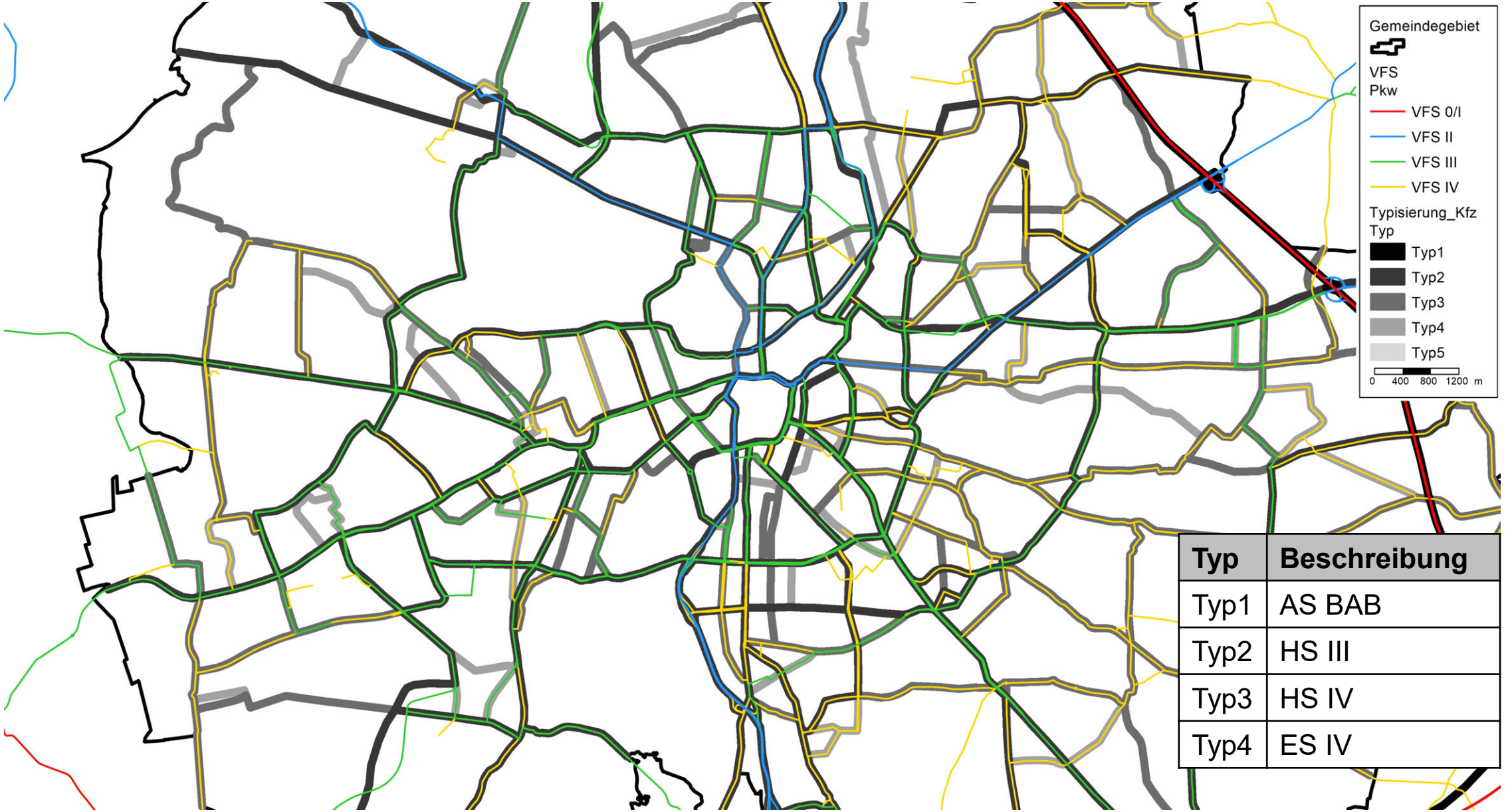
OSM-Name	VFS (Ergebnis Modellrechnung)					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	78%	11%	5%	2%	3%	89%
trunk	3%	70%	12%	5%	10%	82%
primary	5%	26%	66%	2%	2%	92%
secondary	2%	10%	35%	33%	20%	68%
tertiary	0%	2%	9%	42%	48%	98%
unclassified	0%	0%	1%	15%	84%	99%
residential	0%	0%	0%	0%	100%	100%

arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	**83%**

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

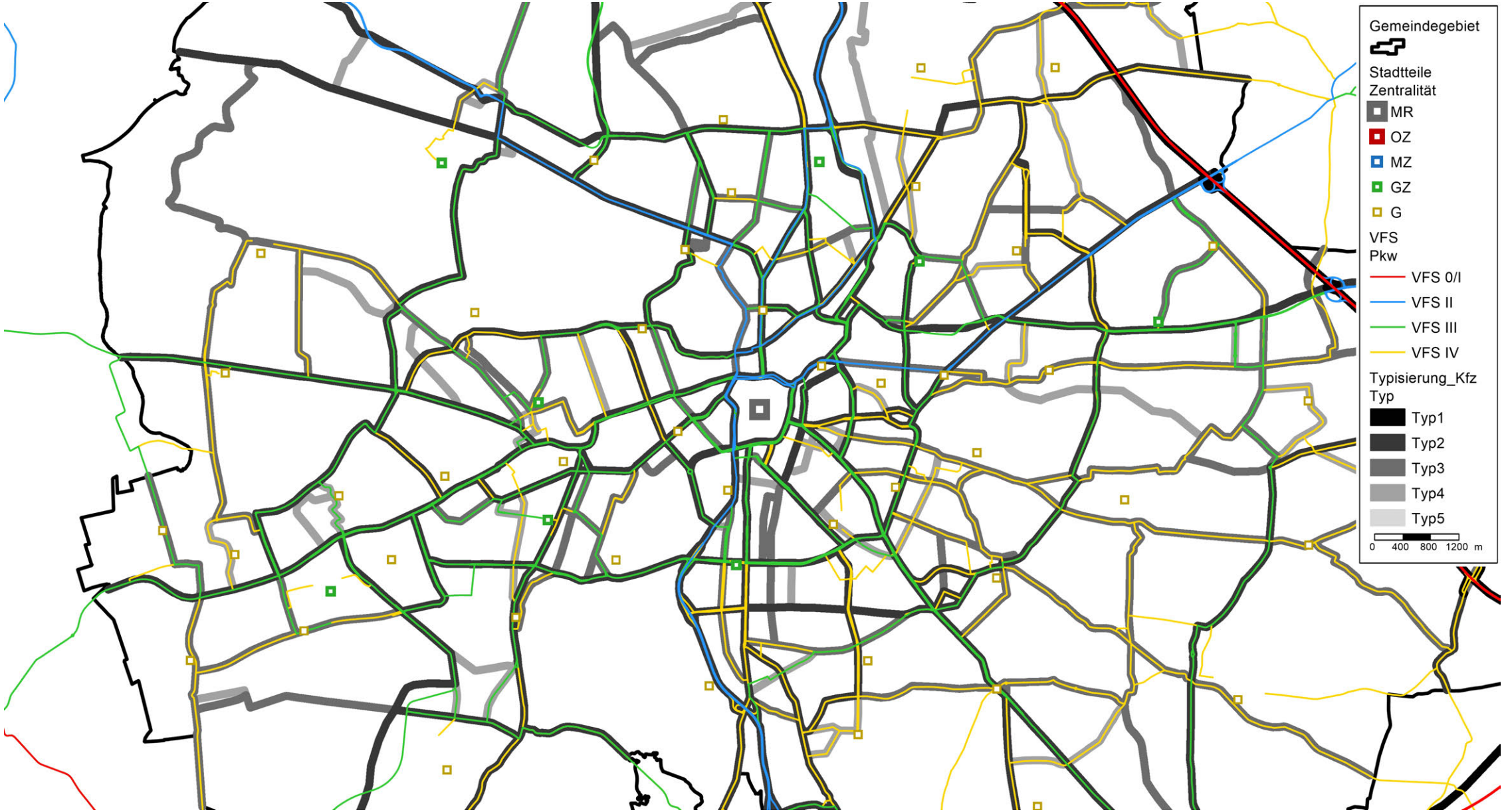
Typ	Beschreibung
Typ1	AS BAB
Typ2	HS III
Typ3	HS IV
Typ4	ES IV

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Typ	Beschreibung
Typ1	AS BAB
Typ2	HS III
Typ3	HS IV
Typ4	ES IV

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS (Ergebnis Modellrechnung)				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
AS BAB	80%	10%	5%	5%	**80%**
HS III	4%	14%	50%	32%	**50%**
HS IV	3%	3%	23%	72%	**72%**
ES IV	5%	0%	13%	82%	**82%**

arithmetisches Mittel	**71%**

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

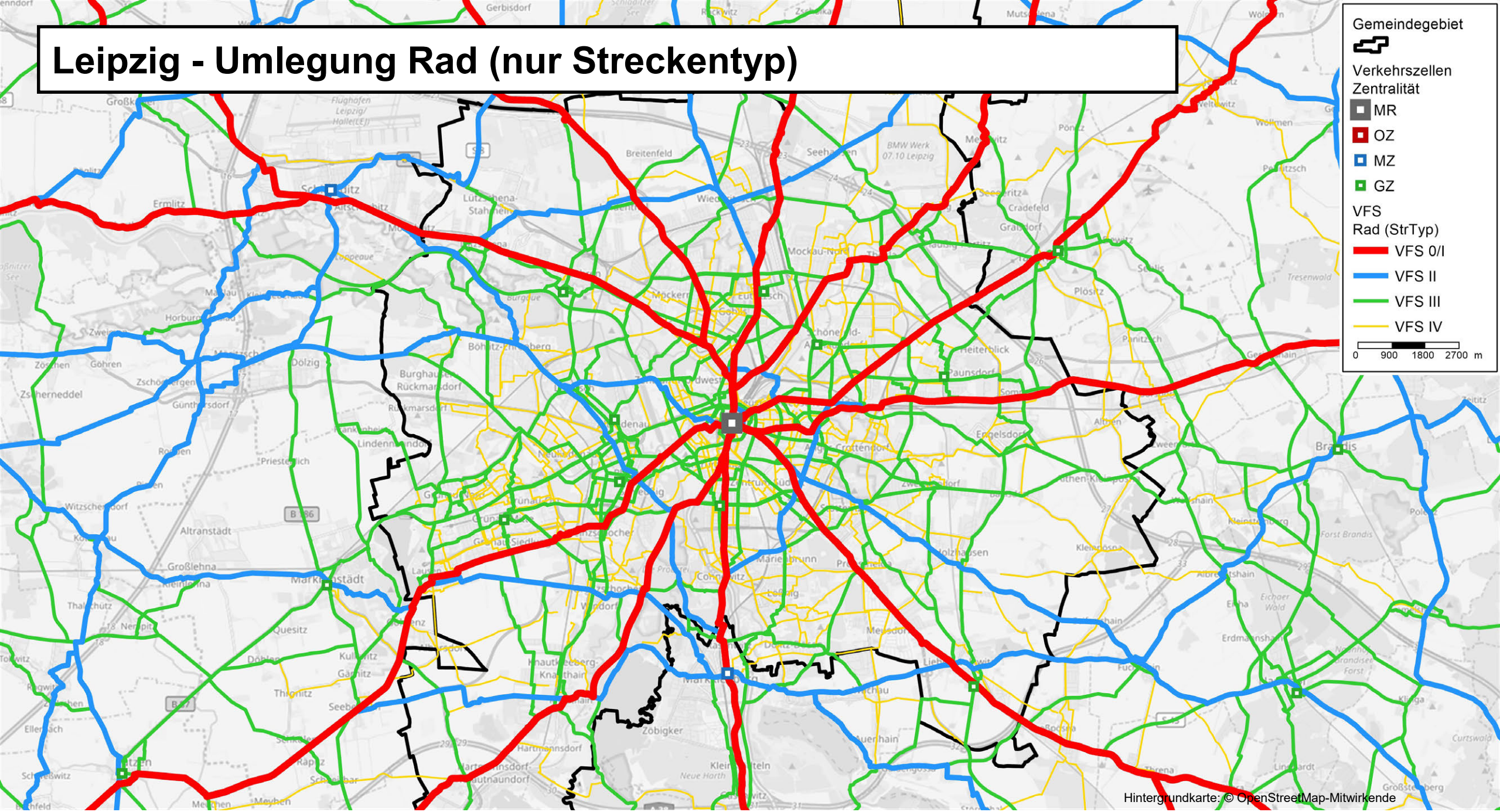
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

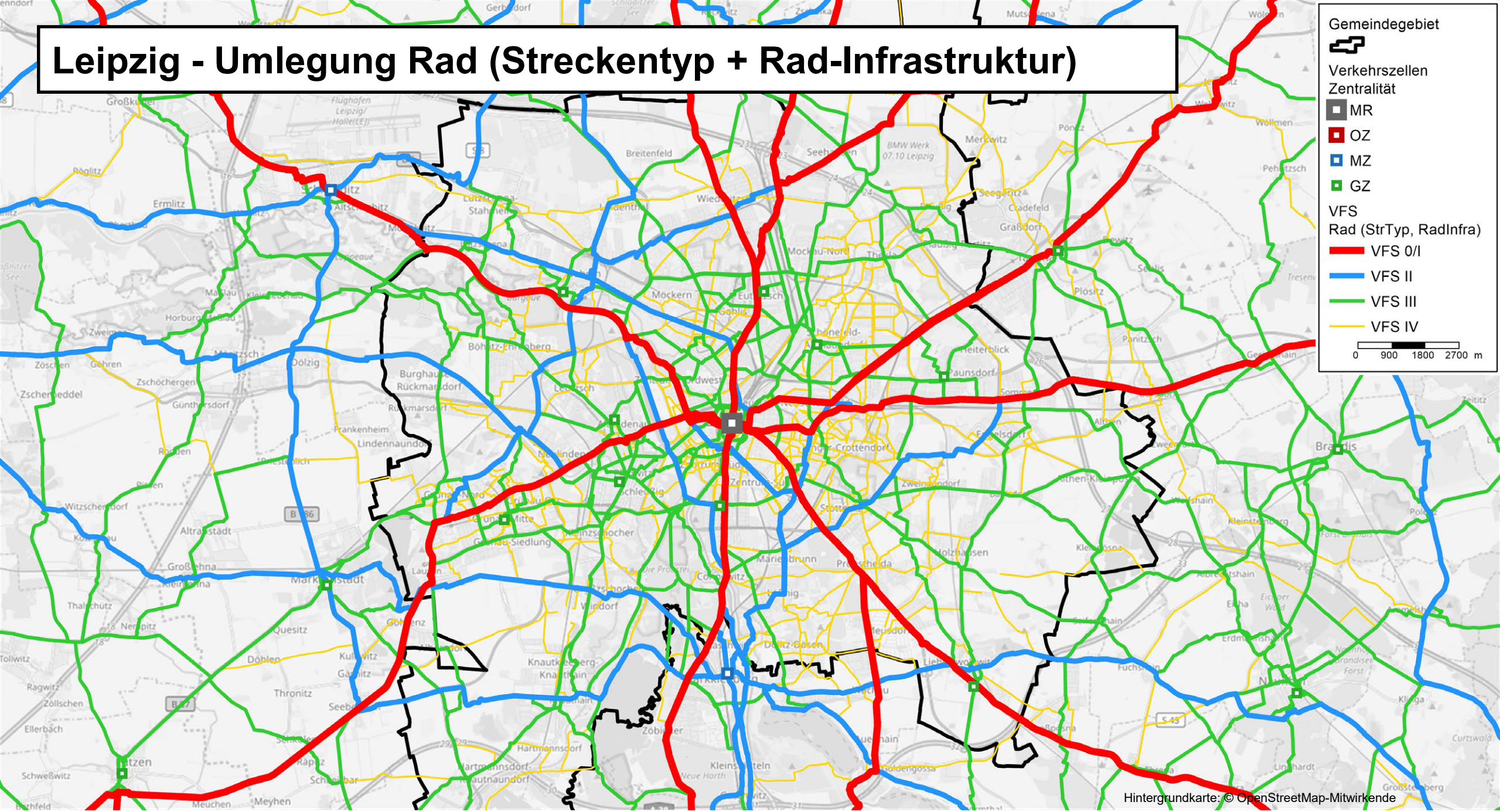
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Leipzig - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



Leipzig - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

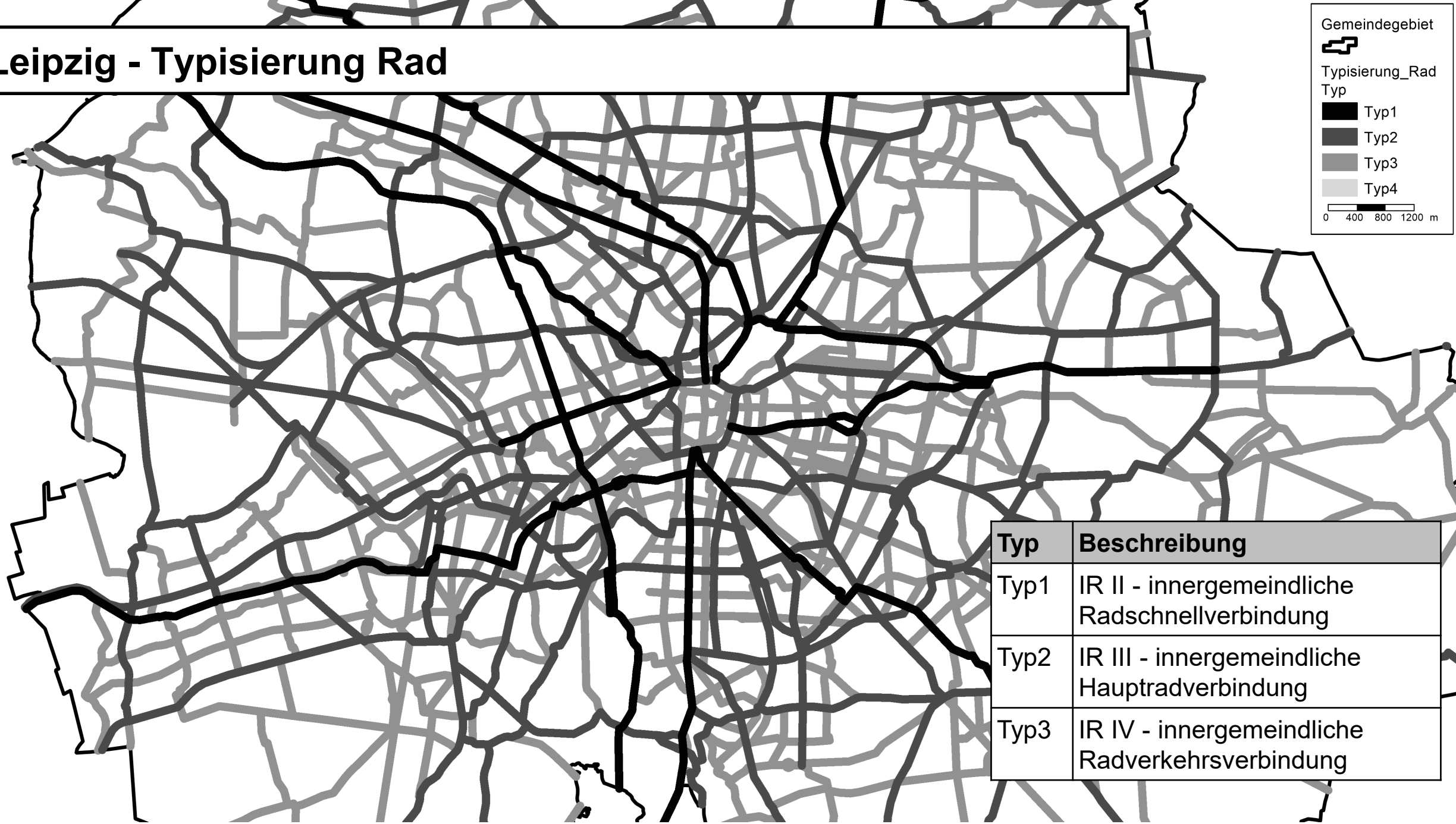
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

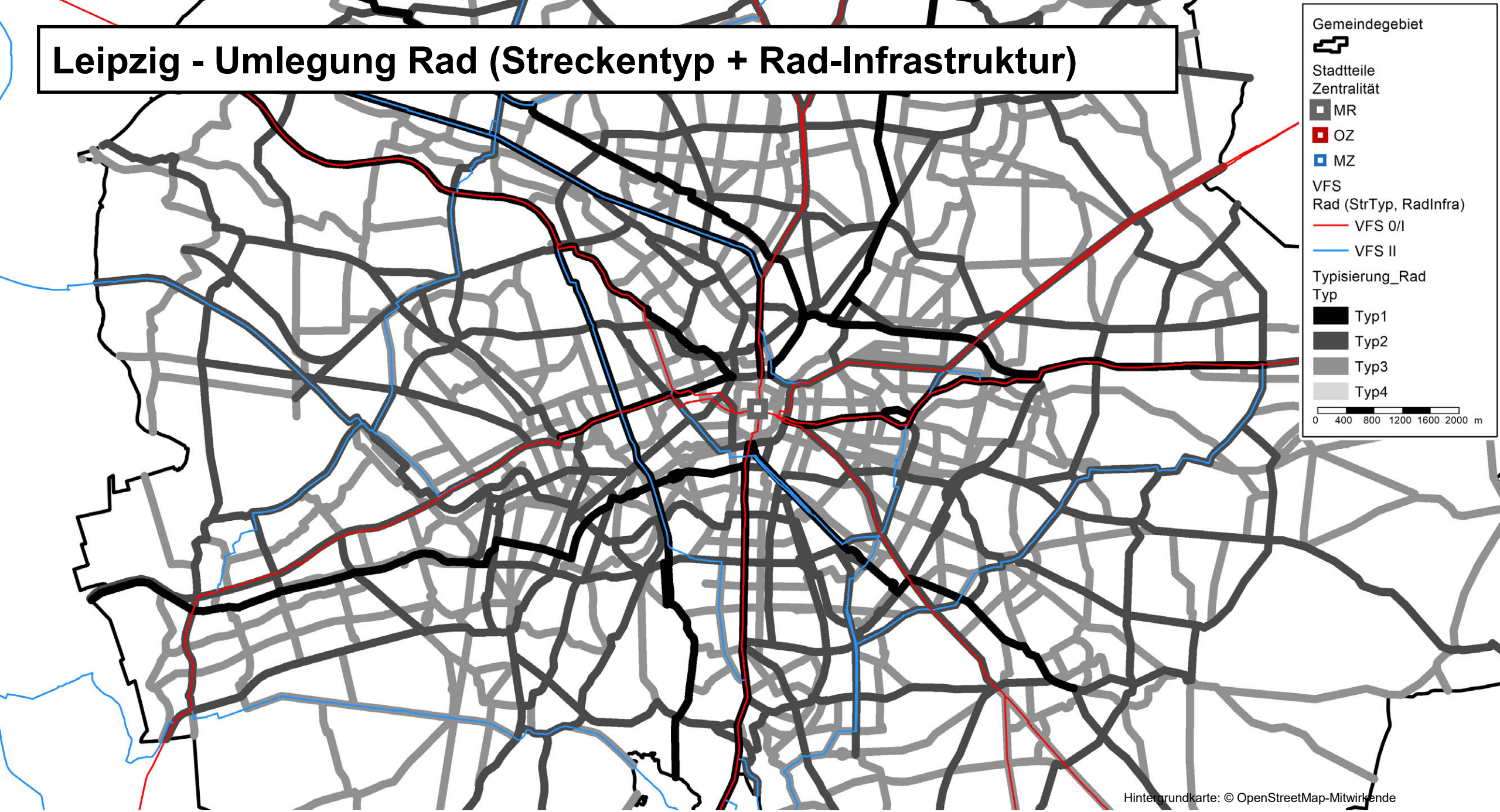
→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Leipzig - Typisierung Rad



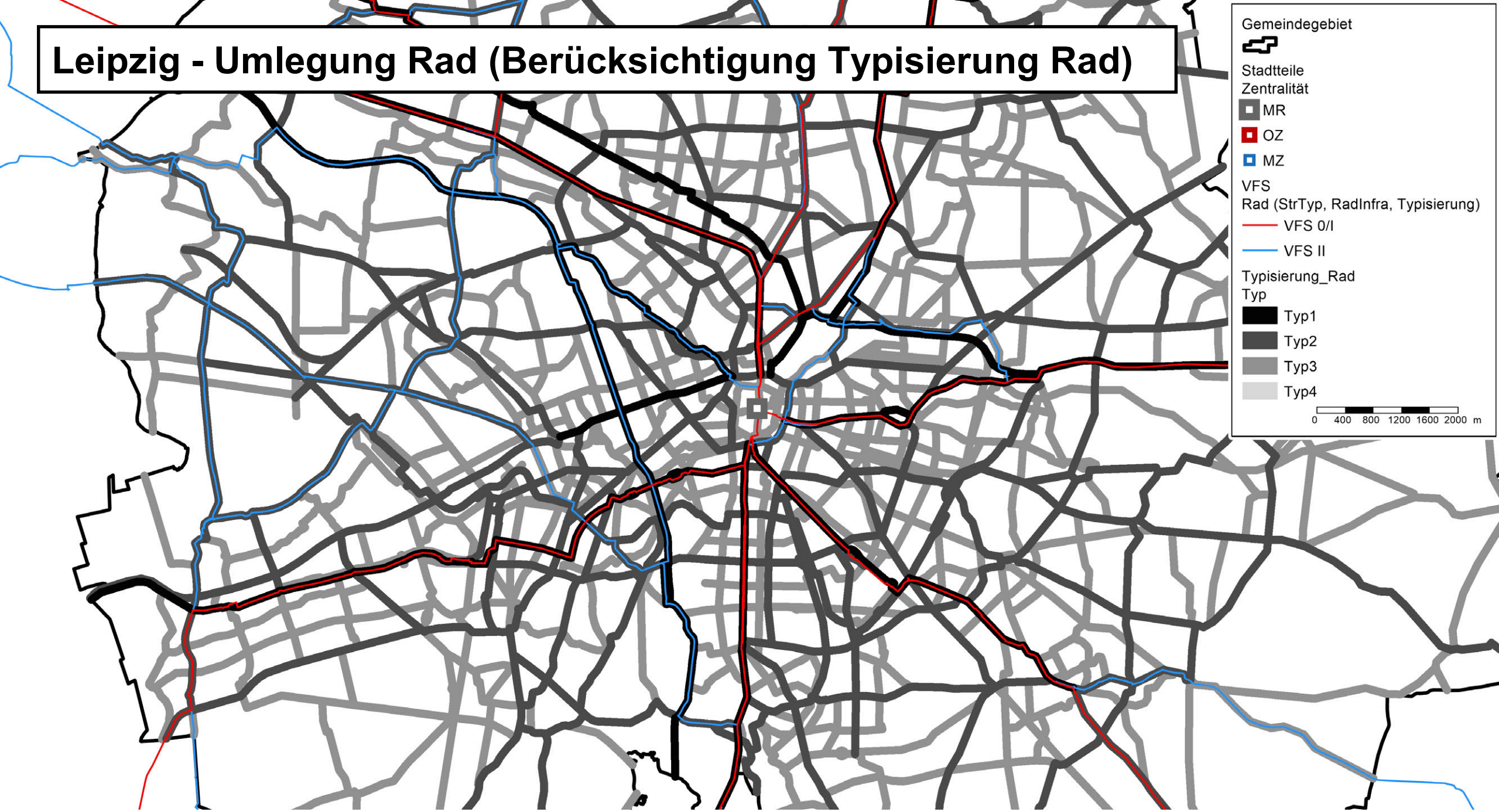
Typ	Beschreibung
Typ1	IR II - innergemeindliche Radschnellverbindung
Typ2	IR III - innergemeindliche Hauptradverbindung
Typ3	IR IV - innergemeindliche Radverkehrsverbindung

Leipzig - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)

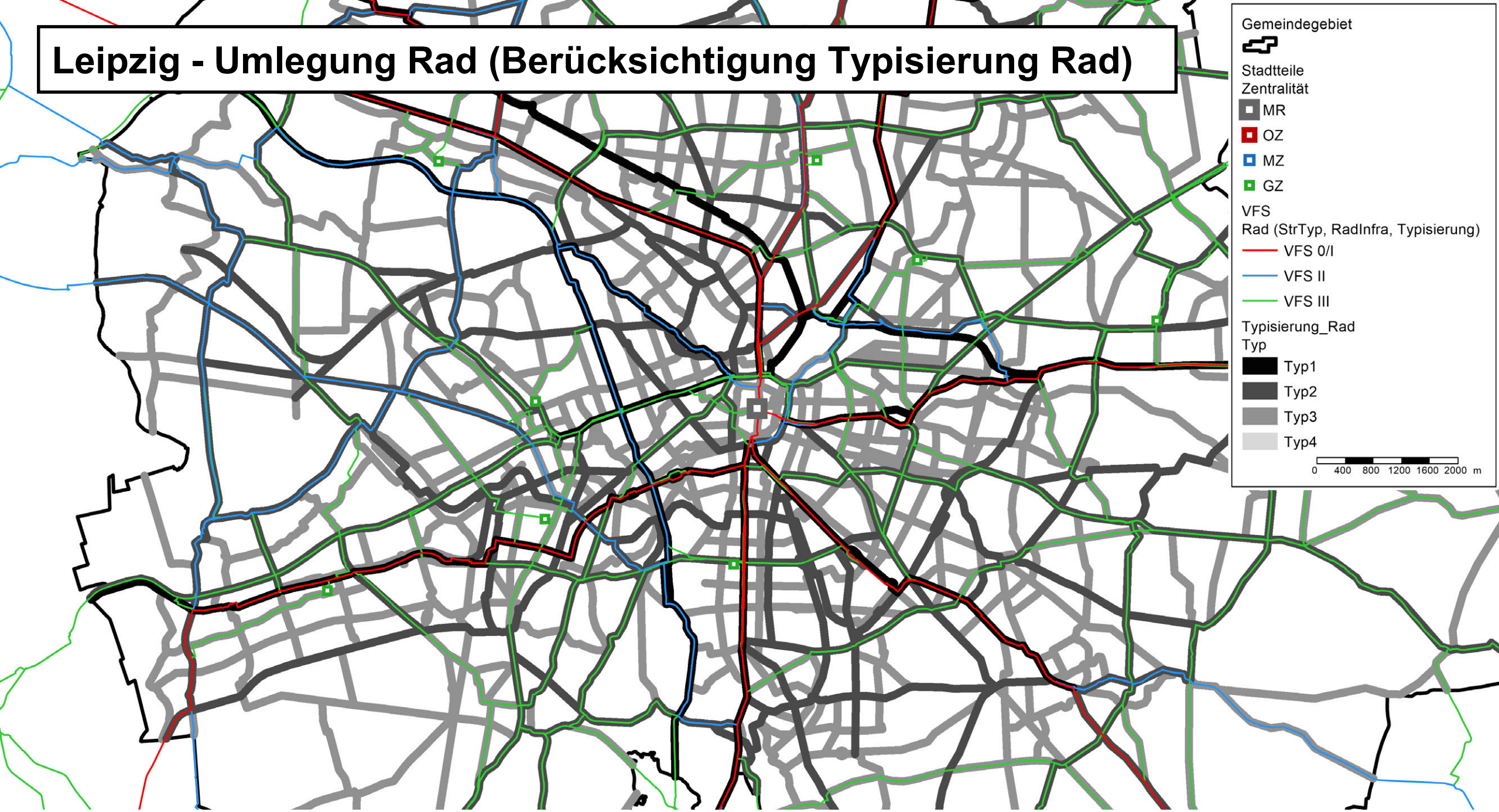


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

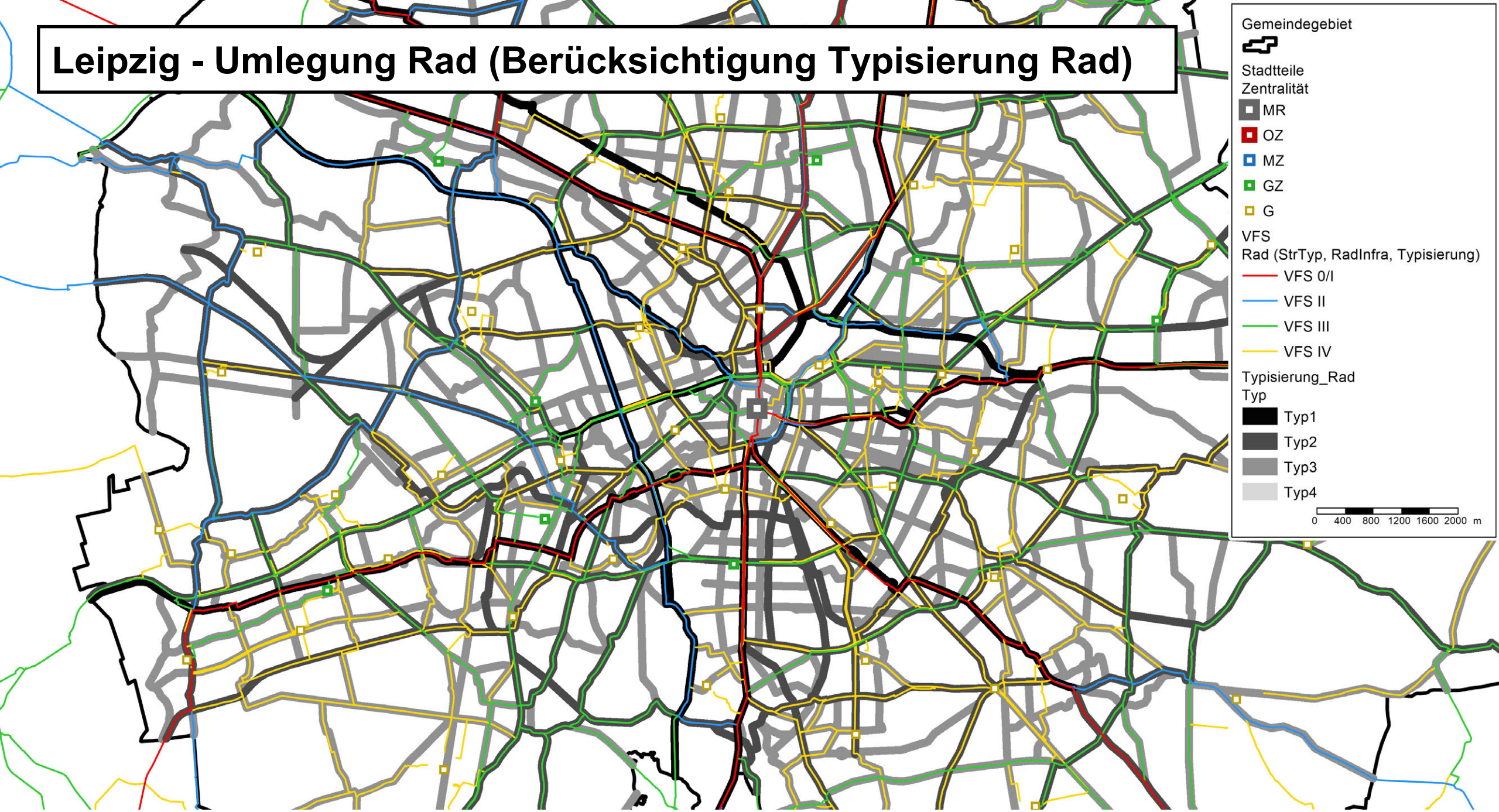
Leipzig - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



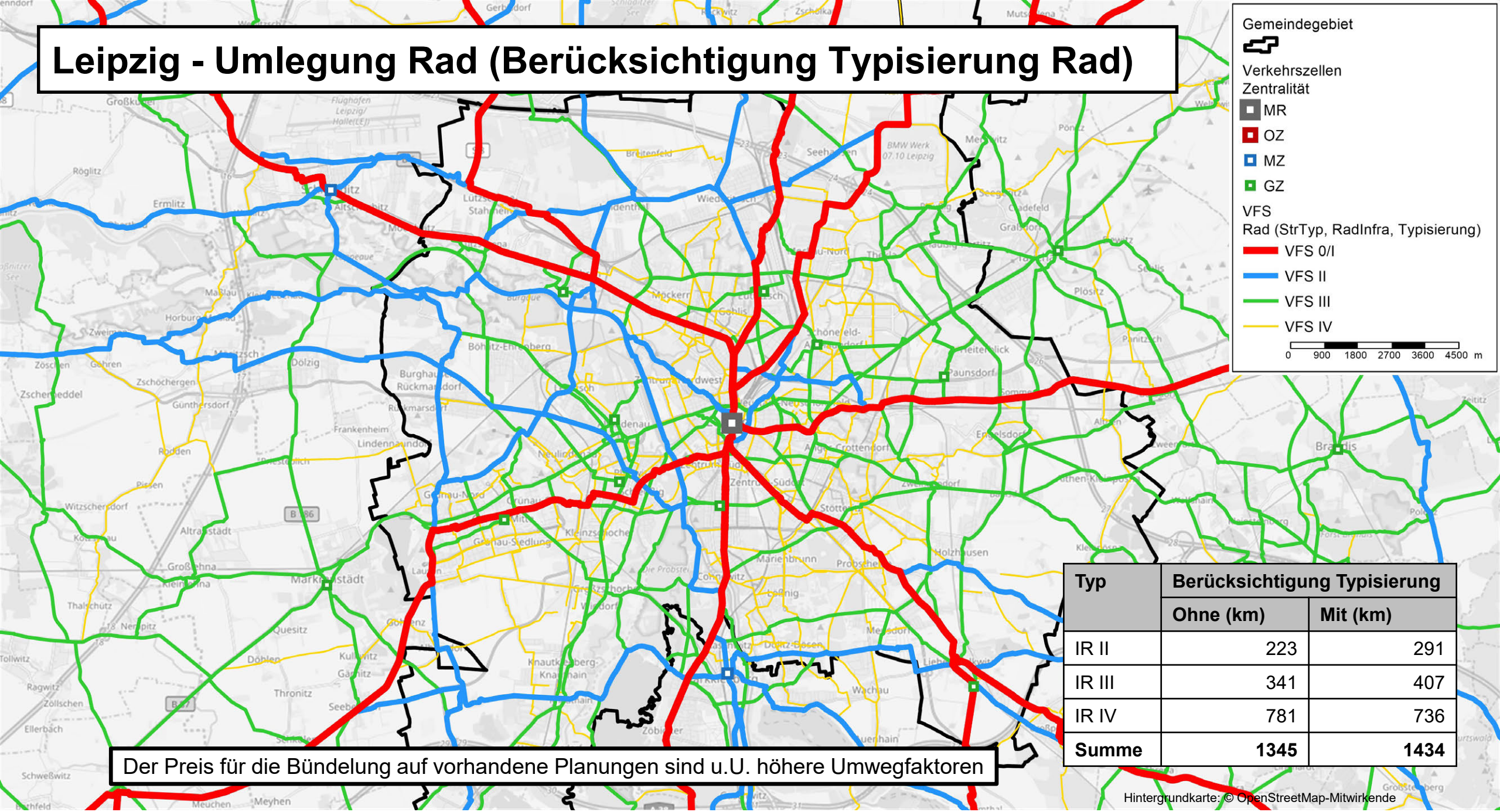
Leipzig - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Leipzig - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Leipzig - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	Ohne (km)	Mit (km)
IR II	223	291
IR III	341	407
IR IV	781	736
Summe	**1345**	**1434**

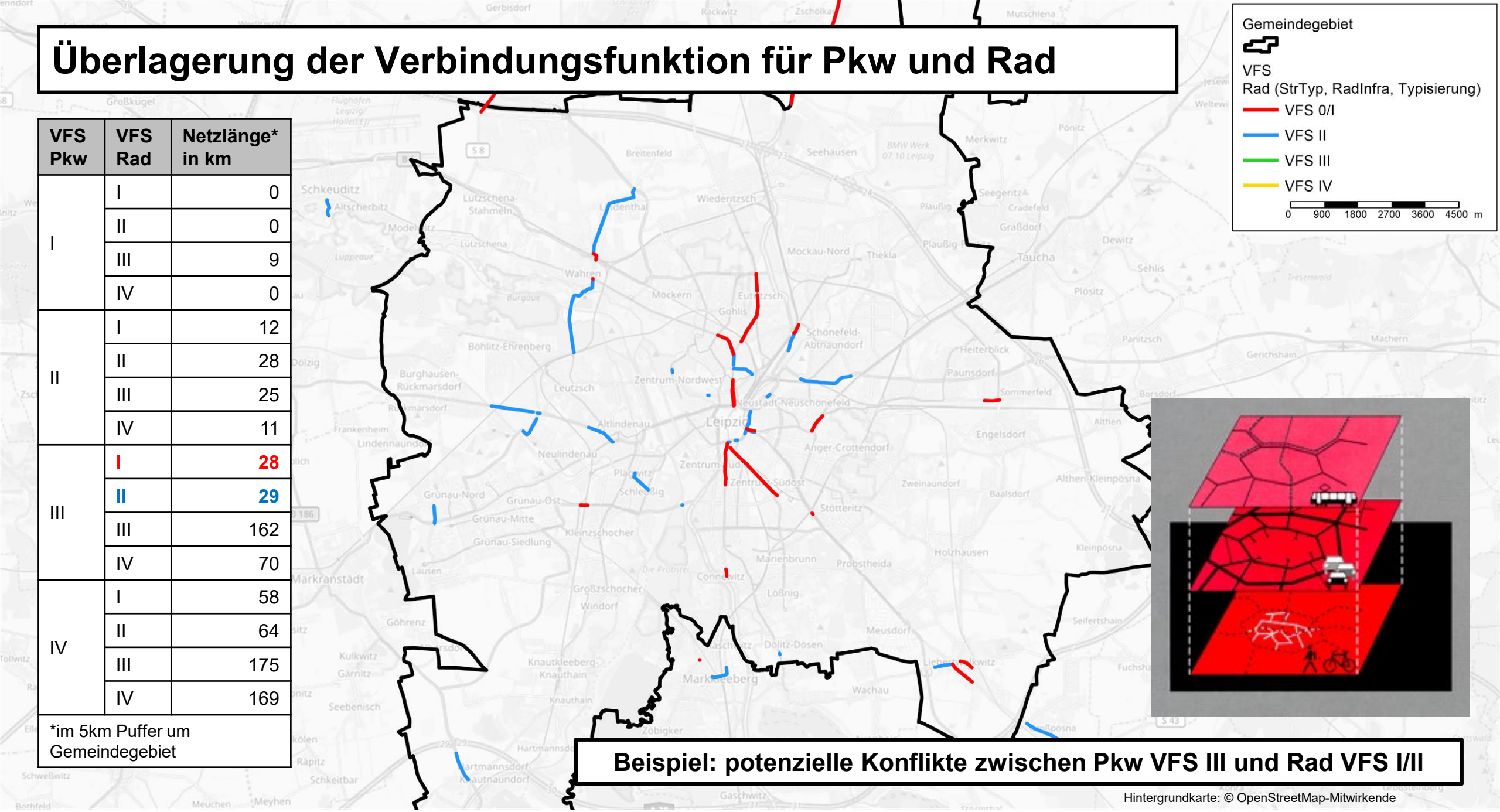
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	0
	II	0
	III	9
	IV	0
II	I	12
	II	28
	III	25
	IV	11
III	I	28
	II	29
	III	162
	IV	70
IV	I	58
	II	64
	III	175
	IV	169

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet



Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

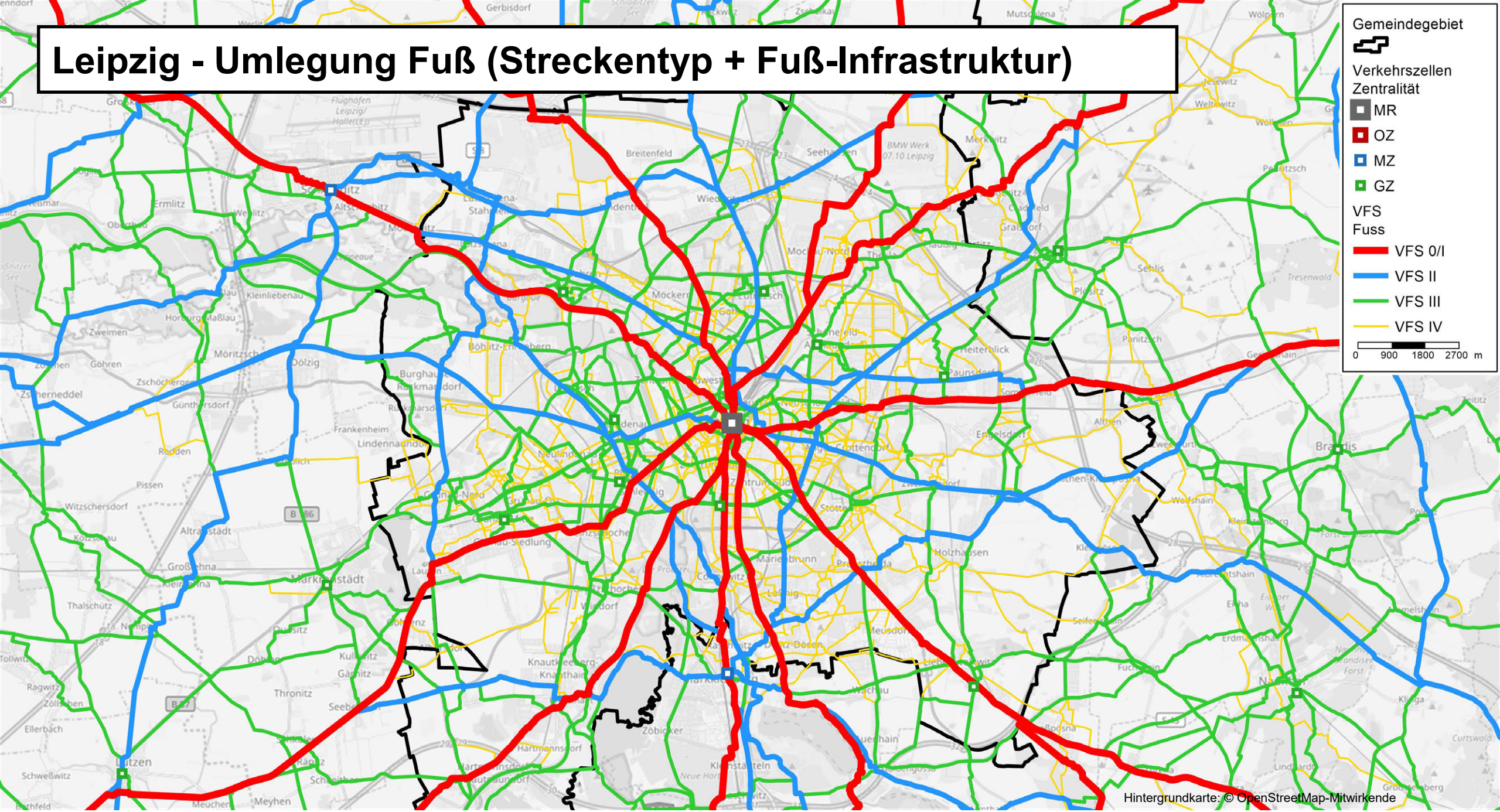
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Leipzig - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	**0,9**	**13,8**	**16.600**
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	**11,1**	**73,3**	**3.900**
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Mettmann	1	8	43	2,3	18,8	4.800

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Fragen

- Methode verstanden?
- Methode zielführend (rein prinzipiell)?
- Wie legt man gute Quellen und Ziele fest?
- Sind Stadtteile eine gute räumliche Einheit?
- Welche Bestandteile von Verkehrswegenetzen wird man über eine solche Methode nicht erklären können?

Protokoll 1/2

- **Lage der Zentroide** der Stadtteile (geometrisch/Schwerpunkt der Fläche) könnte problematisch sein (Folie 18)
- Wahl der **Stadtteile als kleinste räumliche Einheit** eventuell ungünstig, da die Zentralen Versorgungsbereiche auf einem wesentlich detaillierteren Level vorliegen und die Stadtteile sich teilweise erheblich in ihrer Größe unterscheiden.
- **Kategorisierung Pkw**
  - Geringe Überschneidung mit bereits vorhandener Kategorisierung (Typisierung Kfz)*
  - Lücken in der VFS II (nach Osten und Westen) und in der VFS III
- **Kategorisierung Rad**
  - Geringe Überschneidung mit bereits vorhandener Kategorisierung (Typisierung Rad)*
  - Einige Achsen sind Gegenstand derzeitiger Überlegungen für Radschnellverbindungen

* Eine Mögliche Erklärung ist eine zu geringe Dichte der innergemeindlichen Zentralitäten. Es werden Schulzentren, große Arbeitgeber und Bevölkerungsschwerpunkte als relevante Quellen und Ziele in Verkehrswegenetzen genannt

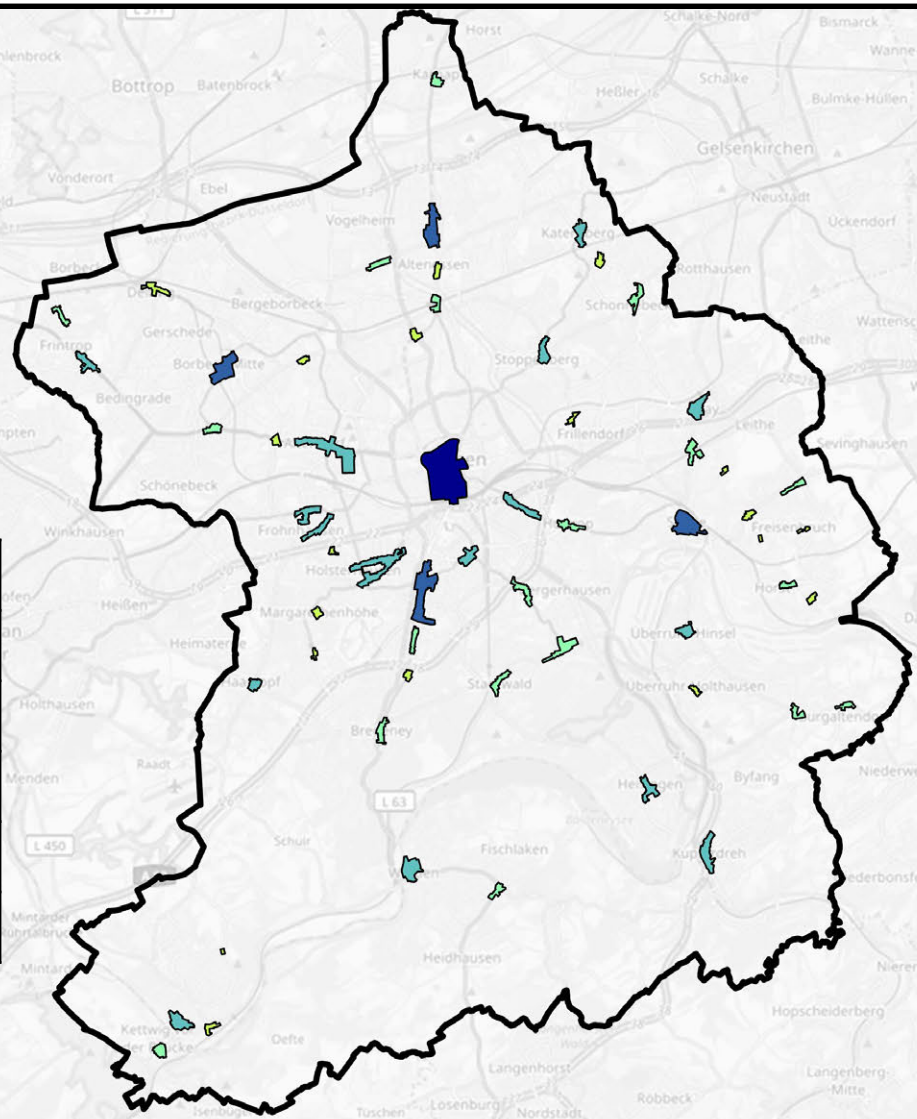
Protokoll 2/2

- Es besteht Interesse an **Überlagerungen mit dem ÖPNV** zur Identifizierung von Konflikten.
- Methode, wie von der Universität Stuttgart angewendet, erscheint wenig greifbar. Es fehlt die Vorstellung, wie man selbst derartige Analysen durchführen könnte.
  → Wunsch nach klaren Vorgaben für die Anwendung (verwendete Software, Werkzeuge)

Essen
(17.04.2023)

Kommunale Daten: © Stadt Essen

Essen - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB

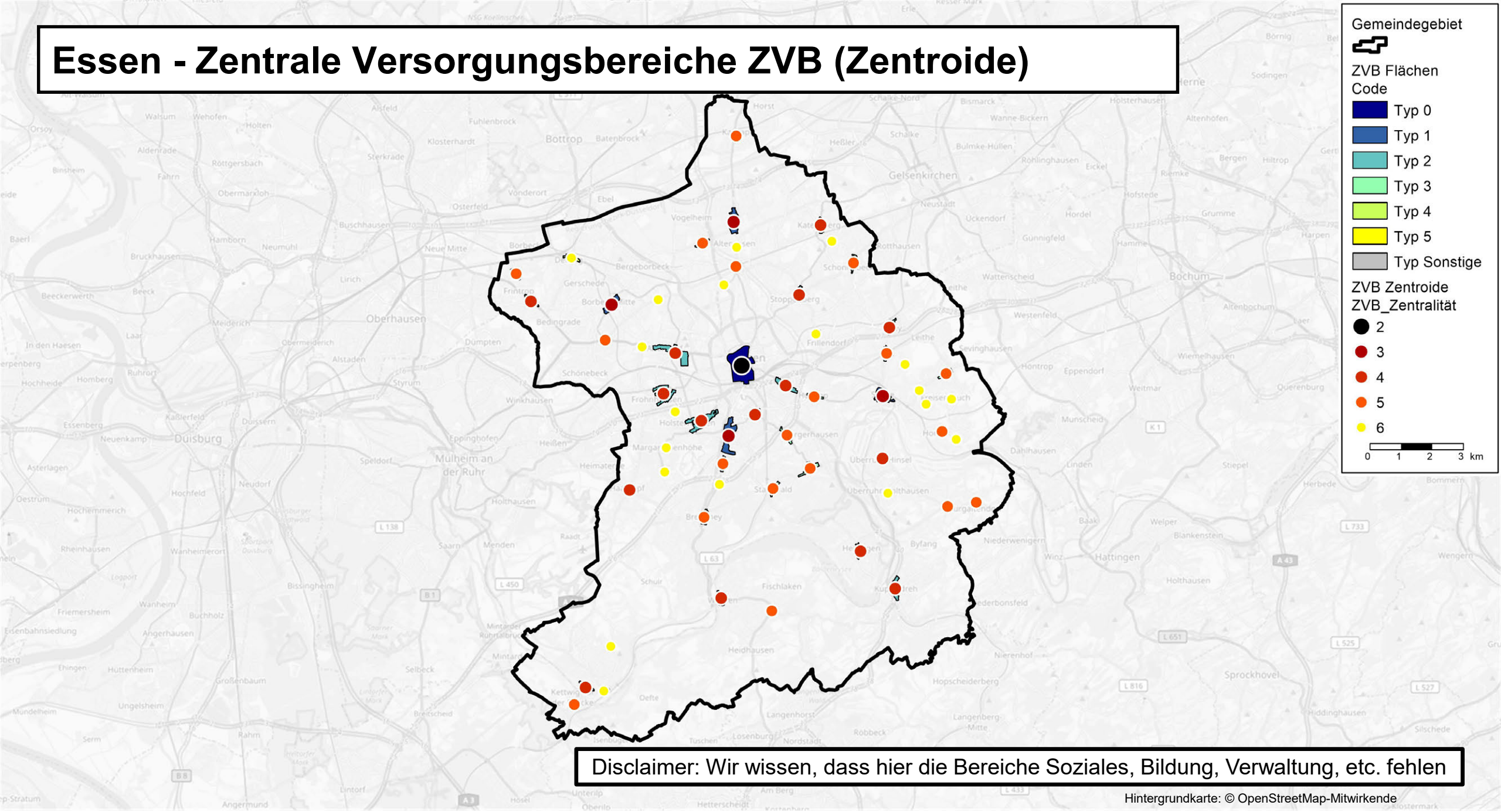


Typ	Bezeichnung	Anzahl
Typ 0	A-Zentrum	1
Typ 1	B-Zentrum	4
Typ 2	C-Zentrum	15
Typ 3	D-Zentrum	19
Typ 4	E-Zentrum	19

Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

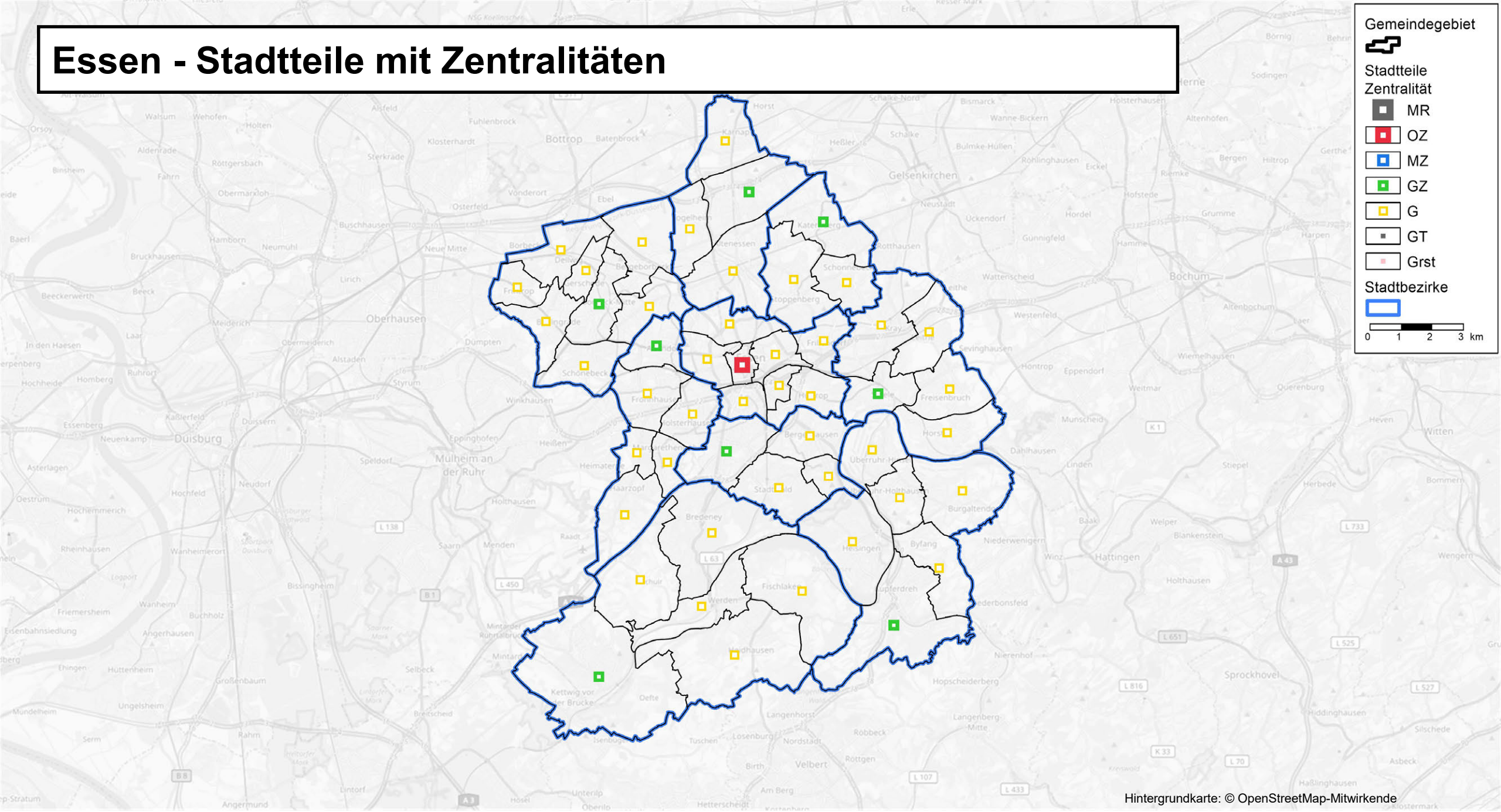
Essen - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

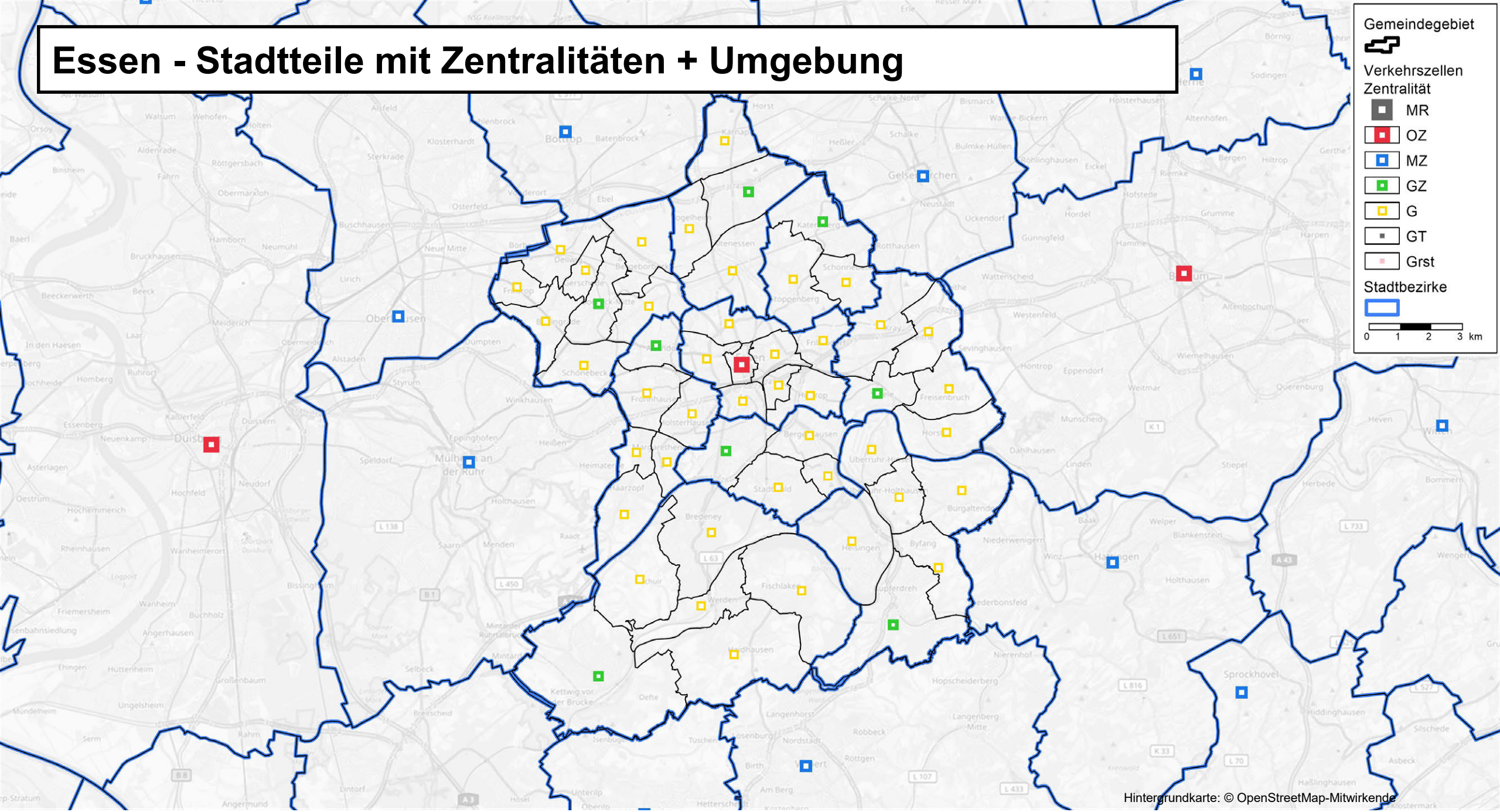
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Essen - Stadtteile mit Zentralitäten



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

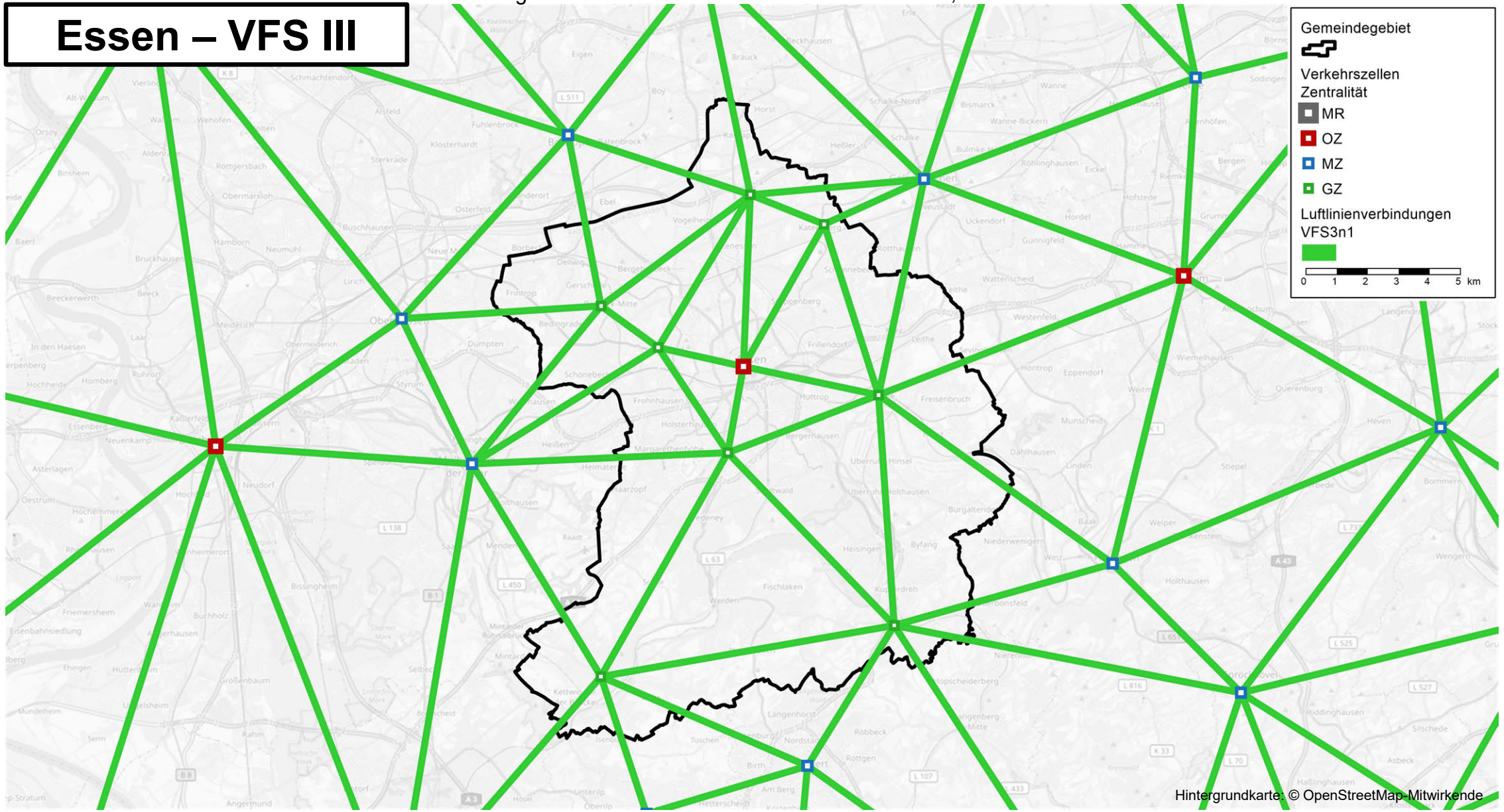
Essen - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

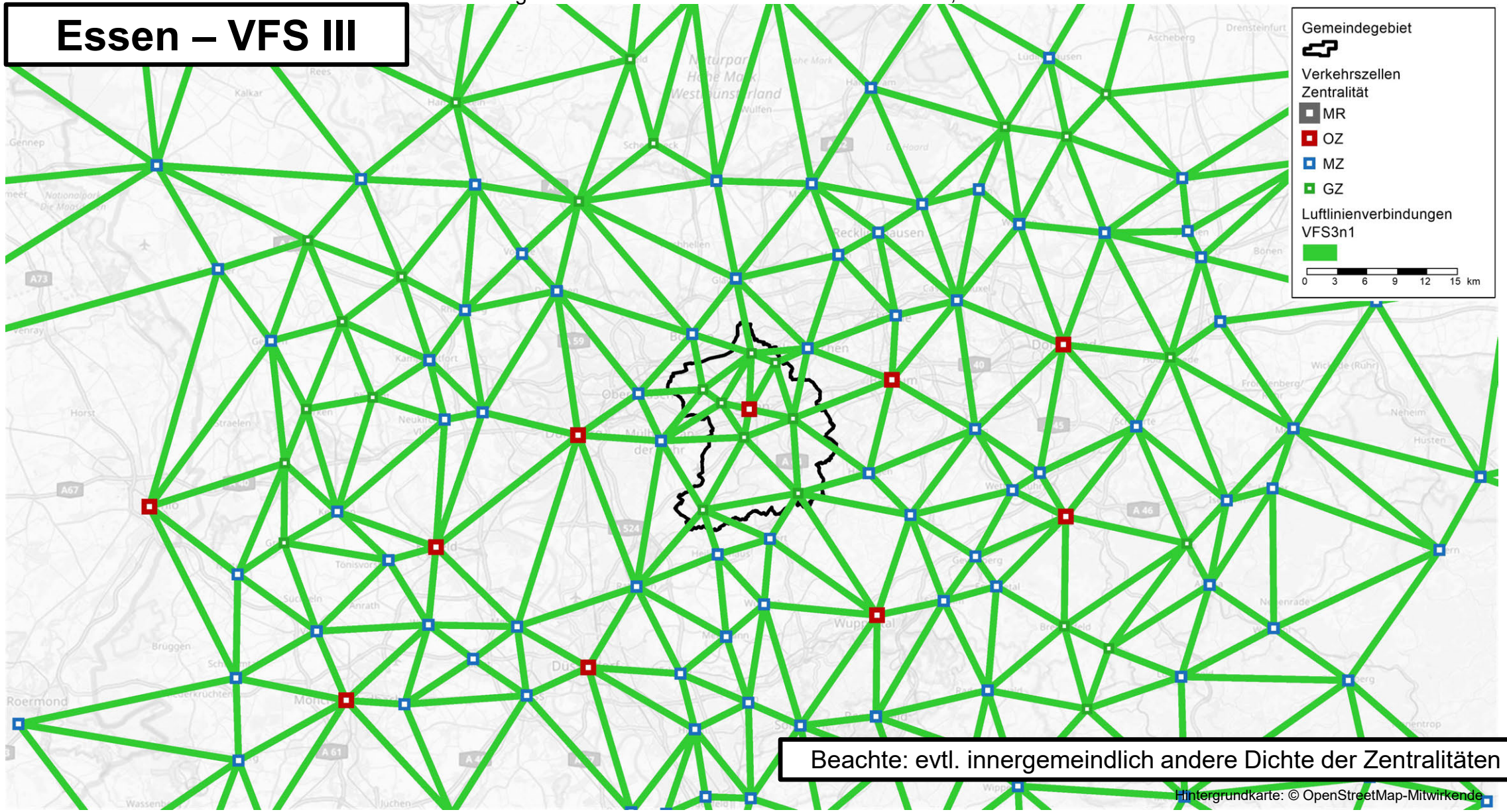
Essen – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Essen – VFS III



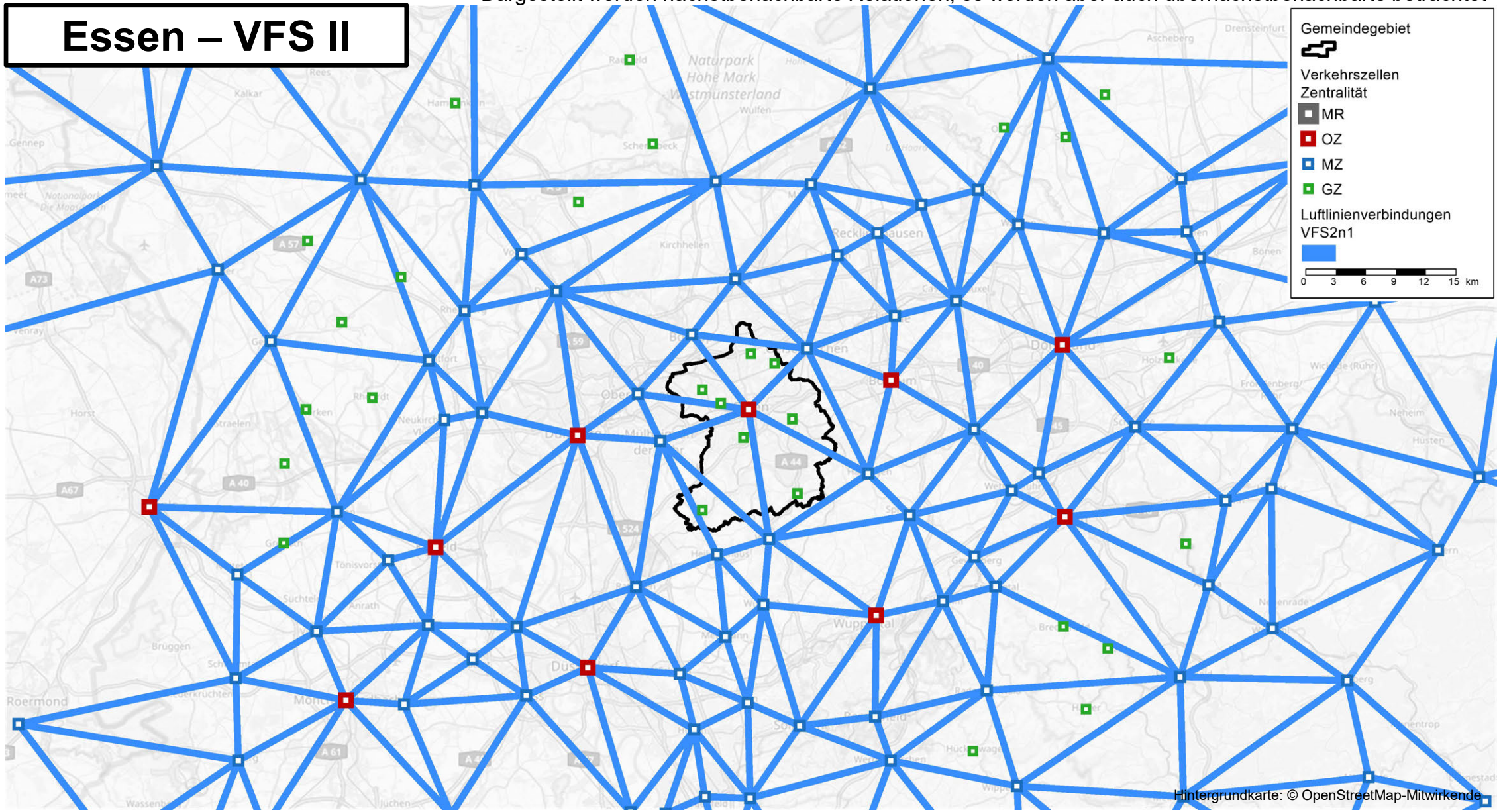
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Essen – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

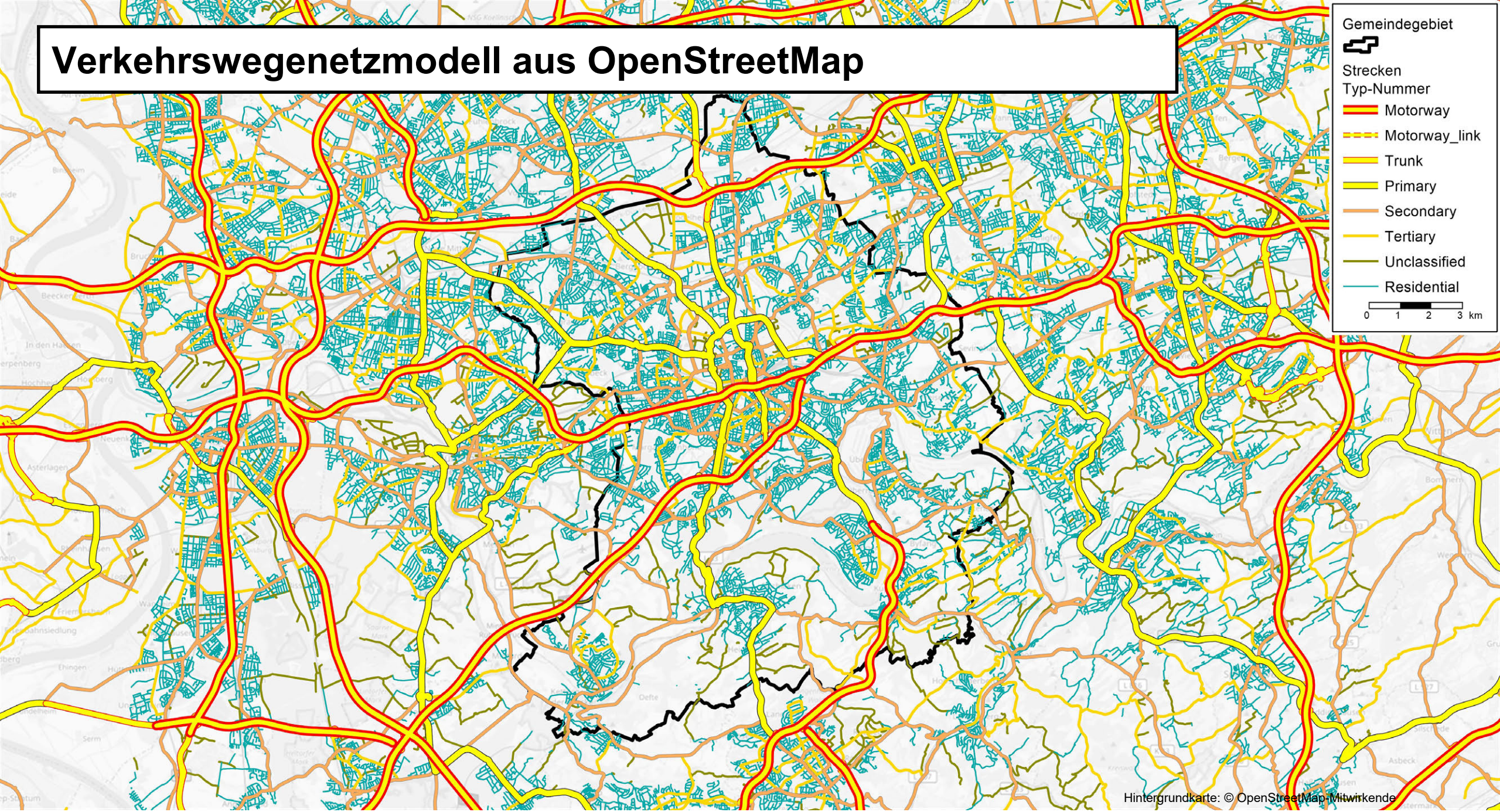
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

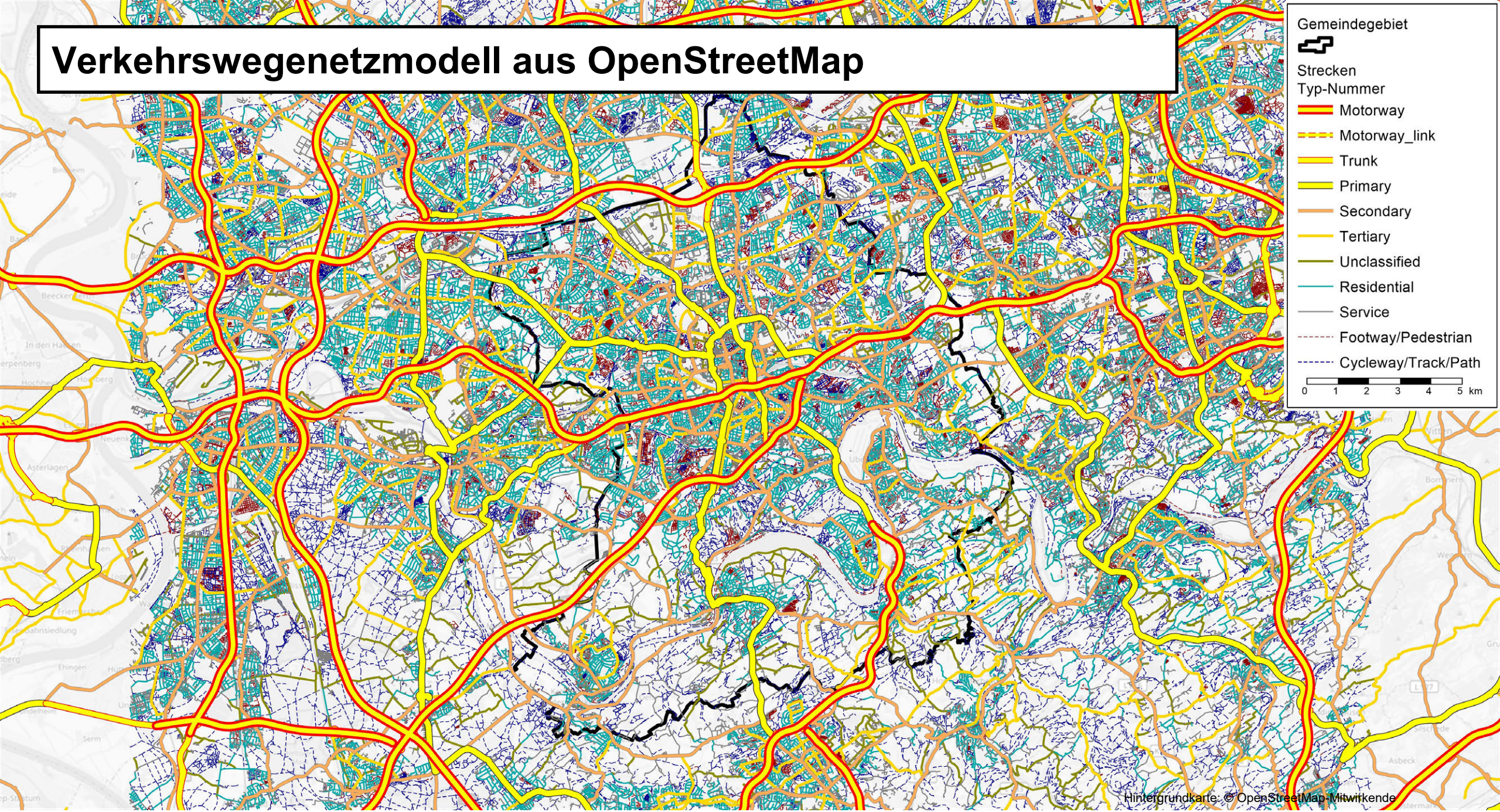
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

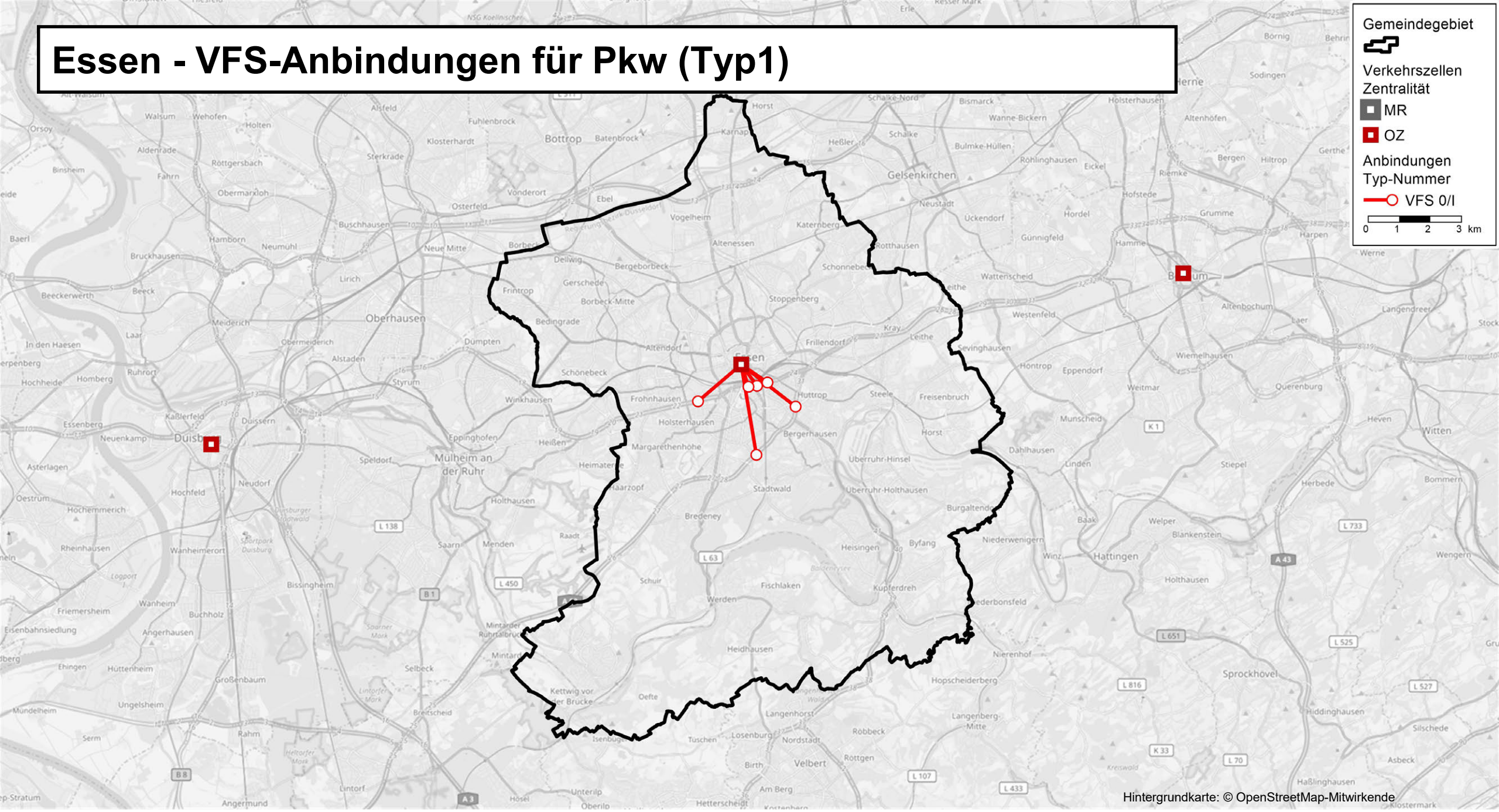
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

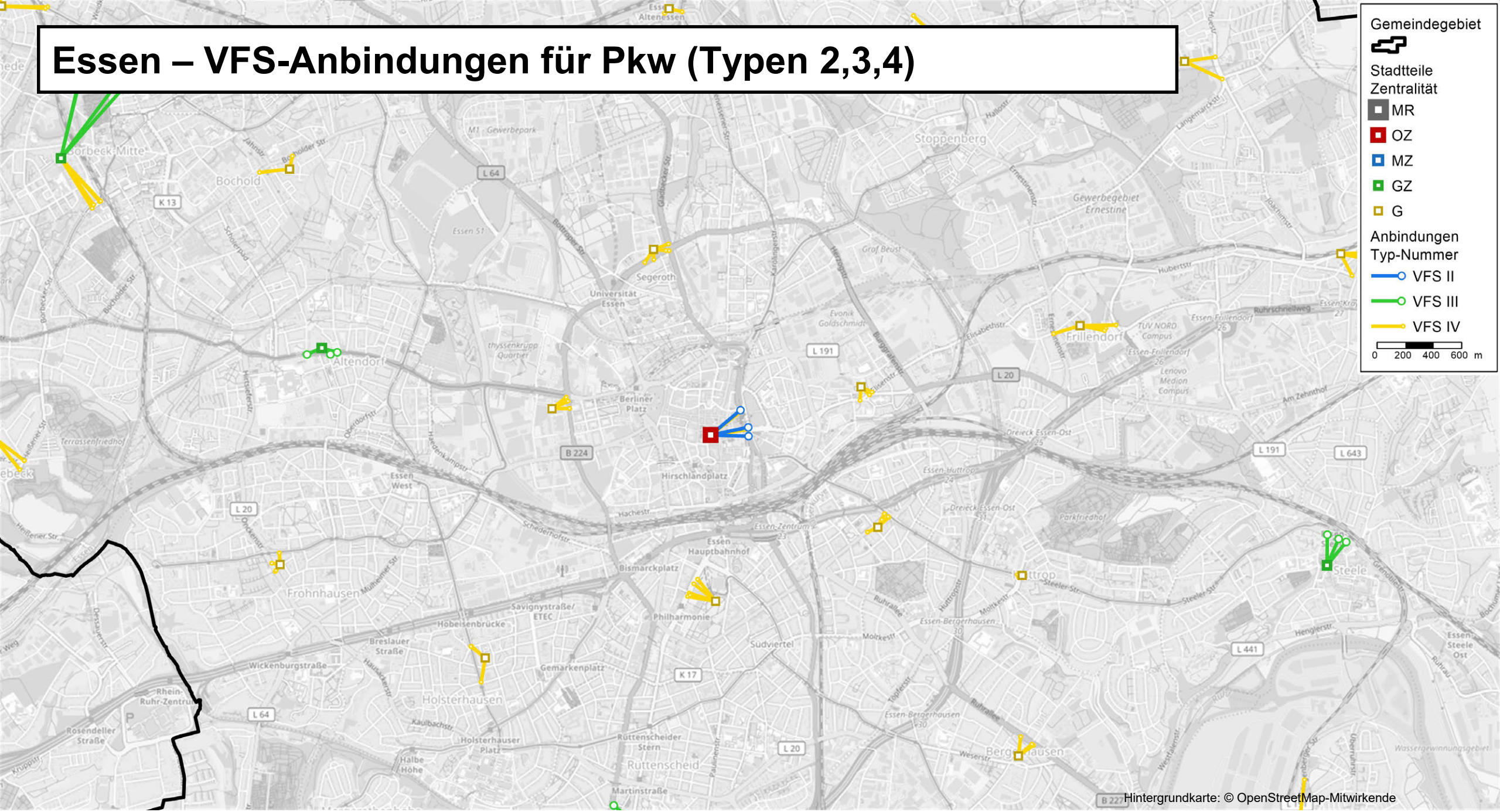
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Essen - VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Essen – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

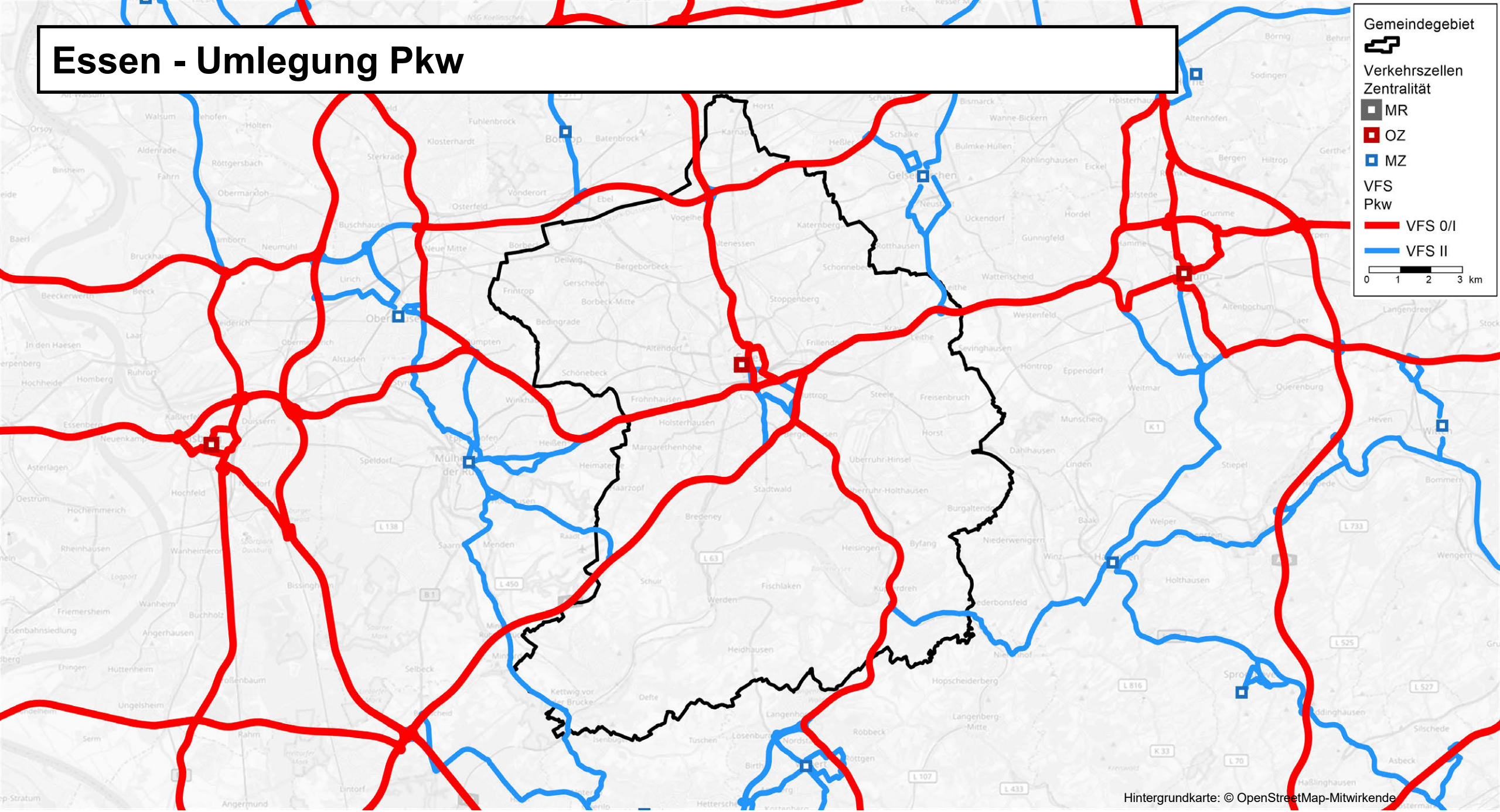
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

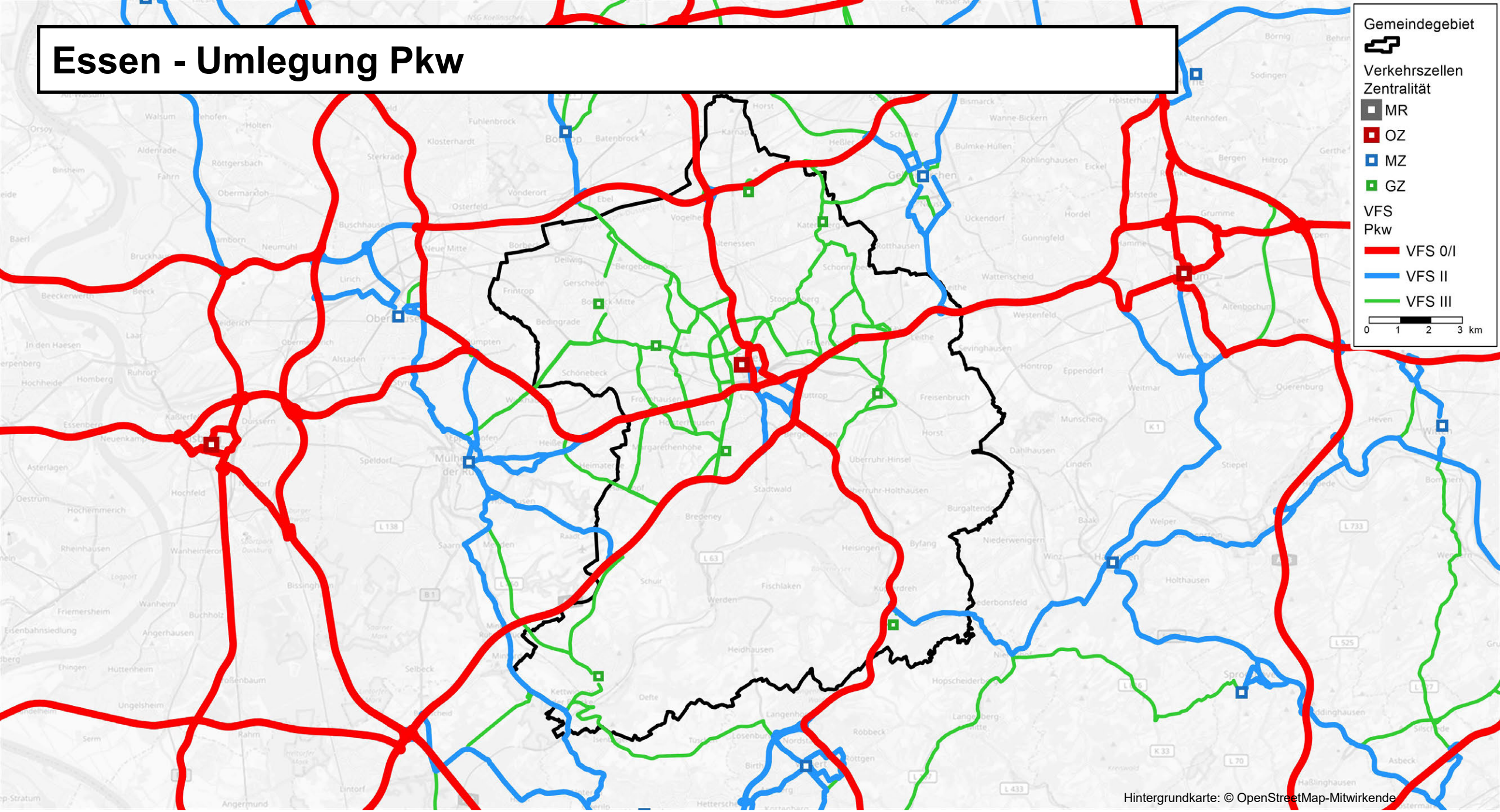
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

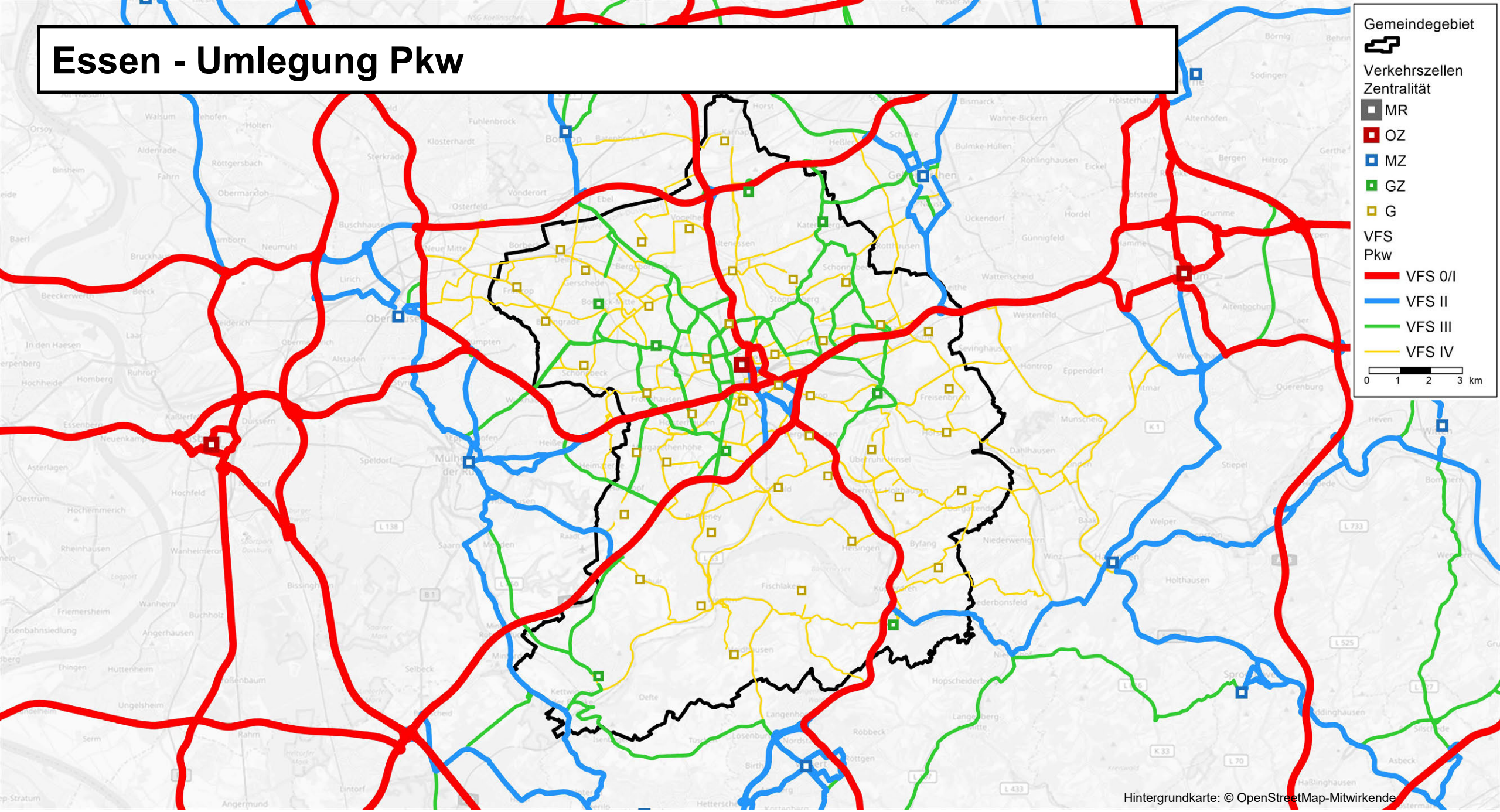
Essen - Umlegung Pkw



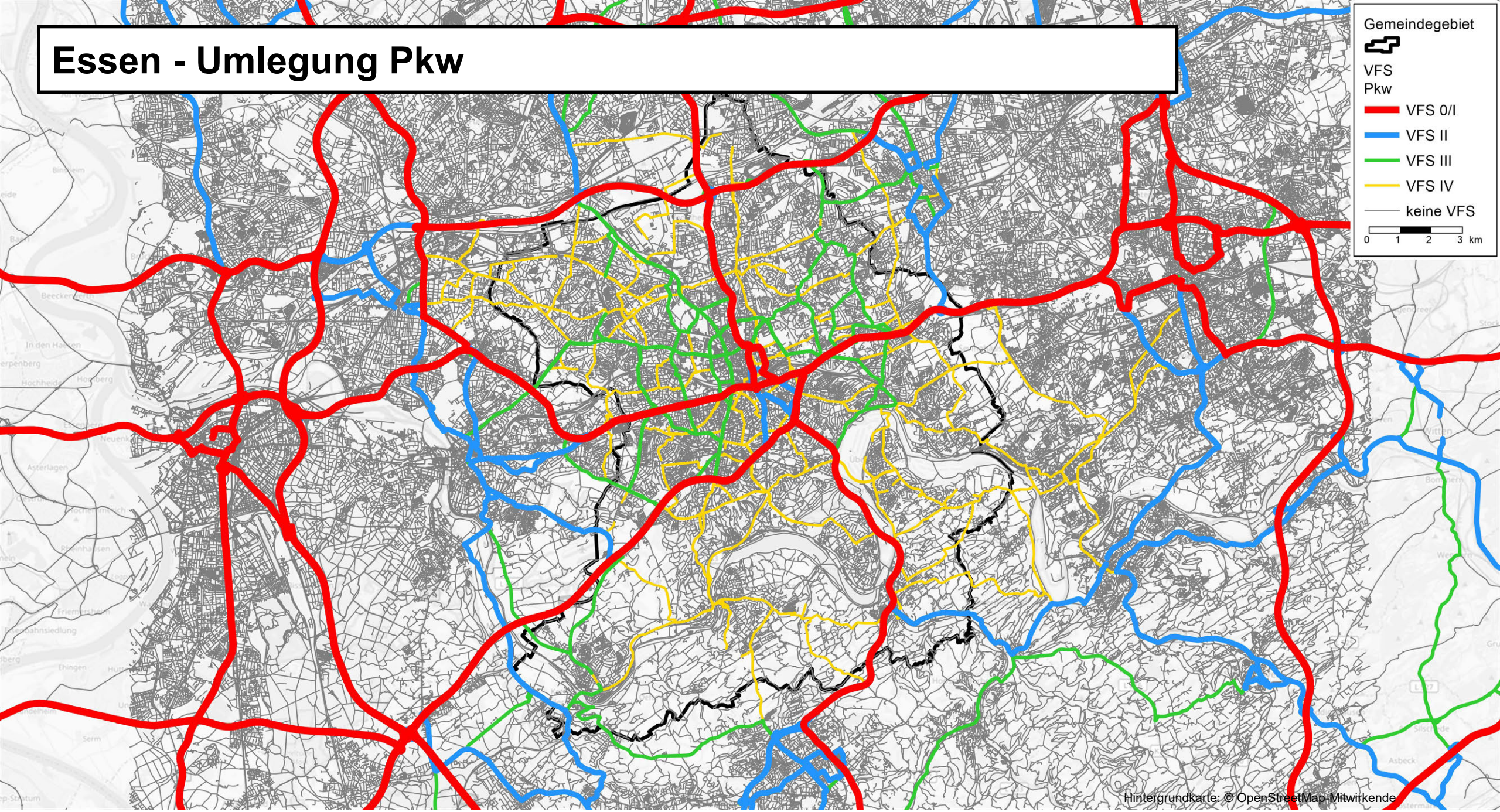
Essen - Umlegung Pkw



Essen - Umlegung Pkw



Essen - Umlegung Pkw



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

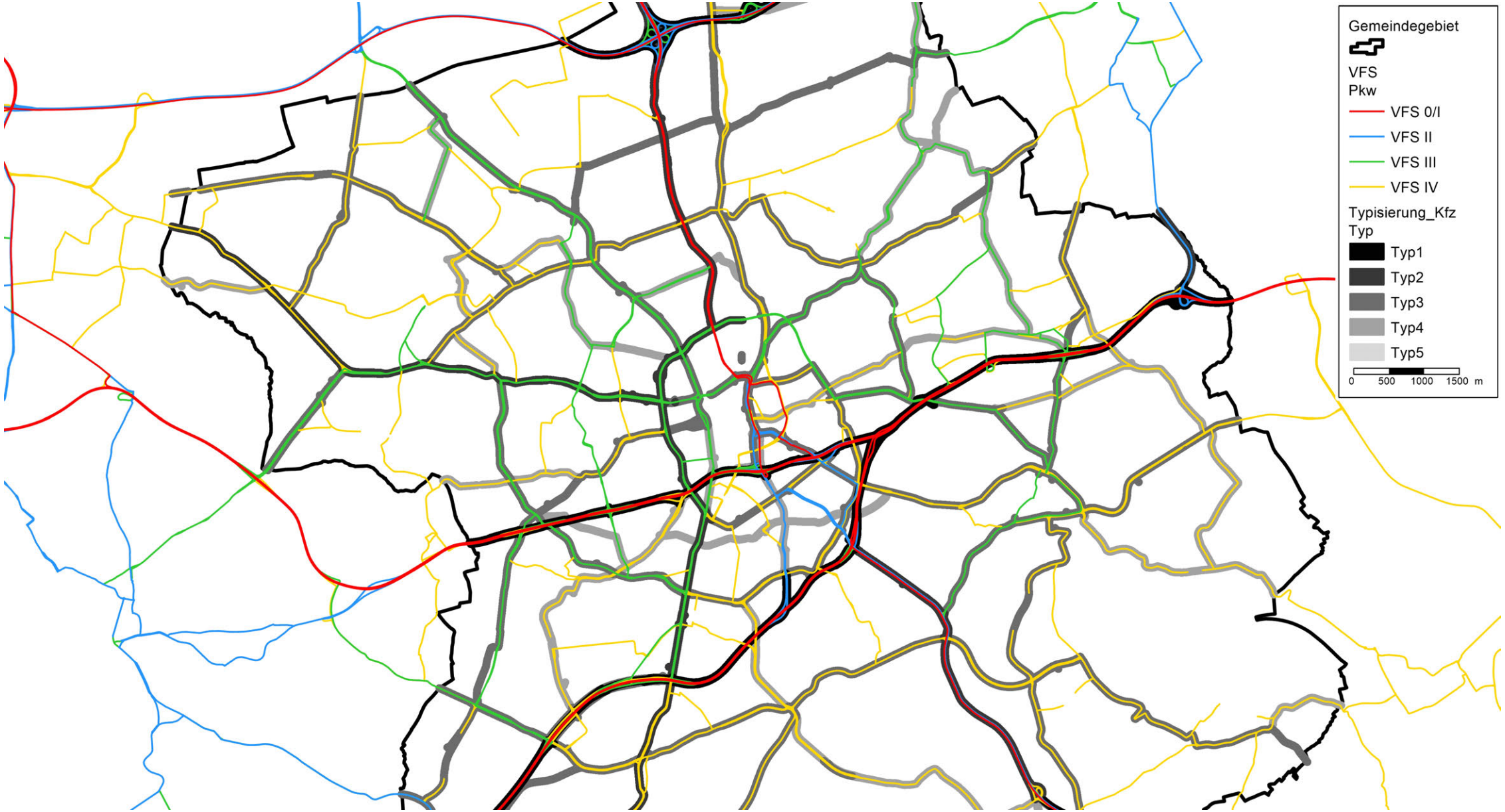
OSM-Name	VFS (Ergebnis Modell)					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	58%	26%	6%	4%	6%	84%
trunk	74%	15%	6%	2%	3%	21%
primary	10%	24%	28%	21%	17%	52%
secondary	0%	10%	23%	29%	37%	52%
tertiary	0%	2%	4%	18%	76%	98%
unclassified	0%	1%	0%	2%	96%	98%
residential	0%	0%	0%	0%	100%	100%

arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	**61%**

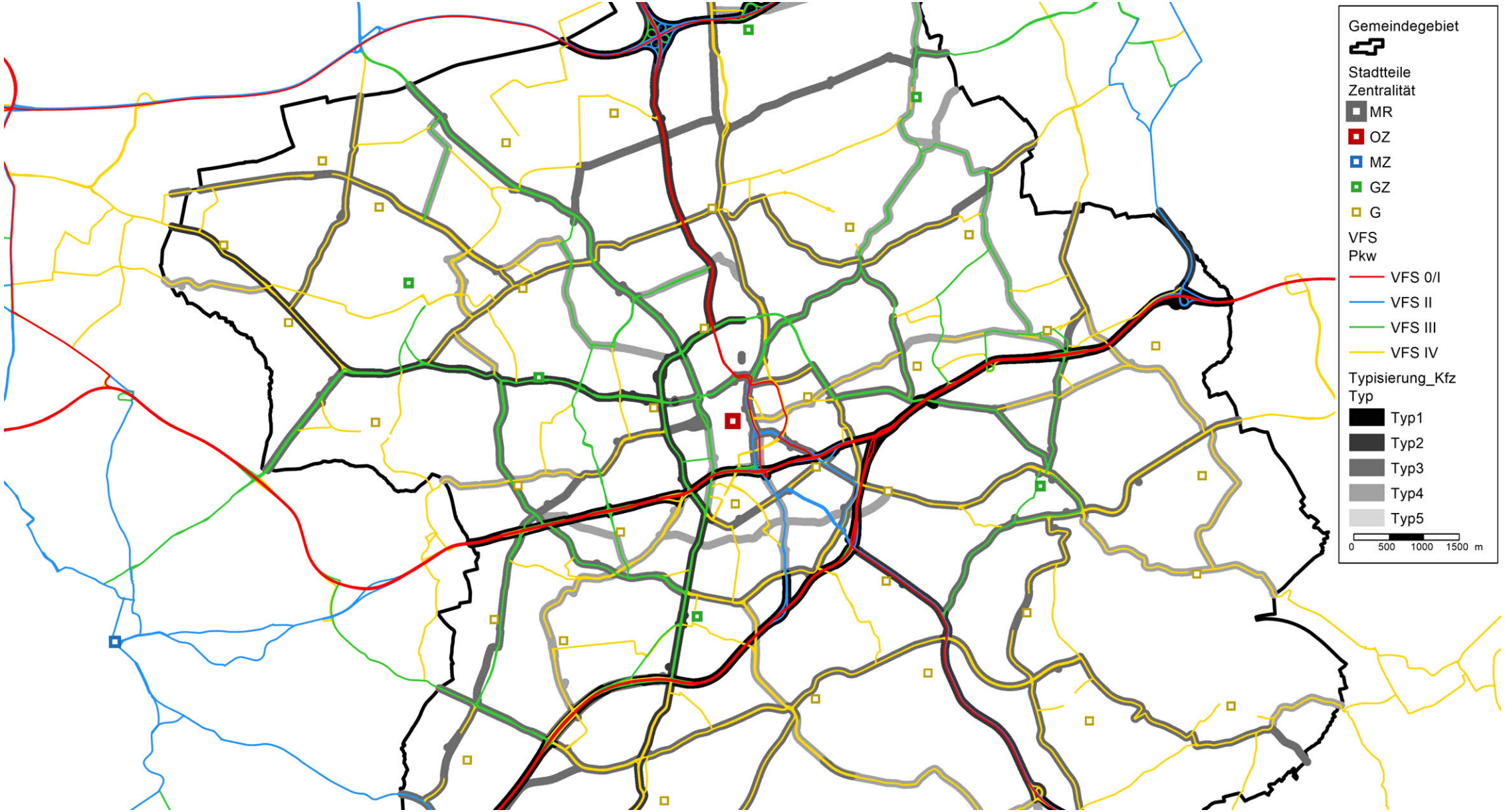
Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typ	Beschreibung
Typ1	Bundesautobahn
Typ2	Bundesstraße
Typ3	Landstraße
Typ4	Kreisstraße

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS (Ergebnis Modell)				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
Bundesautobahn	48%	19%	17%	16%	**67%**
Bundesstraße	20%	11%	29%	40%	**11%**
Landstraße	1%	6%	32%	61%	**32%**
Kreisstraße	2%	3%	31%	64%	**64%**

arithmetisches Mittel	**39%**

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

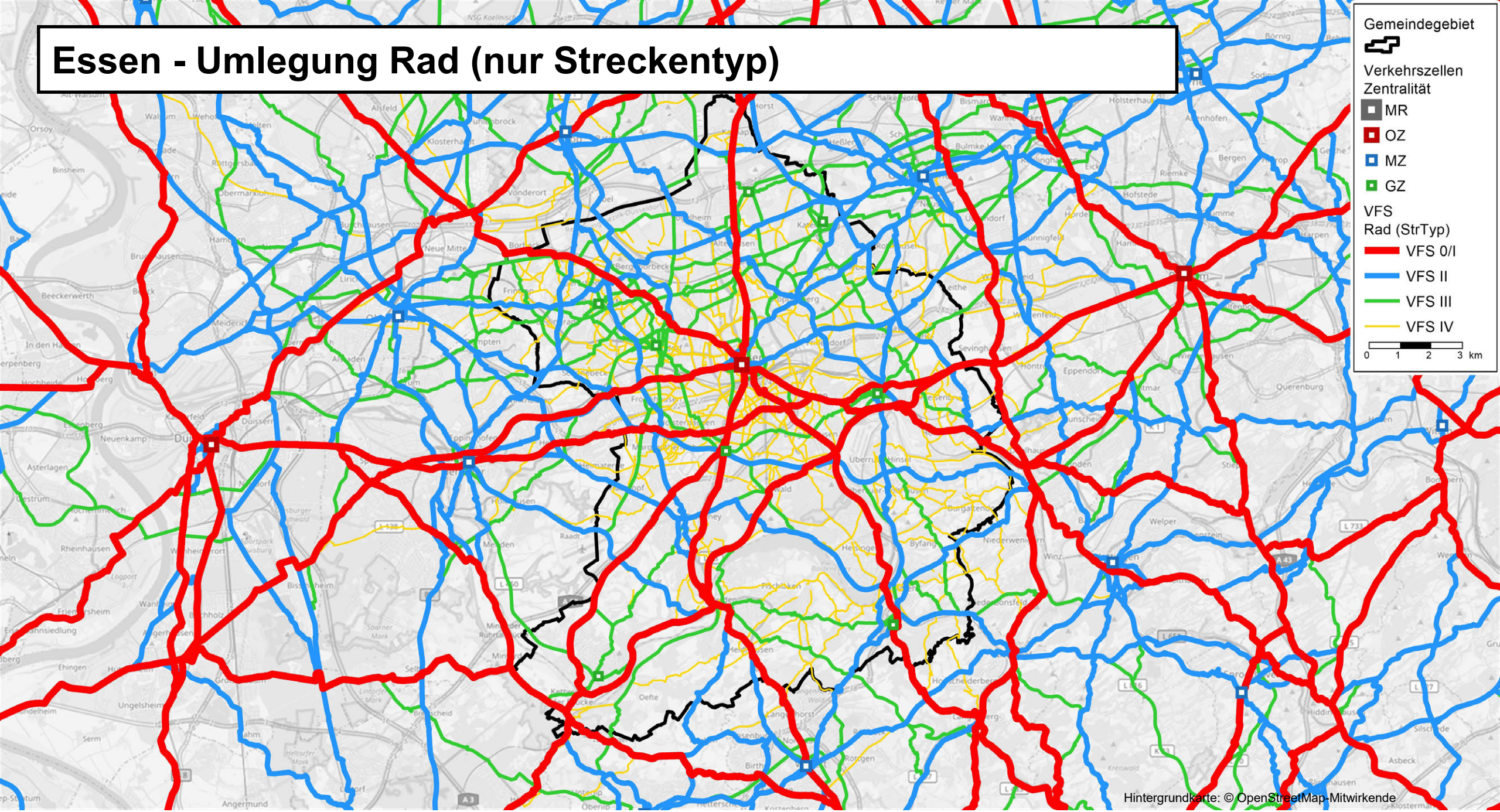
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

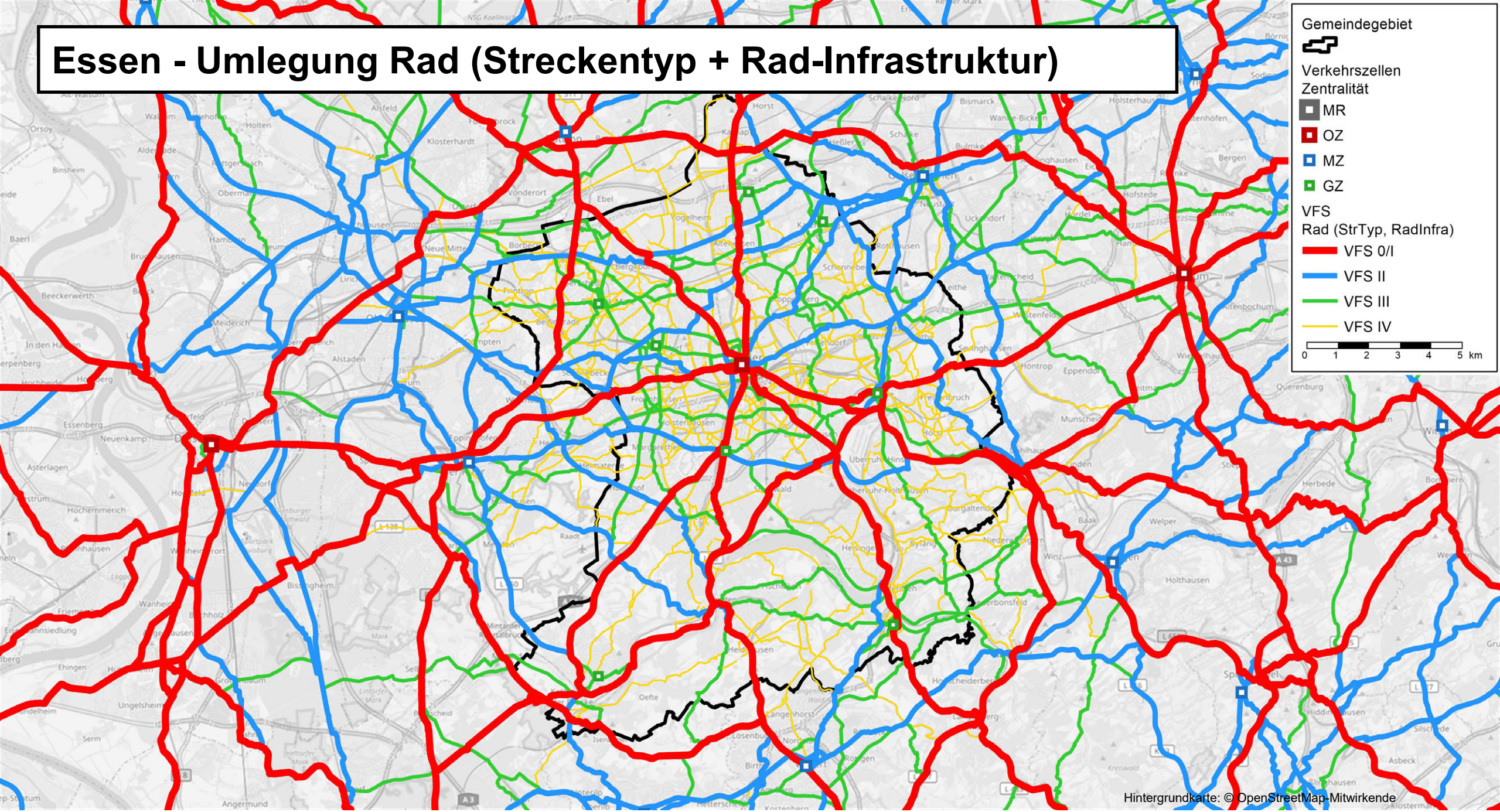
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Essen - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



Essen - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

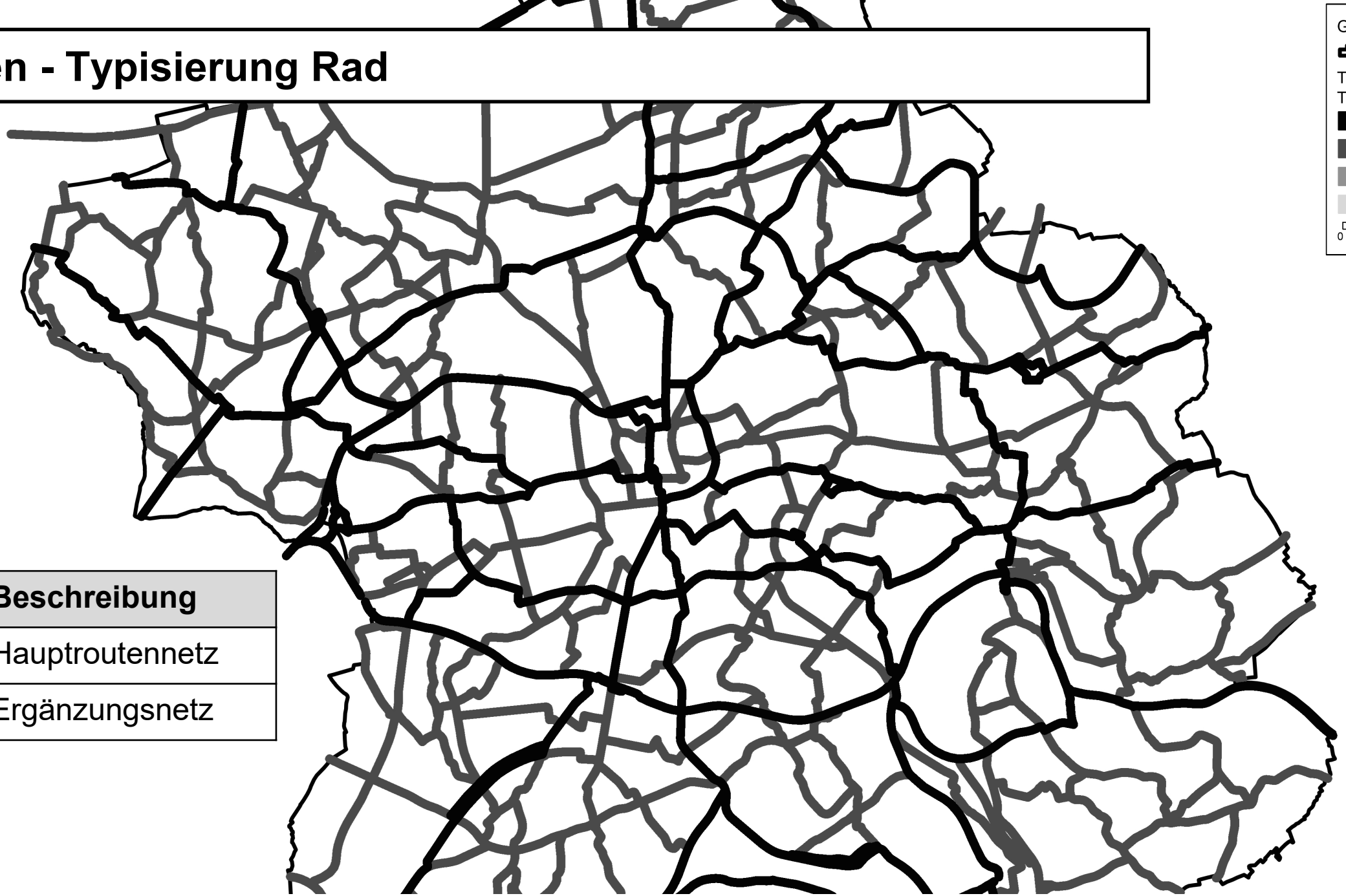
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

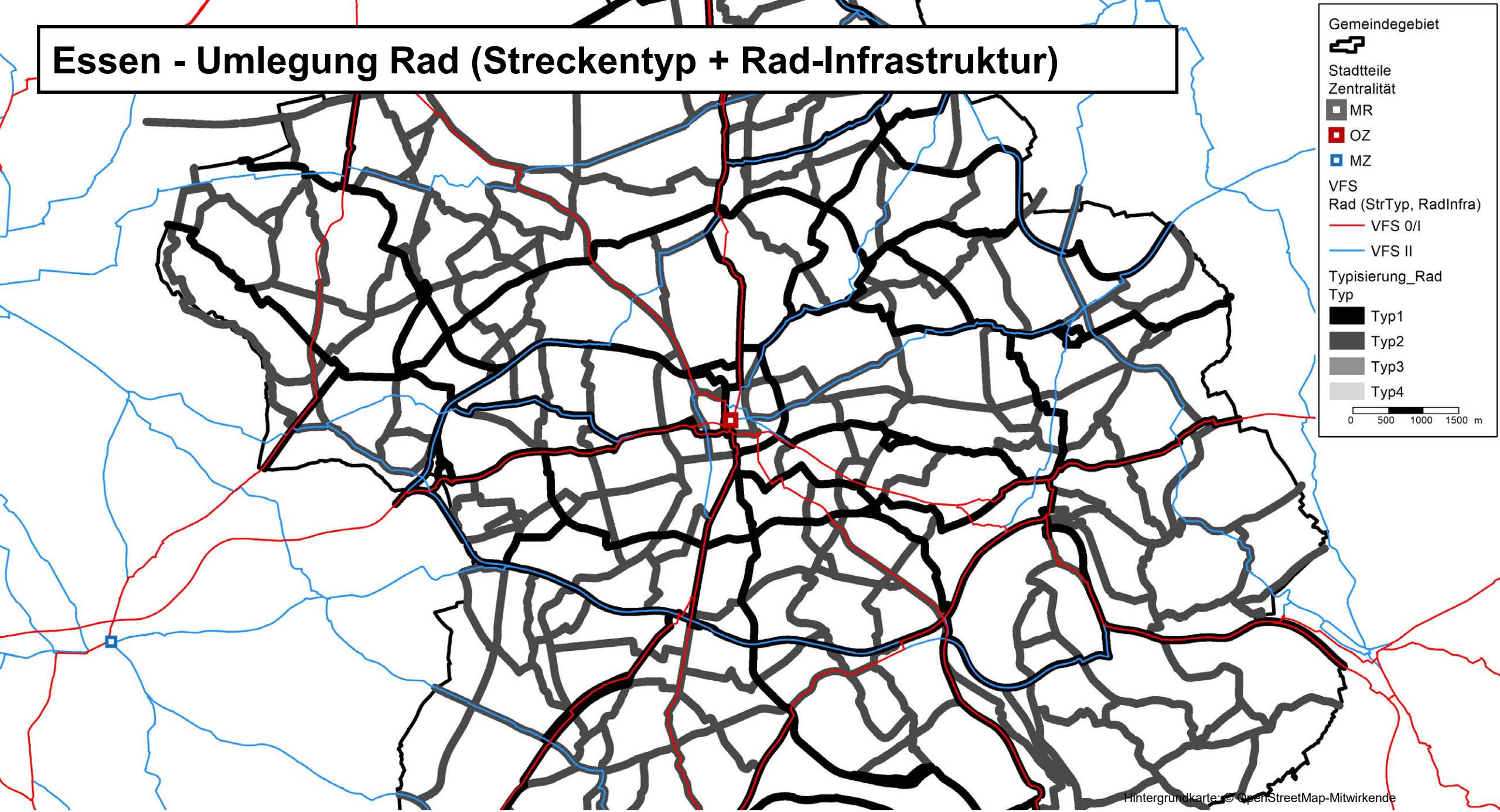
→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Essen - Typisierung Rad



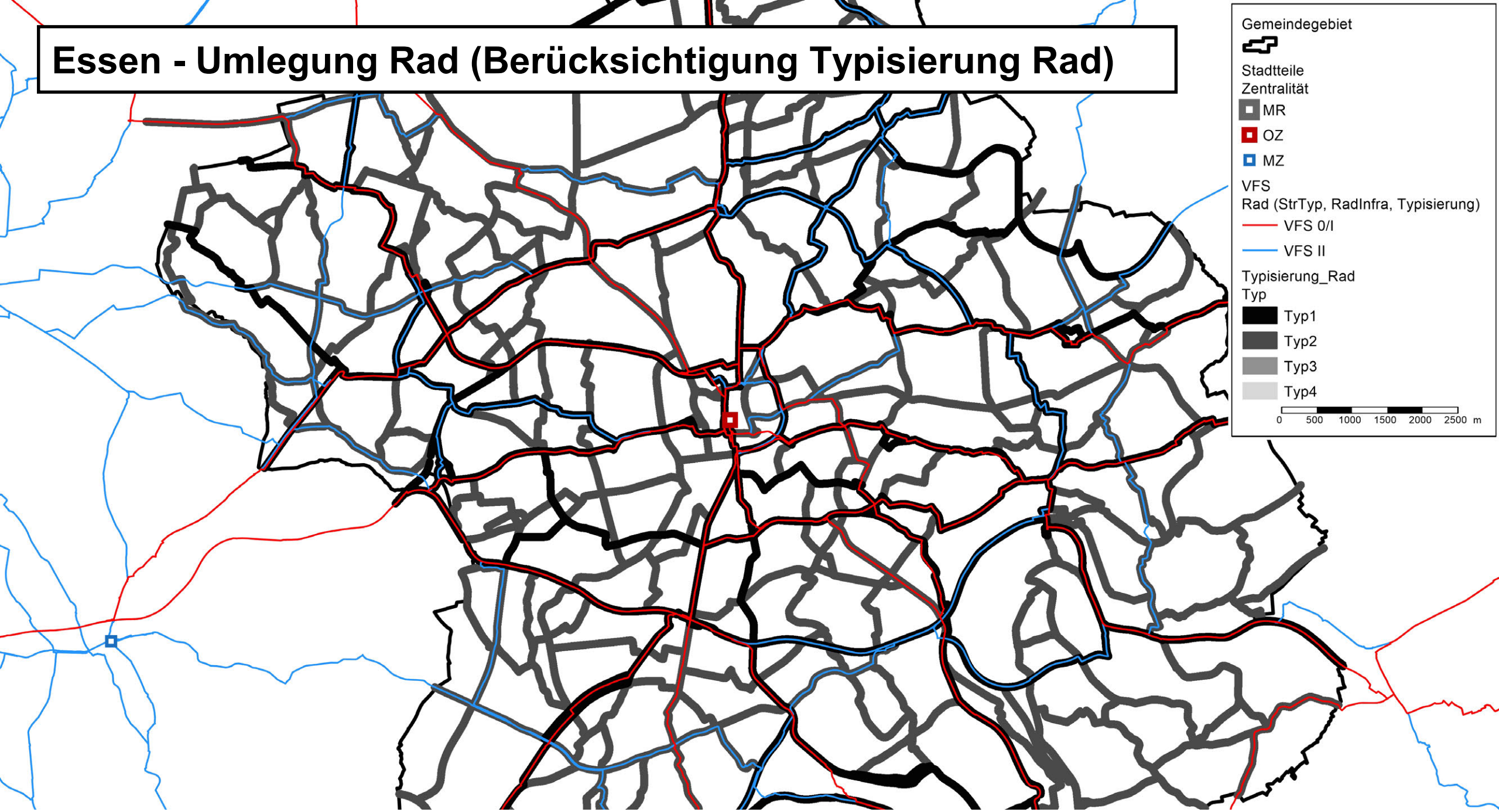
Typ	Beschreibung
Typ1	Hauptroutennetz
Typ2	Ergänzungsnetz

Essen - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)

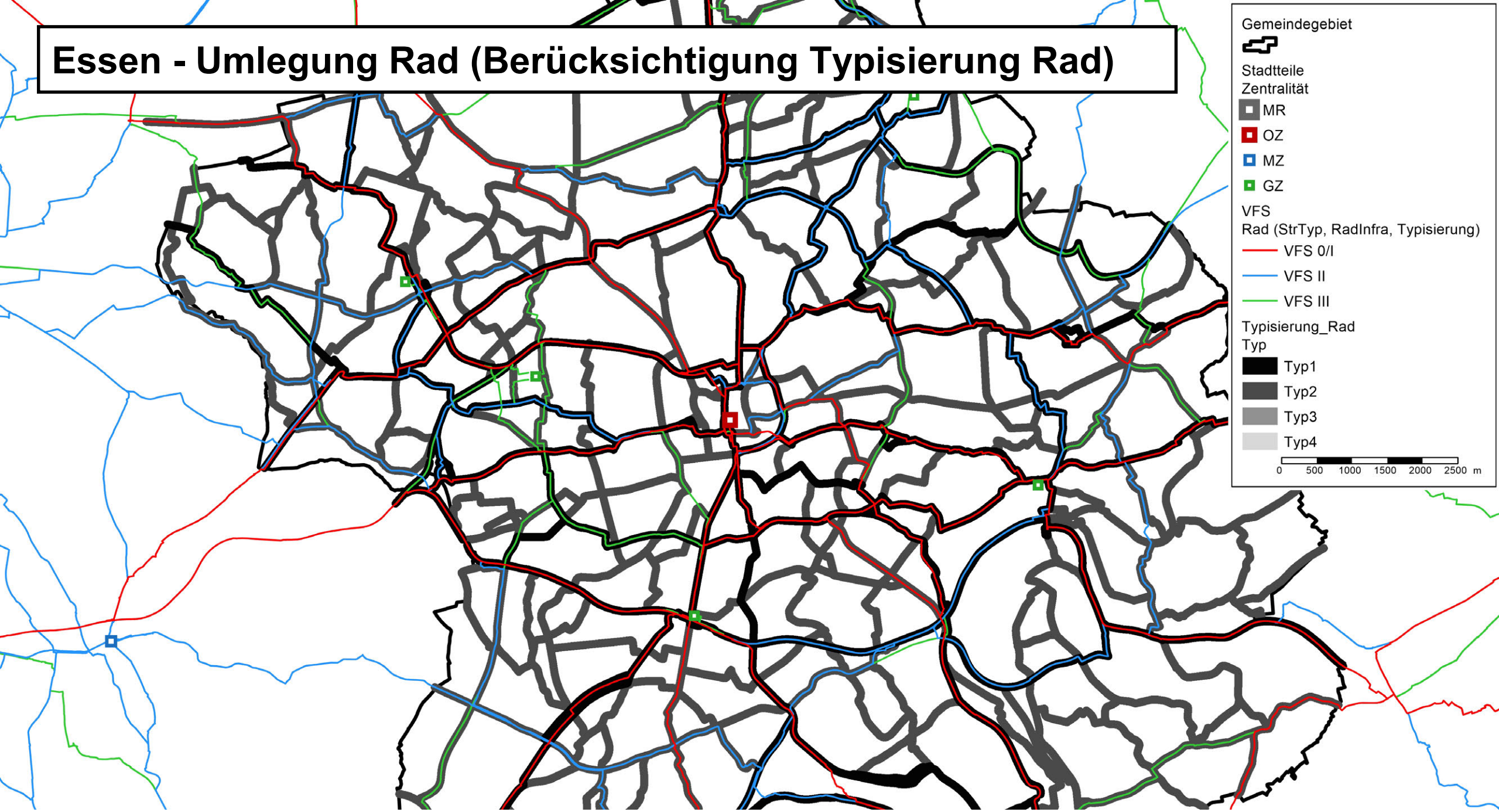


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

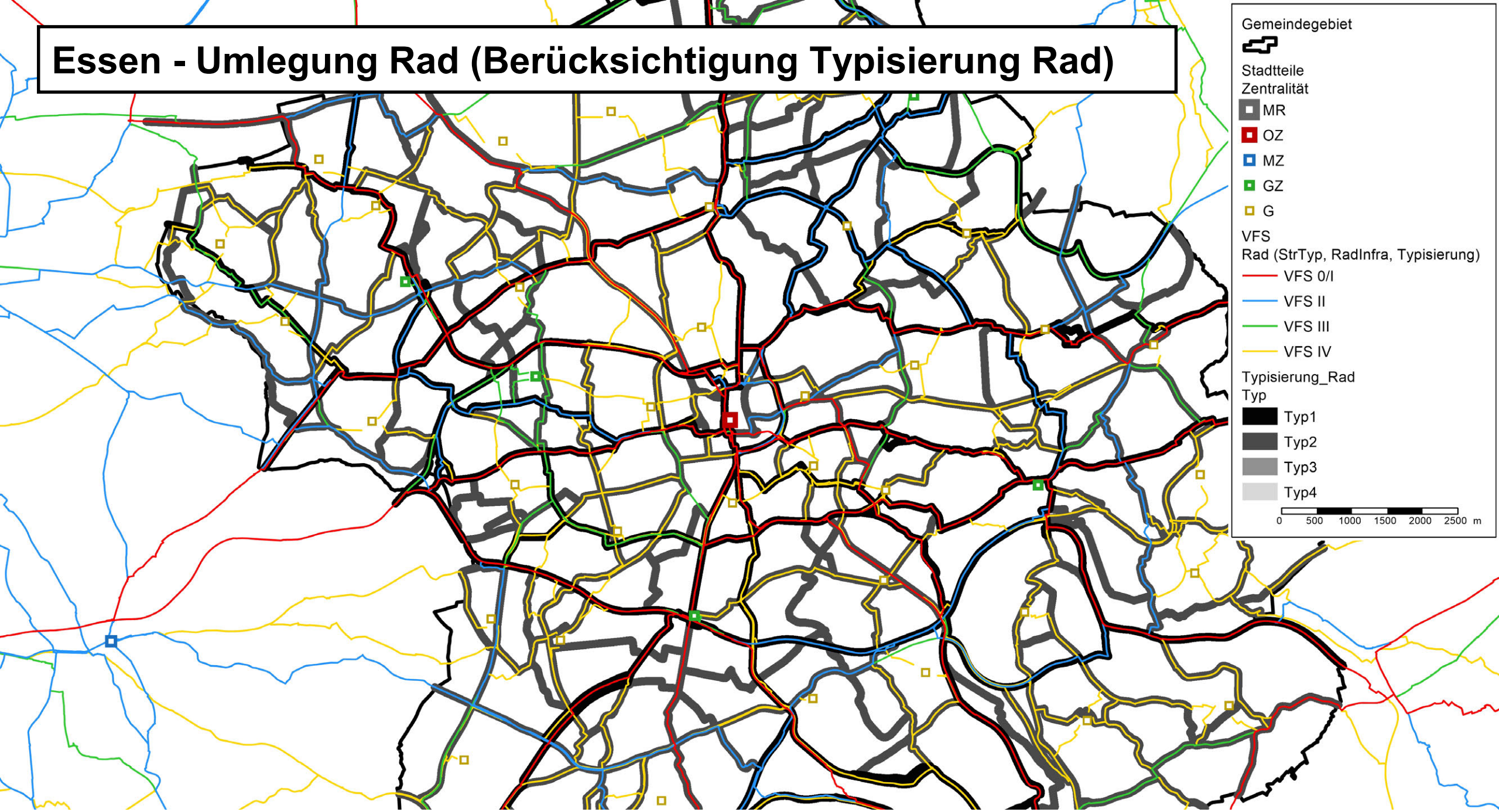
Essen - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



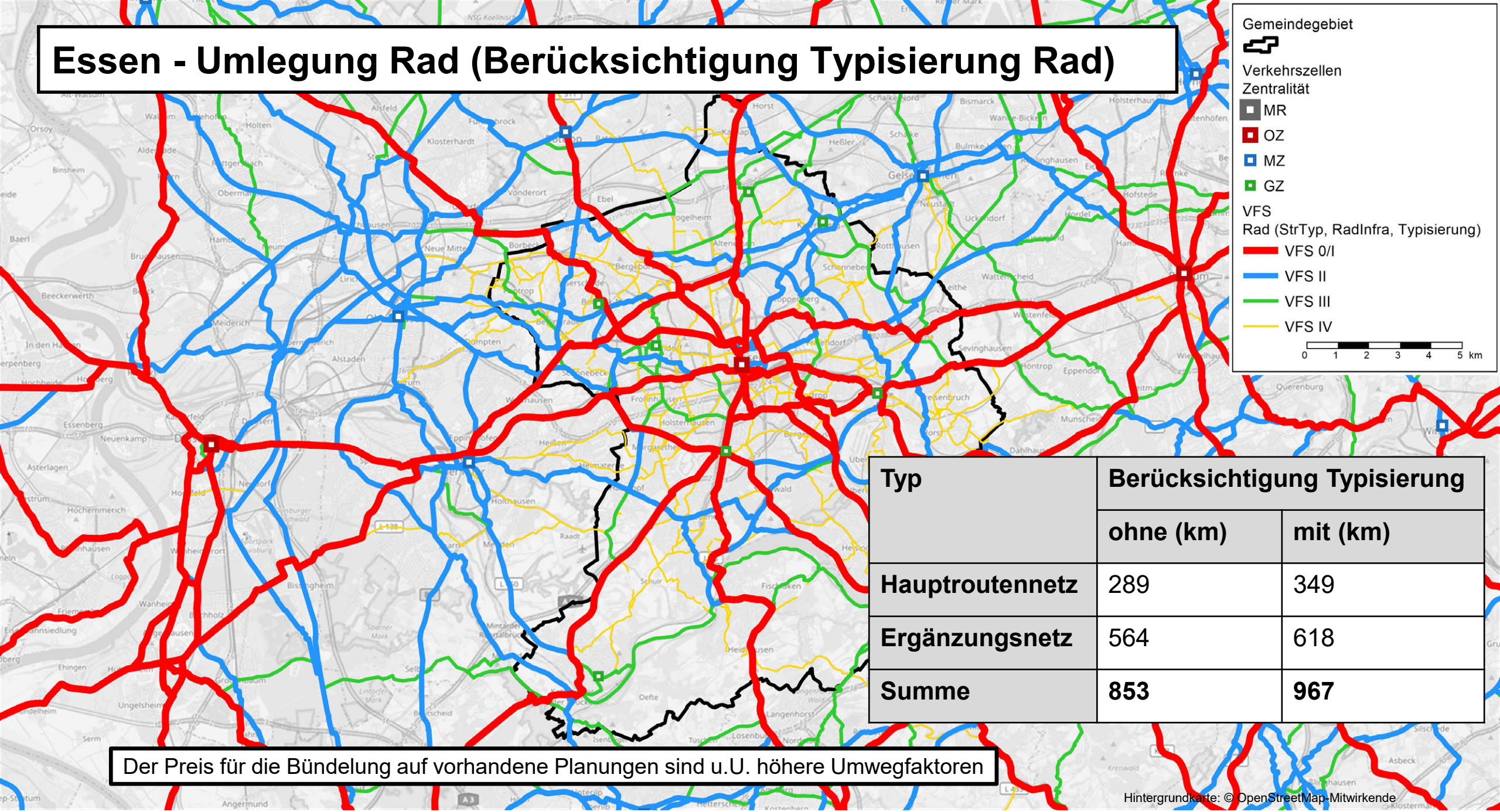
Essen - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Essen - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Essen - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	ohne (km)	mit (km)
Hauptroutennetz	289	349
Ergänzungsnetz	564	618
Summe	**853**	**967**

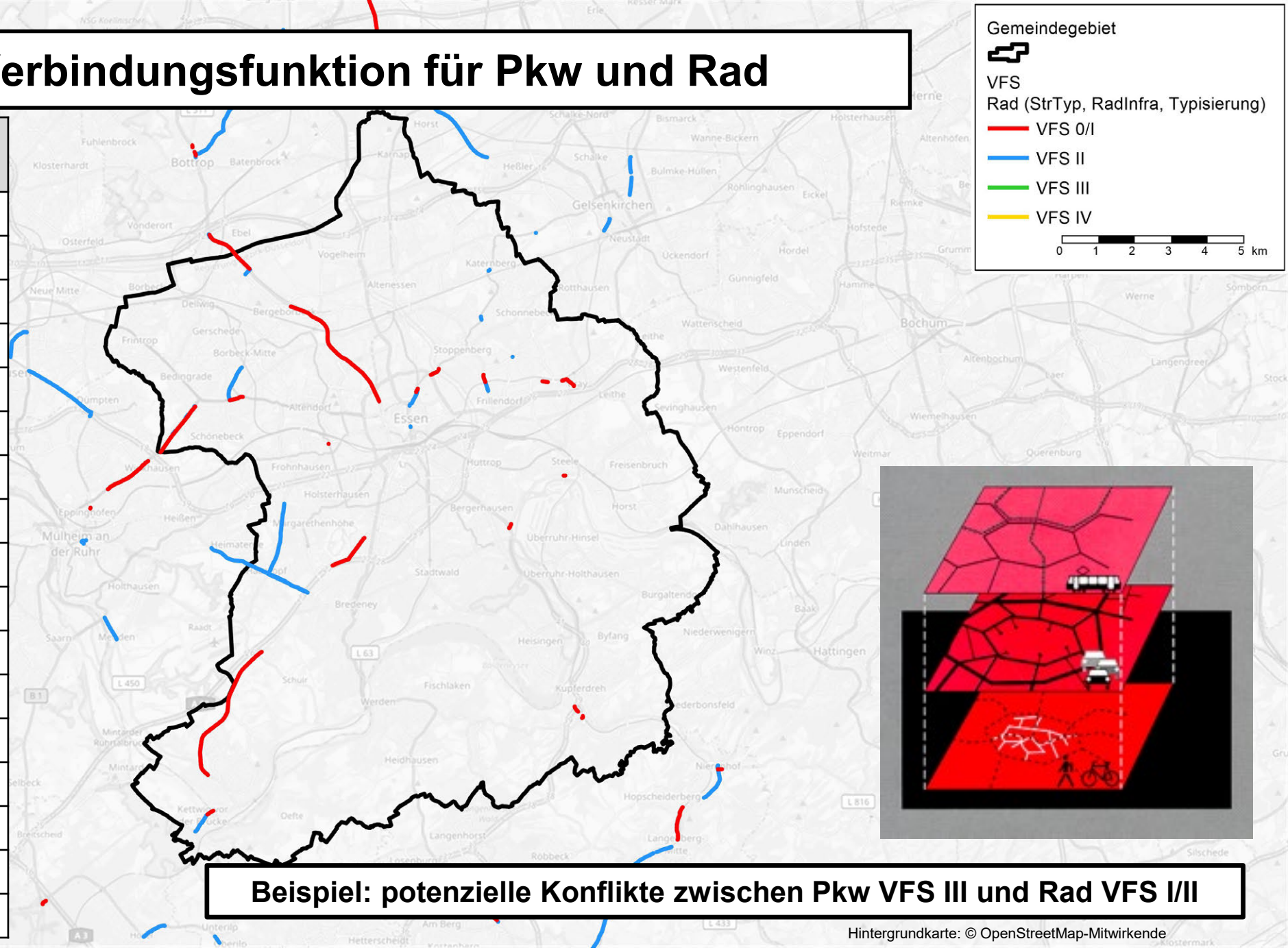
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	3
	II	2
	III	0
	IV	1
II	I	7
	II	36
	III	9
	IV	12
III	I	27
	II	39
	III	14
	IV	28
IV	I	52
	II	64
	III	35
	IV	74

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet



Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

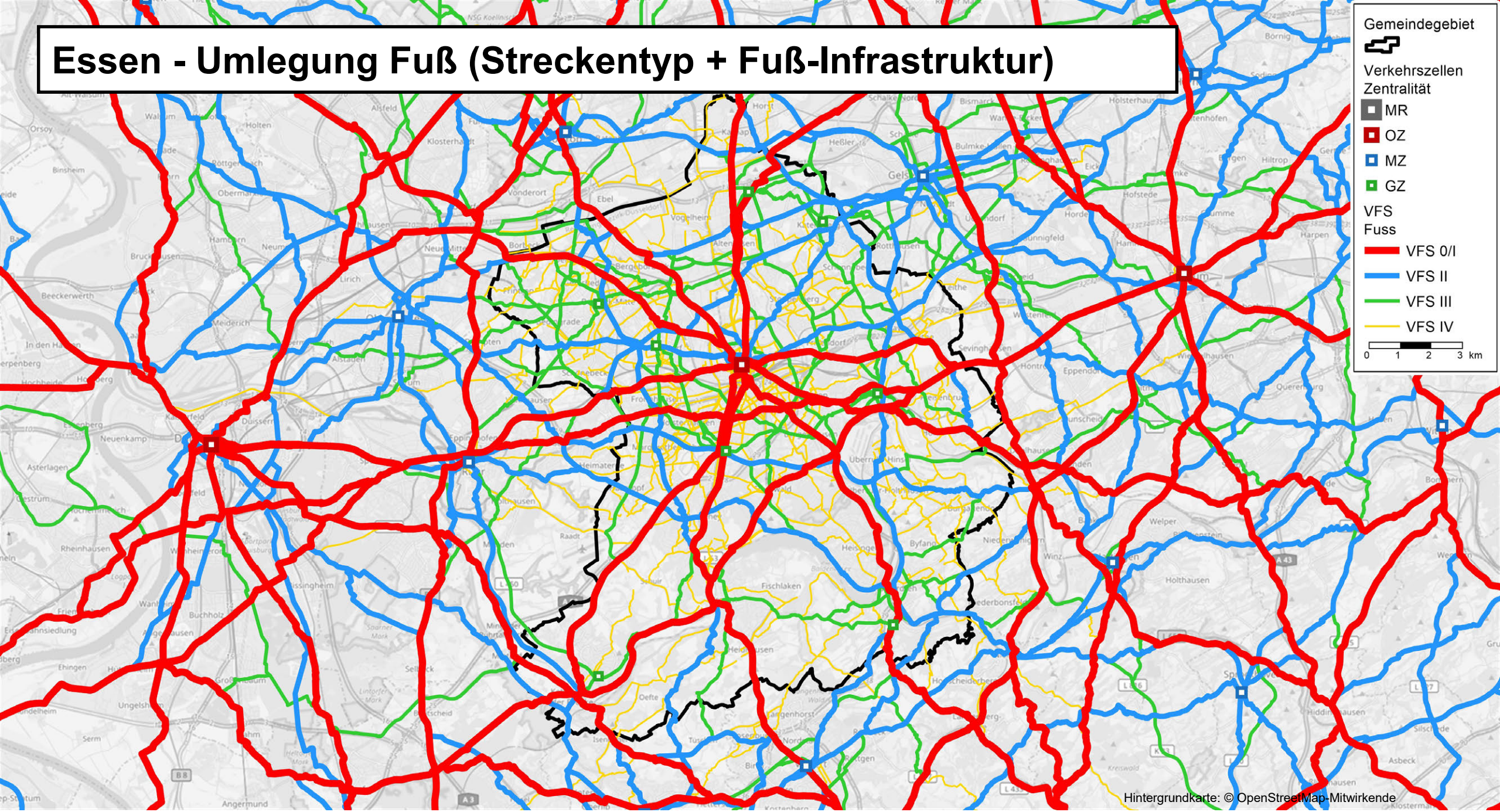
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Essen - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	**0,9**	**13,8**	**16.600**
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	**11,1**	**73,3**	**3.900**
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Mettmann	1	8	43	2,3	18,8	4.800

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Protokoll 1/2

Innergemeindliche Zentralitäten

- Hinweis auf Neuerungen im Zentrenkonzept seit 10/2022: Es gibt keine E-Zentren mehr, einige Zentralitäten haben andere Einstufung. (Der aktualisierter Layer wurde bereits zugesandt)
- Folie 18: Durch die Methodik von Folie 14 mit der Berücksichtigung der Stadtbezirke gehen einige B-/C-Zentren verloren (19 B-/C-Zentren vs. 9 Zentralitäten der Stufe 3). Die Dichte der Zentralitäten ist daher mit der angewendeten Methode für Essen tendenziell zu gering.

Räumliche Gliederung in Stadtteile und Stadtbezirke

- Die Lage der Zentroide der Stadtteile hat Auswirkungen auf die Anbindungen (Folie 28) und die Netzentstehung (Folie 32) und ist somit von großer Bedeutung. Die Lage der Zentroide könnte beispielsweise an den Lagen der zentralen Versorgungsbereiche orientiert werden (Bsp. Altenessen).
- Es wäre auch eine Möglichkeit die zentralen Versorgungsbereiche in Essen als Grundlage für eine RIN-Anwendung zu nehmen und die Stadtteile und Stadtbezirke außer Acht zu lassen oder ihnen ein geringeres Gewicht geben.

Protokoll 1/2

Umlegungsergebnis Pkw-Verkehr

- VFS 0/I: angebauter Abschnitt der Ruhrallee ist mit dieser hohen Verbindungsbedeutung nicht denkbar. Bekannter Konflikt: „nicht fertige Autobahn“, Diskussion um einen Tunnel
- VFS II/III: Fehlende B224 als (alternative) Verbindung in den Süden (Velbert/Heiligenhaus). Hinweis auf fehlende innergemeindliche Zentralitäten. Eventuell Hinweis auf Nachteile einer zu starken Bündelung auf höherrangige VFS bei innergemeindlichen Betrachtungen.
- VFS III: Folie 38 Ortsumgehung Altenessen zu geringe Bedeutung durch falsche Lage der Zentroide; K17 im Süden des Zentrums fehlt, jedoch hat diese auch keine Verbindungsbedeutung; L20 zu geringe Bedeutung
- Bedeutung singulärer Verkehrserzeuger (Universitätsklinik, Messe, Zollverein)

Umlegungsergebnis Radverkehr

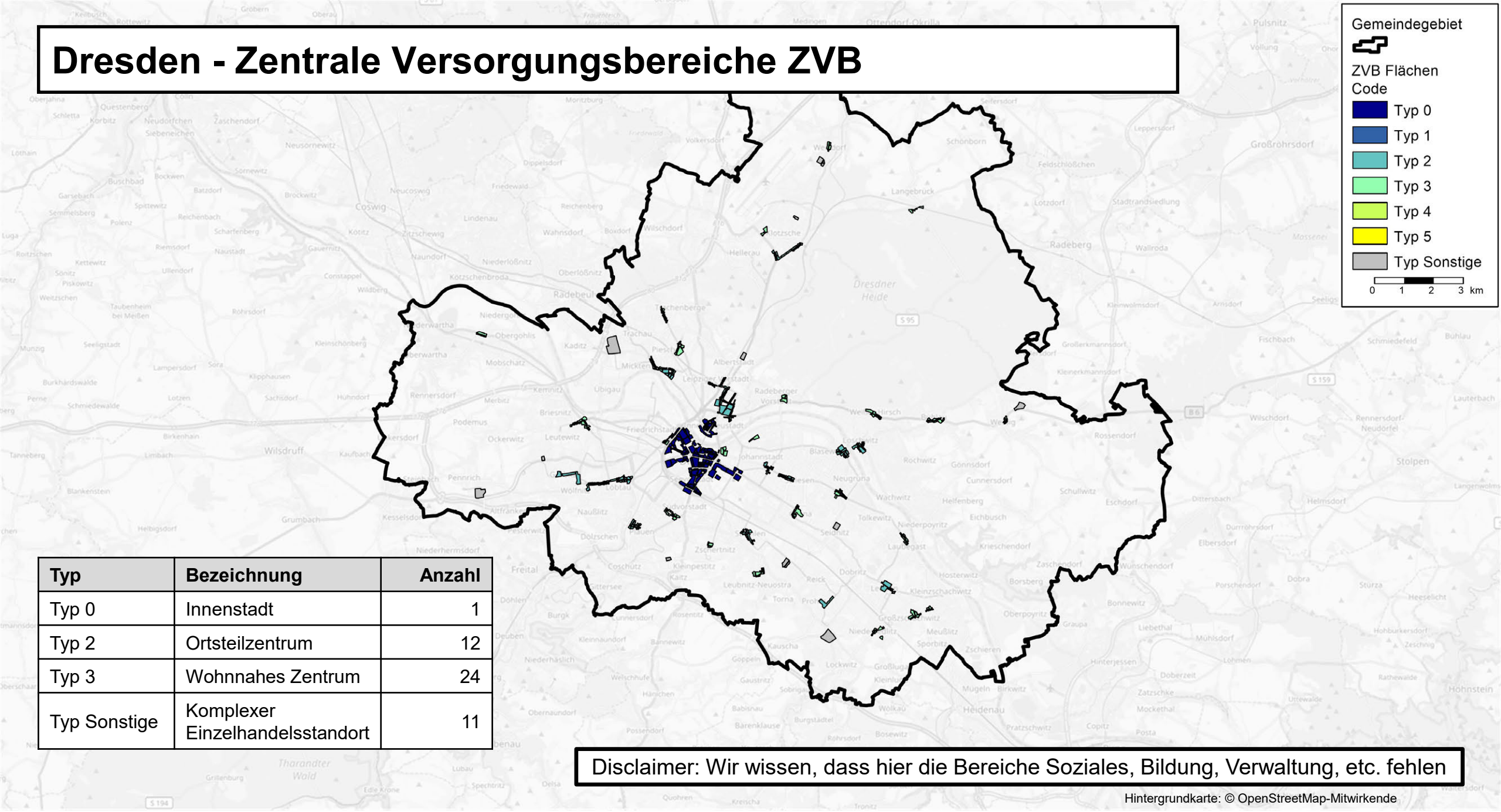
- Menge der VFS 0/I Verkehrswege im Stadtgebiet scheint zu groß, Bündelungseffekte sind schwer zu erzielen aufgrund der Vielzahl der gleichwertigen Routingoptionen für den Radverkehr (z.B Dichte Radnetze Folie 44)
- Die Alltagsbedeutung der 0/I Verbindungen ist für den Radverkehr aufgrund der Distanzen unbedingt gegeben.

Umlegungsergebnis Fußverkehr angewendete Methode ist nicht zielführend

Dresden
(20.04.2023)

Kommunale Daten: © Landeshauptstadt Dresden

Dresden - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB

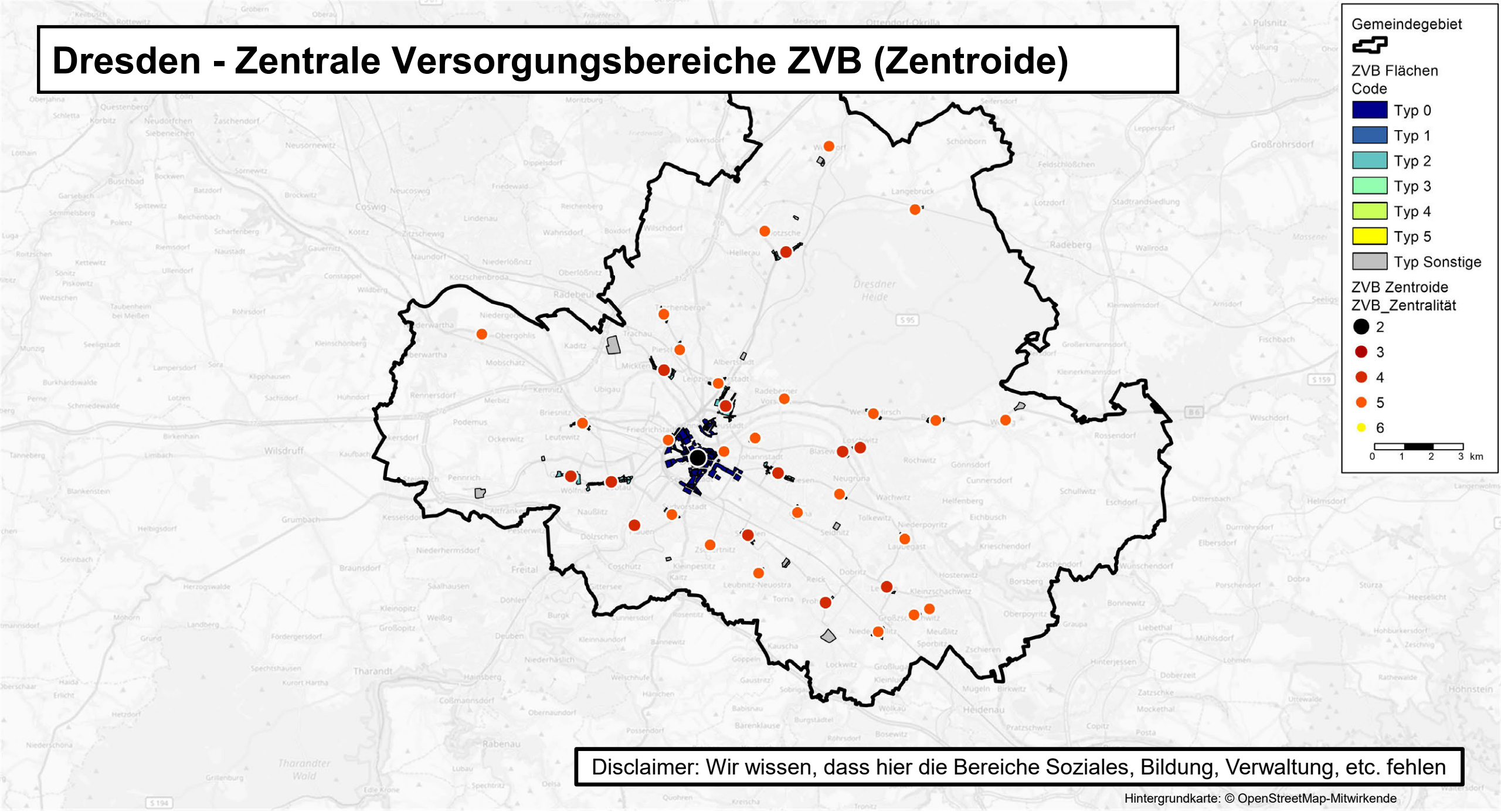


Typ	Bezeichnung	Anzahl
Typ 0	Innenstadt	1
Typ 2	Ortsteilzentrum	12
Typ 3	Wohnnahes Zentrum	24
Typ Sonstige	Komplexer Einzelhandelsstandort	11

Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

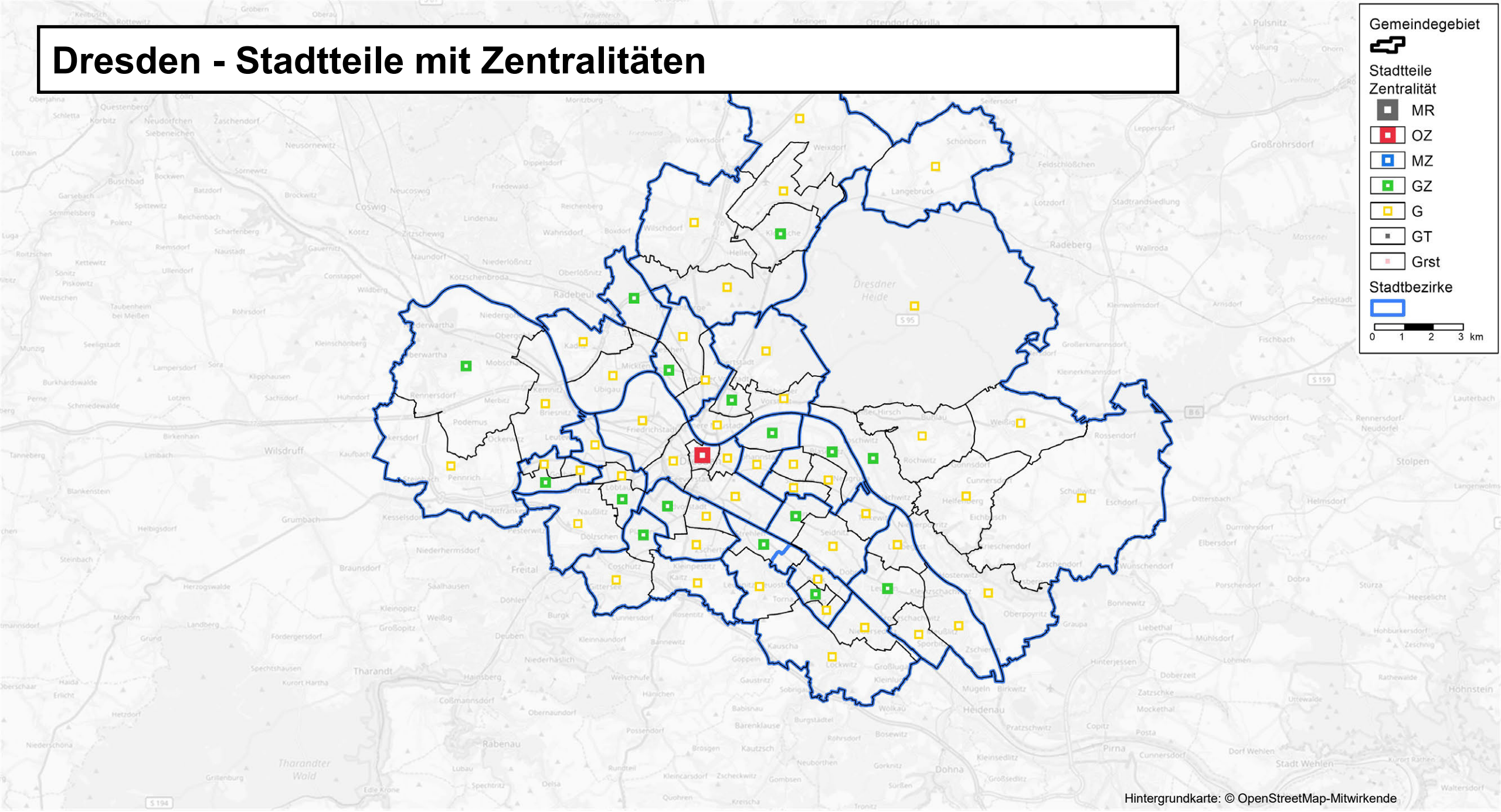
Dresden - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



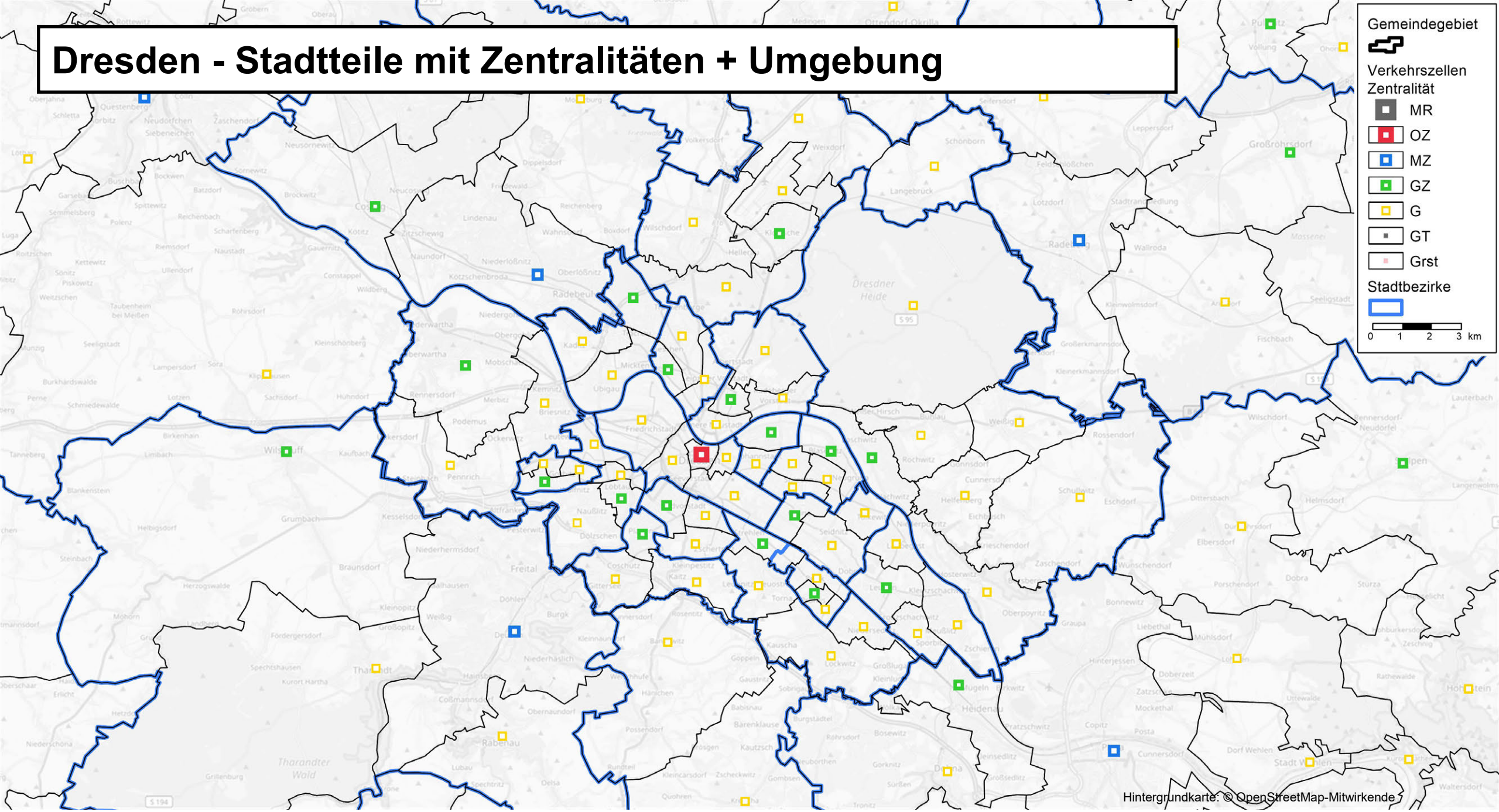
Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Dresden - Stadtteile mit Zentralitäten



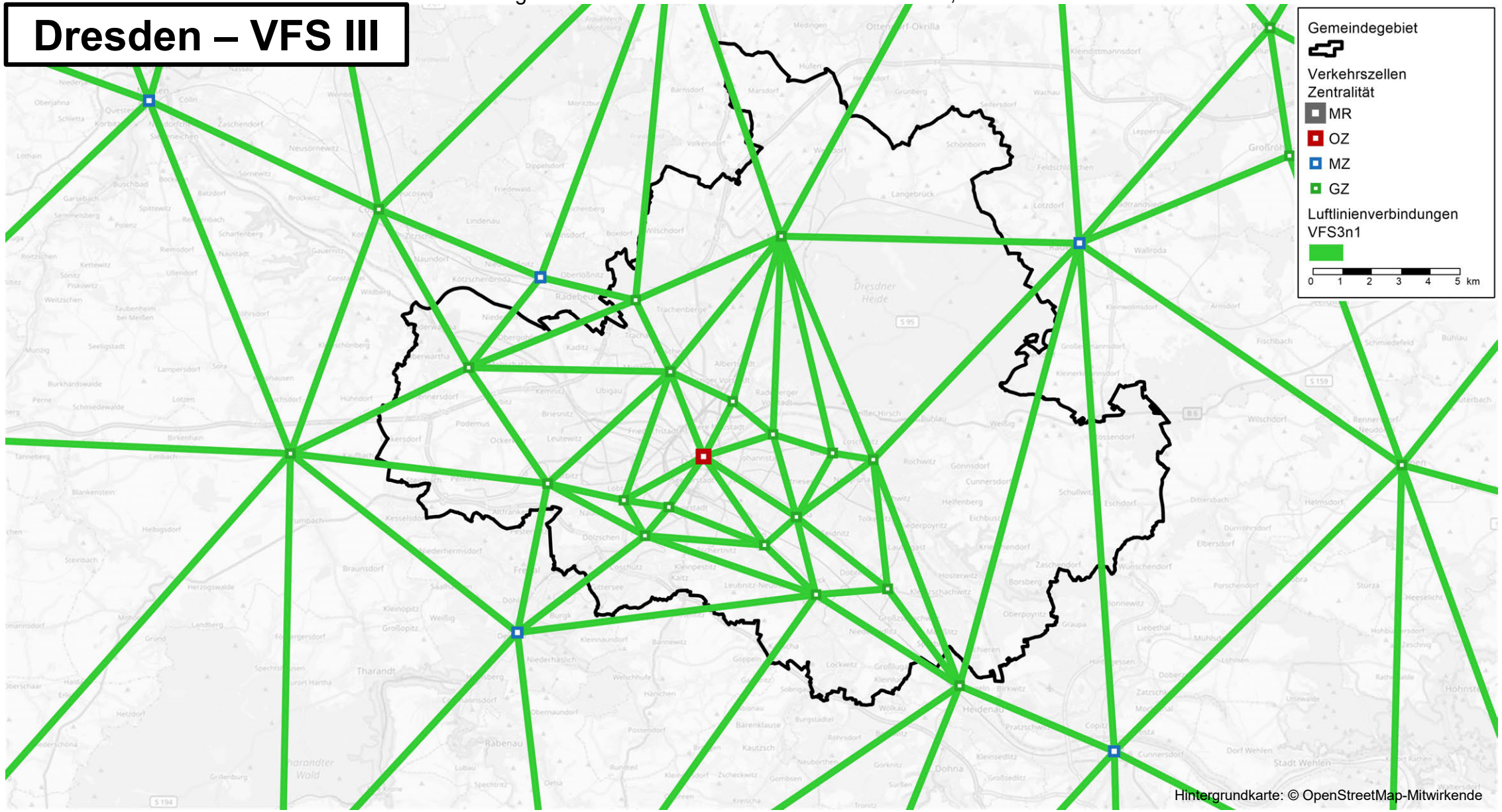
Dresden - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

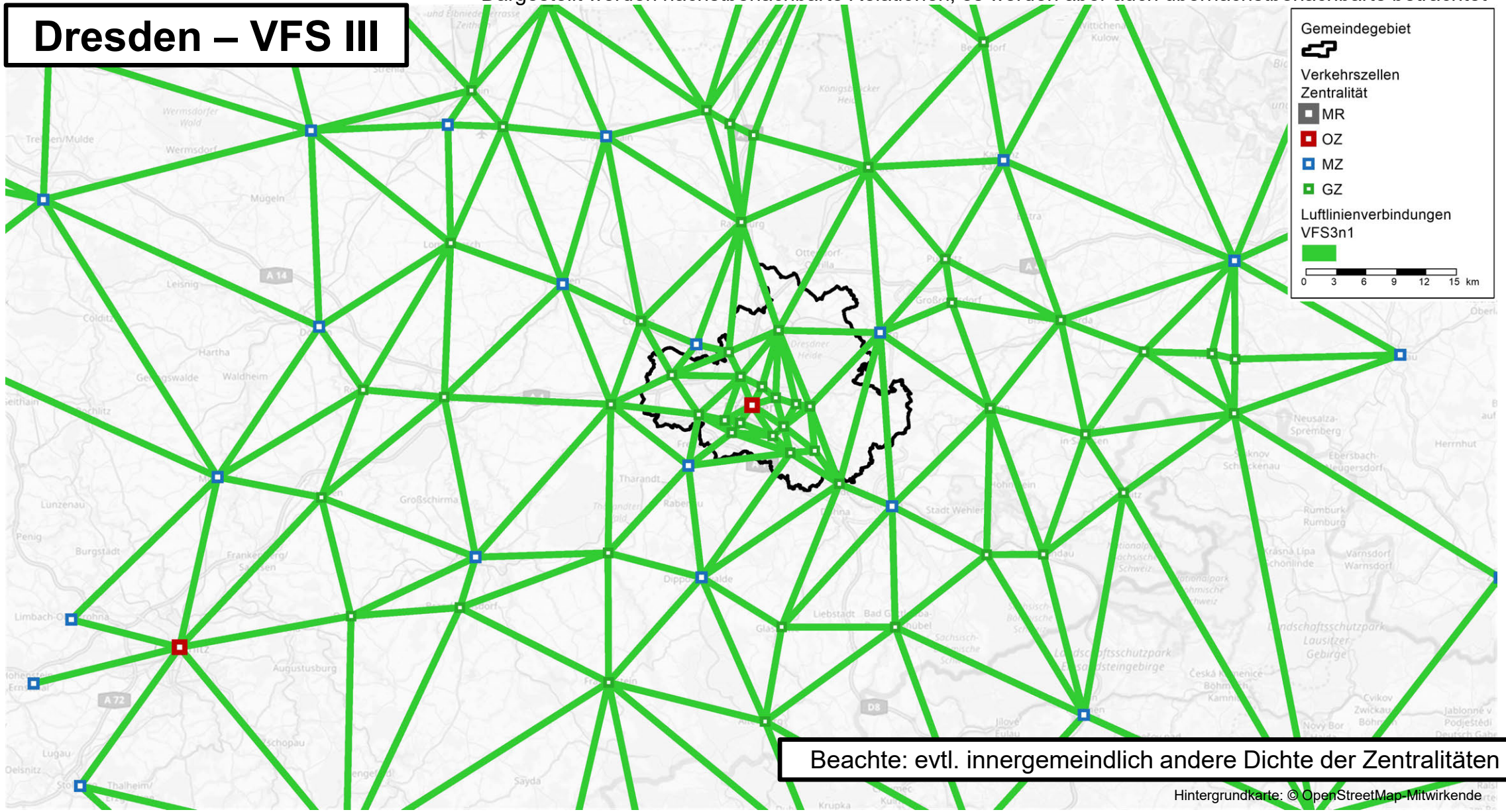
Dresden – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Dresden – VFS III



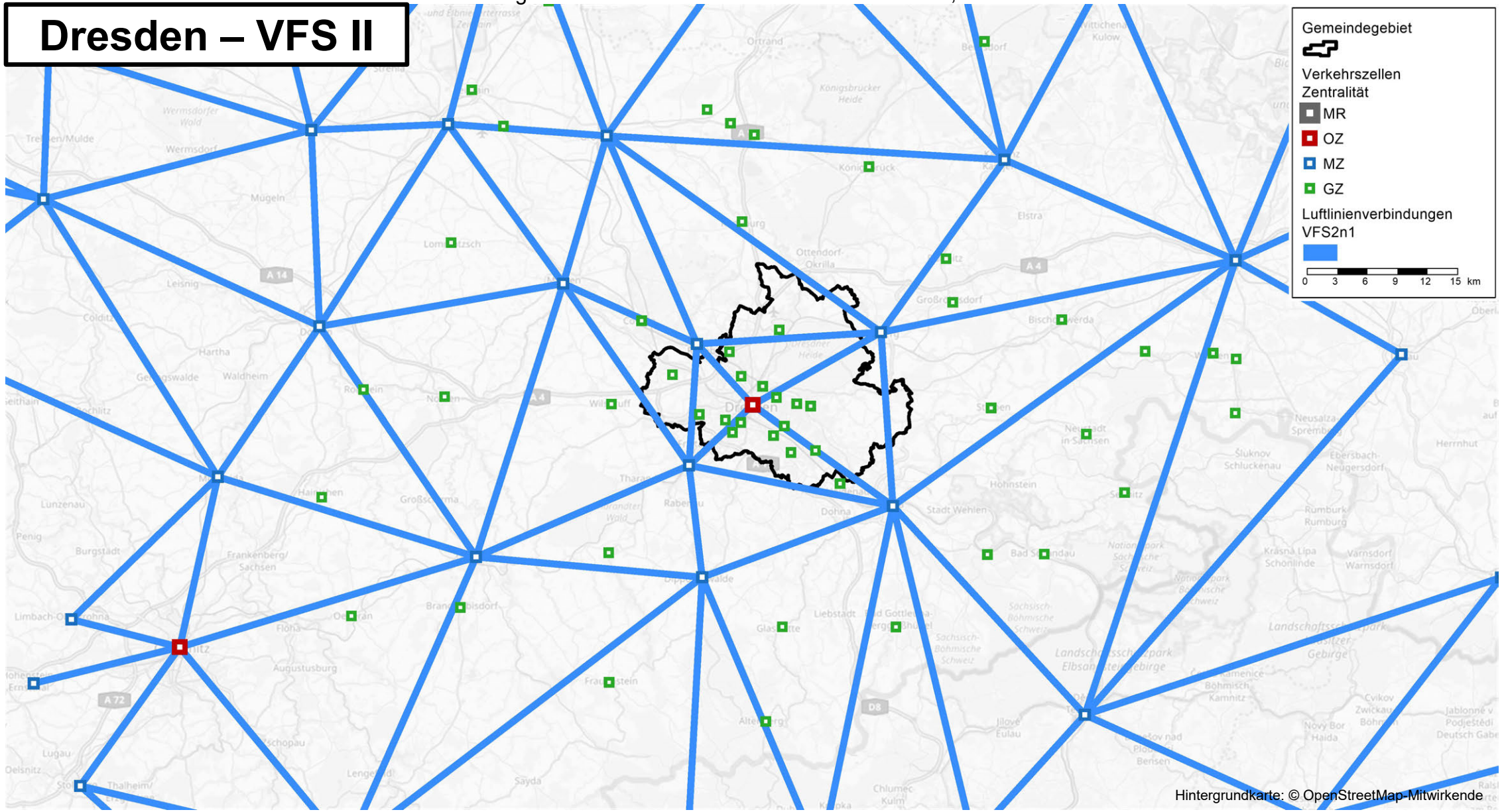
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Dresden – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

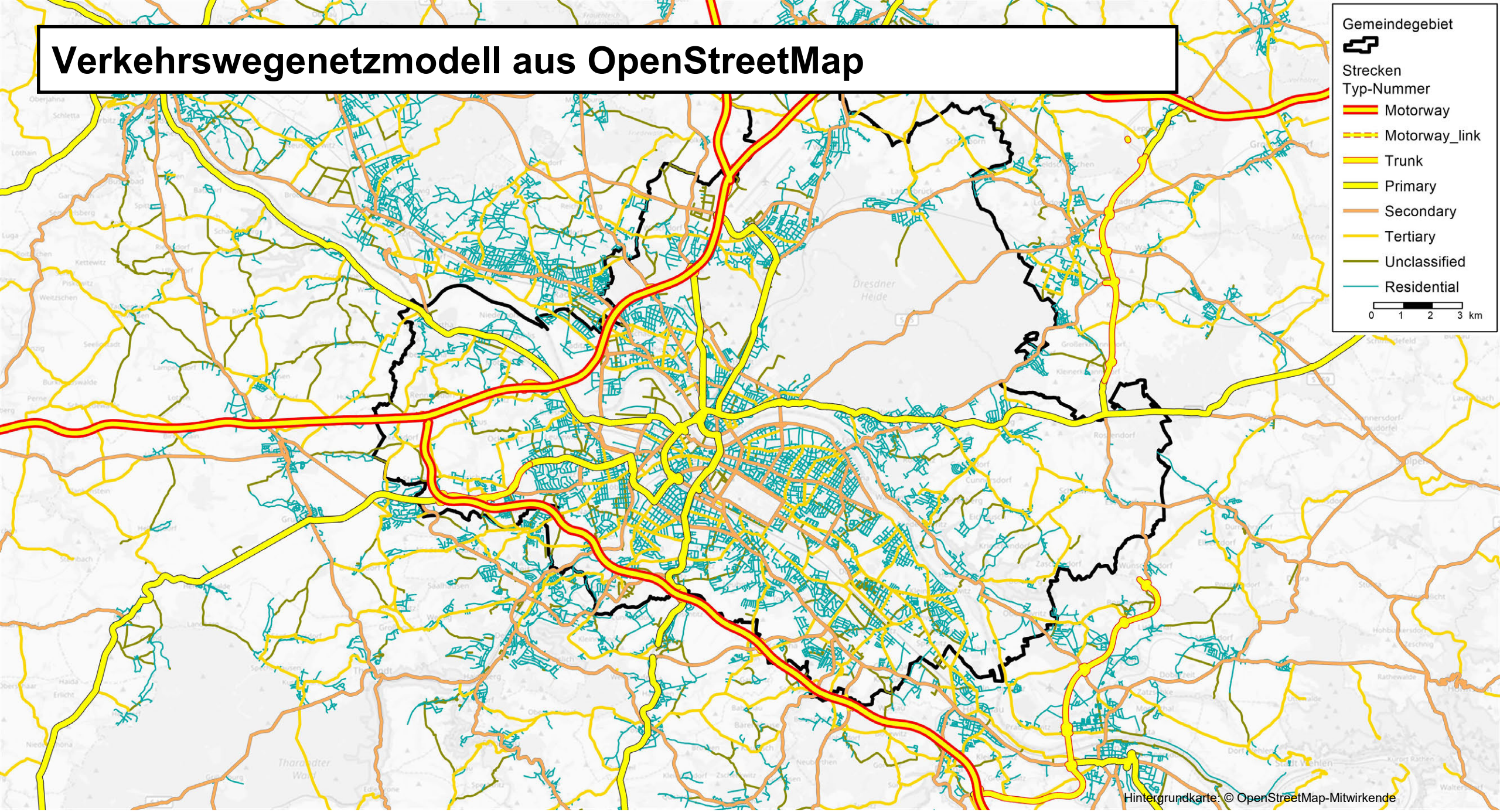
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

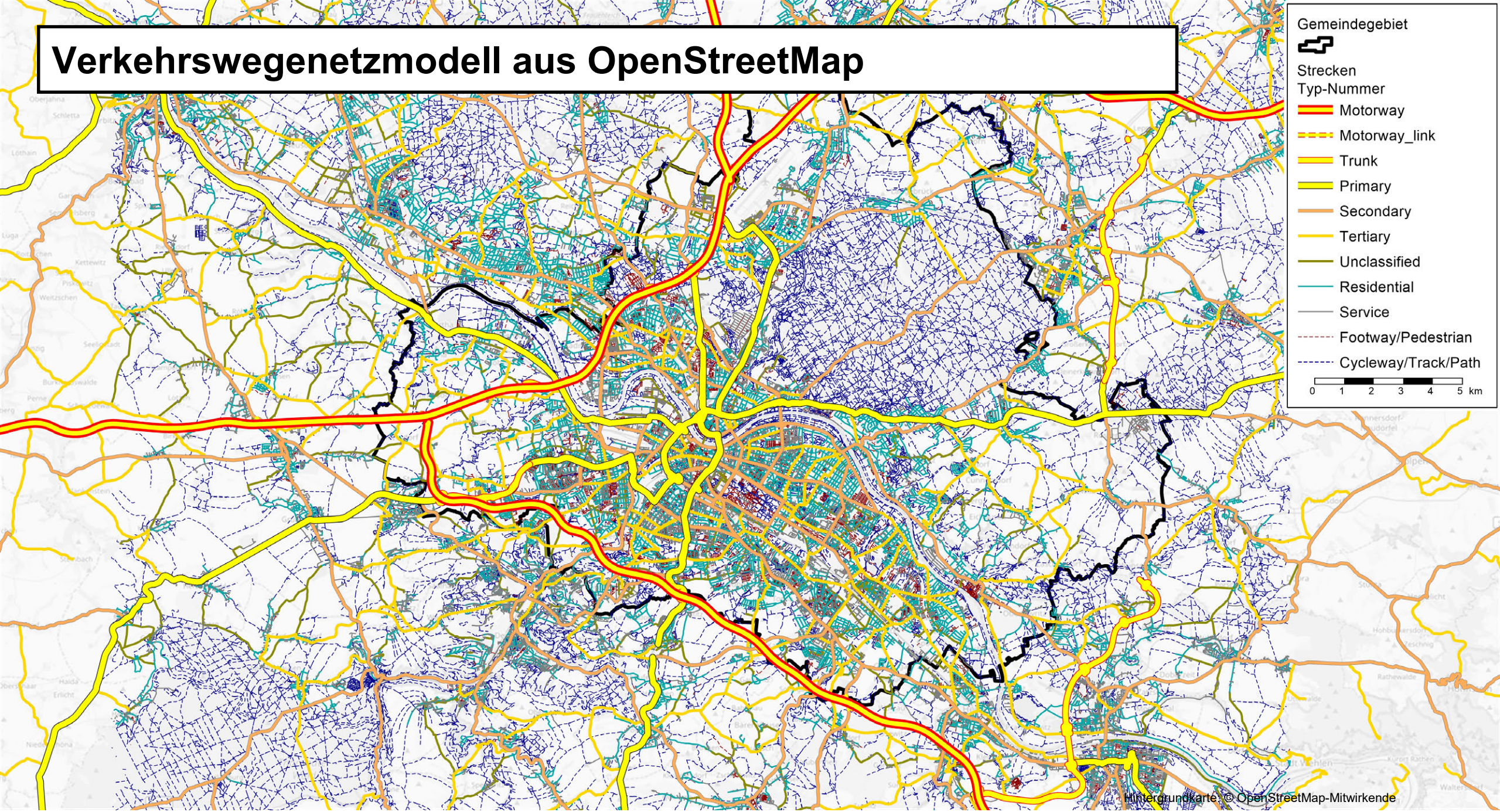
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

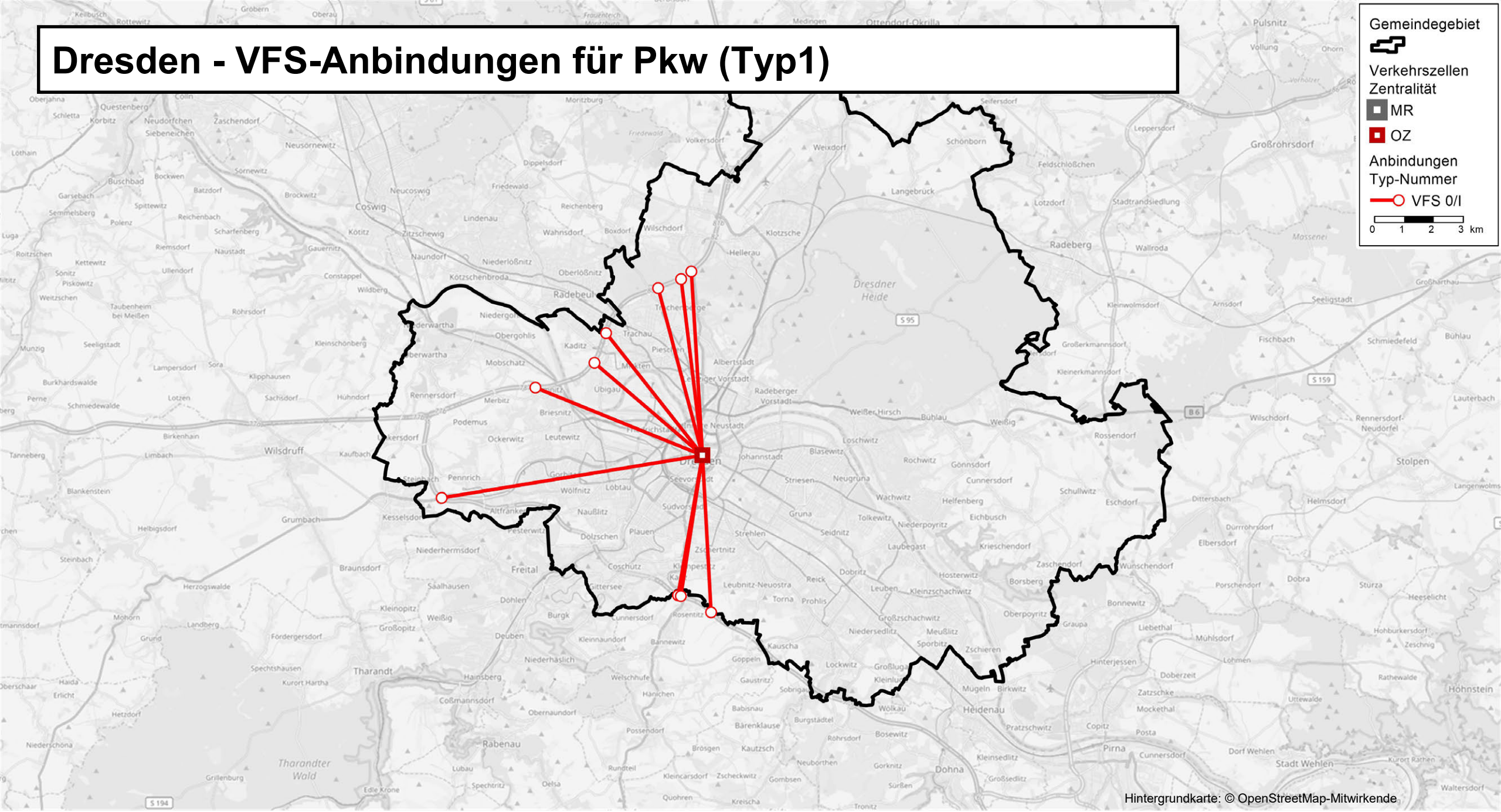
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

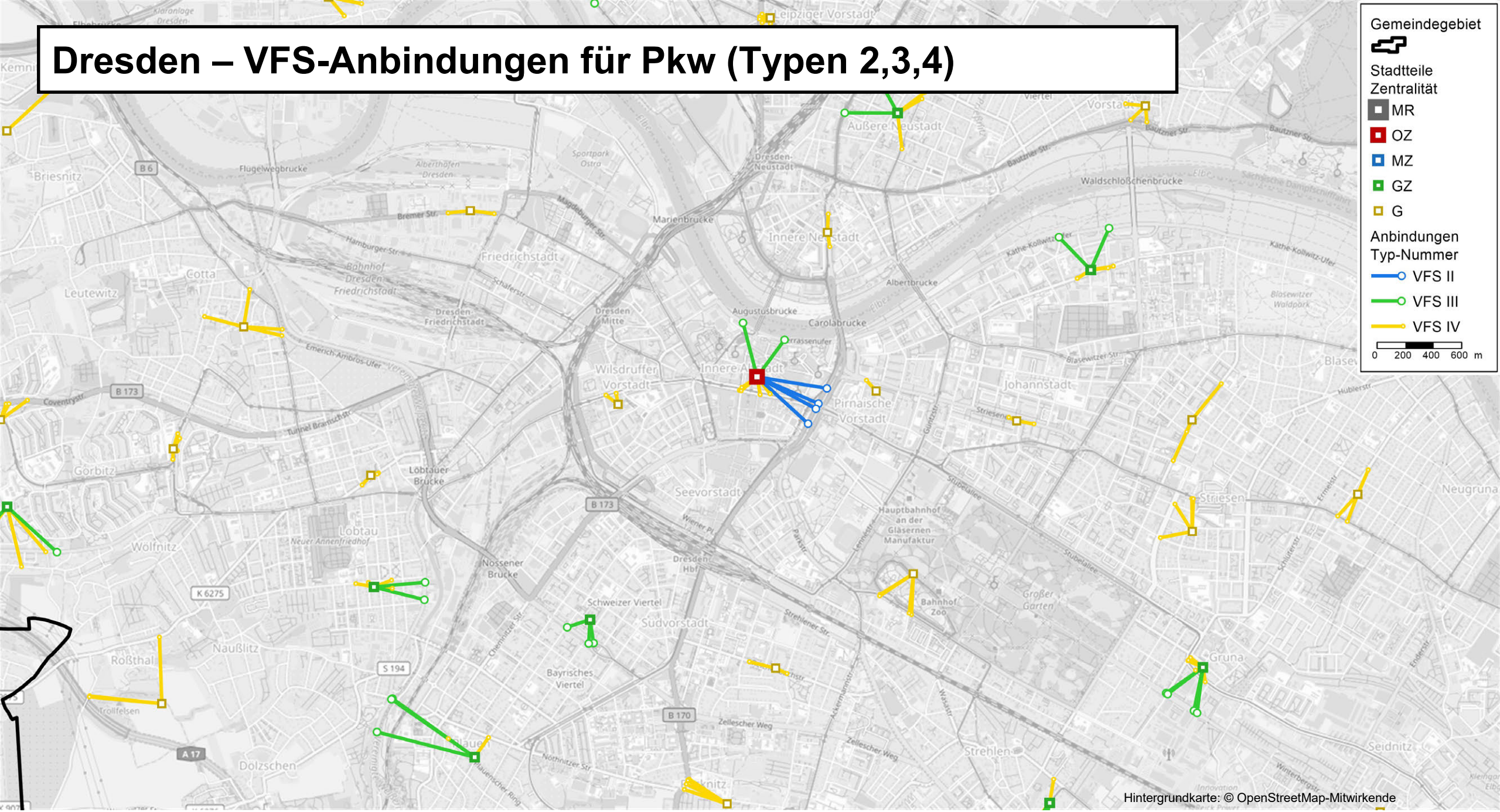
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Dresden - VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Dresden – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

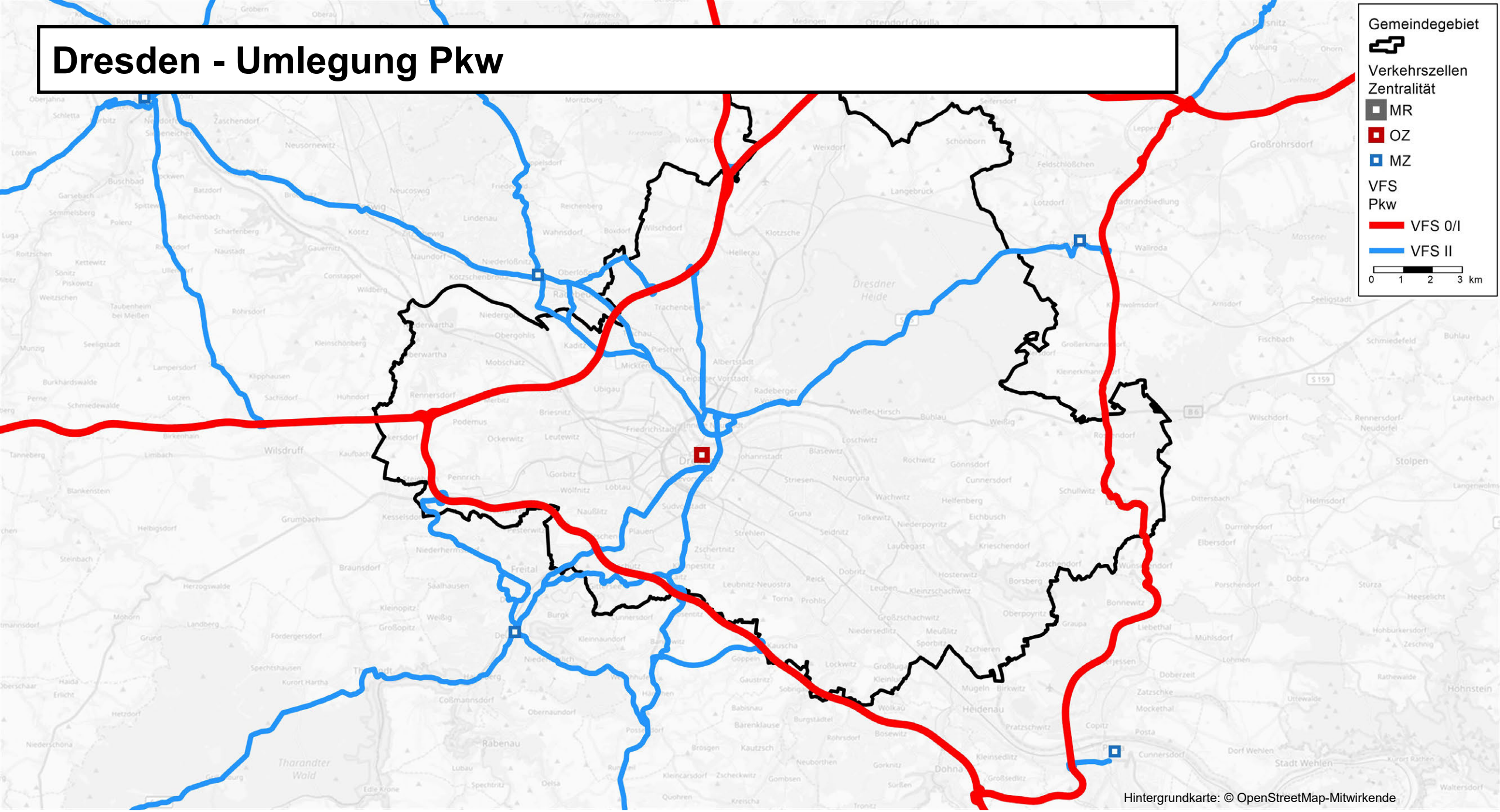
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

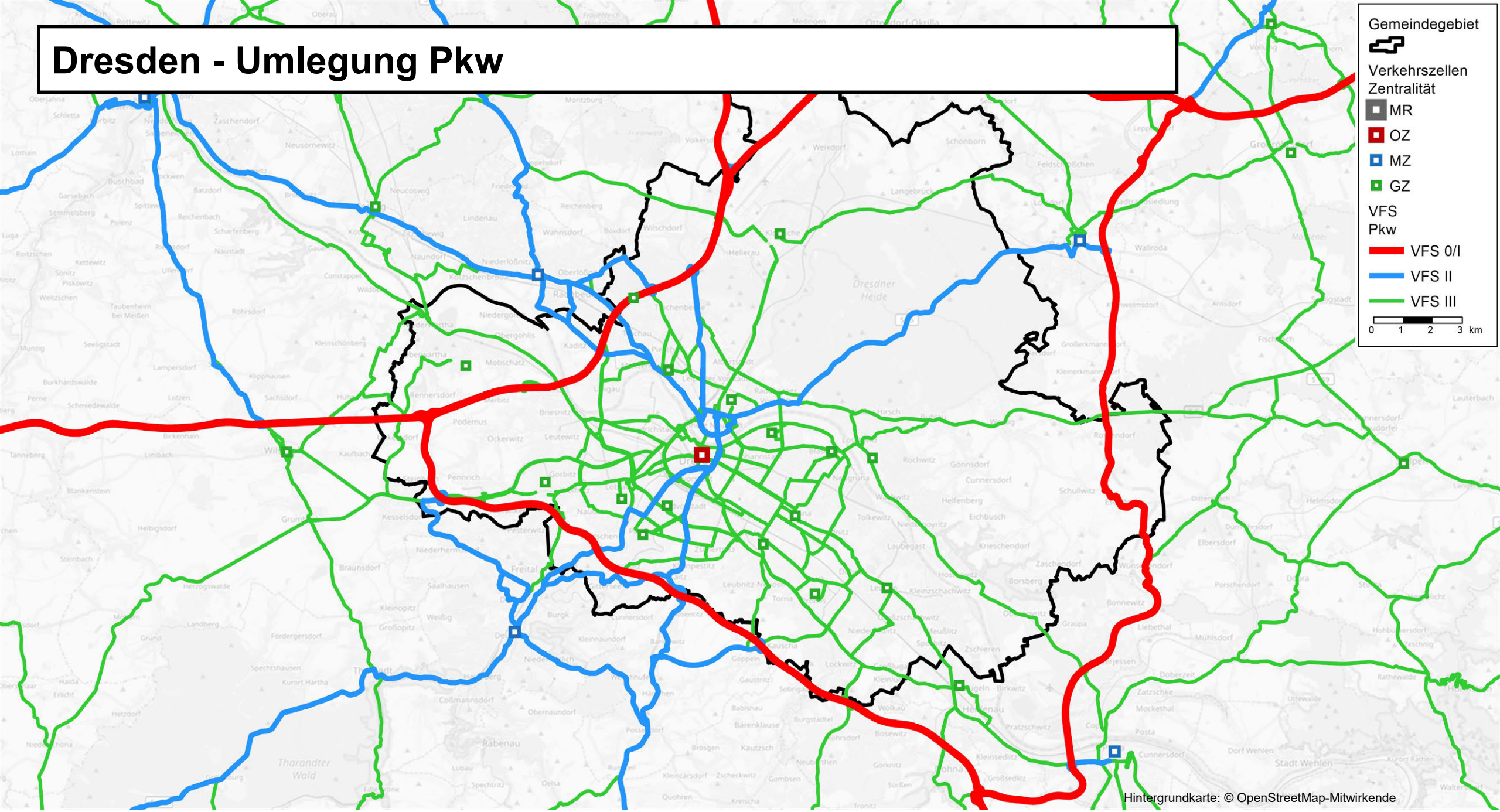
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

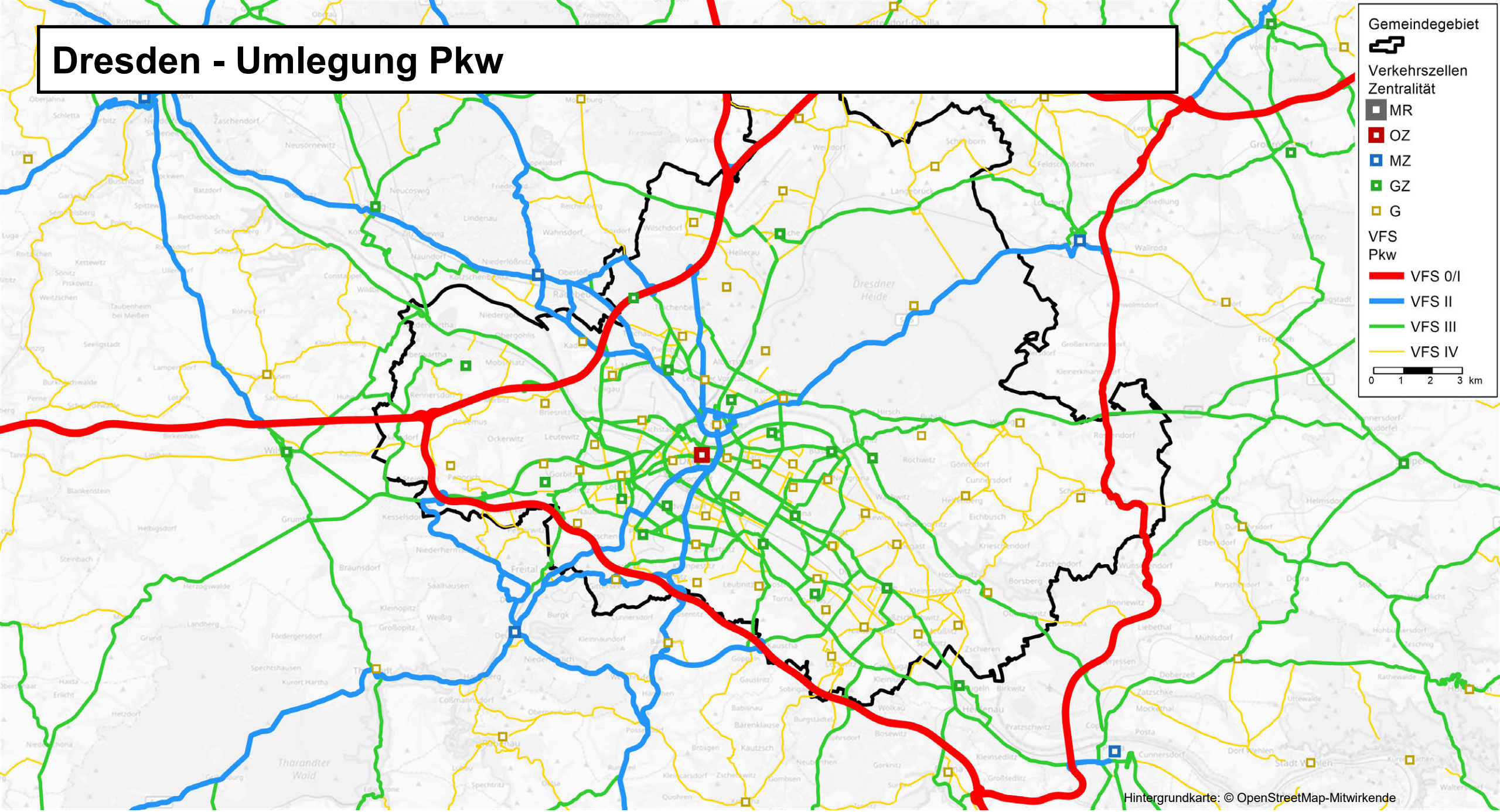
Dresden - Umlegung Pkw



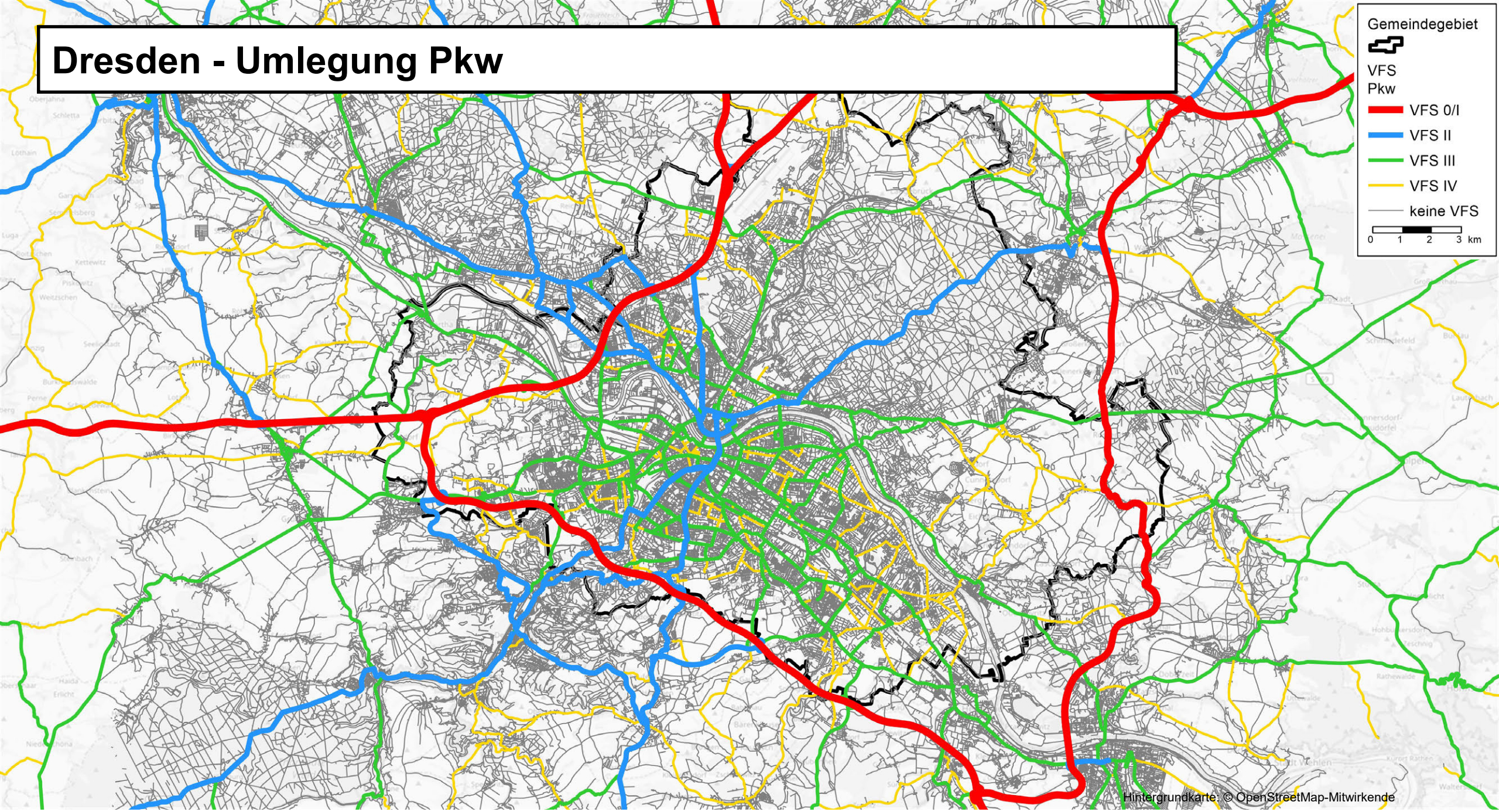
Dresden - Umlegung Pkw



Dresden - Umlegung Pkw



Dresden - Umlegung Pkw



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

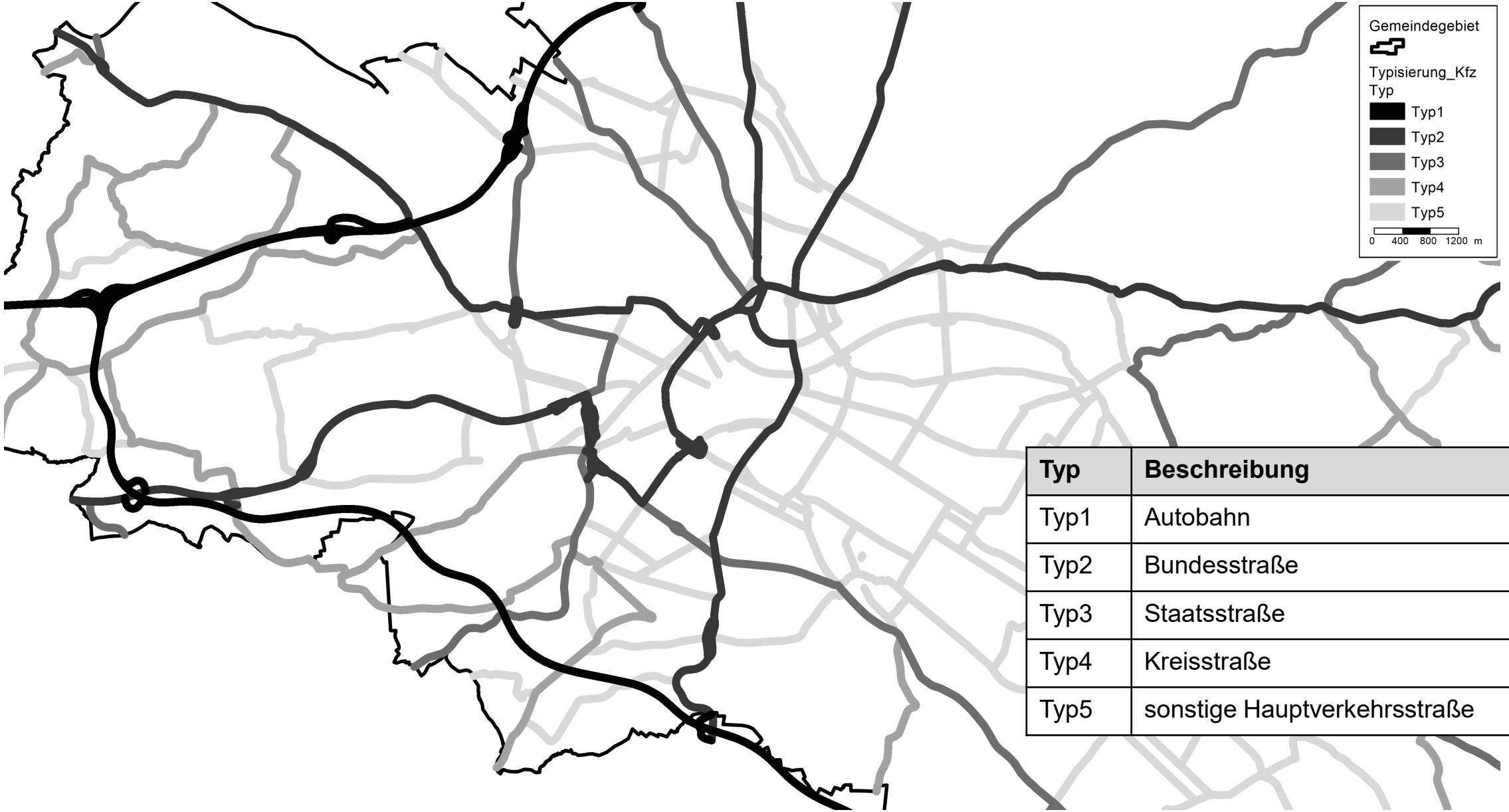
OpenStreetMap

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

OSM-Name	VFS (Ergebnis Modell)					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	84%	5%	8%	2%	2%	88%
trunk	67%	3%	13%	2%	14%	16%
primary	2%	25%	70%	1%	2%	95%
secondary	2%	17%	49%	20%	11%	69%
tertiary	0%	3%	20%	37%	40%	97%
unclassified	0%	1%	5%	18%	76%	94%
residential	0%	0%	0%	0%	99%	99%

arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	**67%**

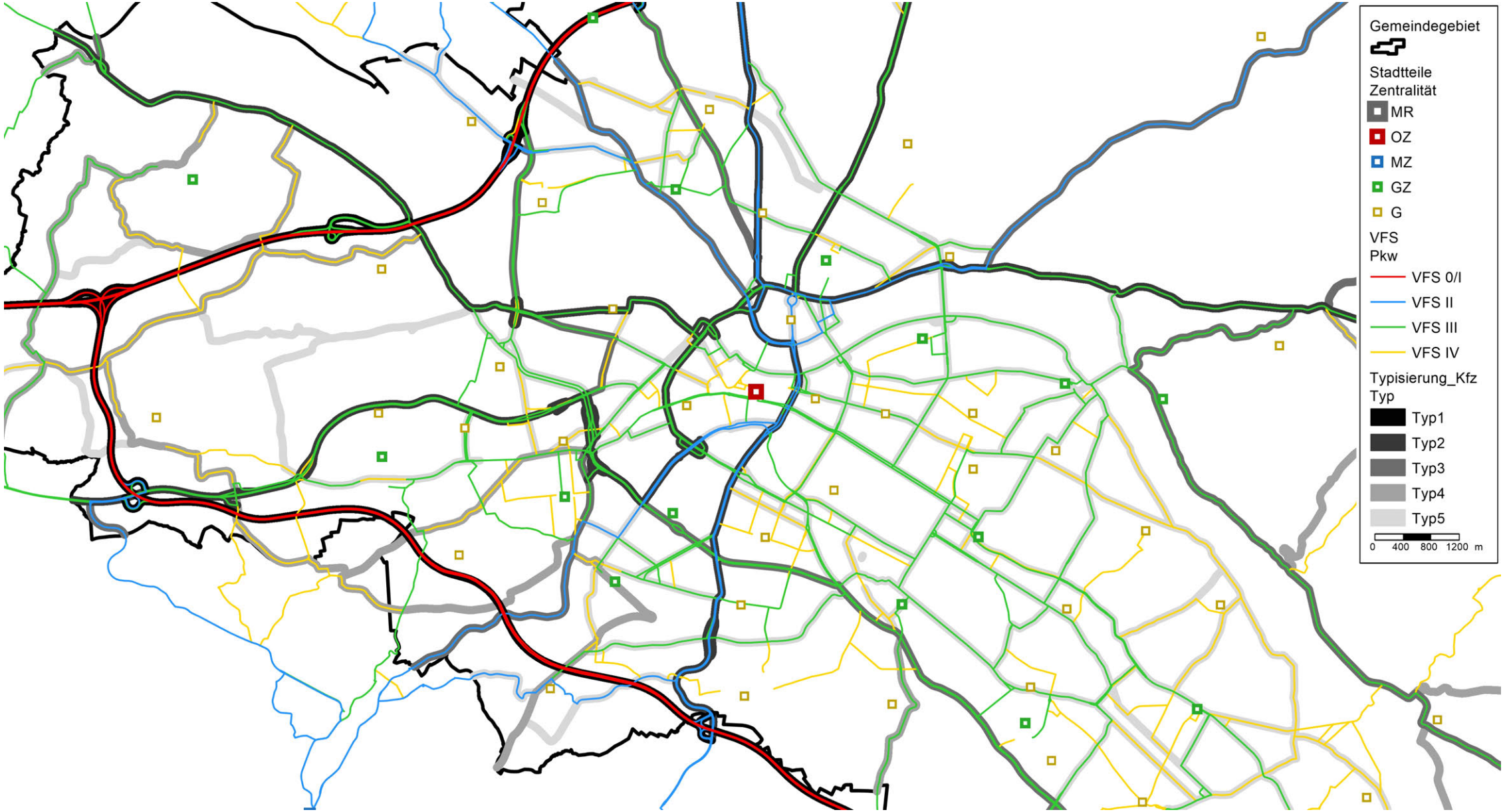
Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Typ	Beschreibung
Typ1	Autobahn
Typ2	Bundesstraße
Typ3	Staatsstraße
Typ4	Kreisstraße
Typ5	sonstige Hauptverkehrsstraße

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS (Ergebnis Modell)				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
Autobahn	71%	9%	14%	6%	**71%**
Bundesstraße	0%	20%	78%	2%	**20%**
Staatsstraße	6%	24%	52%	18%	**52%**
Kreisstraße	0%	3%	23%	74%	**74%**
sonstige Hauptverkehrsstraße	0%	9%	59%	32%	**91%**

arithmetisches Mittel	**62%**

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

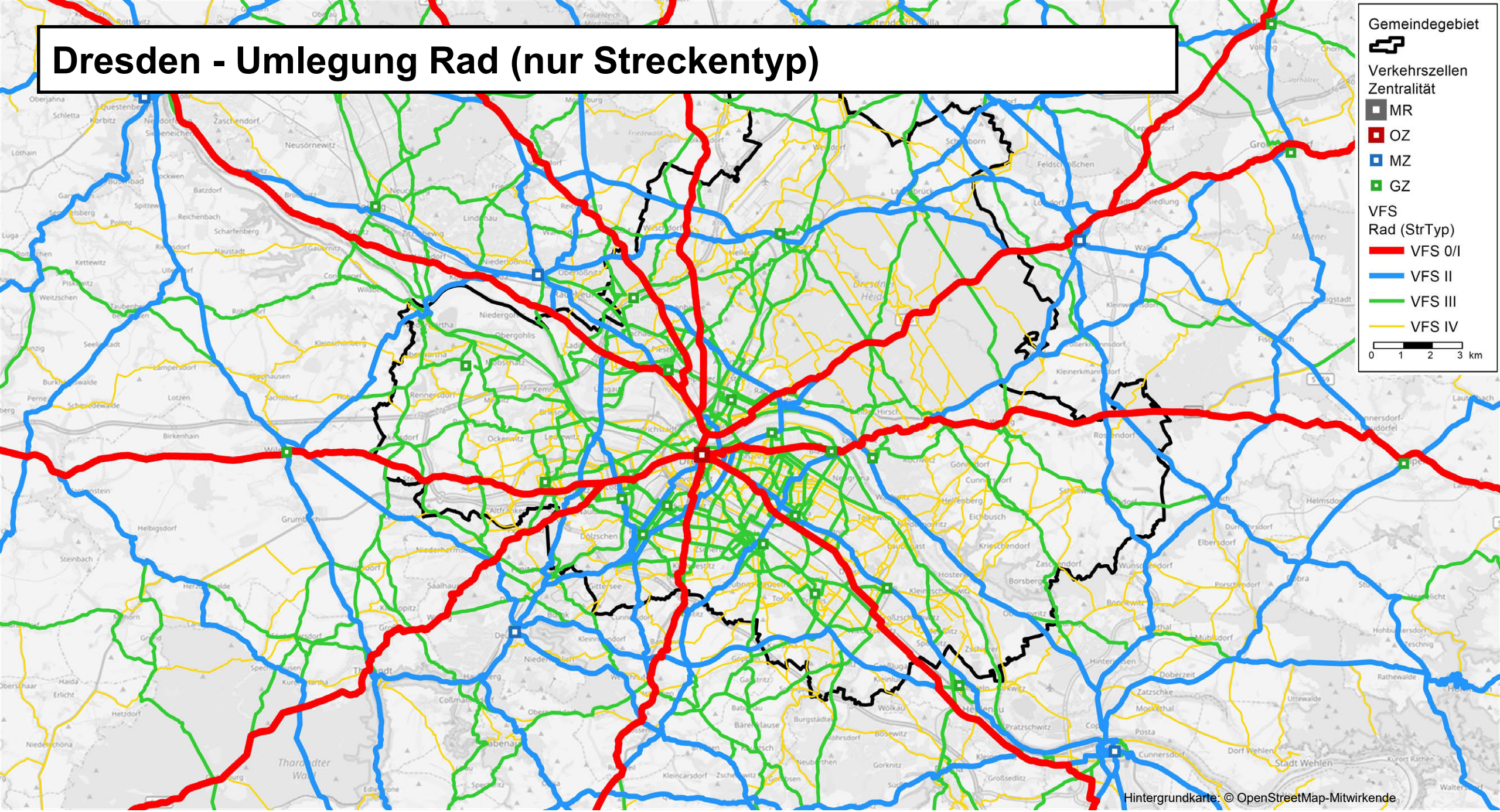
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

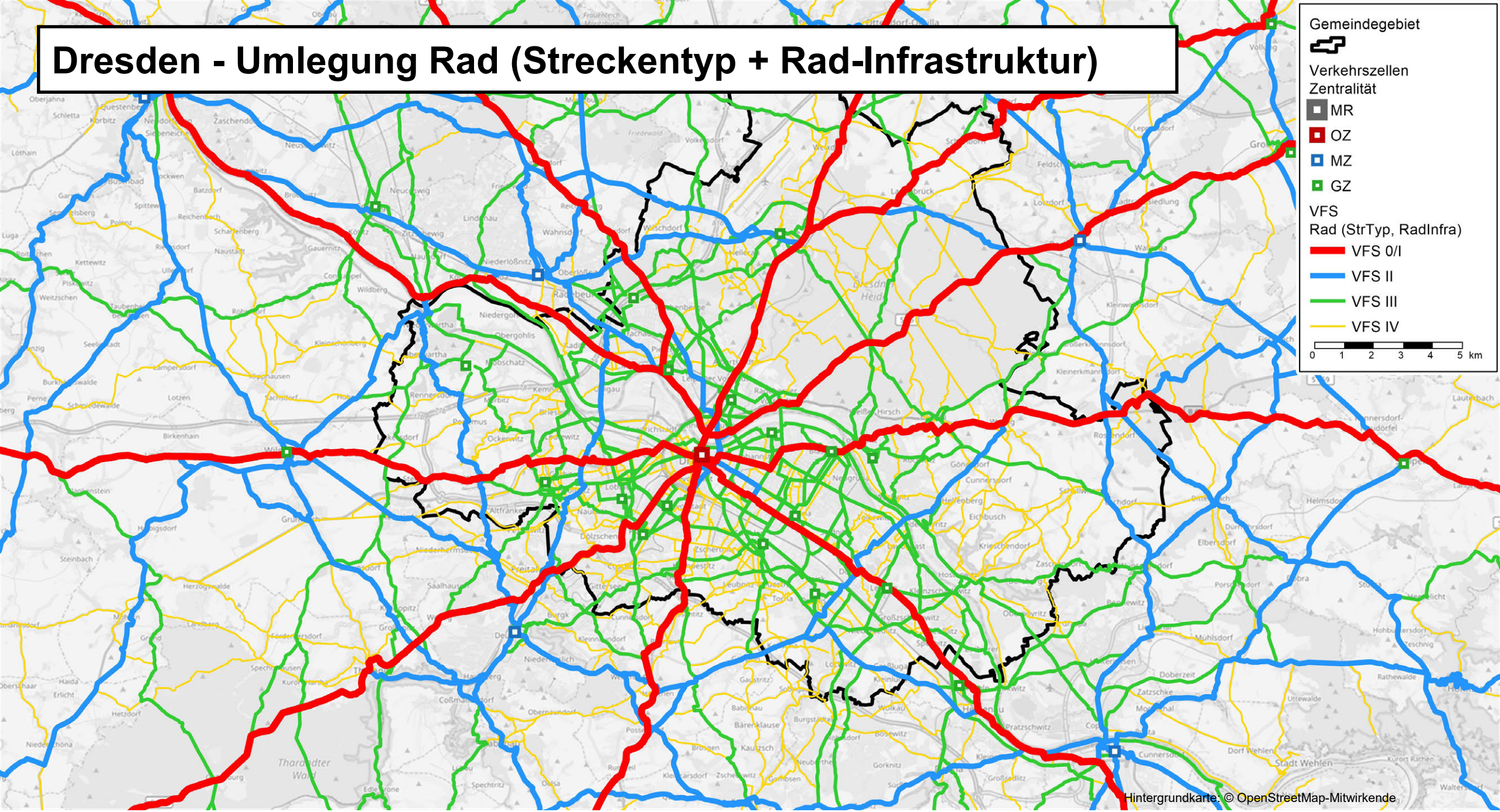
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Dresden - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



Dresden - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

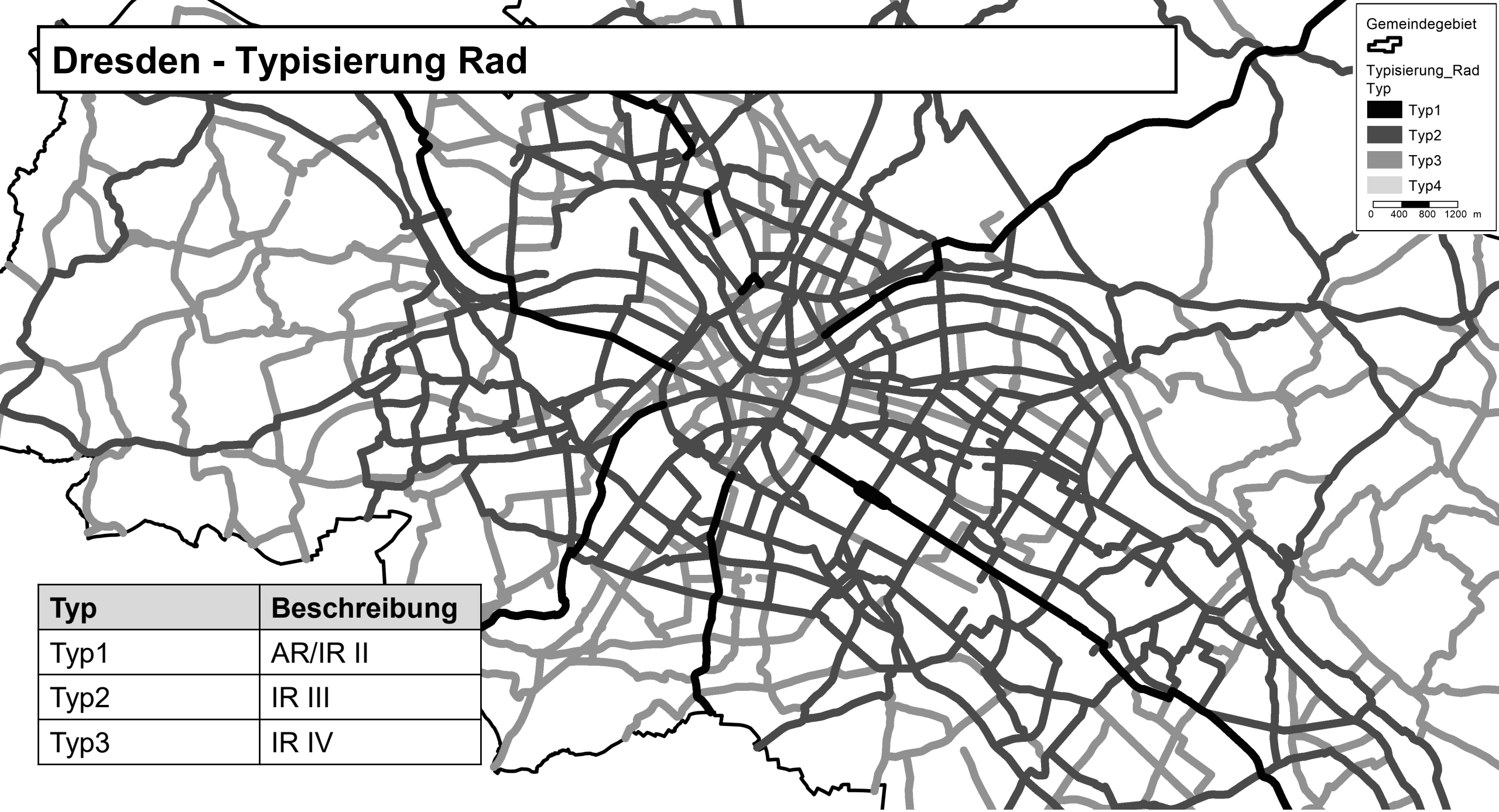
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

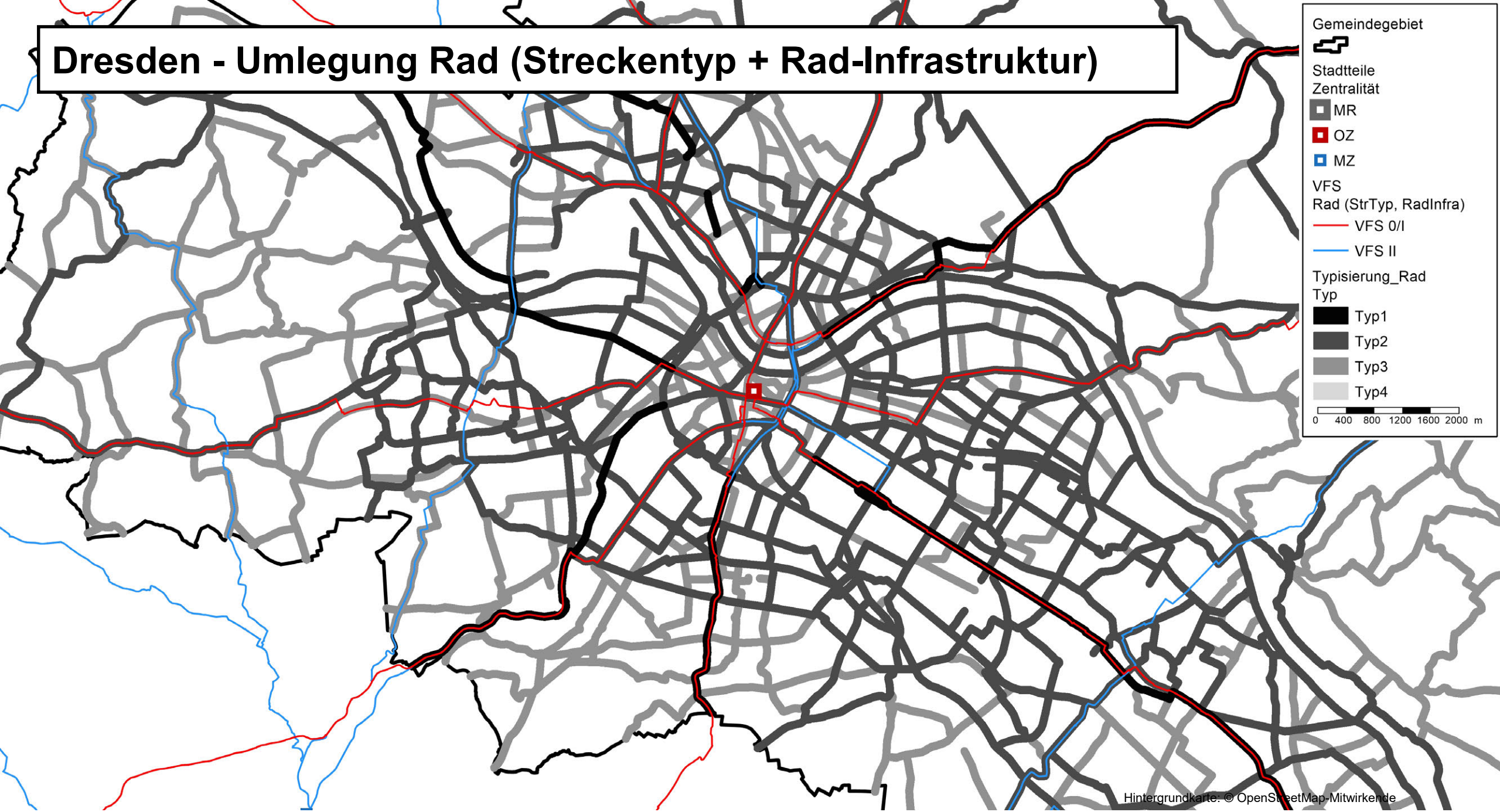
→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Dresden - Typisierung Rad

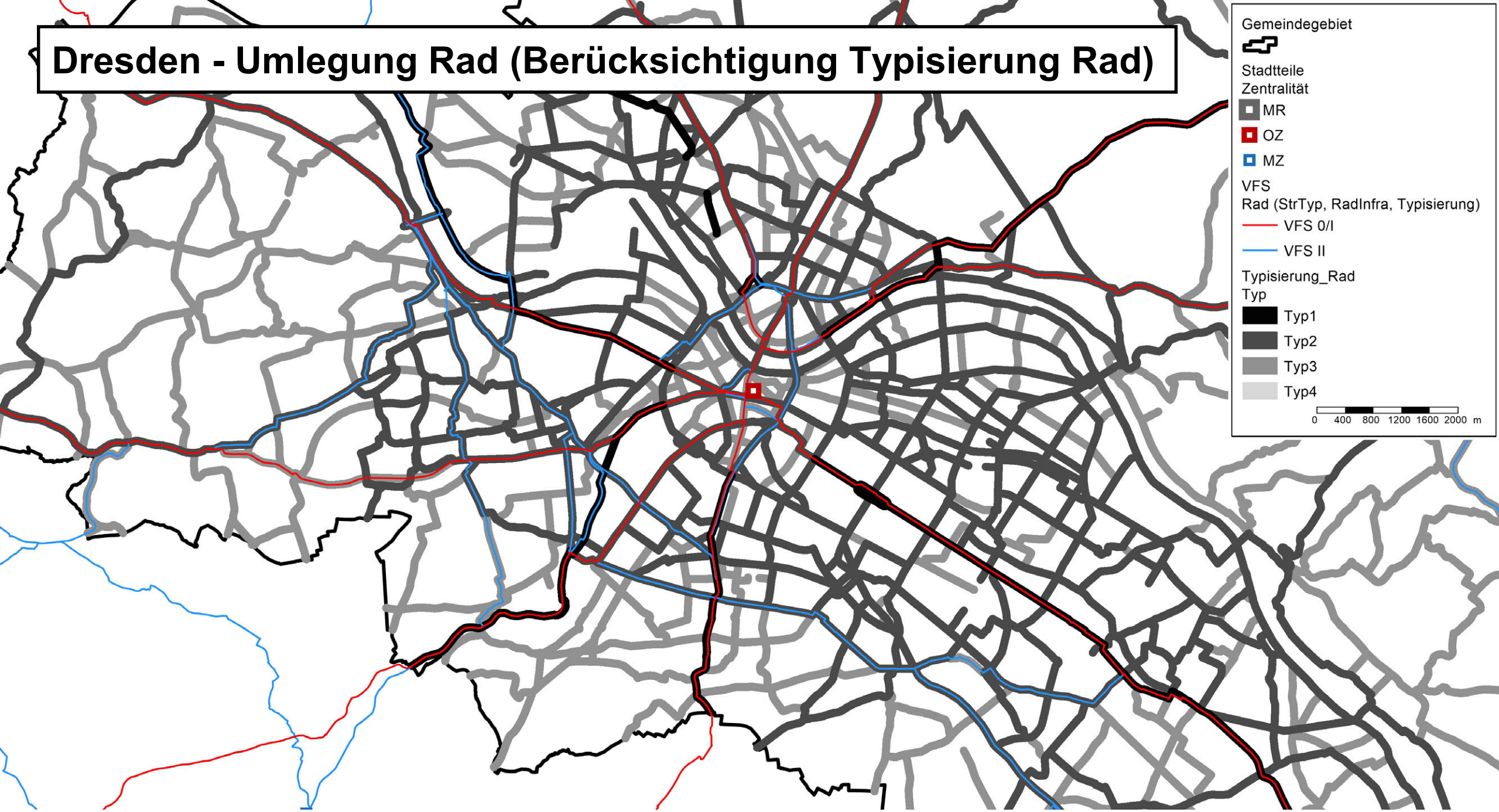


Typ	Beschreibung
Typ1	AR/IR II
Typ2	IR III
Typ3	IR IV

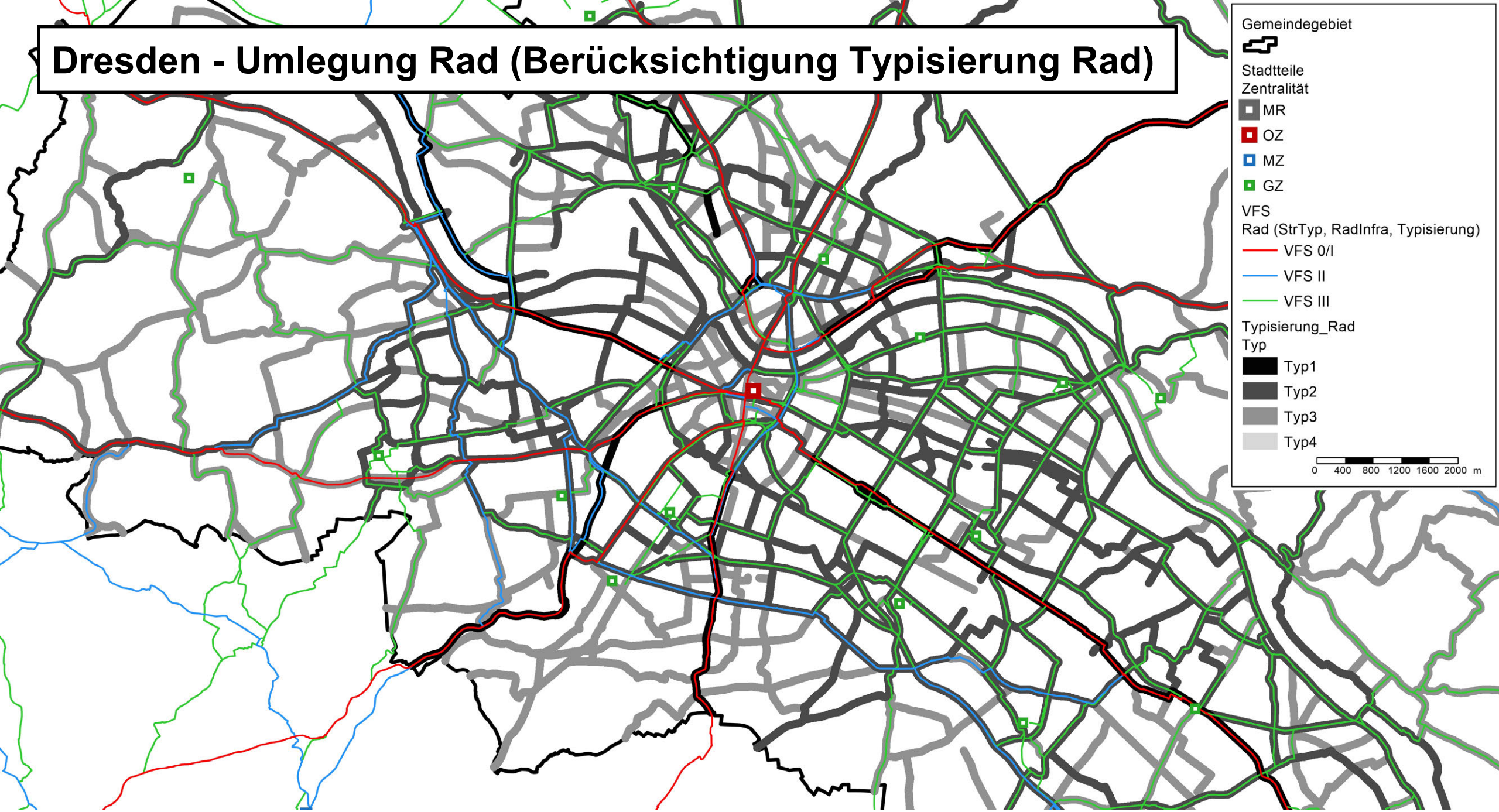
Dresden - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



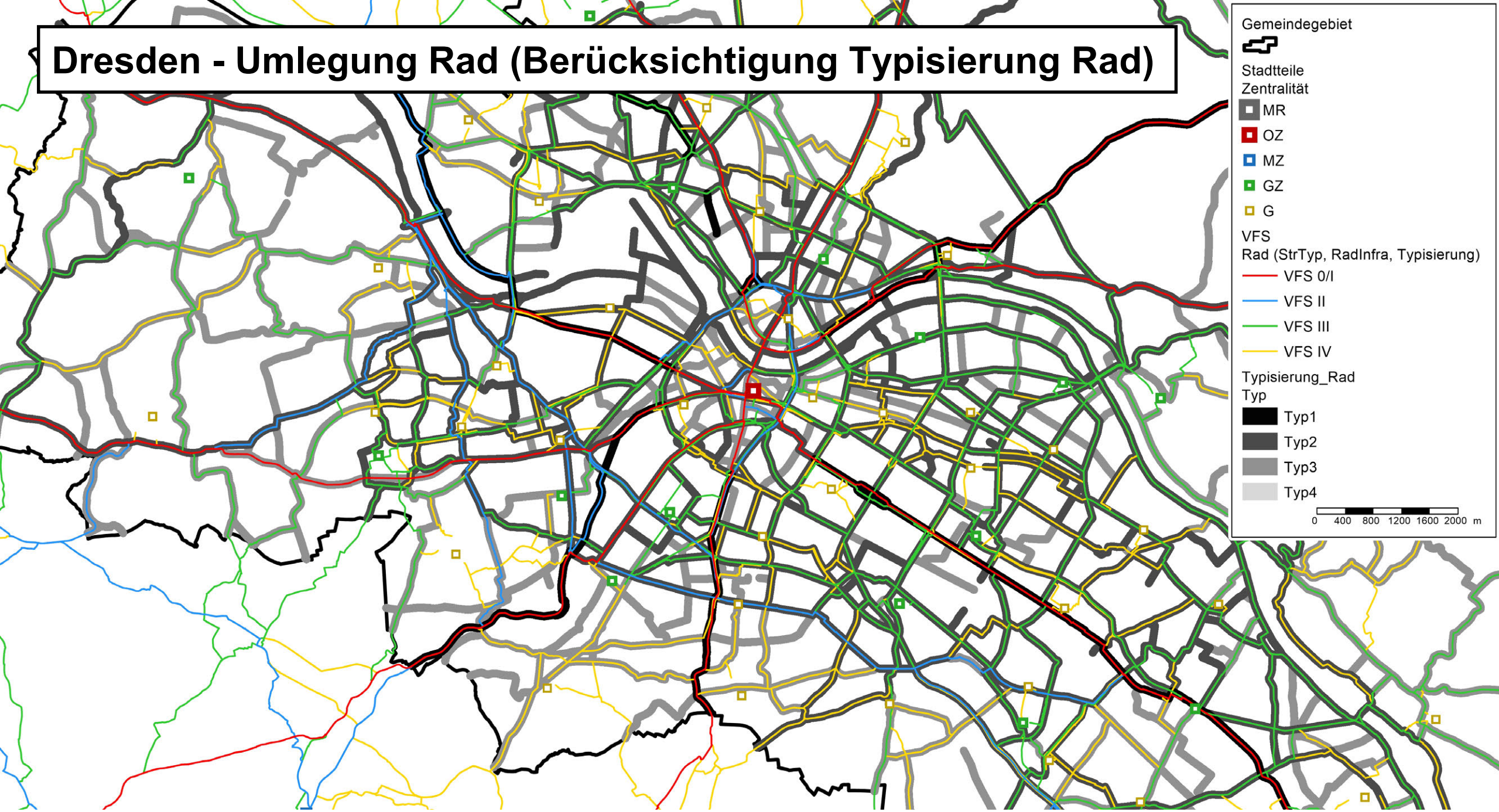
Dresden - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



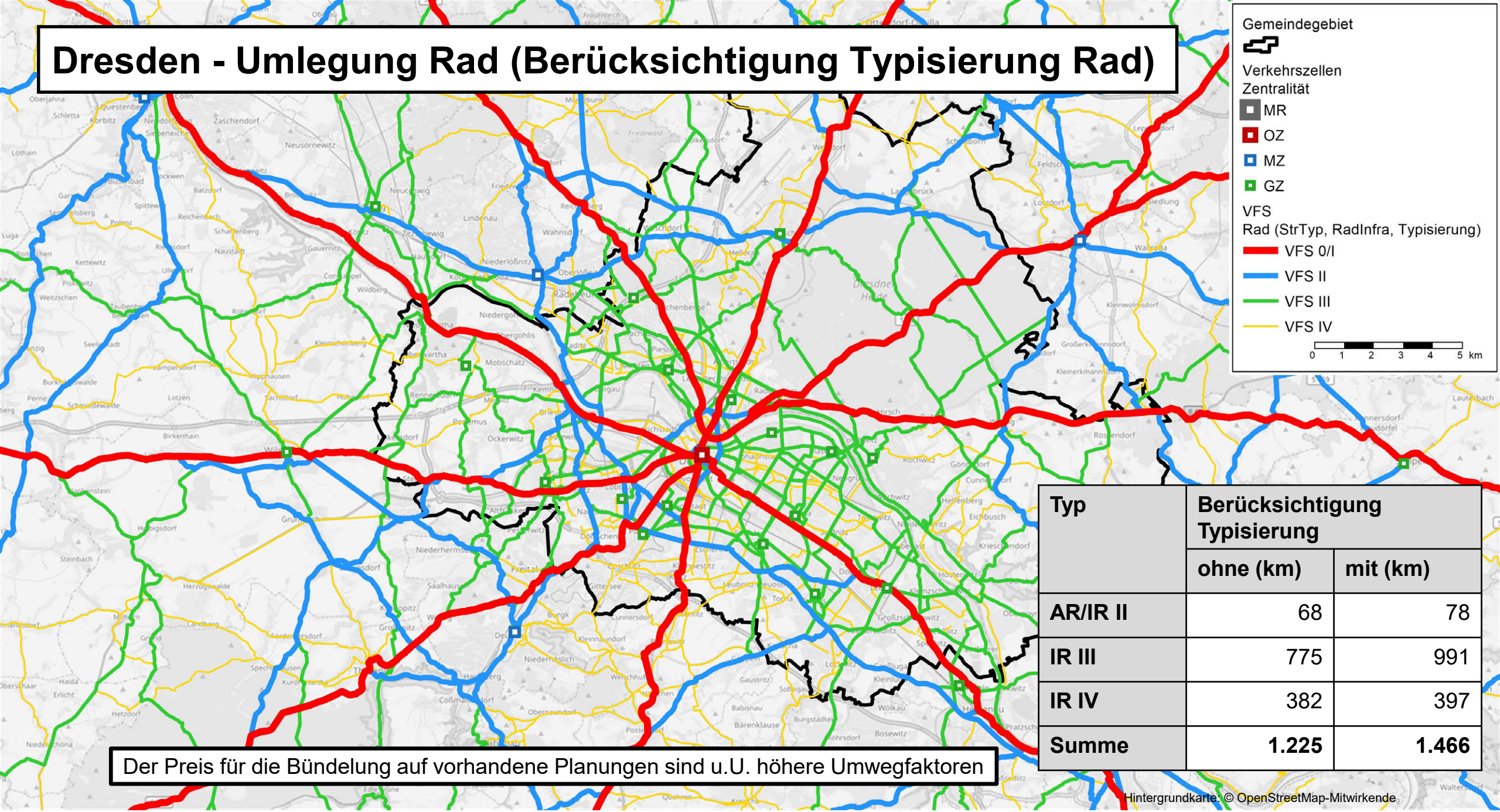
Dresden - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Dresden - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Dresden - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	ohne (km)	mit (km)
AR/IR II	68	78
IR III	775	991
IR IV	382	397
Summe	**1.225**	**1.466**

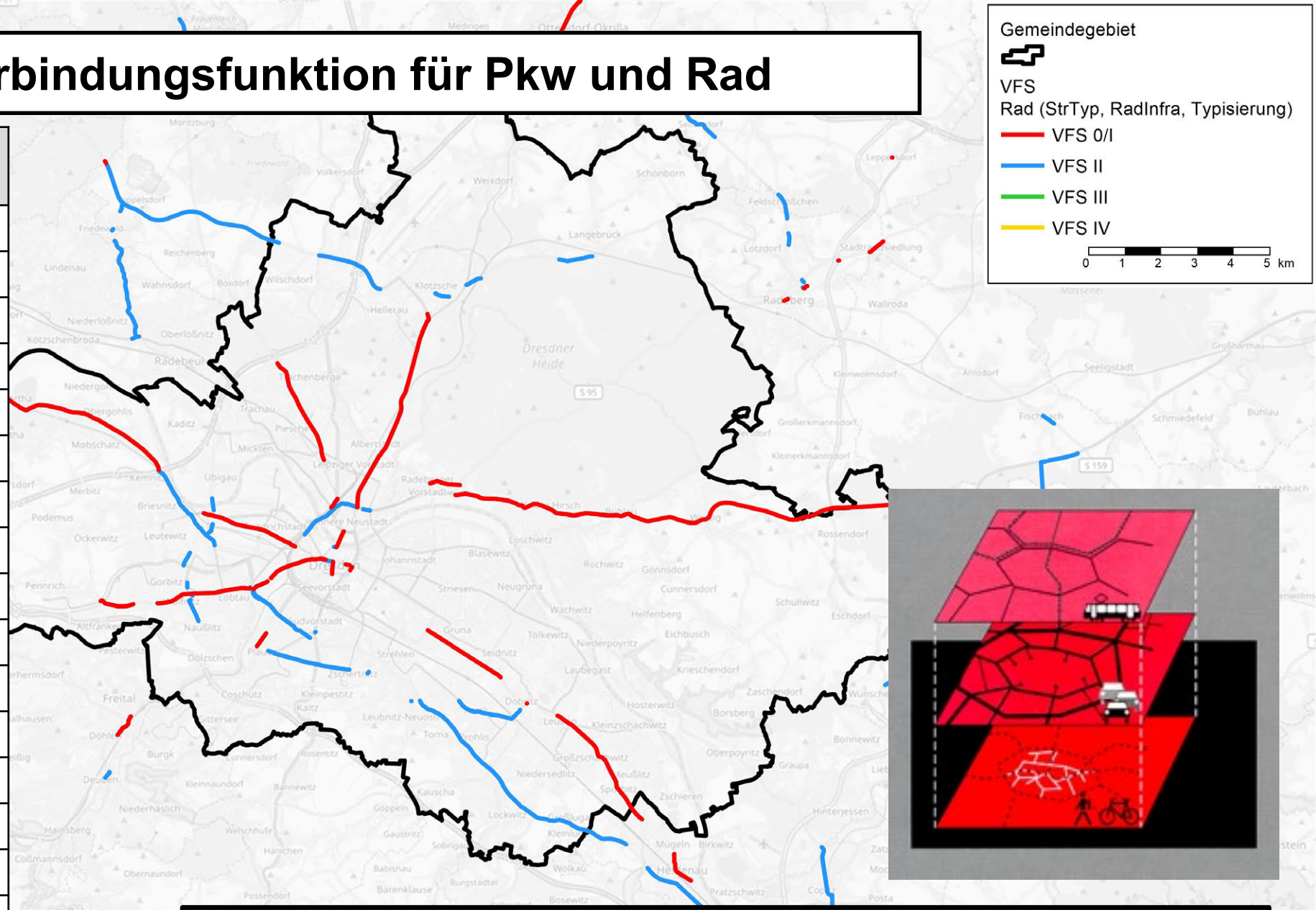
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	0
	II	2
	III	4
	IV	7
II	I	40
	II	47
	III	26
	IV	31
III	**I**	**99**
	II	**103**
	III	199
	IV	81
IV	I	29
	II	85
	III	133
	IV	210

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet



Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

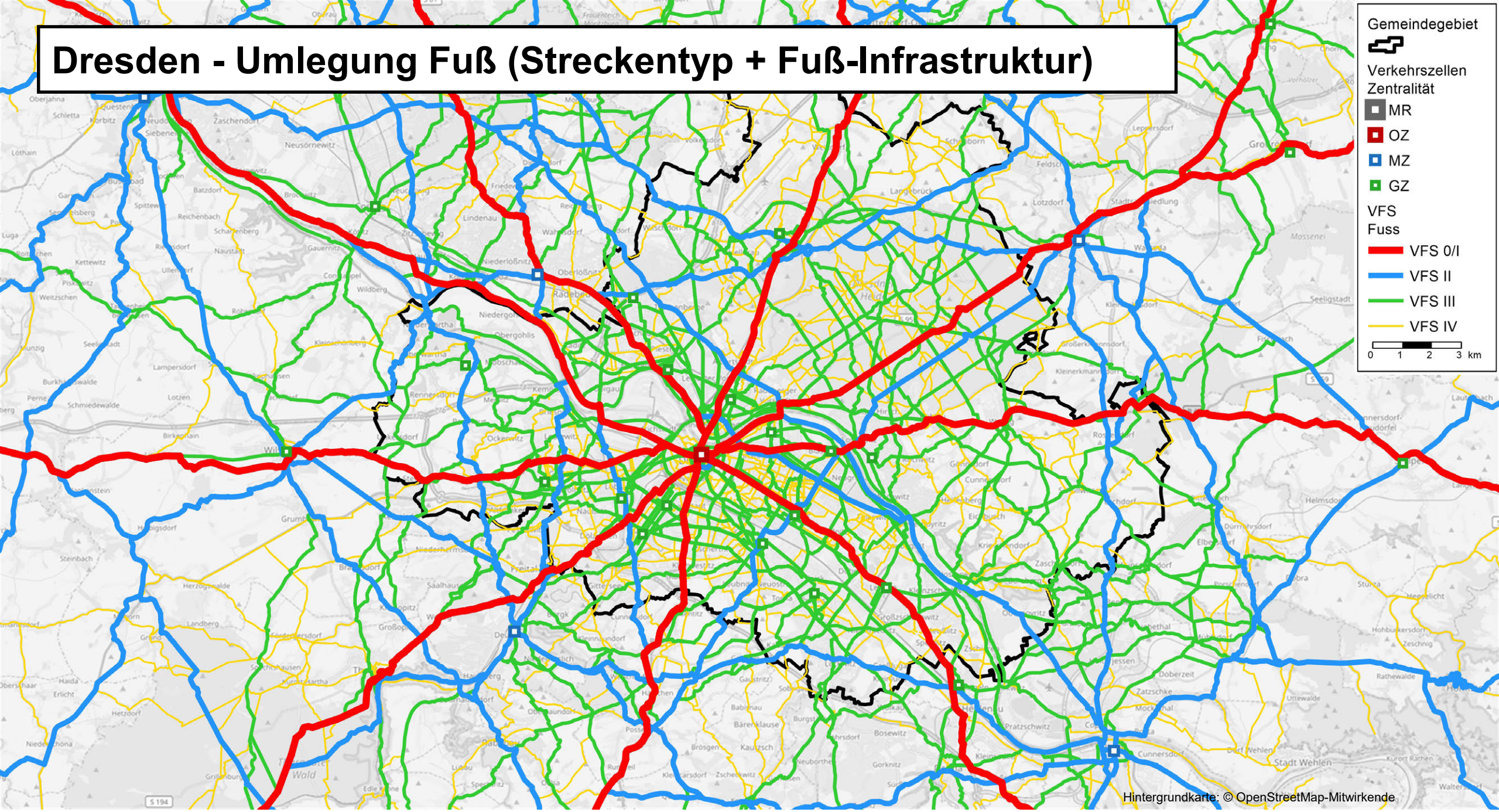
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Dresden - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	**0,9**	**13,8**	**16.600**
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	**11,1**	**73,3**	**3.900**
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Mettmann	1	8	43	2,3	18,8	4.800

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Protokoll (1/2)

Räumliche Gliederung in Stadtbezirke und Stat. Stadtteile als Grundlage für die Verkehrsplanung nur bedingt geeignet und teilweise willkürlich:

- Historische Entstehung: ehemals ca. 50 Dörfer
- große Unterschiede in der Bedeutung: Blasewitz (Stadtbezirk) wäre nach Einwohnerzahlen die viertgrößte Stadt in Sachsen, Dresdner Heide hat als eigener Stadtteil geringere Bedeutung als andere Stadtteile
- Lage der Zentroide der Stadtteile teilweise unvorteilhaft („Großer Garten“)

Zentrale Versorgungsbereiche/Zentrenkonzept

- Hinweis auf Fortschreibung von 2022 (**Frage:** gibt es den Plan von S.34 als GIS-Datei?)
- Bedeutung von anderen Mobilitätsbedürfnissen als der Daseinsvorsorge für die Netzkonzeption, z.B. Arbeitswege/Berufspendeln (Bsp. Airportpark/Bosch) aber auch Freizeit
- Berücksichtigung von Bevölkerungsschwerpunkten (in Dresden links-elbisch östlich und westlich vom Zentrum)

→ Damit ist Nachjustieren der Kommunen immer notwendig

Protokoll (2/2)

Umlegungsergebnis Pkw-Verkehr

- **VFS 0/I** „Osttangente“ über S177 als Teil eines Autobahnrings um Dresden gesehen (Ausbau)
- **VFS II**
  - Bündelung zu stark: Dohnaer Straße (S172) als parallele Verbindung zur Autobahn zwischen Dresden und dem MZ Pirna wäre erwartet gewesen; B6 Richtung Osten und Westen ist ebenfalls nicht enthalten; Begründung: schwache Nord-Süd-Verbindungen (Zerschneidung Elbe?) und damit einhergehende höhere Bedeutung der zur Autobahn parallelen Ost-West-Achsen
  - teilweise unpassende OSM-Zuordnung: Dohnaer Straße als ehemalige Bundesstraße hat noch höheren Ausbaustandard und eine höhere Verbindungsbedeutung als andere „Secondary“

Umlegungsergebnis Radverkehr

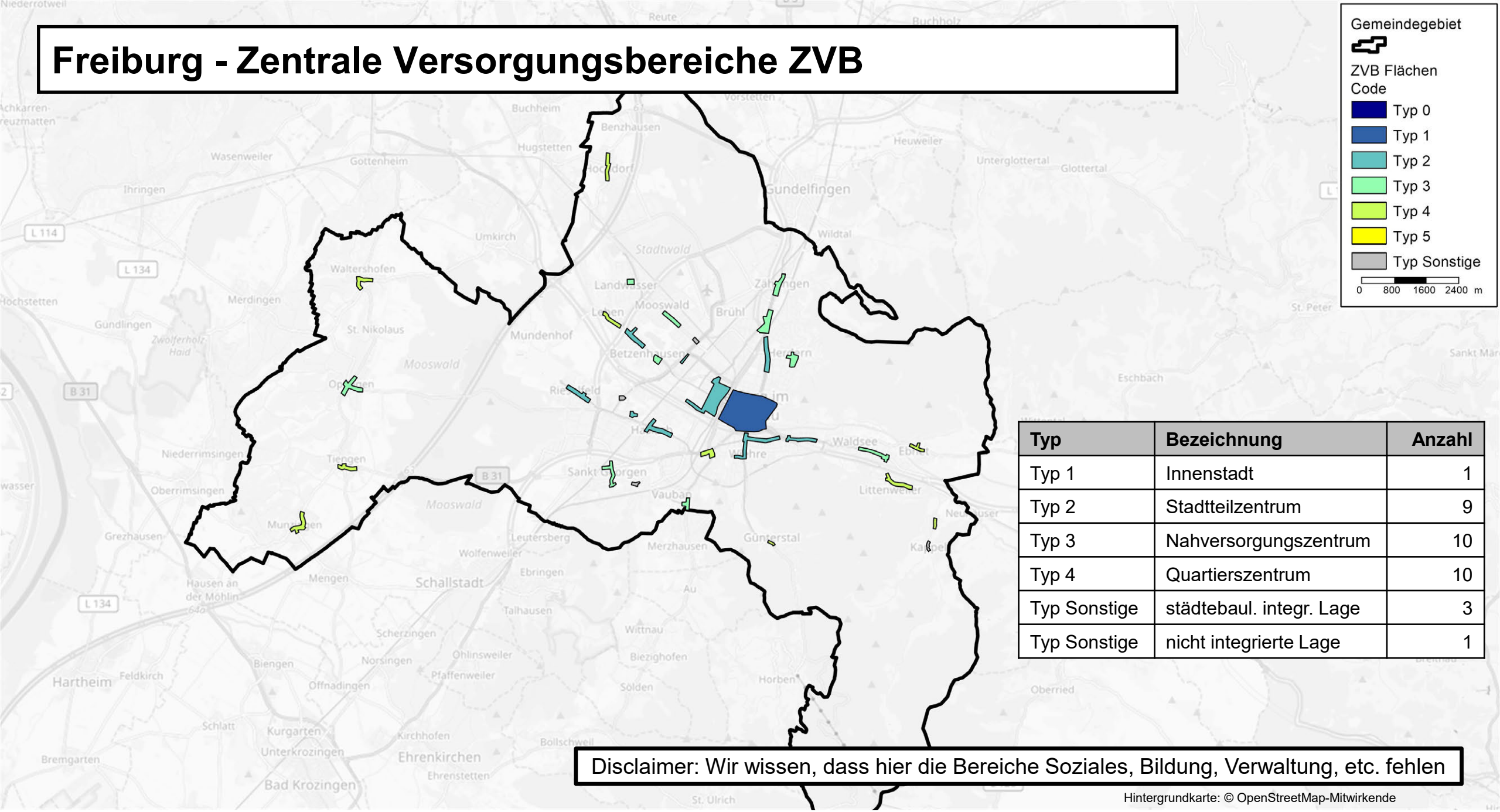
- Hinweis: Ursprung der Typisierung (Innenstadt von 2005/6 wurde im Radverkehrskonzept 2015/16 übernommen)
- Typisiertes Netz der Stadt ist dichter, da auch Arbeitgeber und große Schulstandorte berücksichtigt wurden. Dadurch auch Abweichungen in der Bedeutung
- Berücksichtigung der Topologie ist wünschenswert

Umlegungsergebnis Fußverkehr mit der angewendeten Methode wenig sinnvoll

Freiburg
(27.03.2023)

Kommunale Daten: © Stadt Freiburg im Breisgau

Freiburg - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB

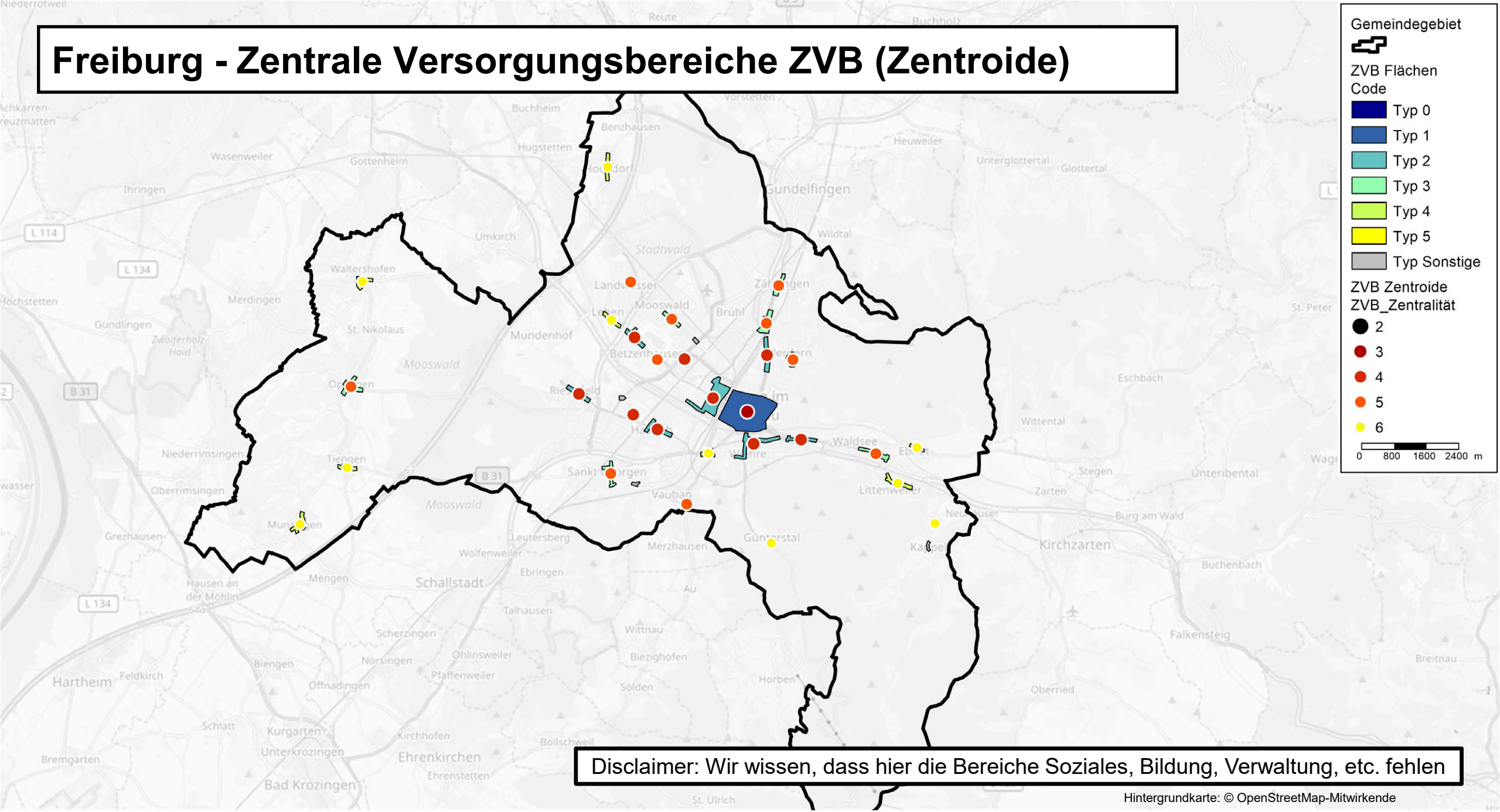


Typ	Bezeichnung	Anzahl
Typ 1	Innenstadt	1
Typ 2	Stadtteilzentrum	9
Typ 3	Nahversorgungszentrum	10
Typ 4	Quartierszentrum	10
Typ Sonstige	städtebaul. integr. Lage	3
Typ Sonstige	nicht integrierte Lage	1

Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

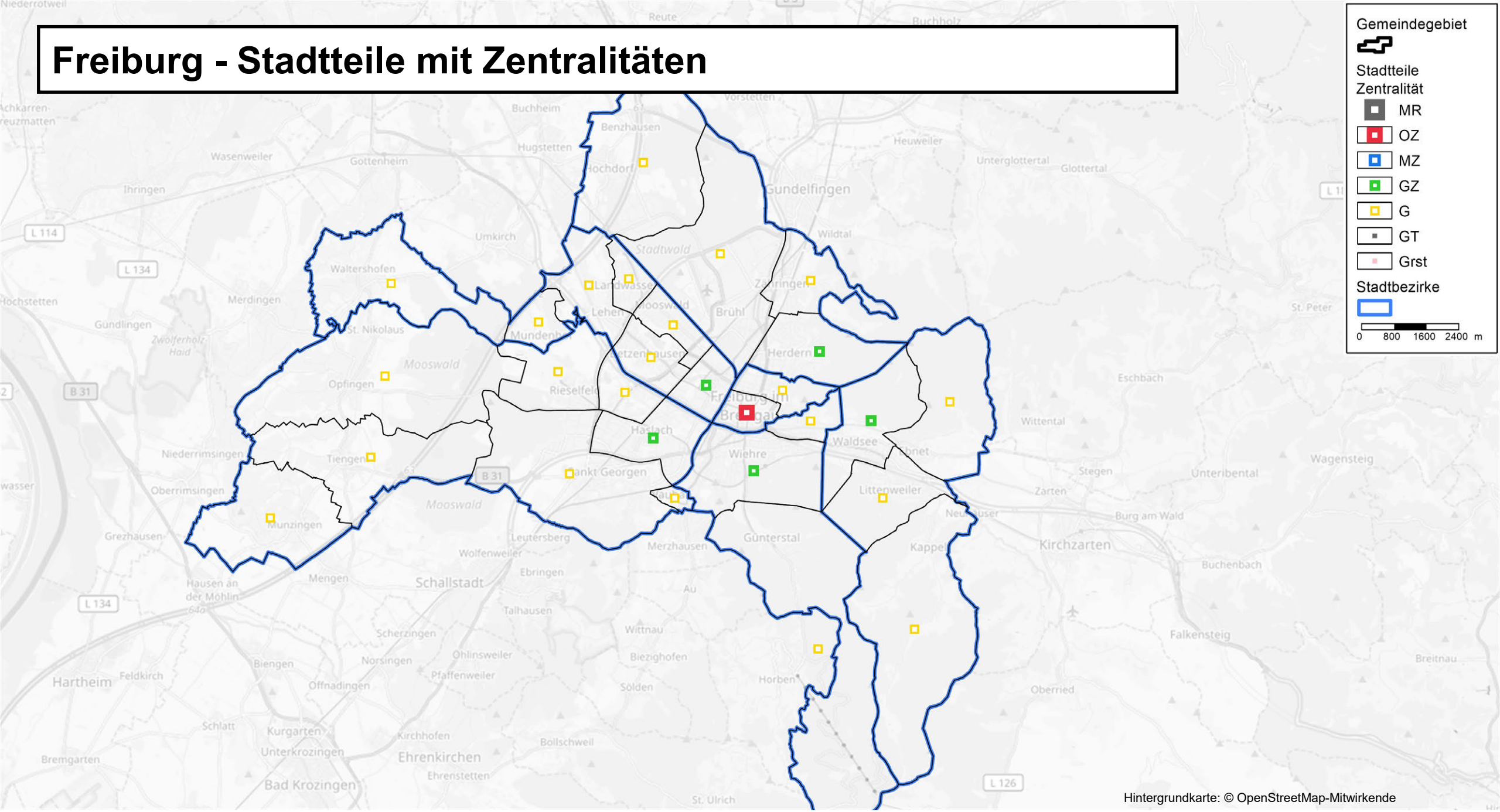
Freiburg - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



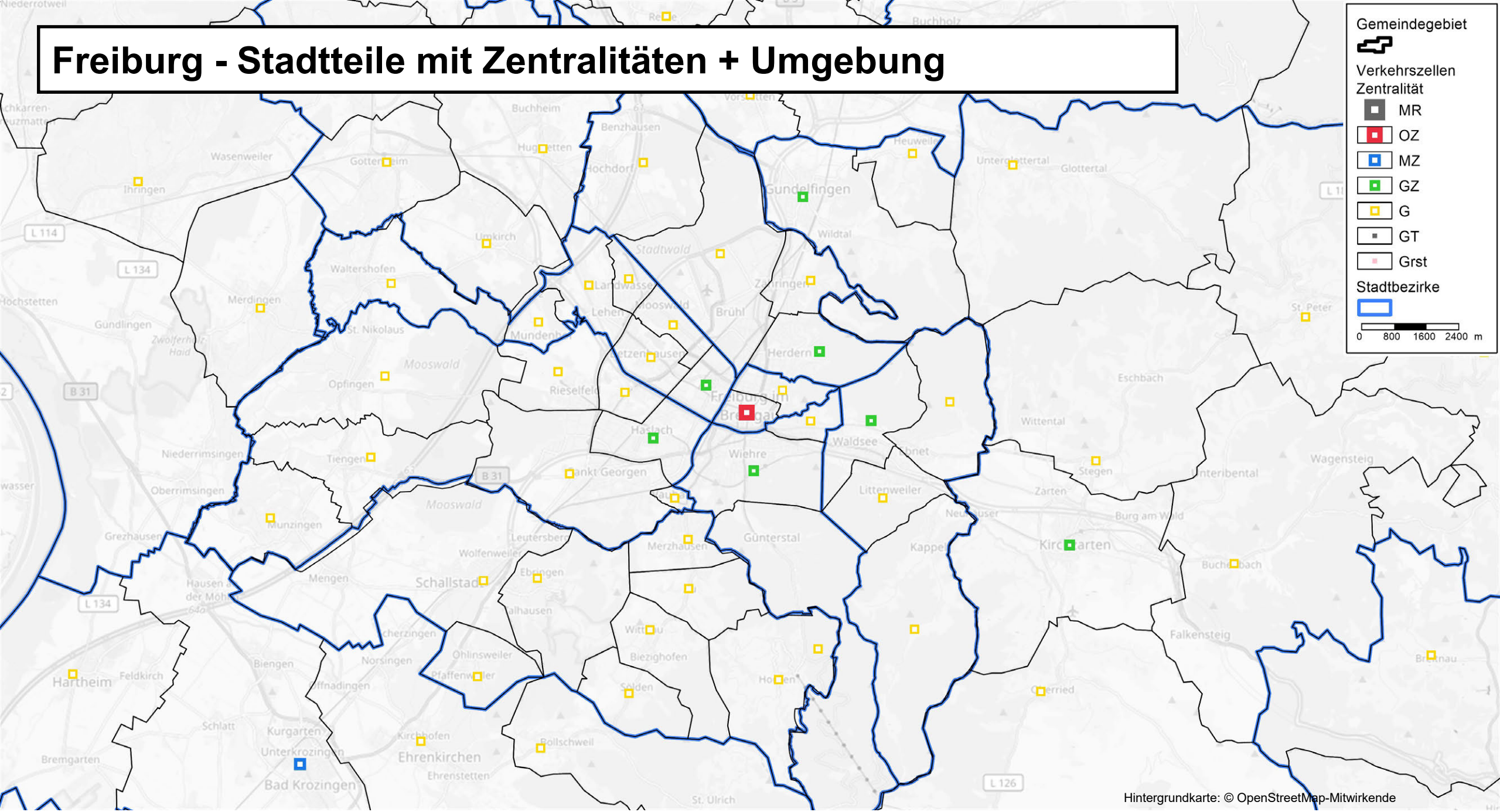
Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Freiburg - Stadtteile mit Zentralitäten



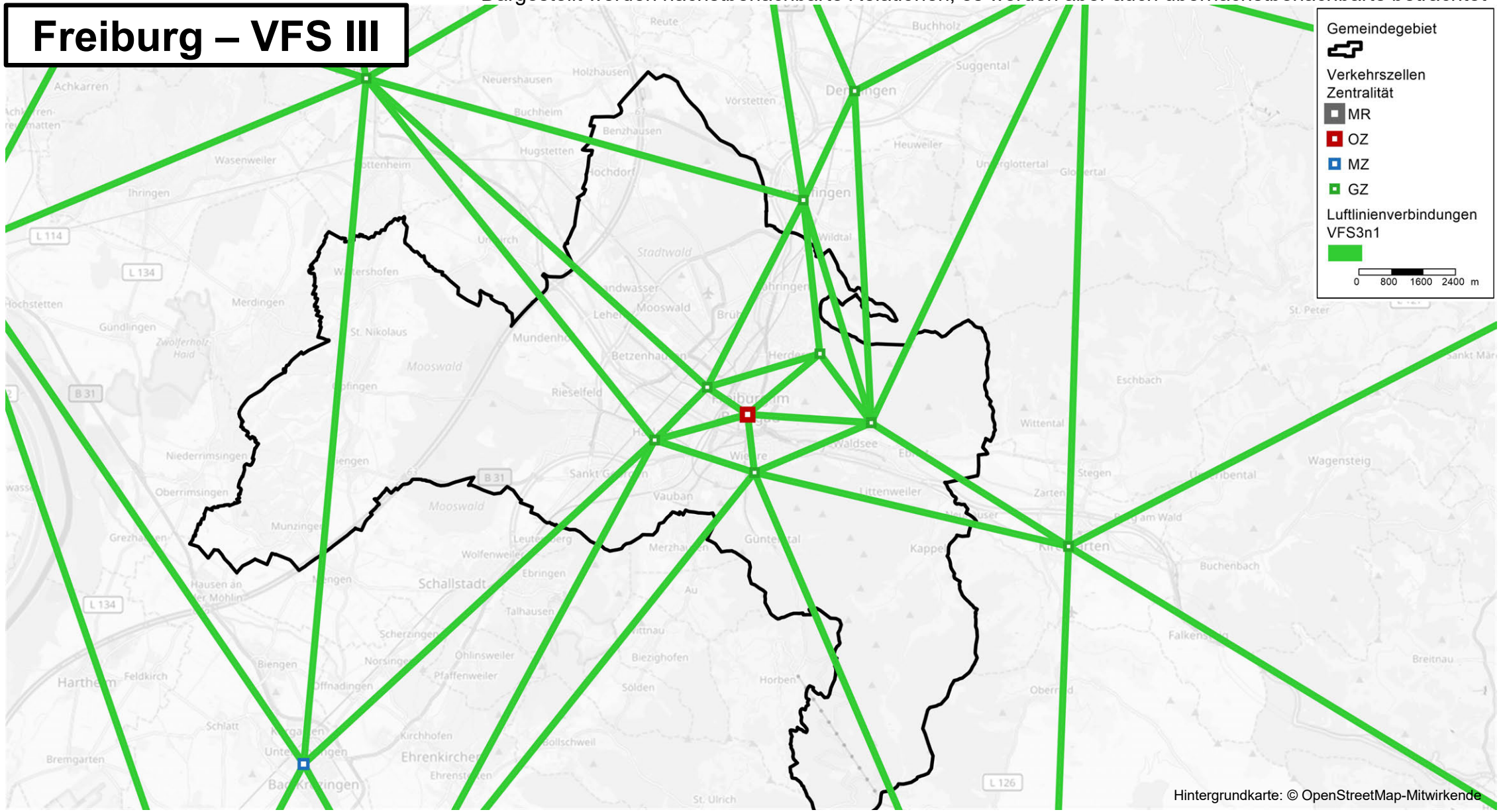
Freiburg - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

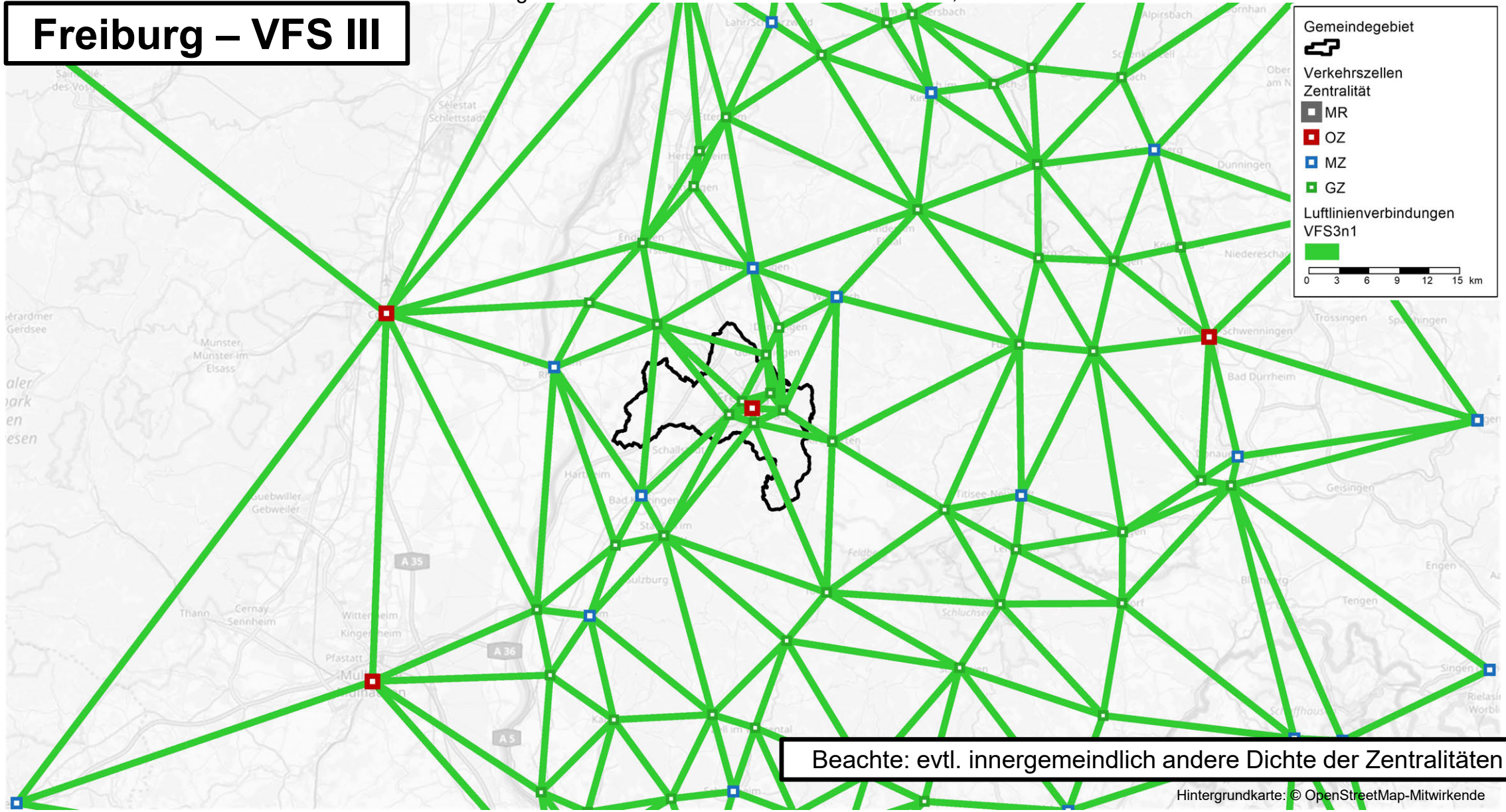
Freiburg – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Freiburg – VFS III



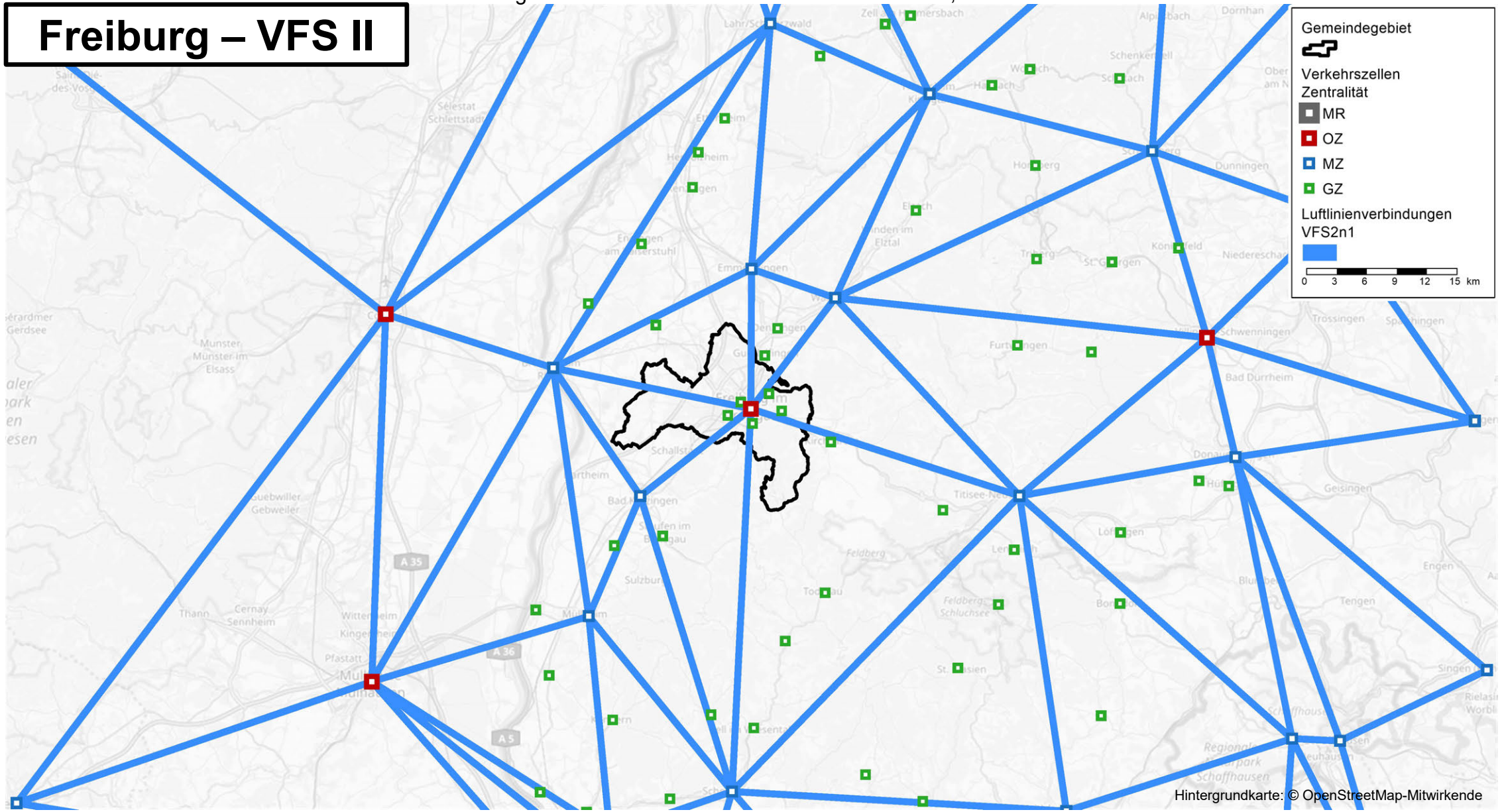
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Freiburg – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

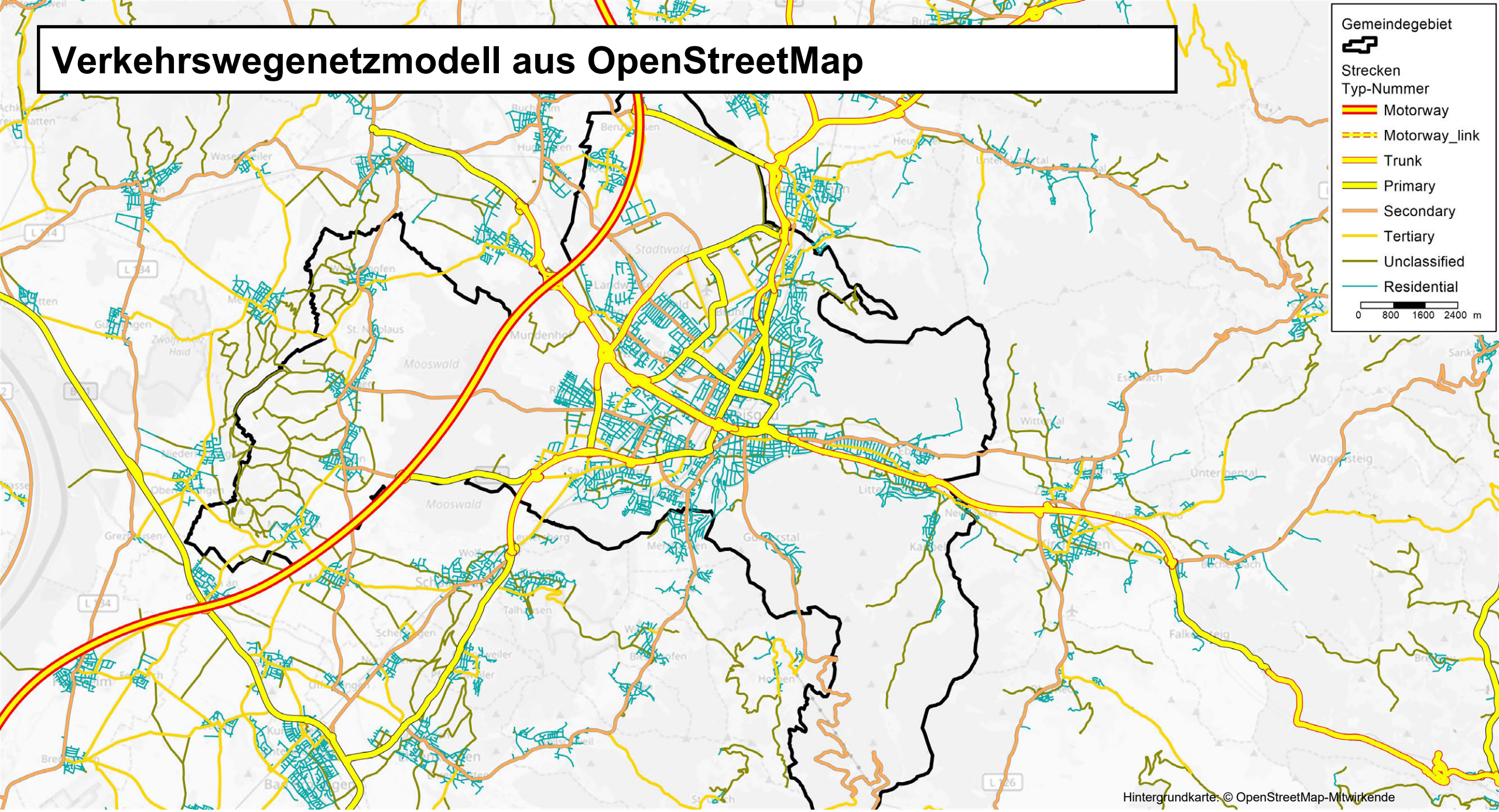
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

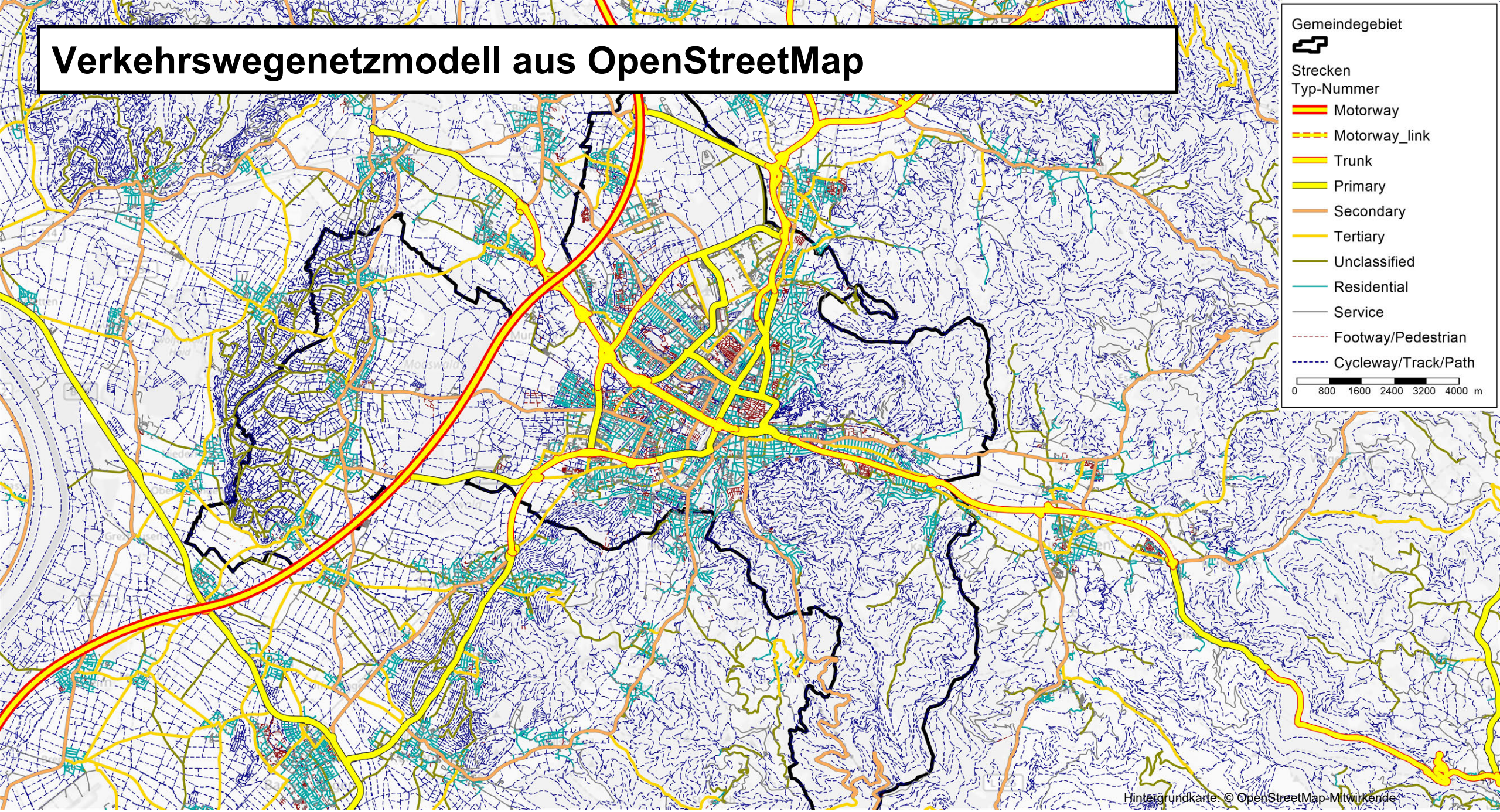
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

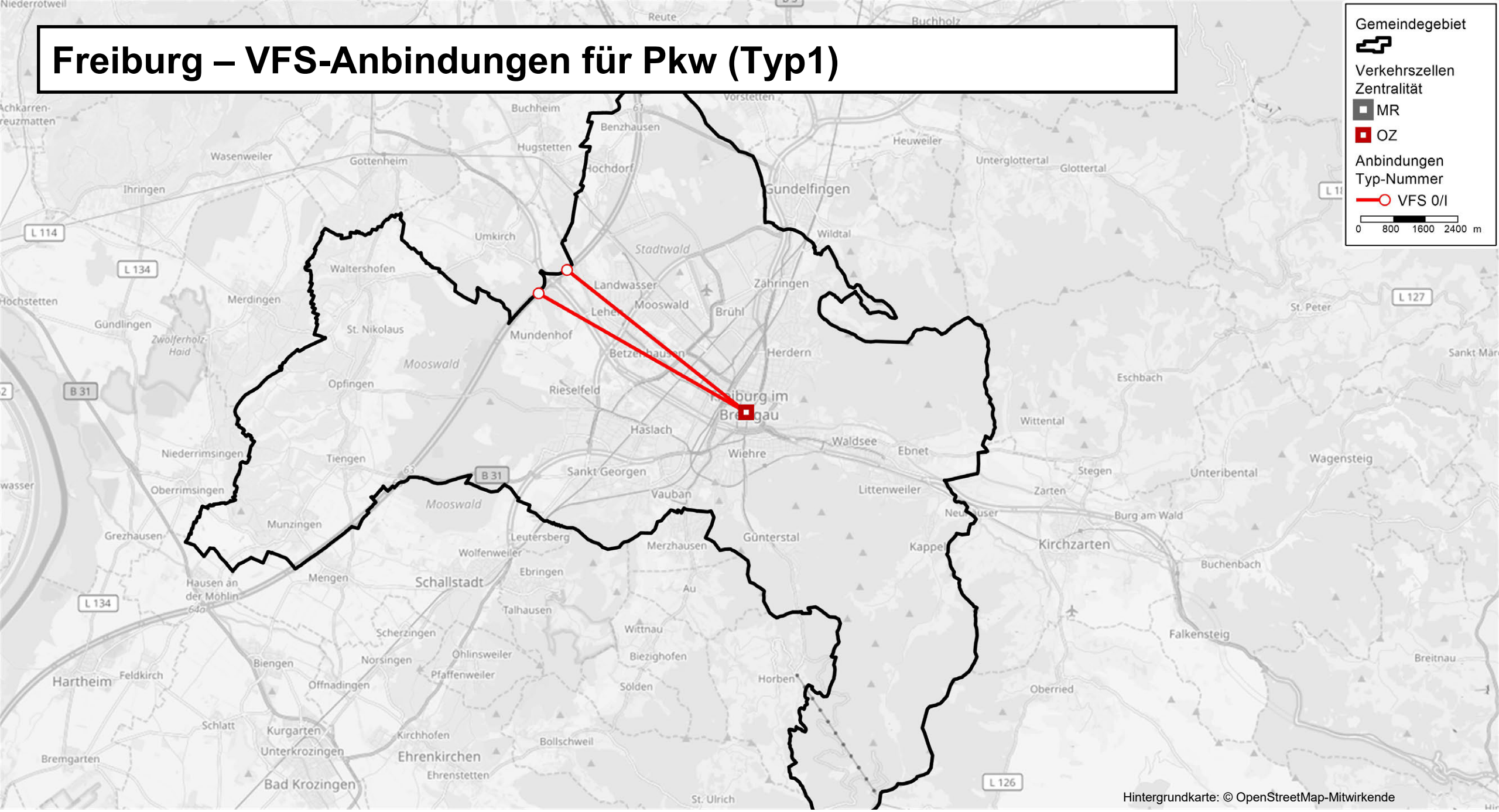
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

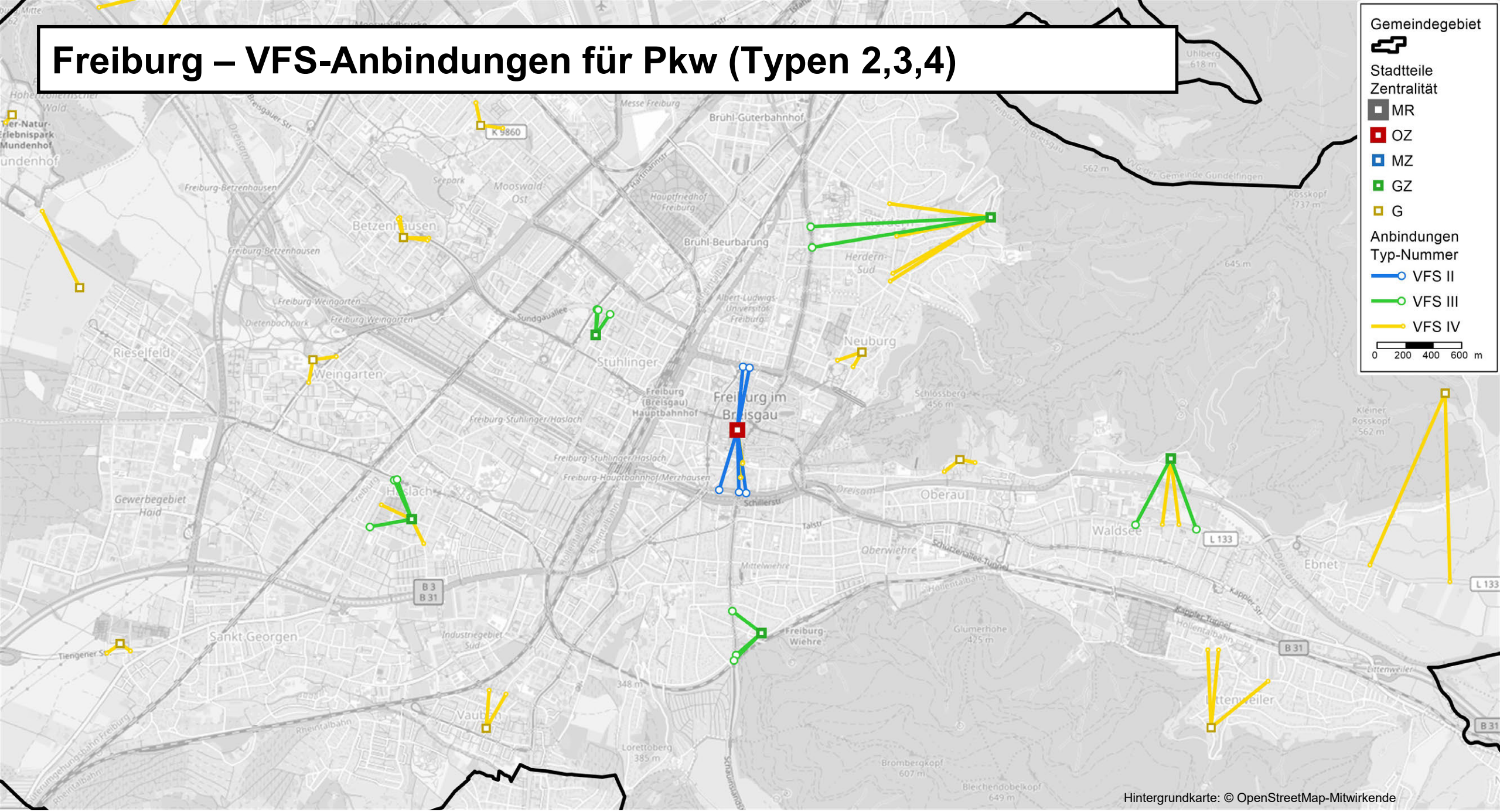
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Freiburg – VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Freiburg – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

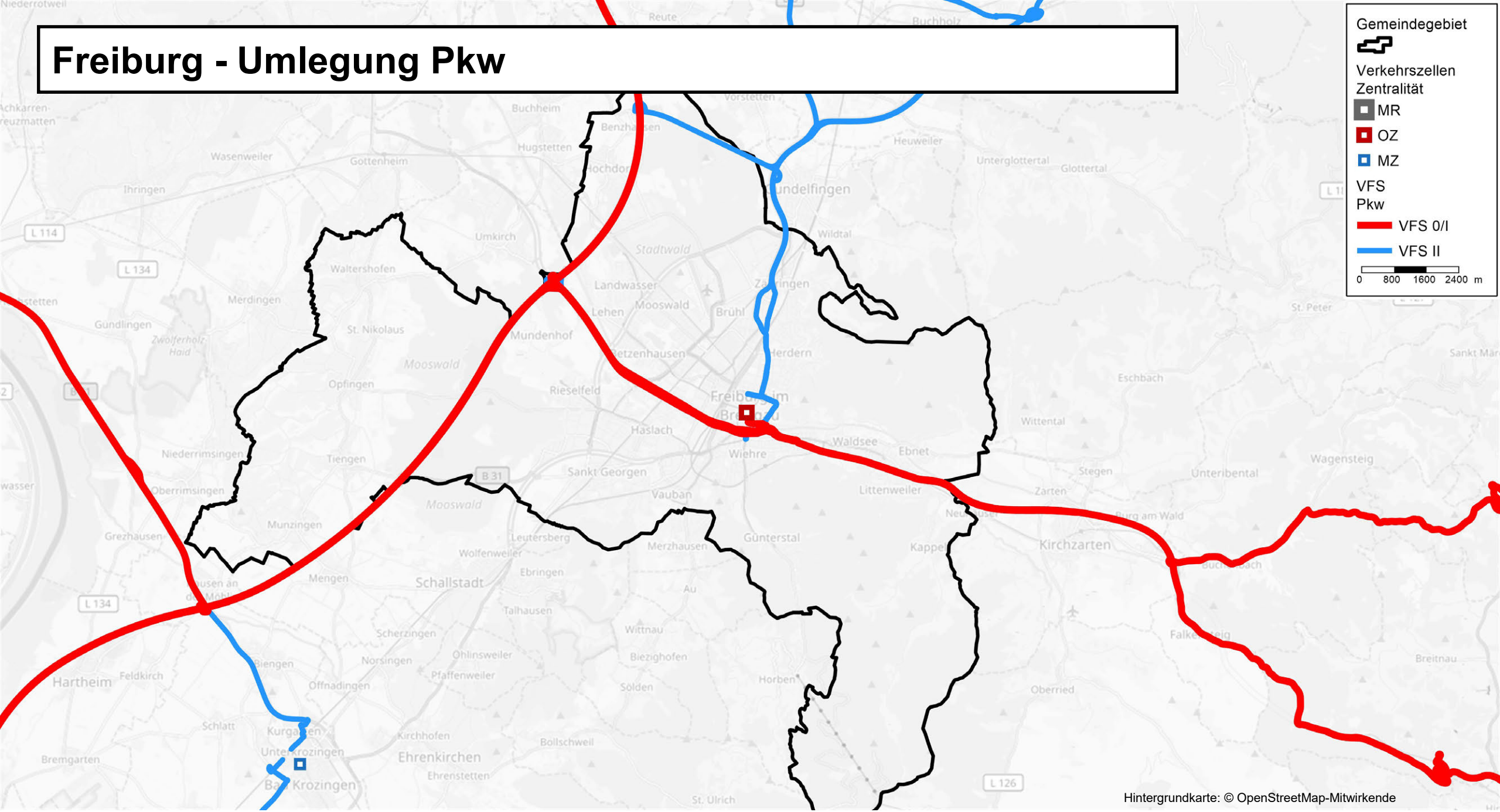
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

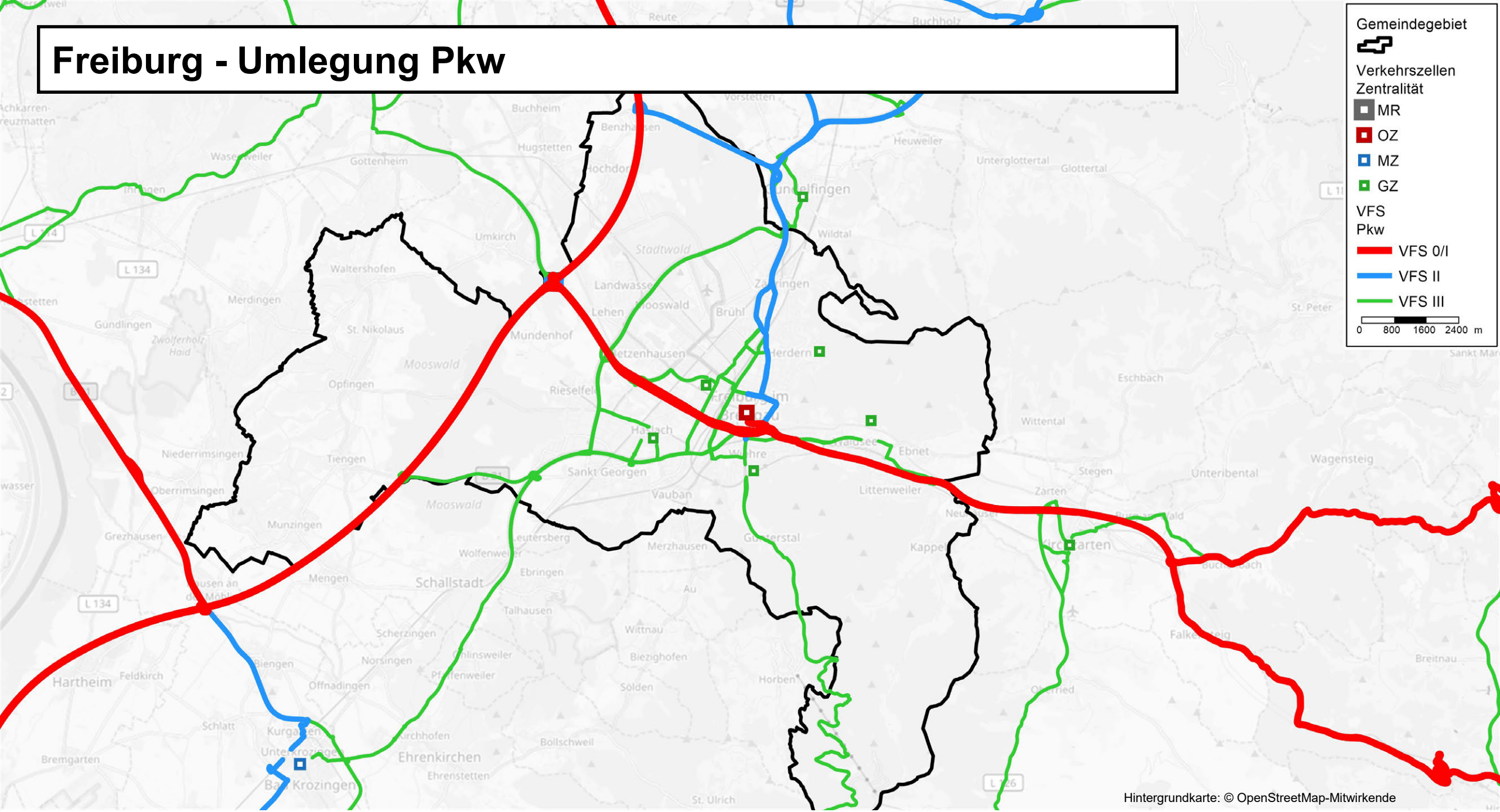
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

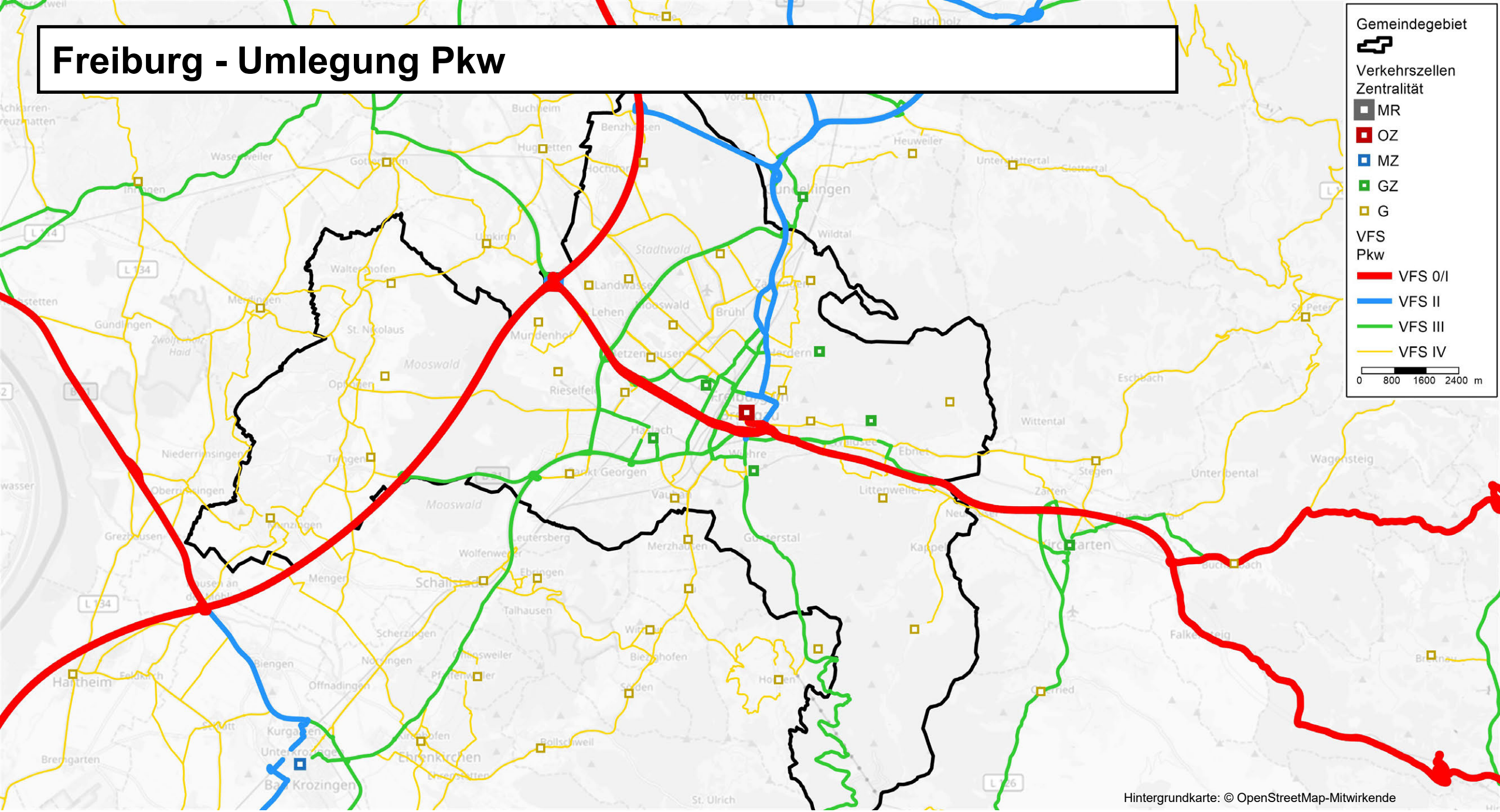
Freiburg - Umlegung Pkw



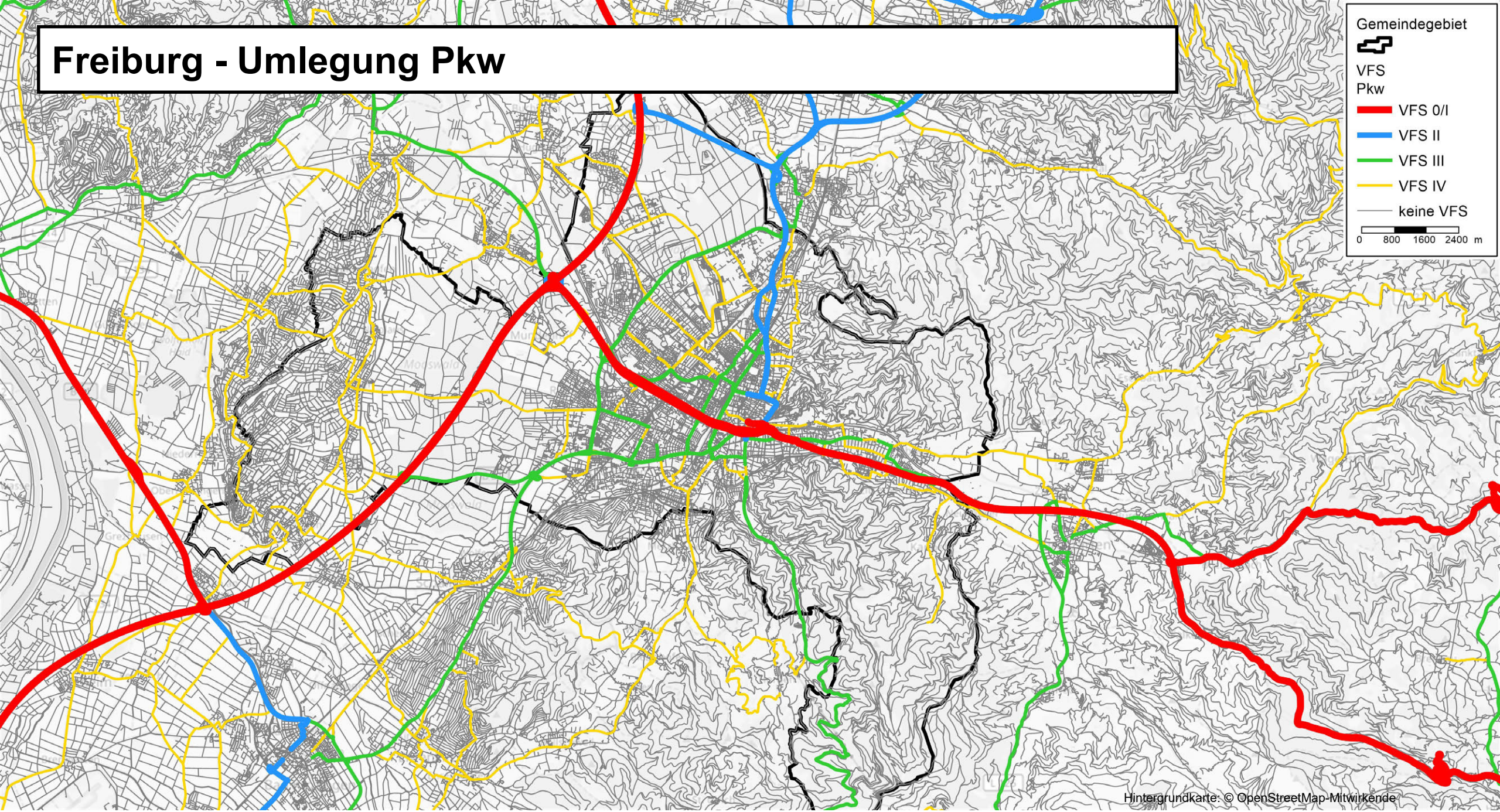
Freiburg - Umlegung Pkw



Freiburg - Umlegung Pkw



Freiburg - Umlegung Pkw



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

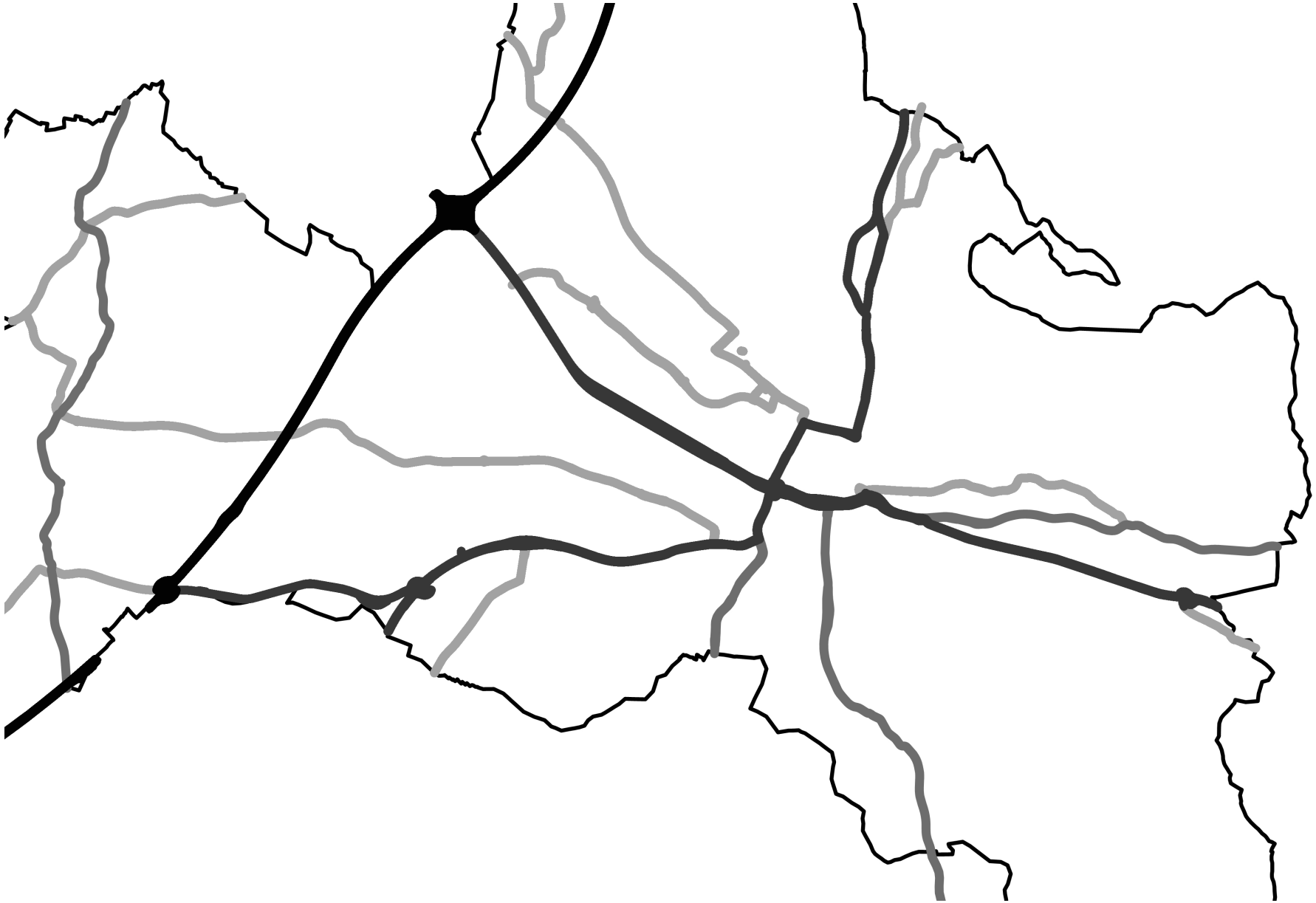
OpenStreetMap

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

OSM-Name	VFS					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	89%	5%	4%	1%	0%	94%
trunk	30%	23%	36%	9%	3%	59%
primary	16%	21%	48%	12%	3%	69%
secondary	0%	0%	34%	57%	9%	91%
tertiary	0%	1%	9%	52%	39%	99%
unclassified	0%	0%	1%	24%	74%	99%
residential	0%	0%	0%	0%	100%	100%

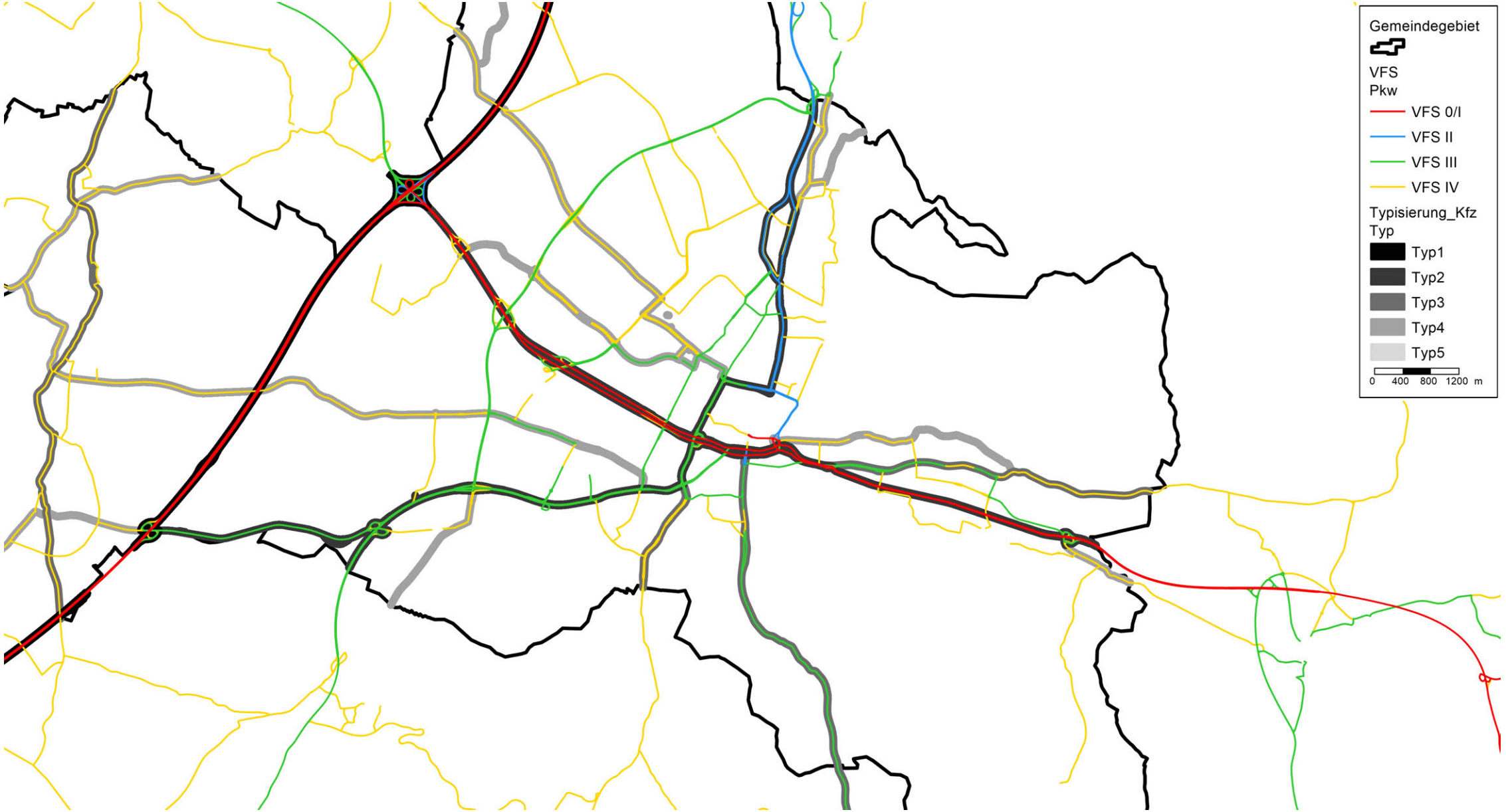
arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	**78%**

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

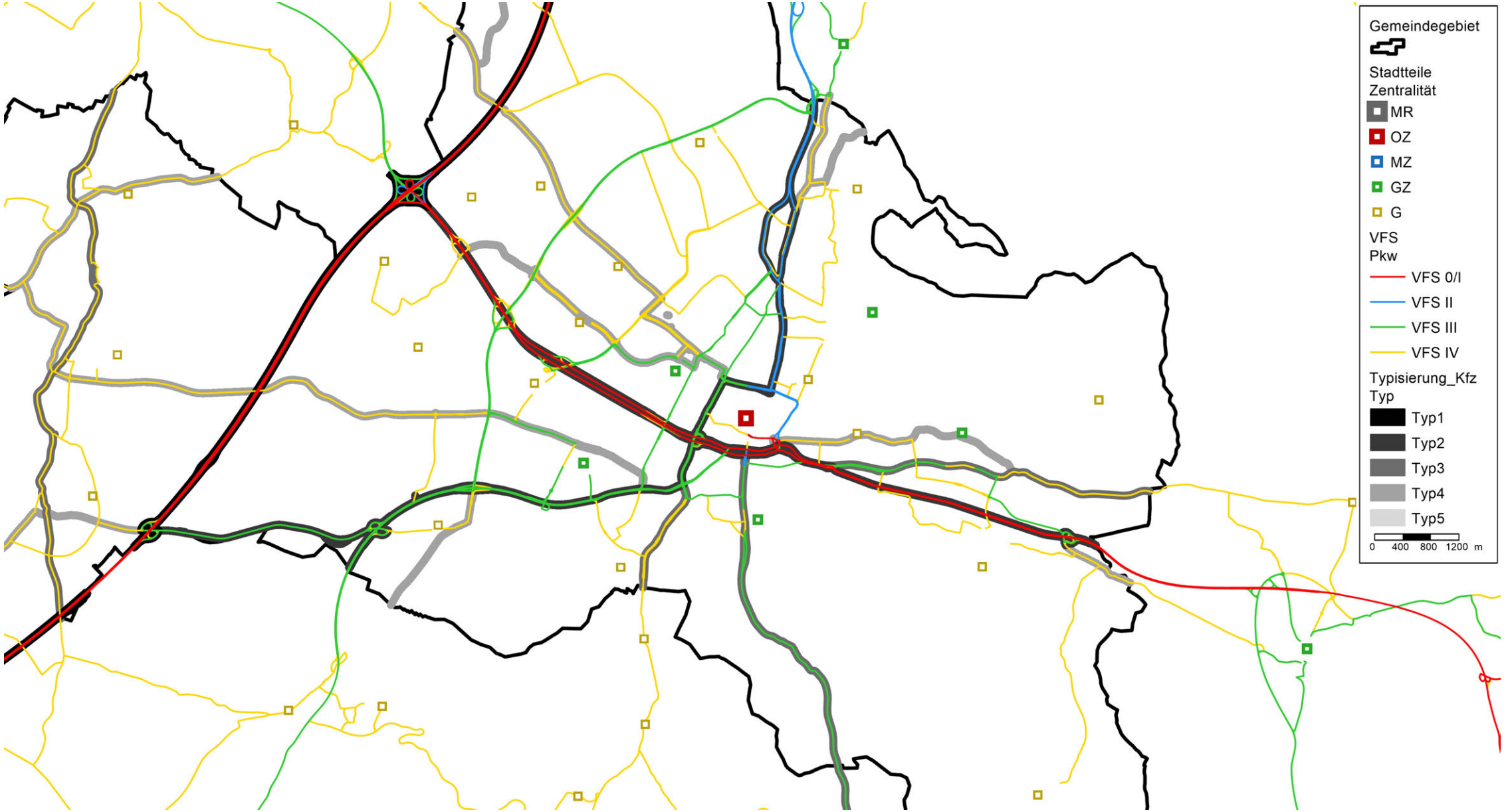


Typ	Beschreibung
Typ1	Autobahn
Typ2	Bundesstraße
Typ3	Landstraße
Typ4	Kreisstraße

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
Autobahn	86%	7%	2%	5%	**86%**
Bundesstraße	32%	21%	35%	12%	**21%**
Landstraße	0%	0%	55%	44%	**55%**
Kreisstraße	11%	0%	12%	77%	**77%**

arithmetisches Mittel	**60%**

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

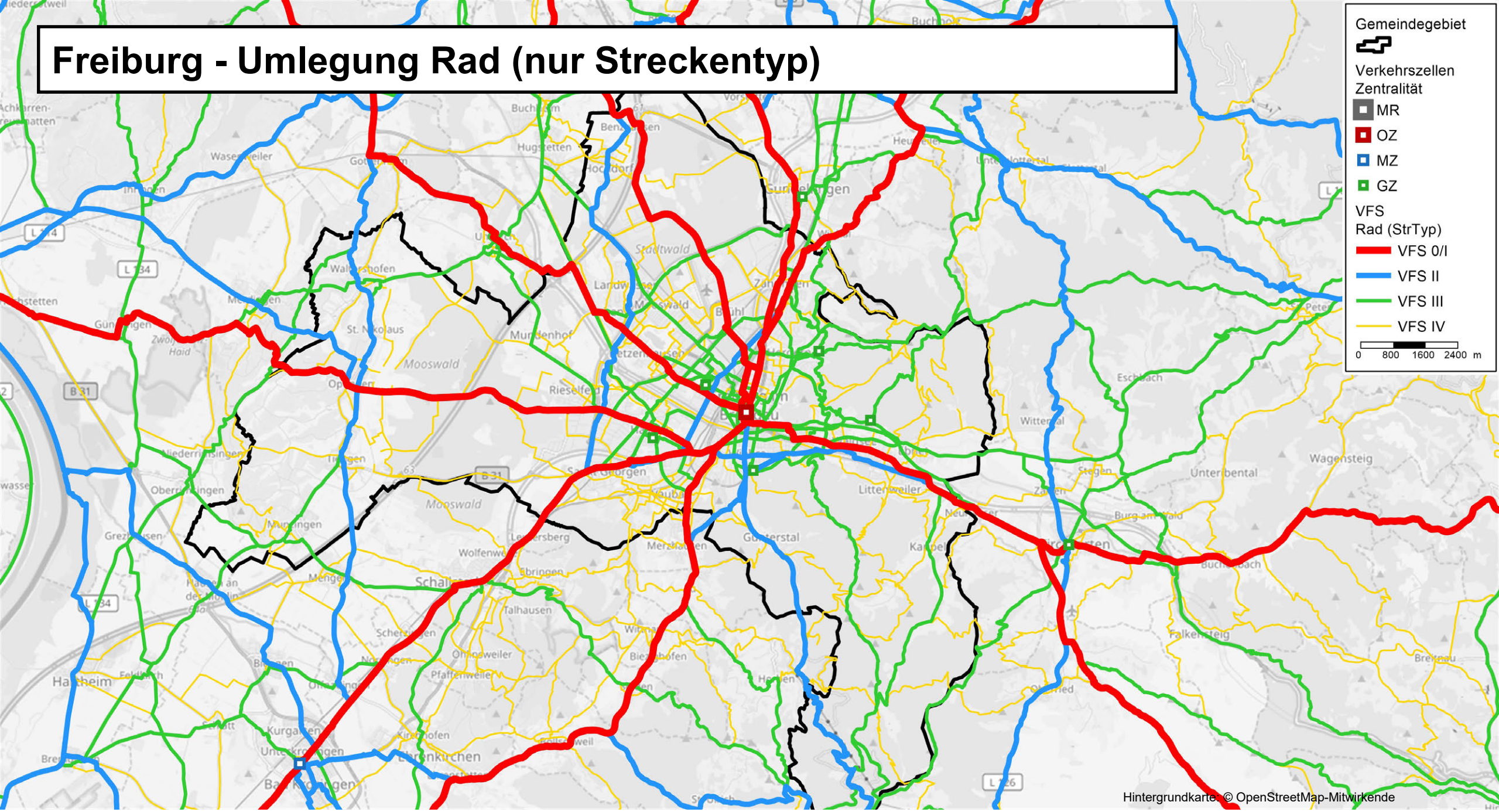
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

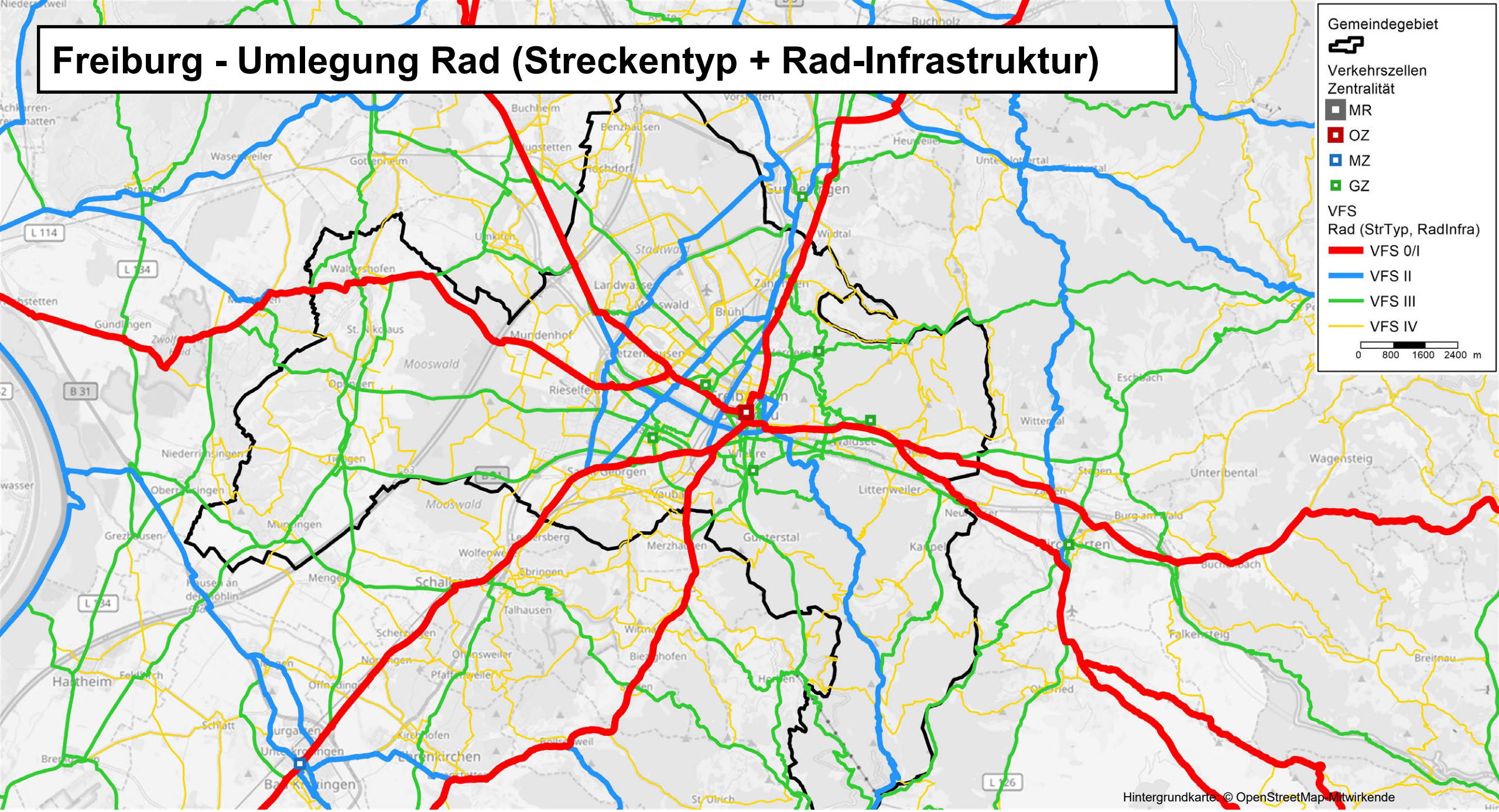
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Freiburg - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



Freiburg - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

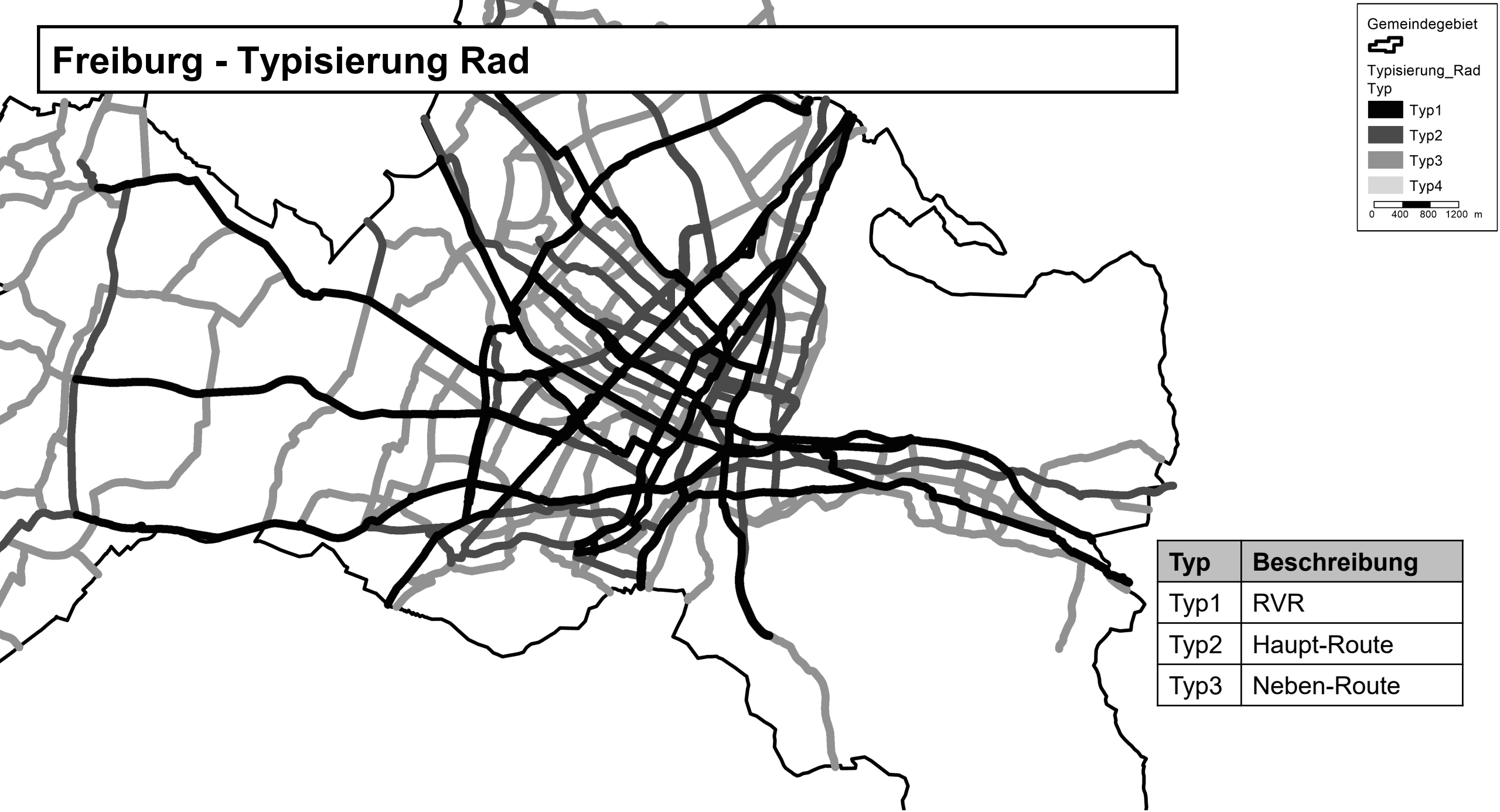
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

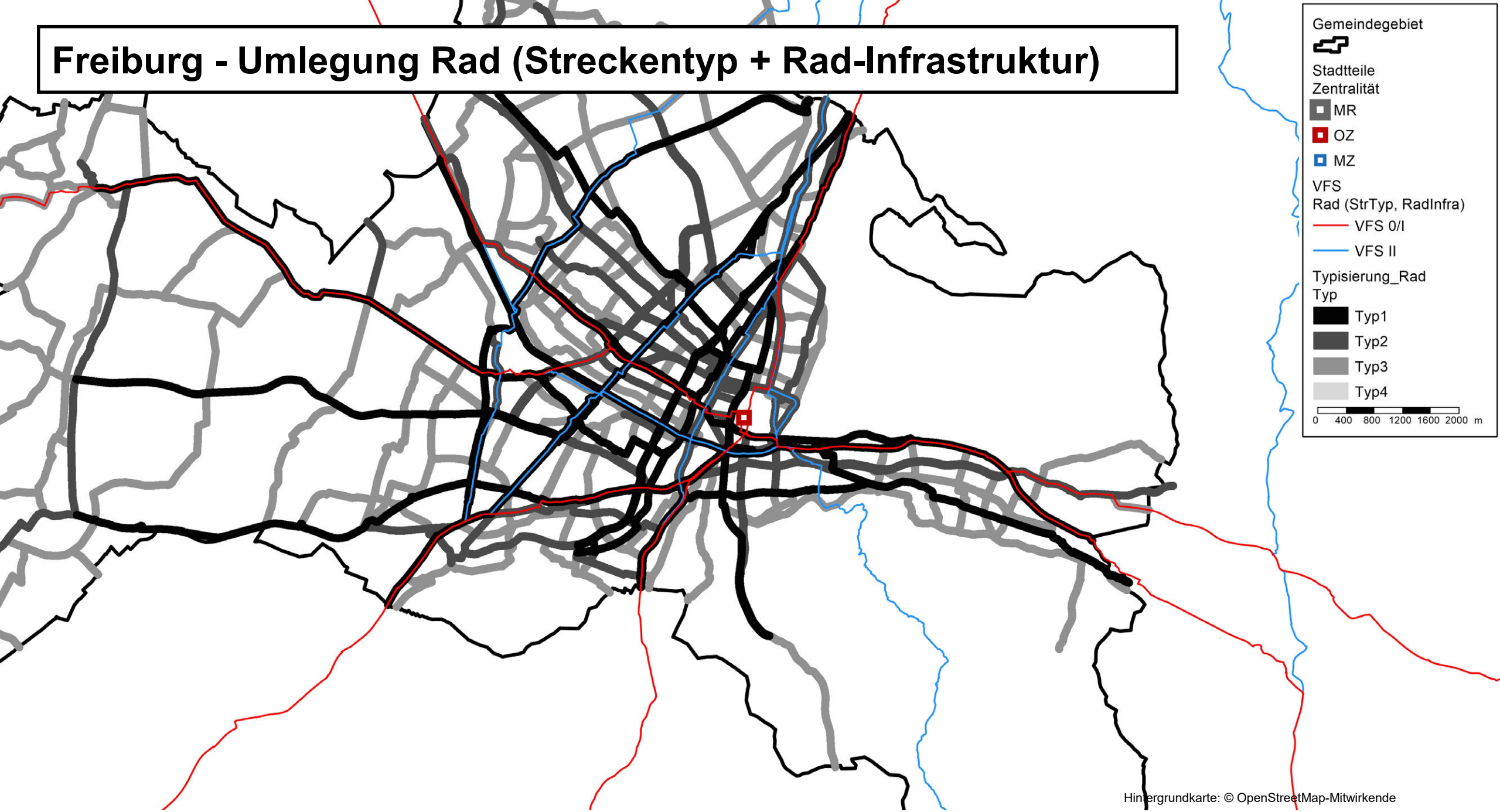
→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Freiburg - Typisierung Rad



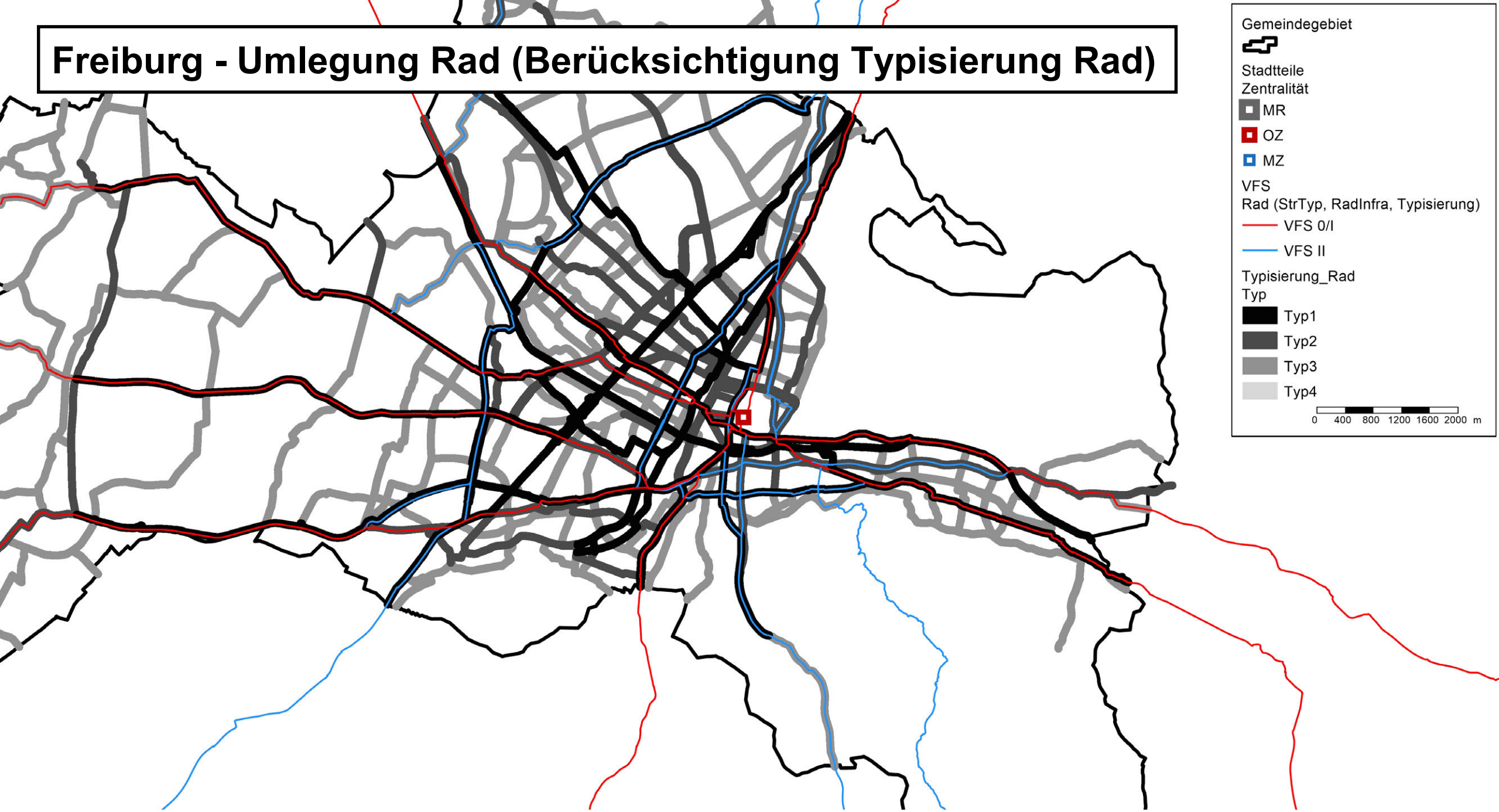
Typ	Beschreibung
Typ1	RVR
Typ2	Haupt-Route
Typ3	Neben-Route

Freiburg - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)

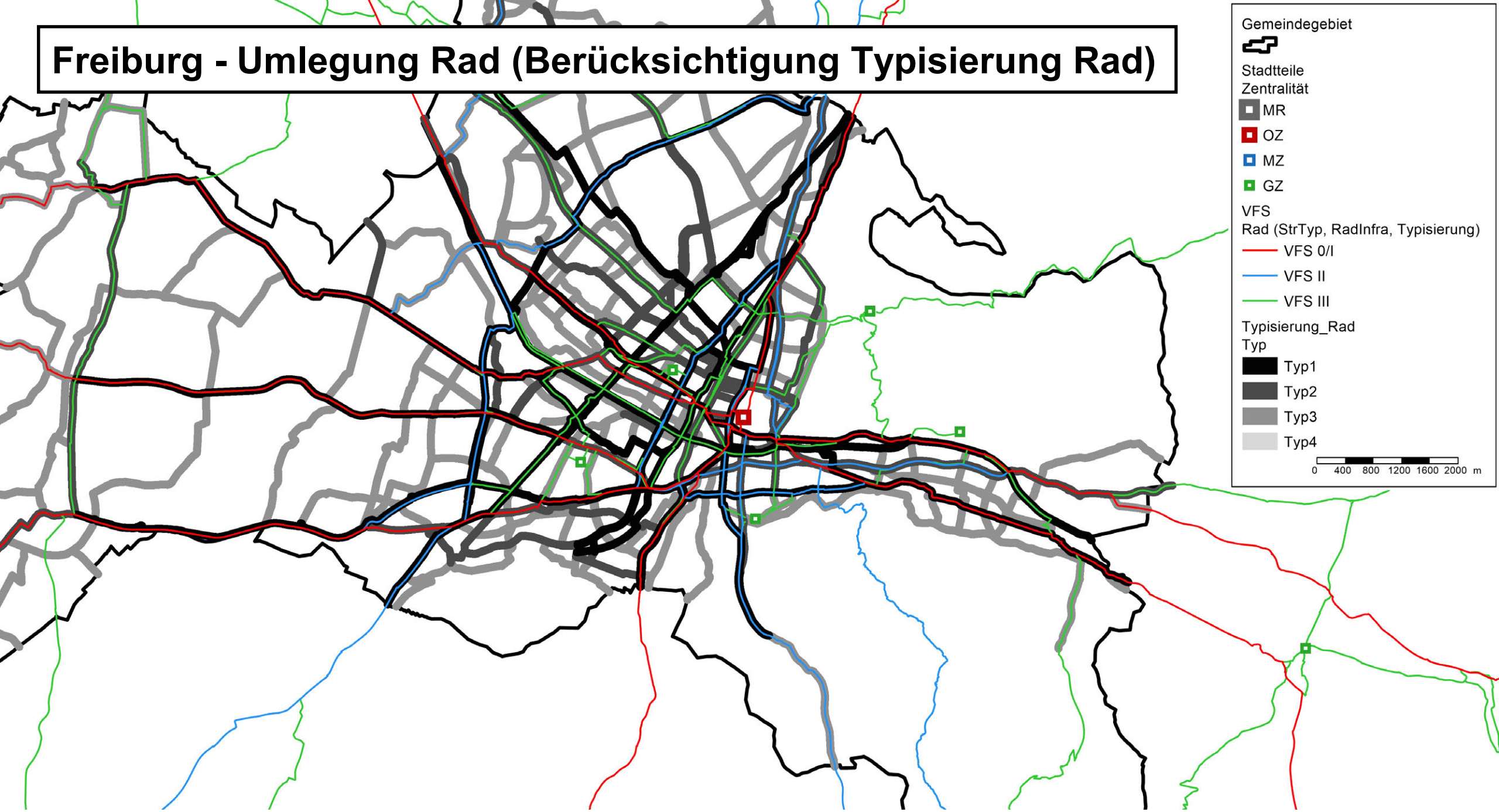


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

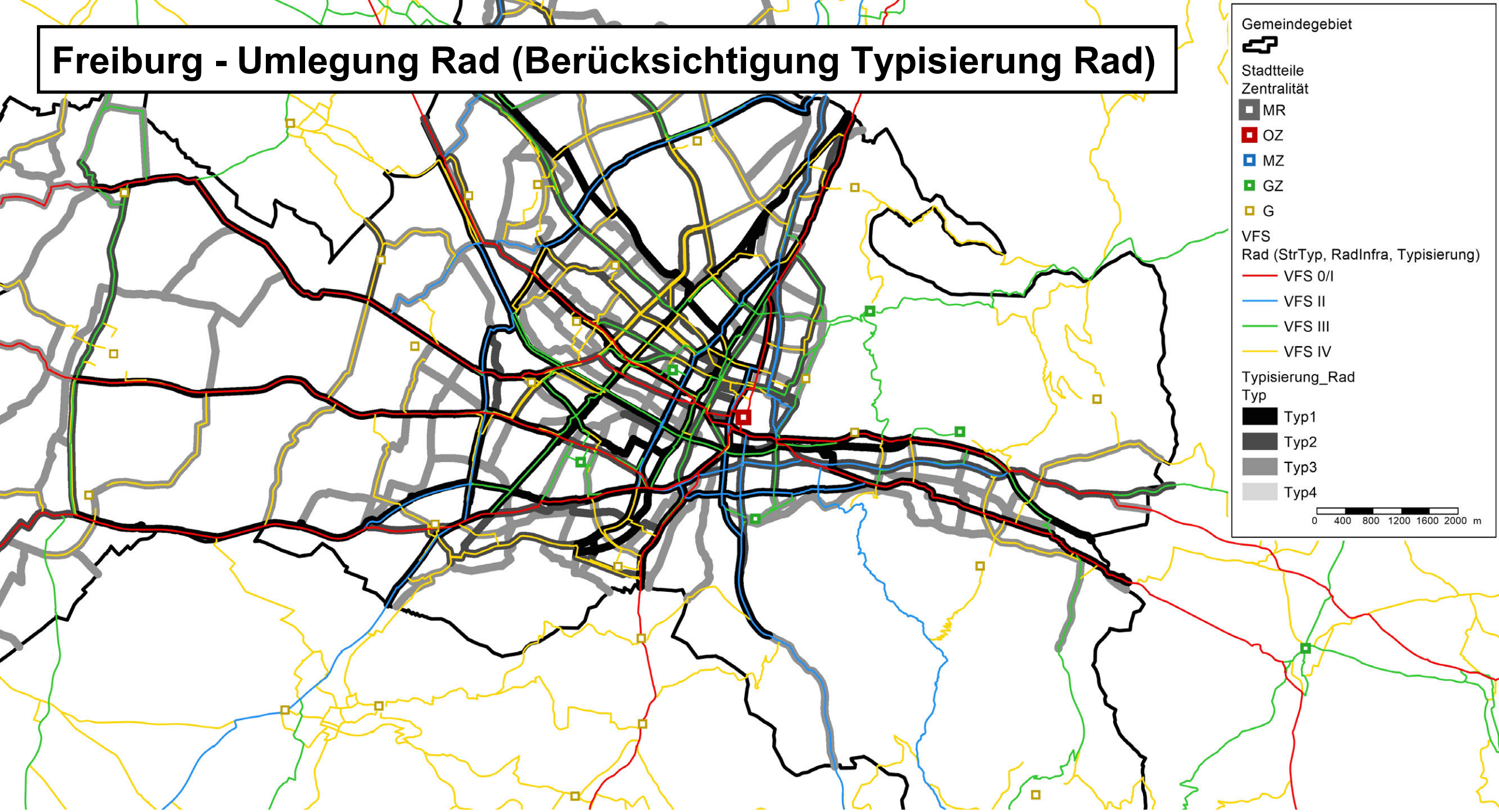
Freiburg - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



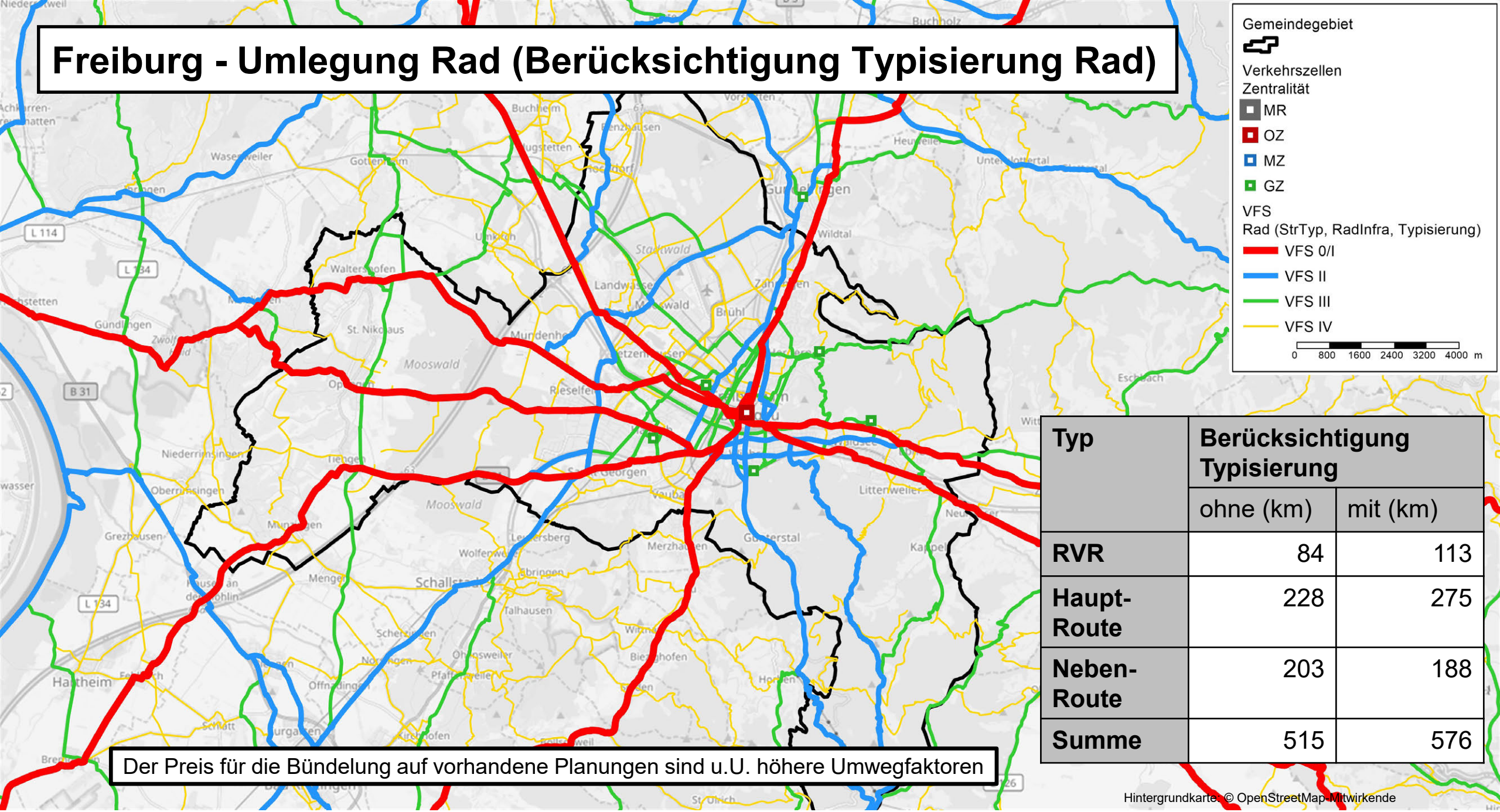
Freiburg - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Freiburg - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Freiburg - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	ohne (km)	mit (km)
RVR	84	113
Haupt-Route	228	275
Neben-Route	203	188
Summe	515	576

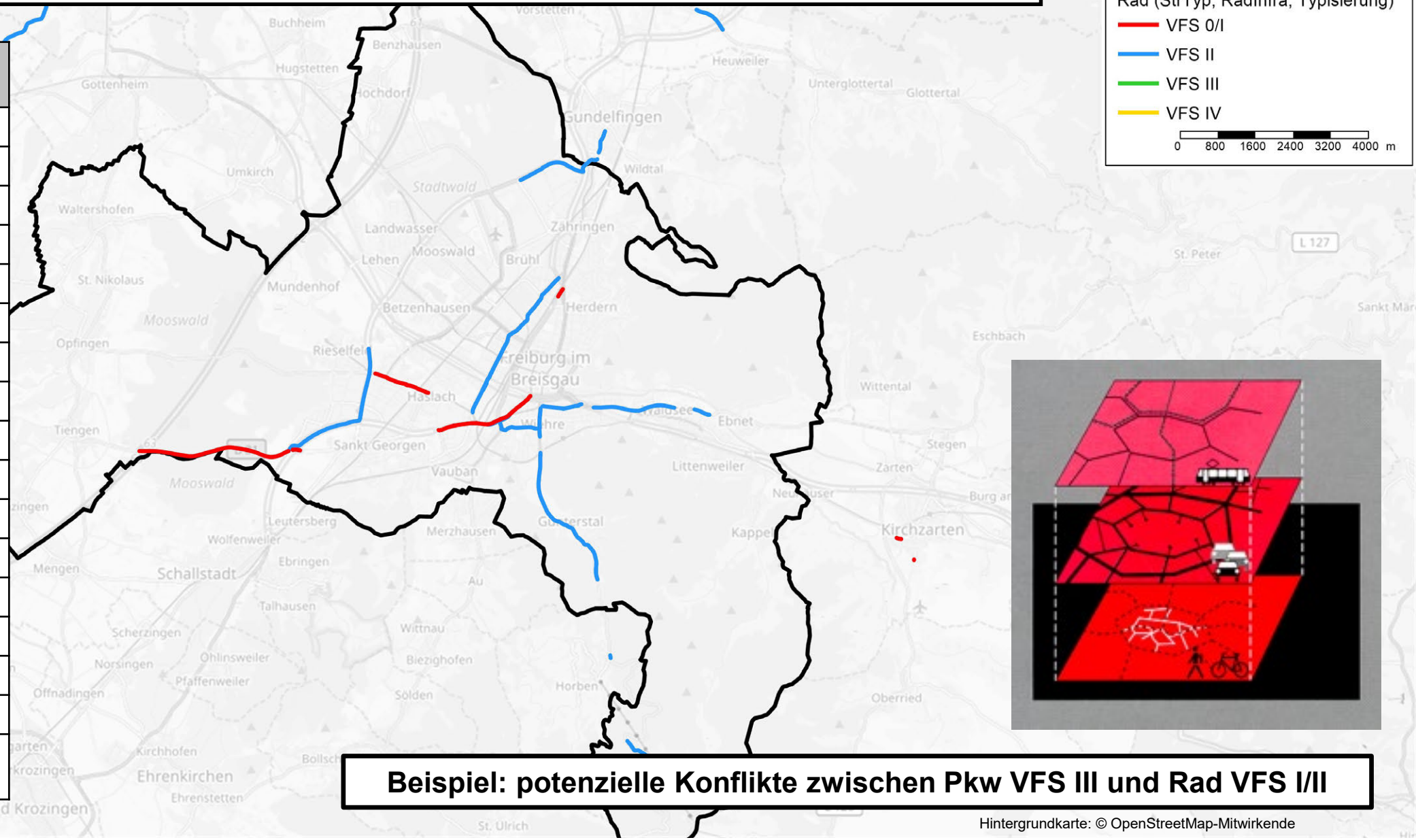
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge * in km
I	I	1
	II	2
	III	2
	IV	0
II	I	0
	II	2
	III	1
	IV	1
III	**I**	**10**
	II	**51**
	III	42
	IV	15
IV	I	46
	II	50
	III	74
	IV	150

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet



Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

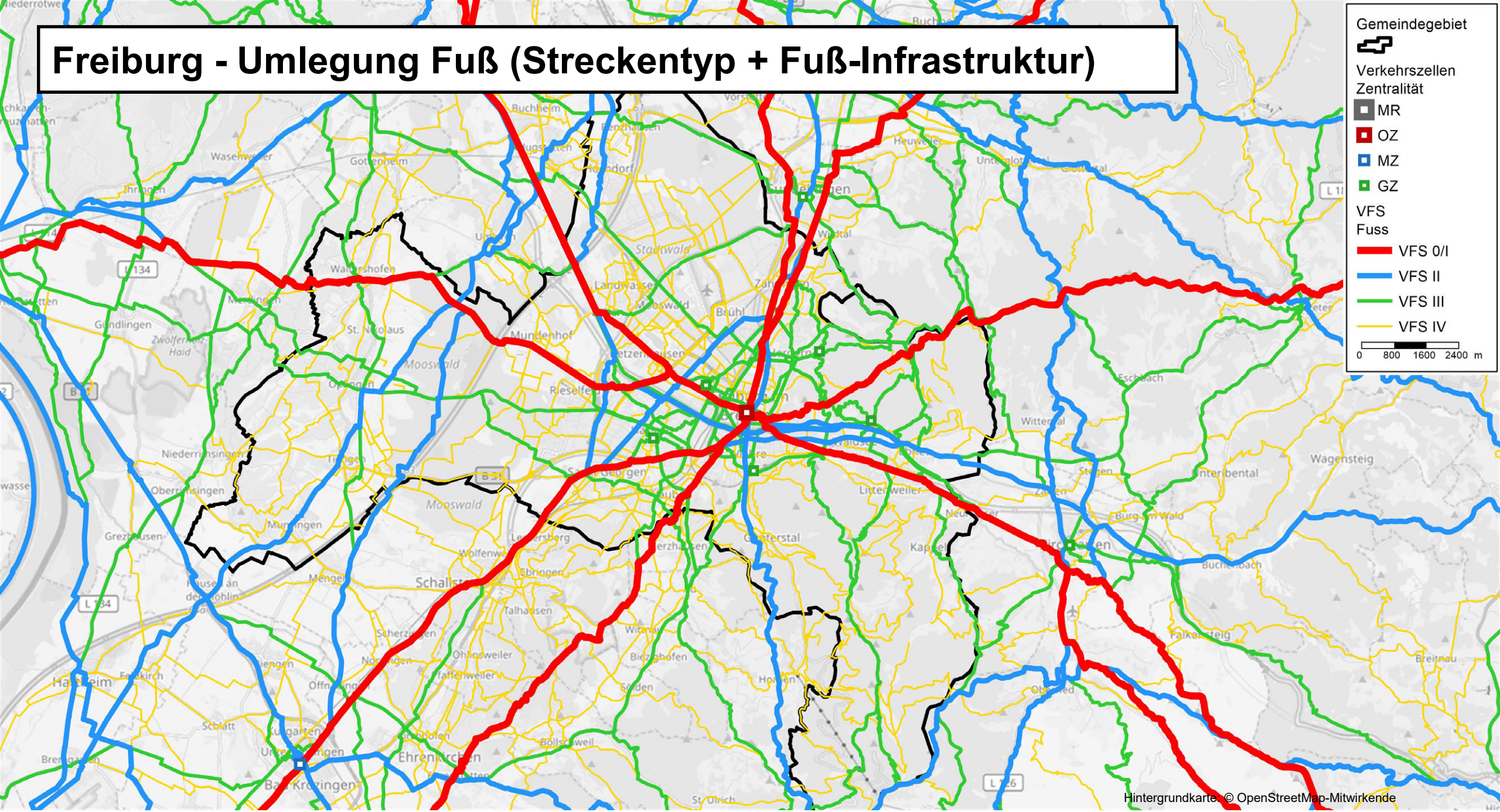
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Freiburg - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	**0,9**	**13,8**	**16.600**
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	**11,1**	**73,3**	**3.900**
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Freiburg	6	28	152	3,9	18,4	7.516

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Fragen

- Methode verstanden?
- Methode zielführend (rein prinzipiell)?
- Wie legt man gute Quellen und Ziele fest?
- Sind Stadtteile eine gute räumliche Einheit?
- Welche Bestandteile von Verkehrswegenetzen wird man über eine solche Methode nicht erklären können?

Protokoll 1/2

- **Lage der Zentroide** der Stadtteile (geometrisch/Schwerpunkt der Fläche) ist selbst bei spezifisch gewählten Anbindungen für den Pkw suboptimal (Folie 18)
  - Herdern, Waldsee liegen im Wald → wird durch Anbindungen ausgeglichen (Folie 28)
  - In Rieselfeld verursacht die Lage der Zentroide eine falsche Anbindung ans Netz (Folie 28)
  - In Günterstal liegt die Zentroide außerhalb der Fläche
    → Verschiebung zu **Schwerpunkt der Siedlungsfläche/Bevölkerung**
- **Berücksichtigung der Topographie**
  - Folie 22: Bereits die Wunschlinien der RIN können topographisch bedingt wenig sinnvoll sein (VFS II: Freiburg – Schopfheim)
  - Folie 32: Die Pkw-Route nach Süden über die Schauinslandstraße ist topographisch sehr anspruchsvoll und würde im kategorisierten Netz eher über Kirchzarten geführt werden
  - Auch im Radverkehr sollte die Topographie berücksichtigt werden

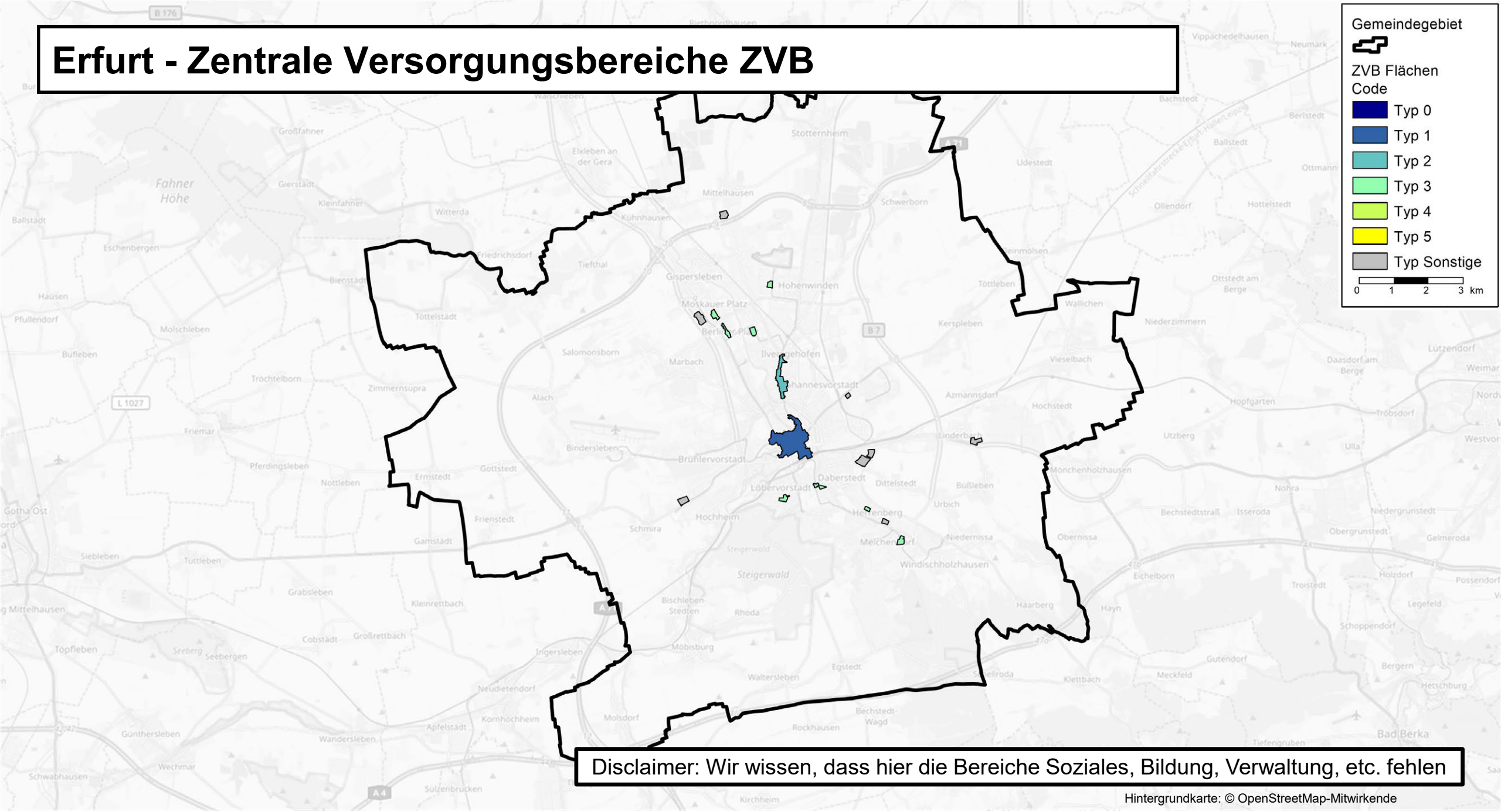
Protokoll 2/2

- **Kategorisierung Pkw** „gut getroffen“
  - VFS 0/I auf der B31 durch das Stadtgebiet ist plausibel (Ausbau geplant);
  - Stellenweise statt VFS III auch VFS II denkbar (Westrandstraße, Anschluss Freiburg Süd)
- **Kategorisierung Rad**
  - Nächstmögliche Anbindungen an das Verkehrsnetz wirken sich hier durch die Lage der Zentroide negativ aus
  - Stellenweise werden Routen „durch den Wald“ geführt, obwohl es Alternativen auf bereits ertüchtigten Verkehrswegen gibt, Datengrundlage ist nicht ausreichend, um dies abzubilden
- **Kategorisierung Fuß** ist mit dieser Methode wenig sinnvoll
- **Überlagerung Kategorisierung Pkw und Rad**
  - Zeigt in Freiburg nur sehr wenige reale Konflikte auf, angezeigte Konfliktstrecken weisen teilweise gut ausgebaute Radinfrastruktur im Seitenraum auf, die nicht berücksichtigt ist
  - Es besteht mehr Interesse an dem Aufzeigen der Konflikte mit dem straßengebundenen ÖV (Straßenbahn)

Erfurt
(05.04.2023)

Kommunale Daten: © Landeshauptstadt Erfurt

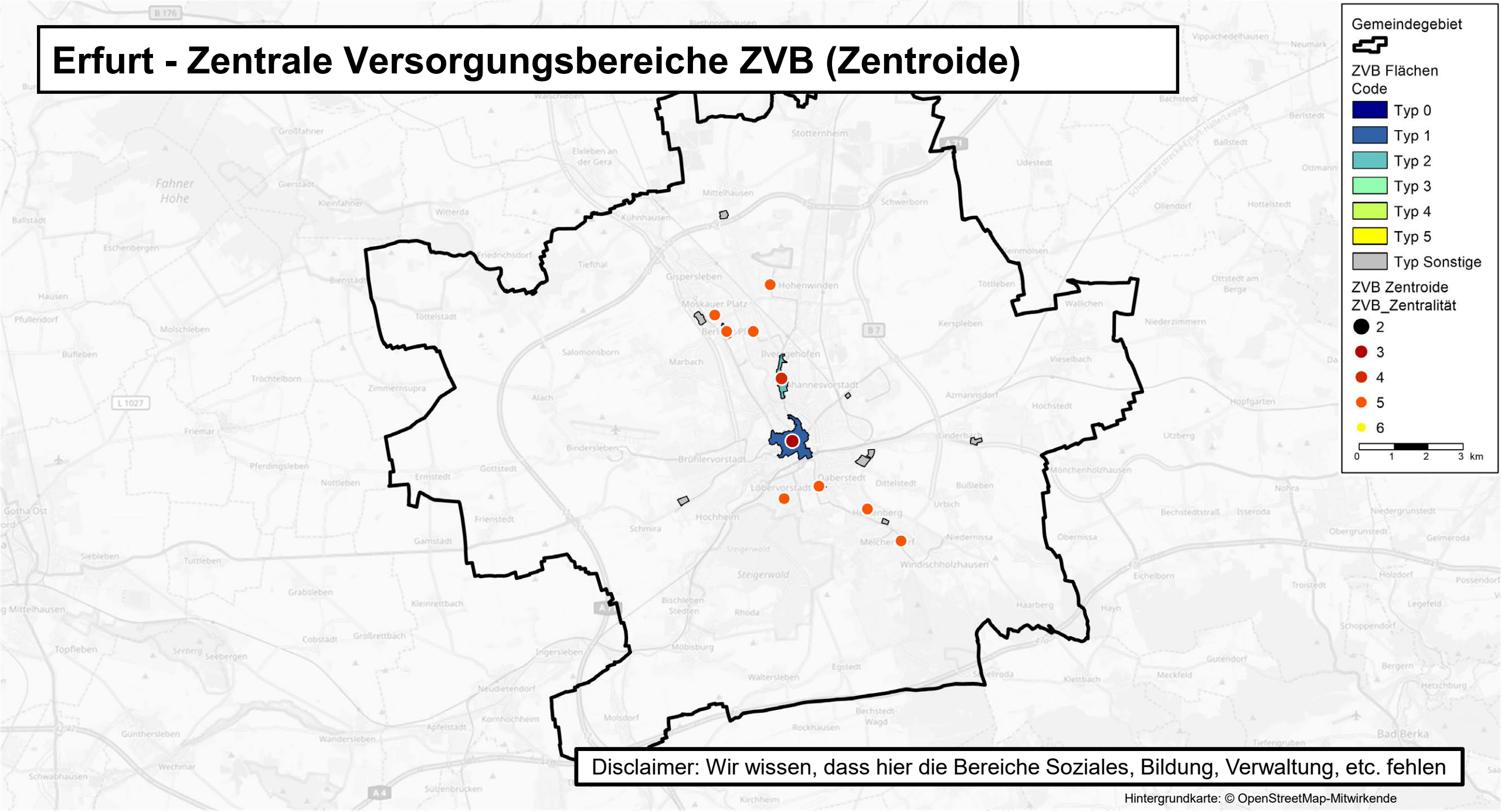
Erfurt - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB



Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

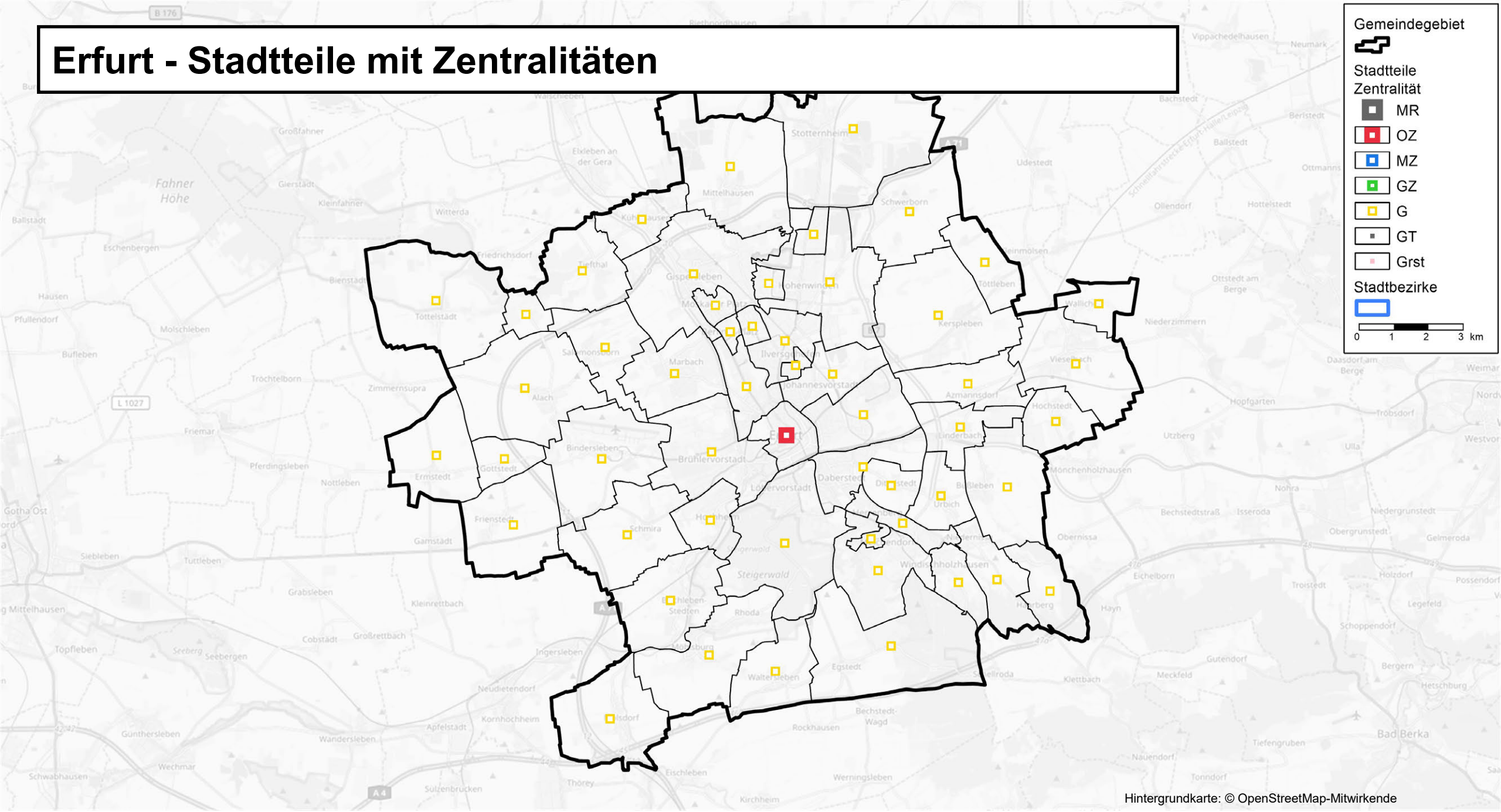
Erfurt - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

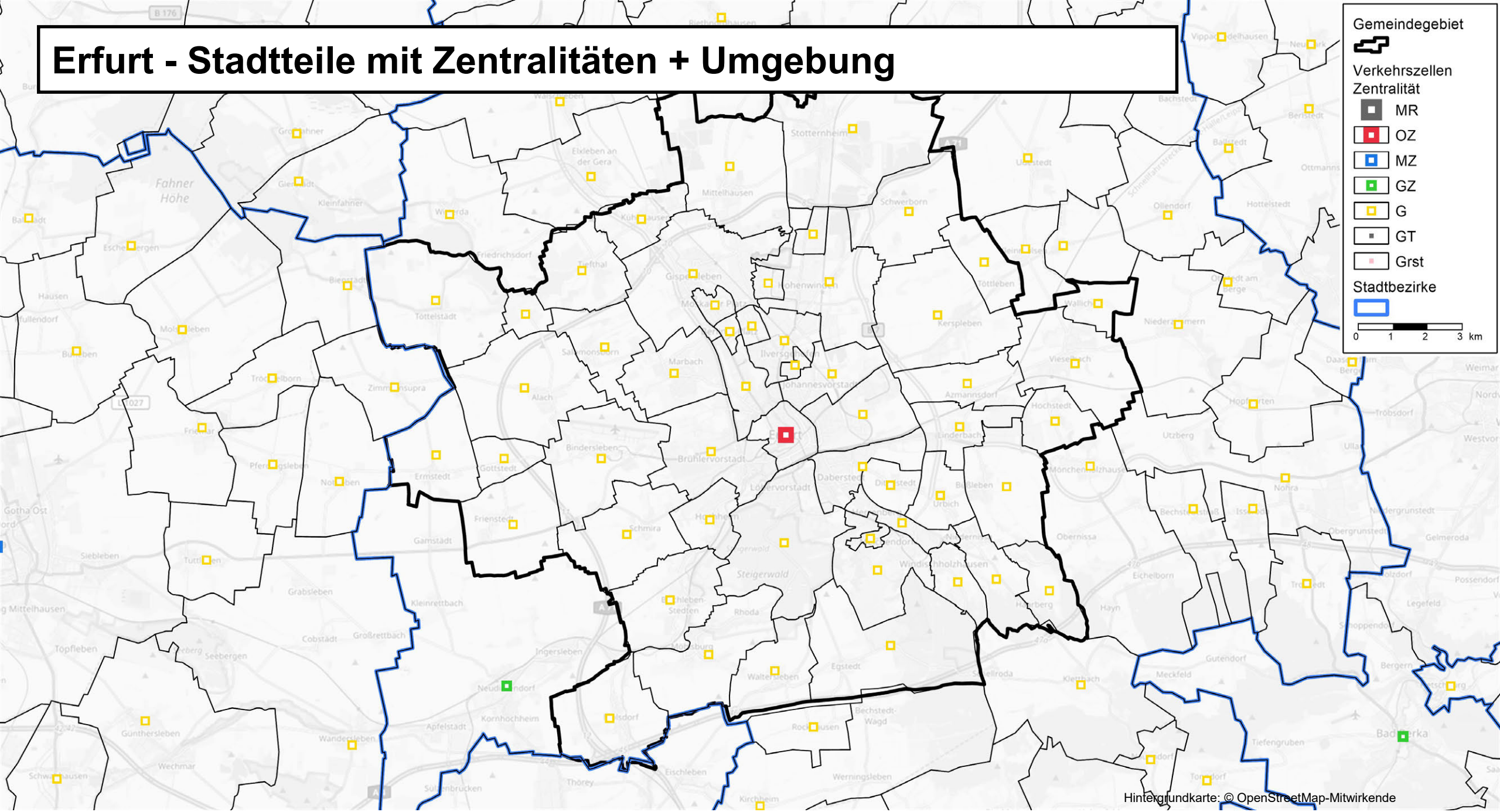
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Erfurt - Stadtteile mit Zentralitäten



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

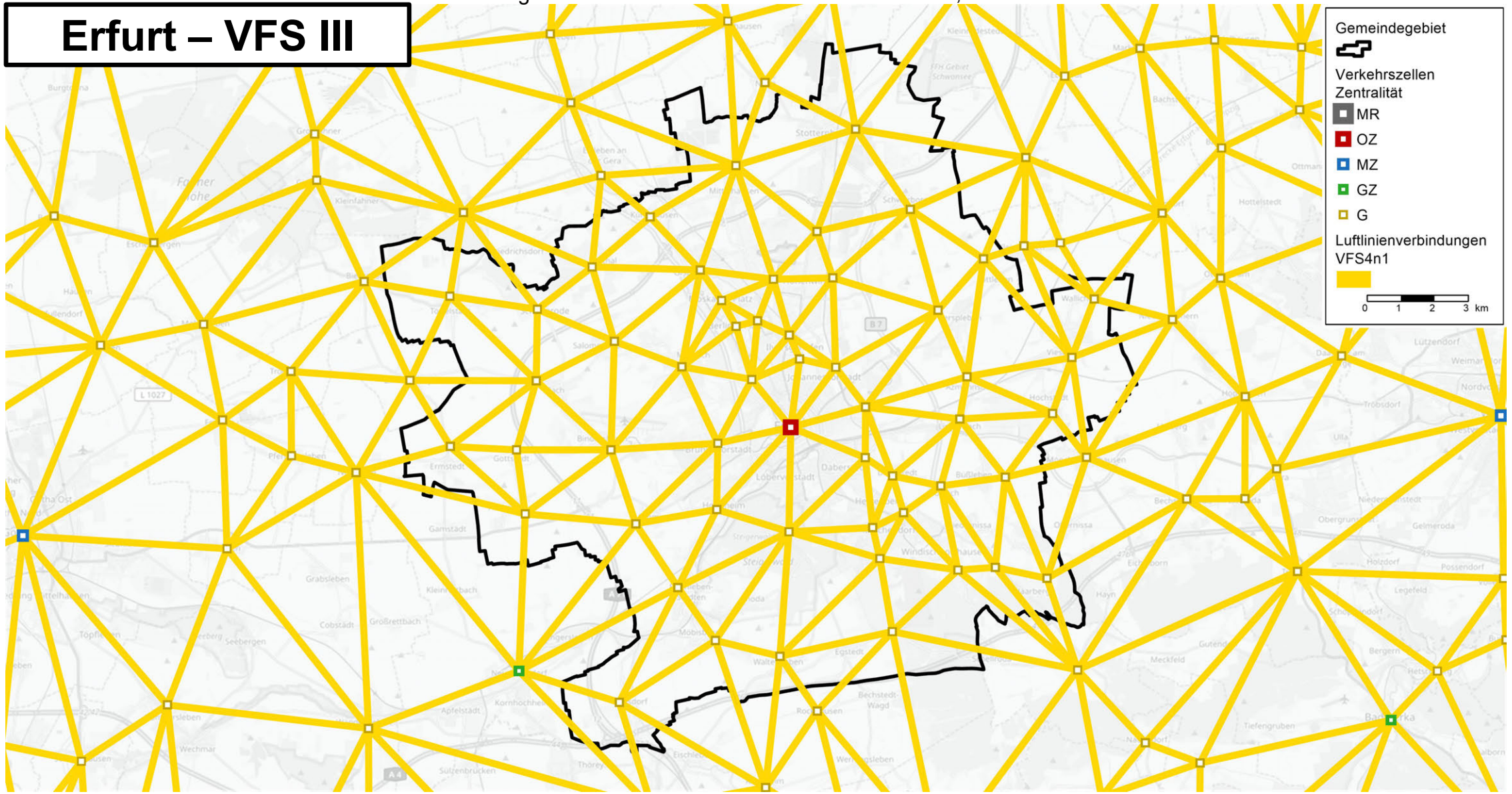
Erfurt - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Erfurt – VFS III

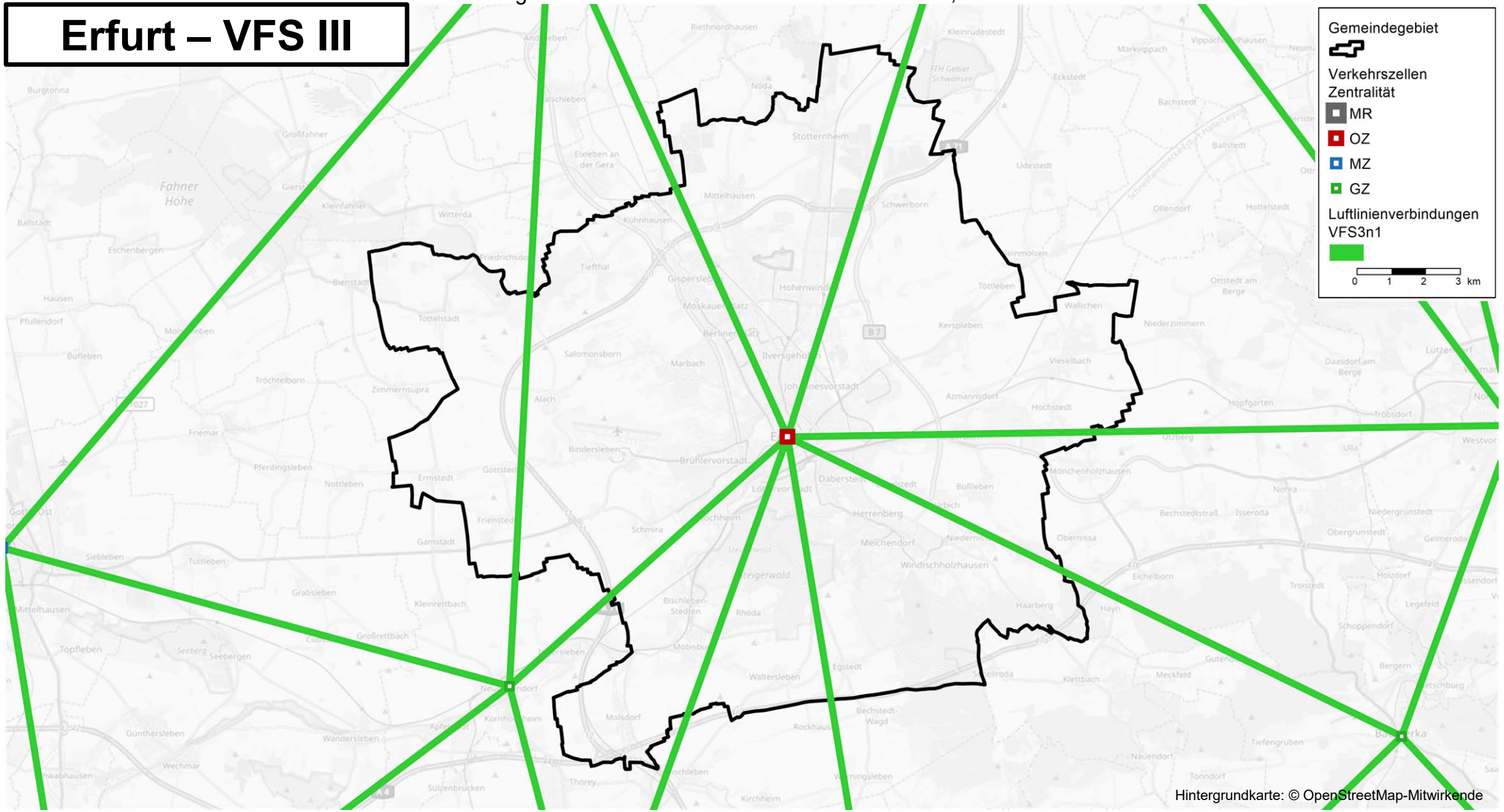


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

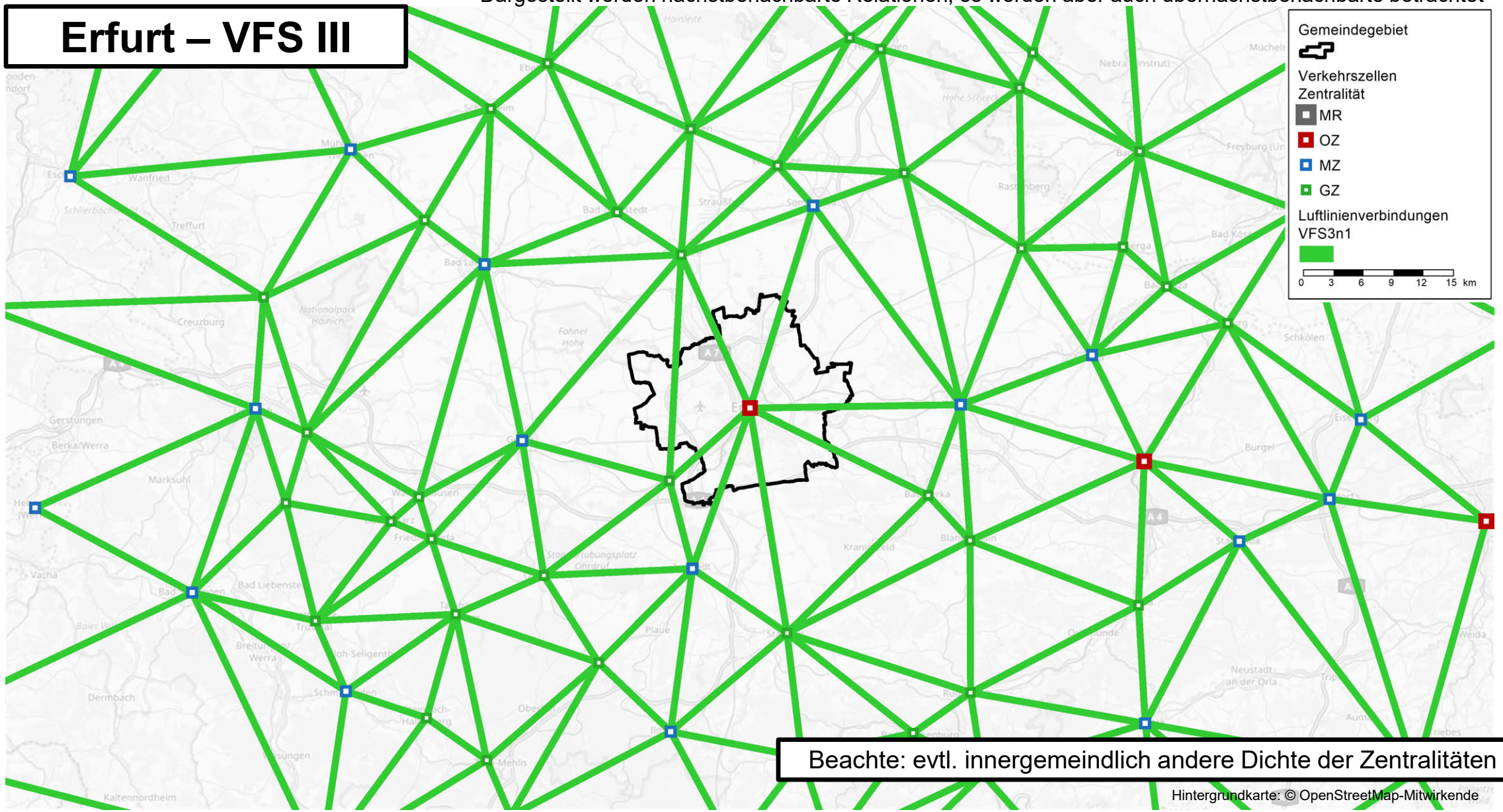
Erfurt – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Erfurt – VFS III



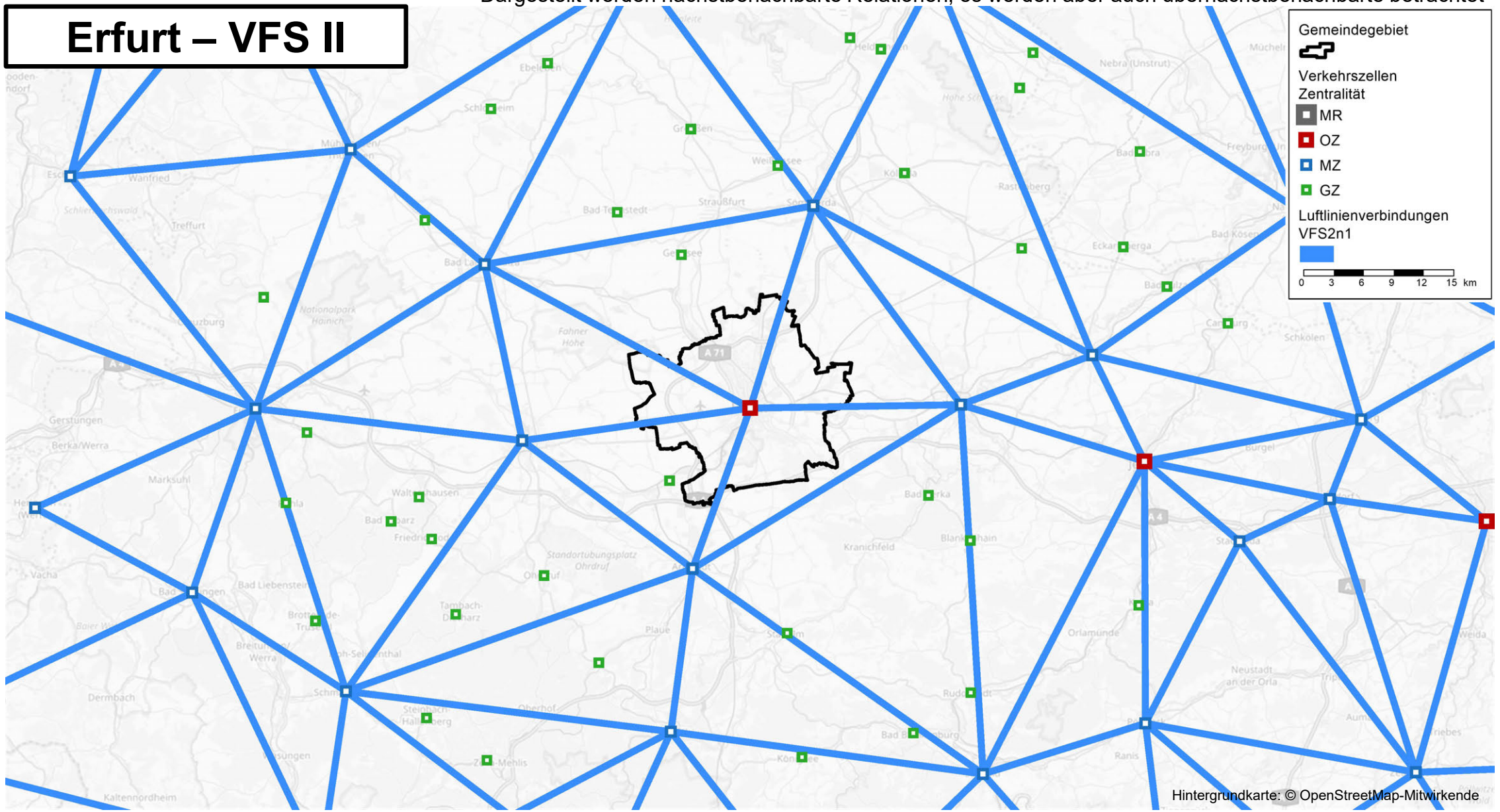
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Erfurt – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

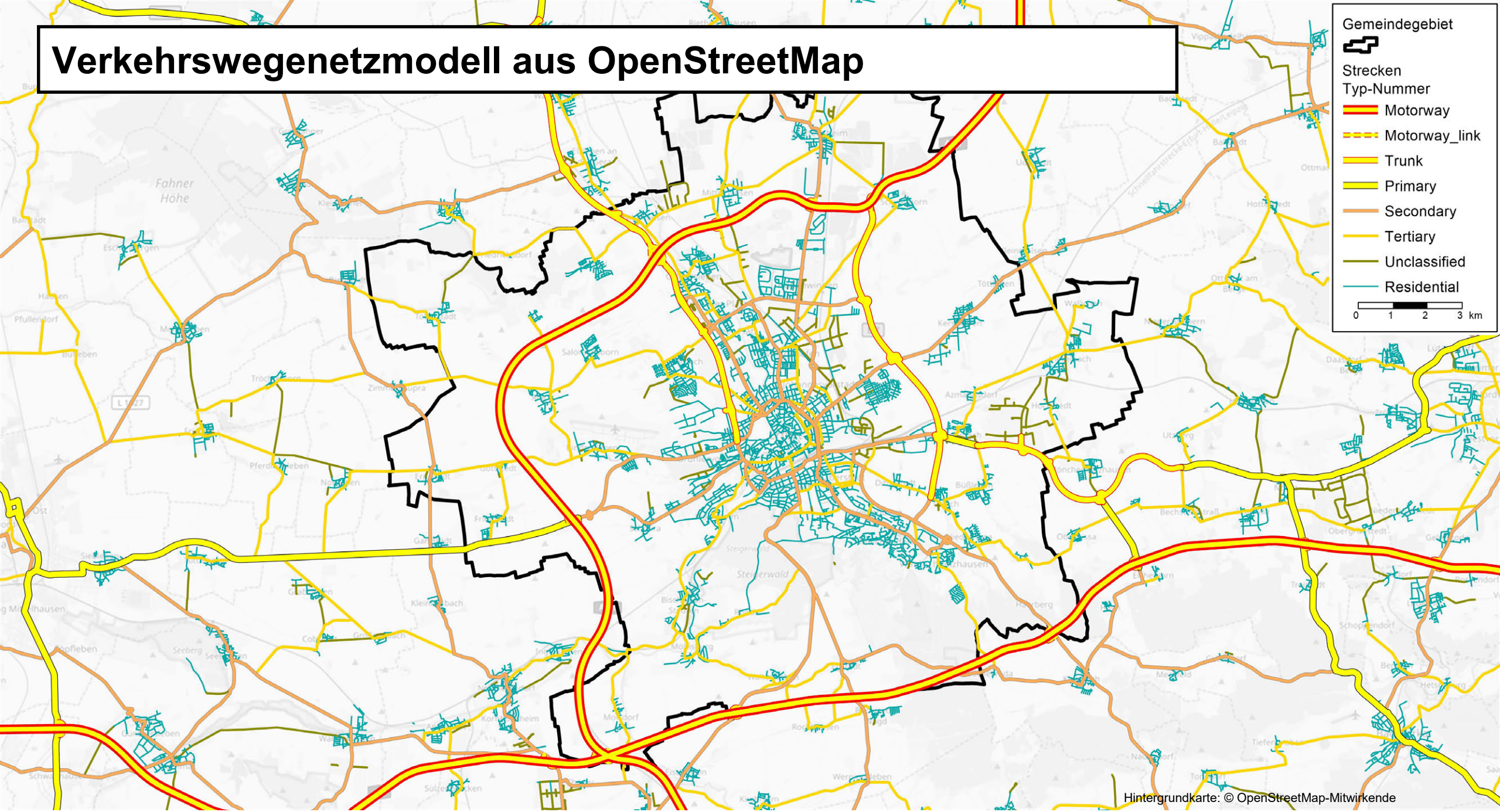
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

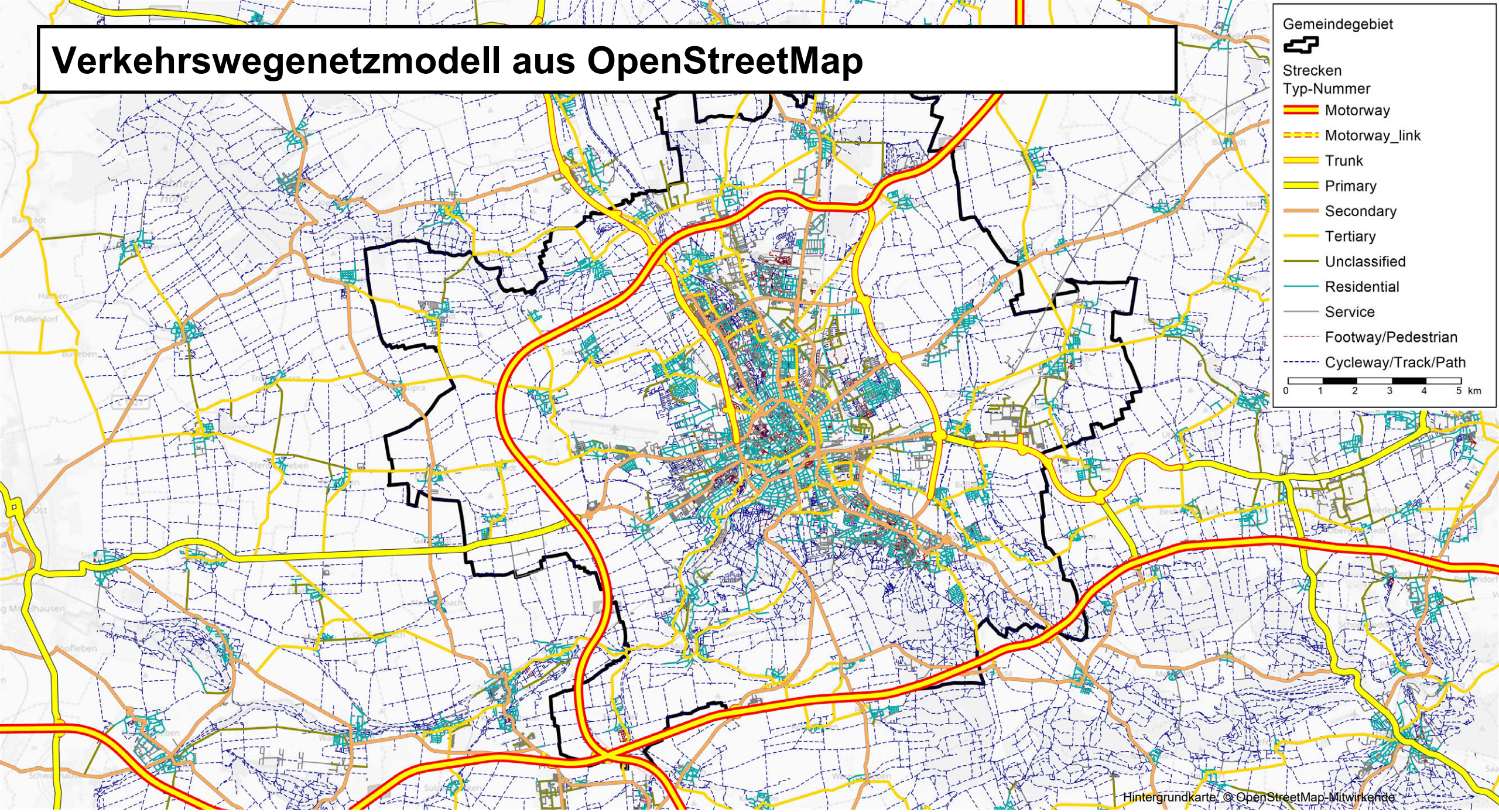
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

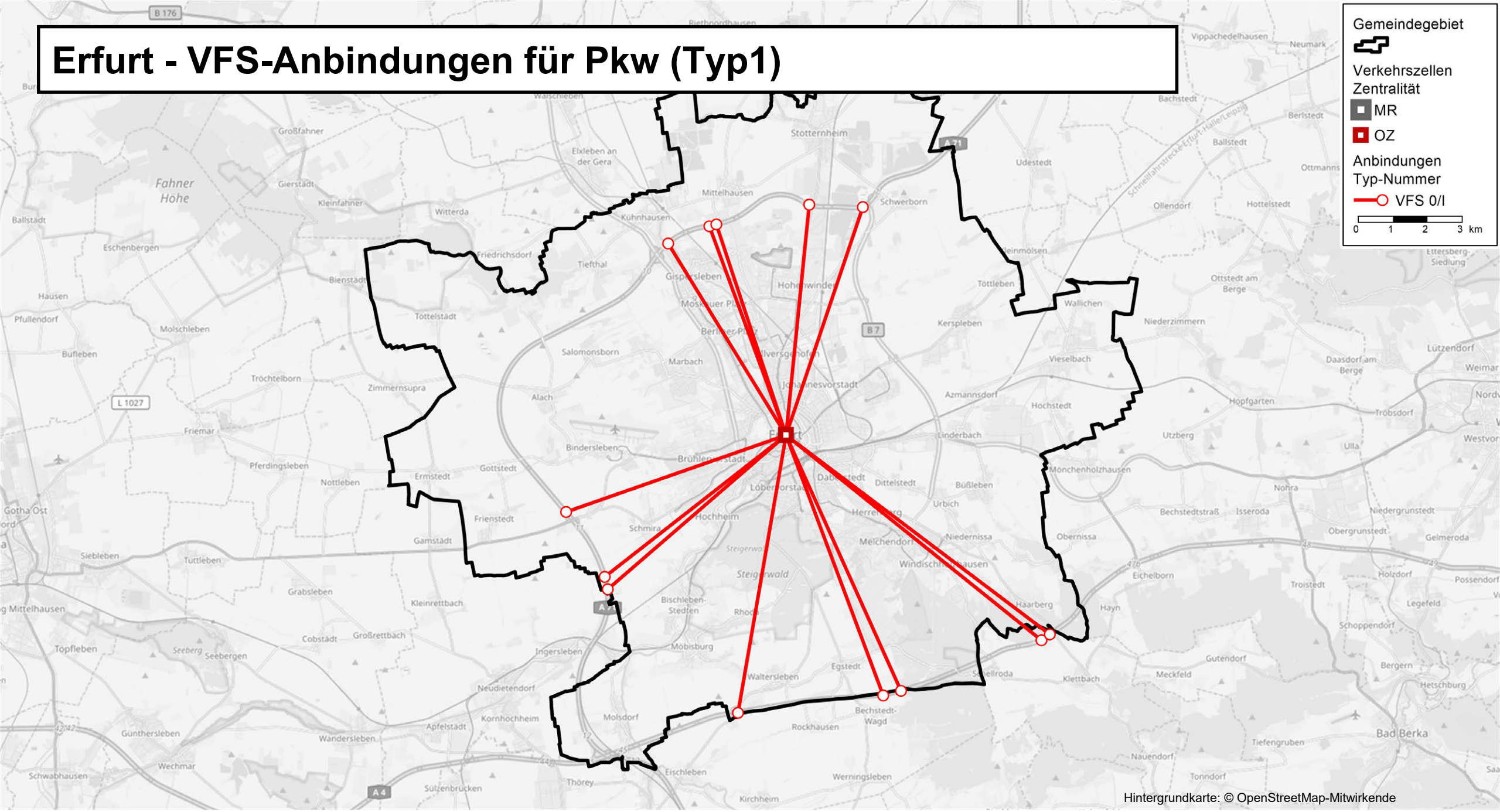
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

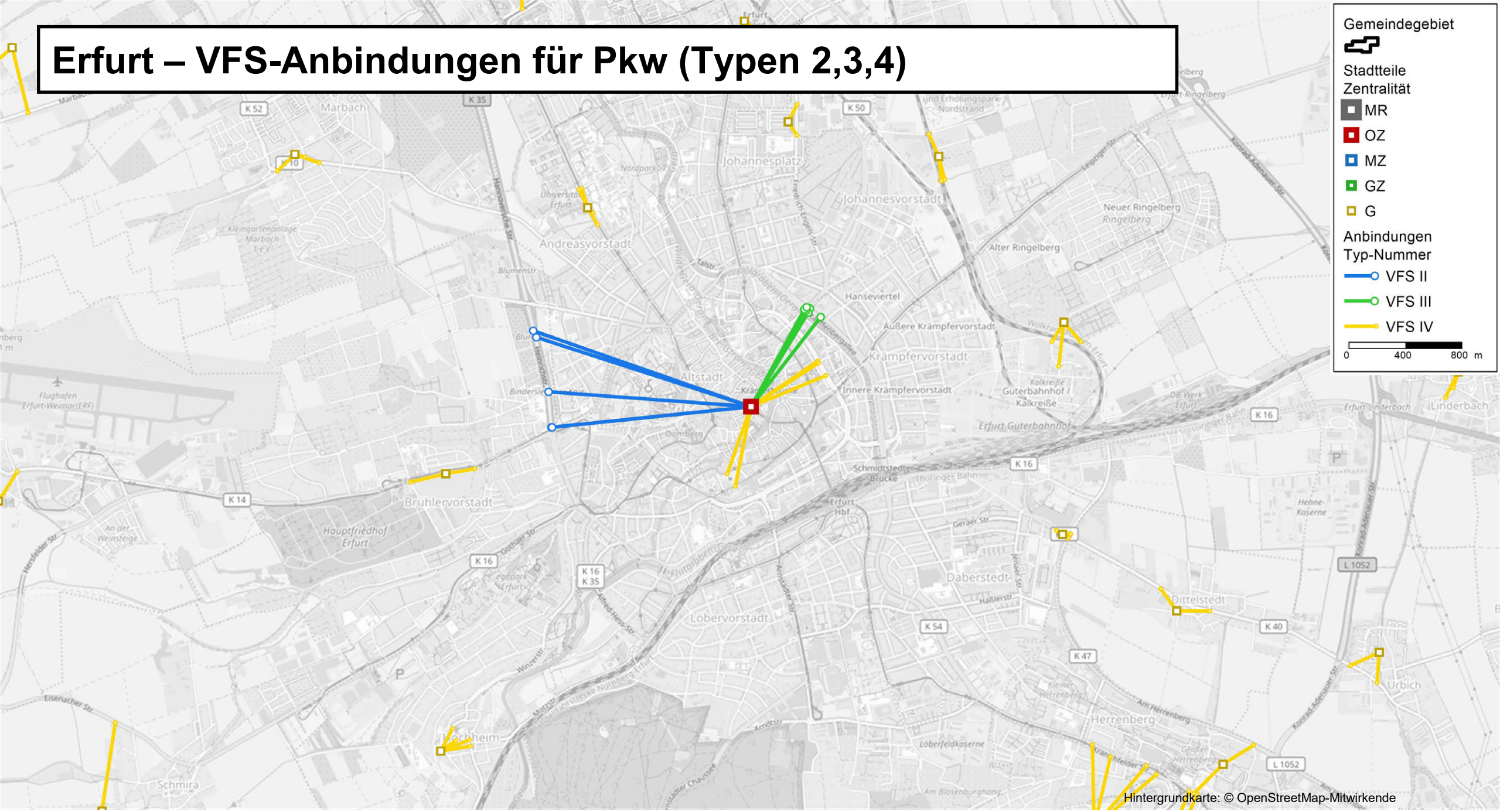
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Erfurt - VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Erfurt – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

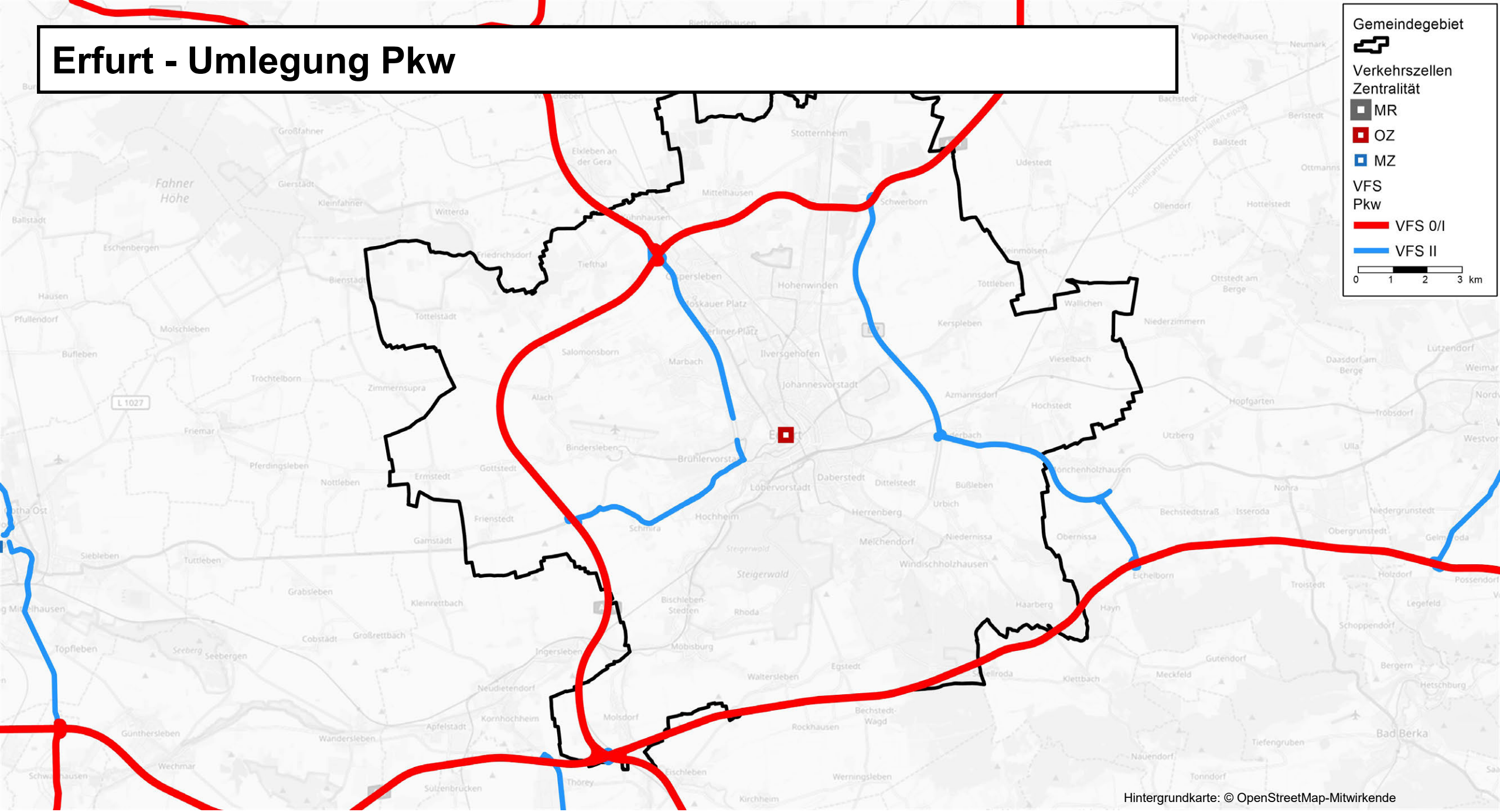
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

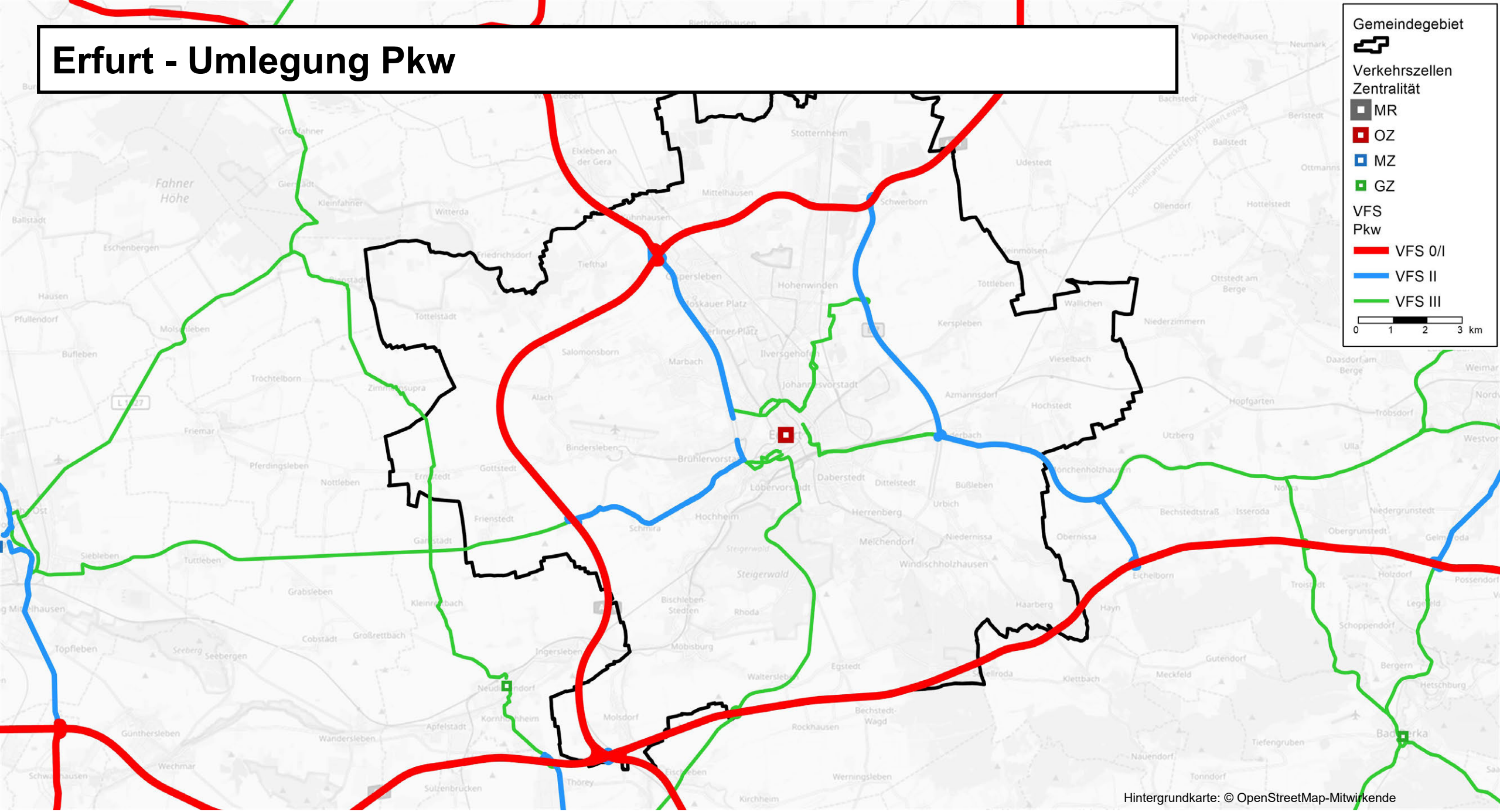
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

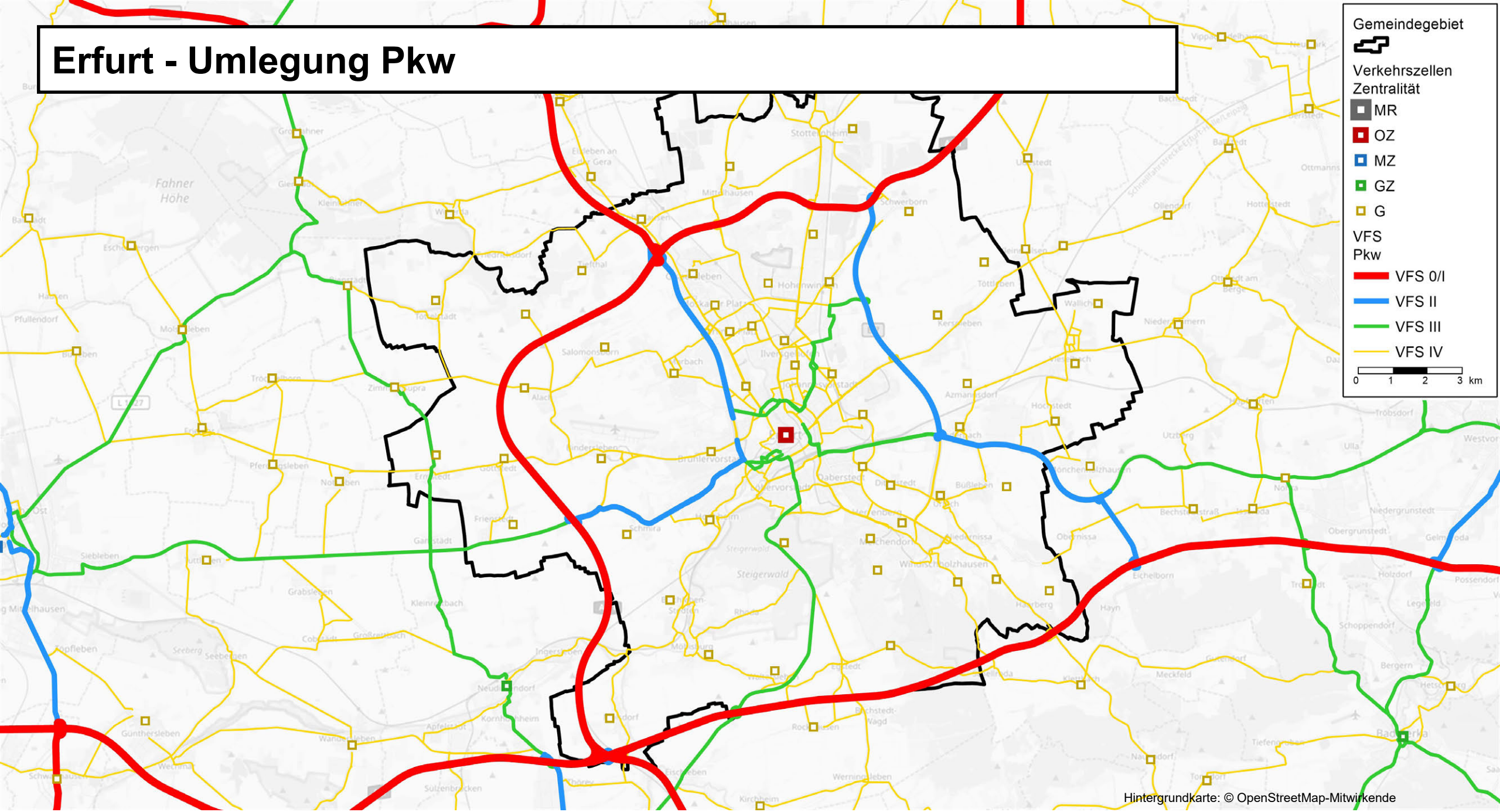
Erfurt - Umlegung Pkw



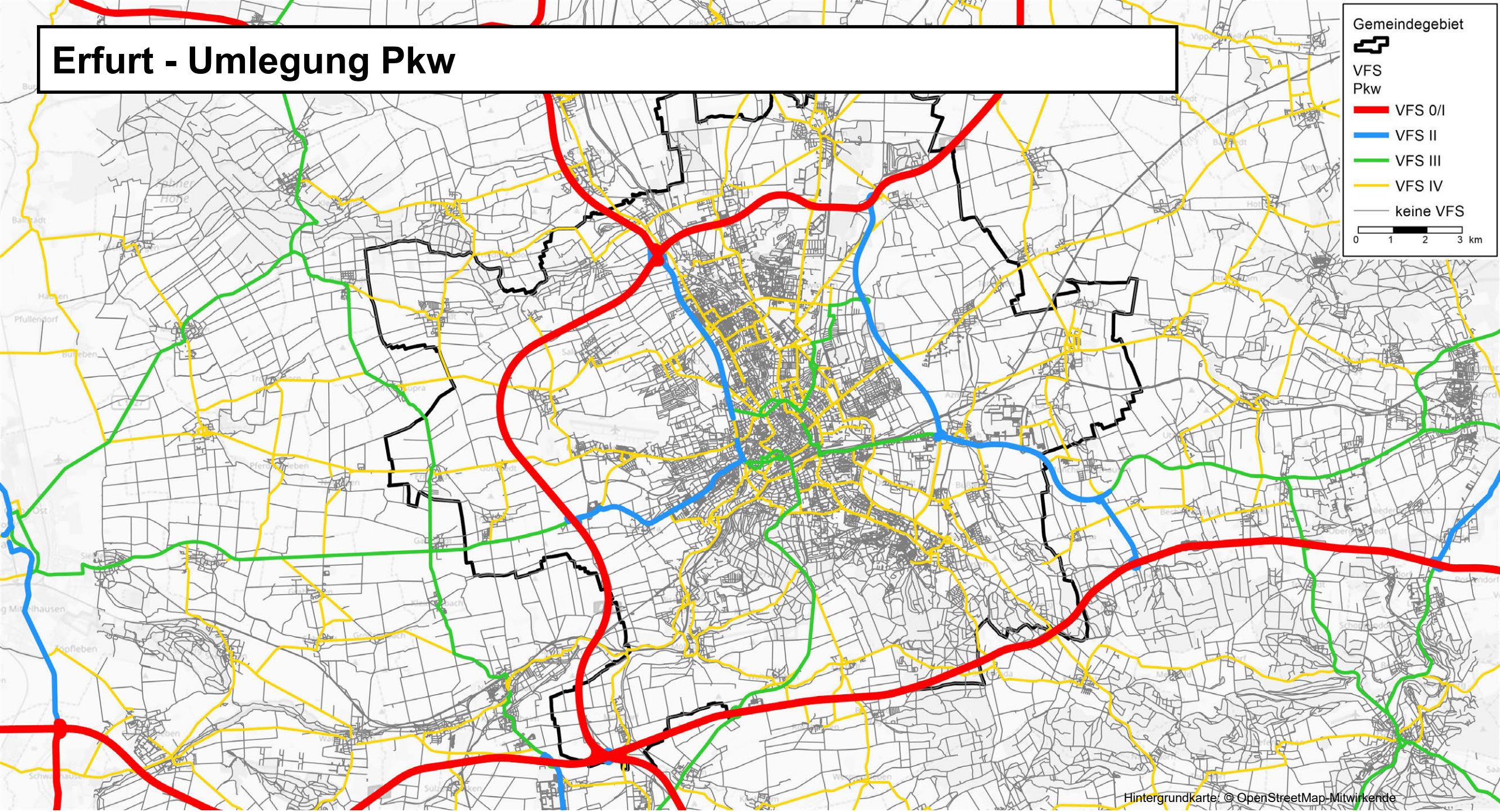
Erfurt - Umlegung Pkw



Erfurt - Umlegung Pkw



Erfurt - Umlegung Pkw



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

OSM-Name	VFS (Ergebnis Modell)					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	88%	5%	2%	5%	1%	93%
trunk	23%	46%	11%	17%	3%	57%
primary	4%	22%	72%	2%	0%	93%
secondary	0%	5%	26%	66%	4%	92%
tertiary	0%	0%	1%	87%	12%	100%
unclassified	0%	0%	1%	28%	71%	99%
residential	0%	0%	0%	1%	99%	99%

arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	**84%**

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

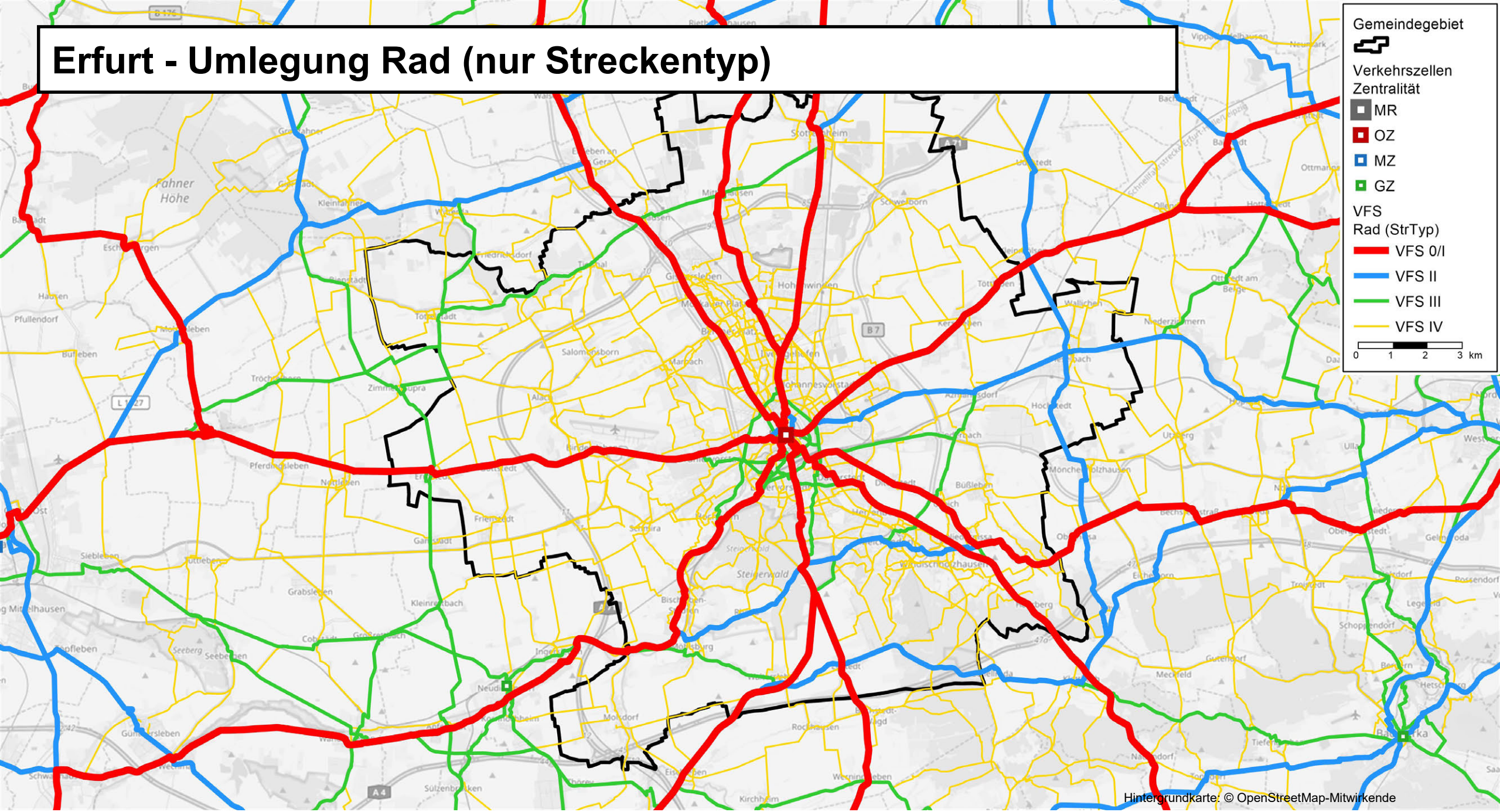
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

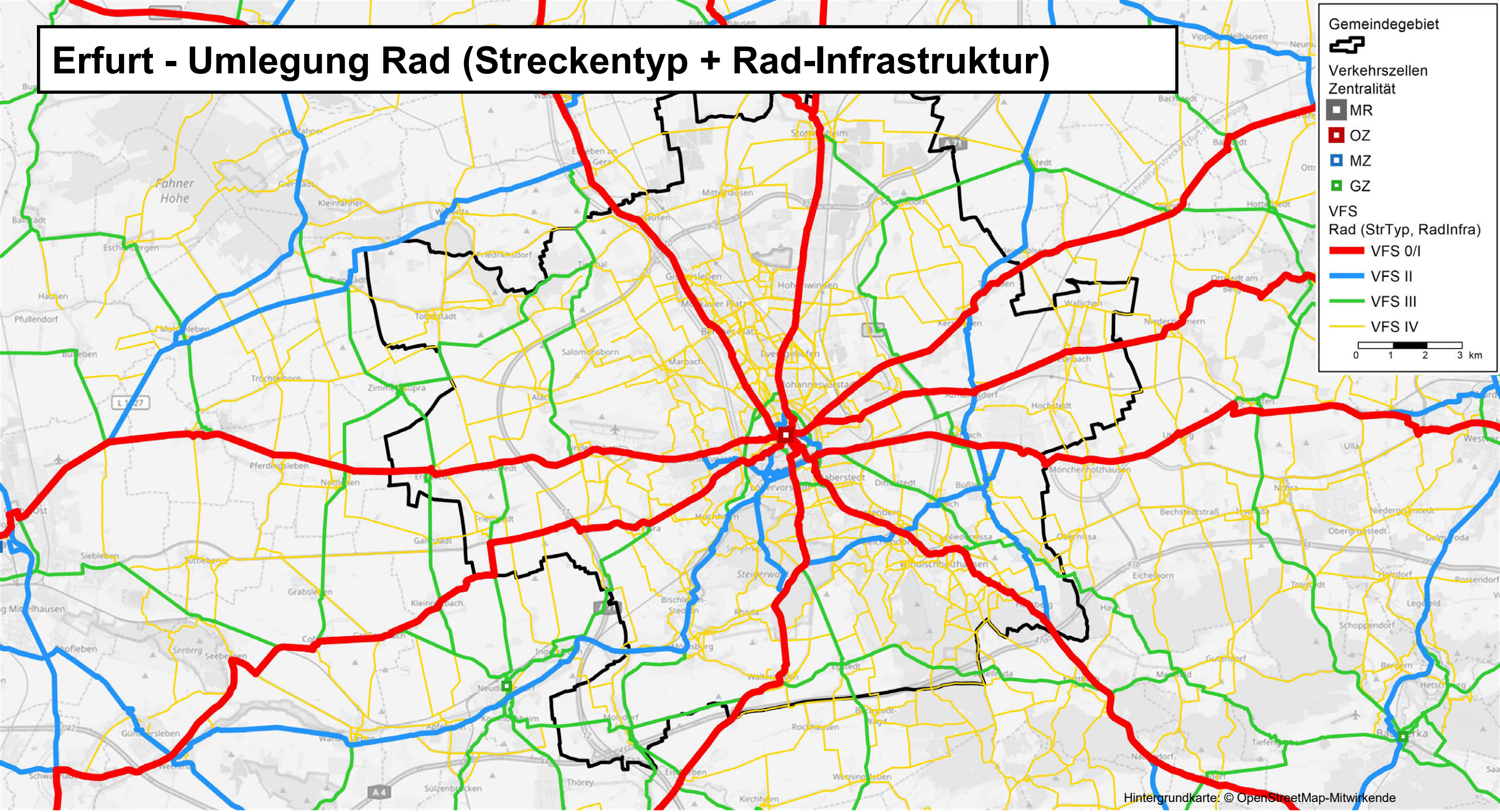
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

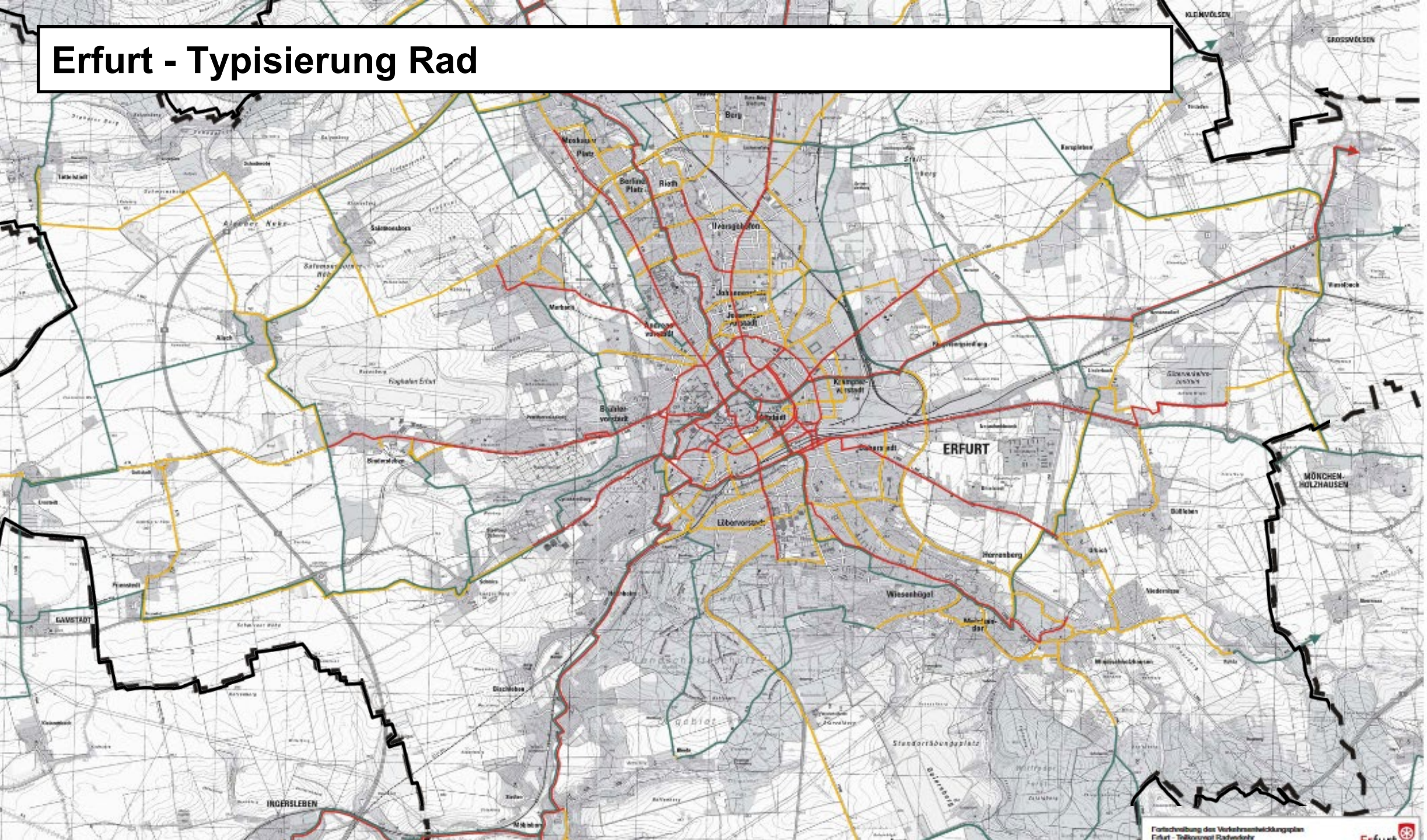
Erfurt - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



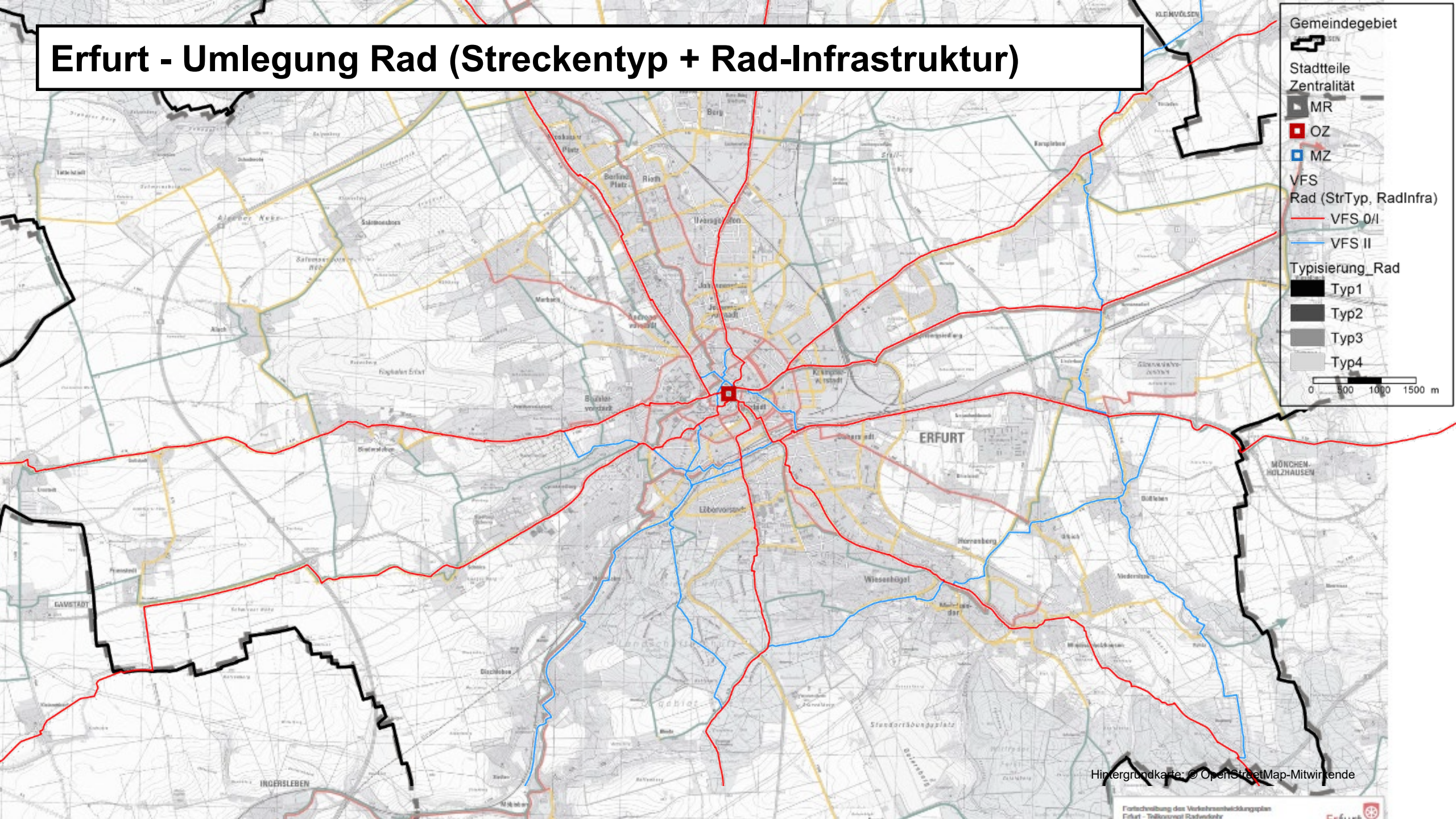
Erfurt - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



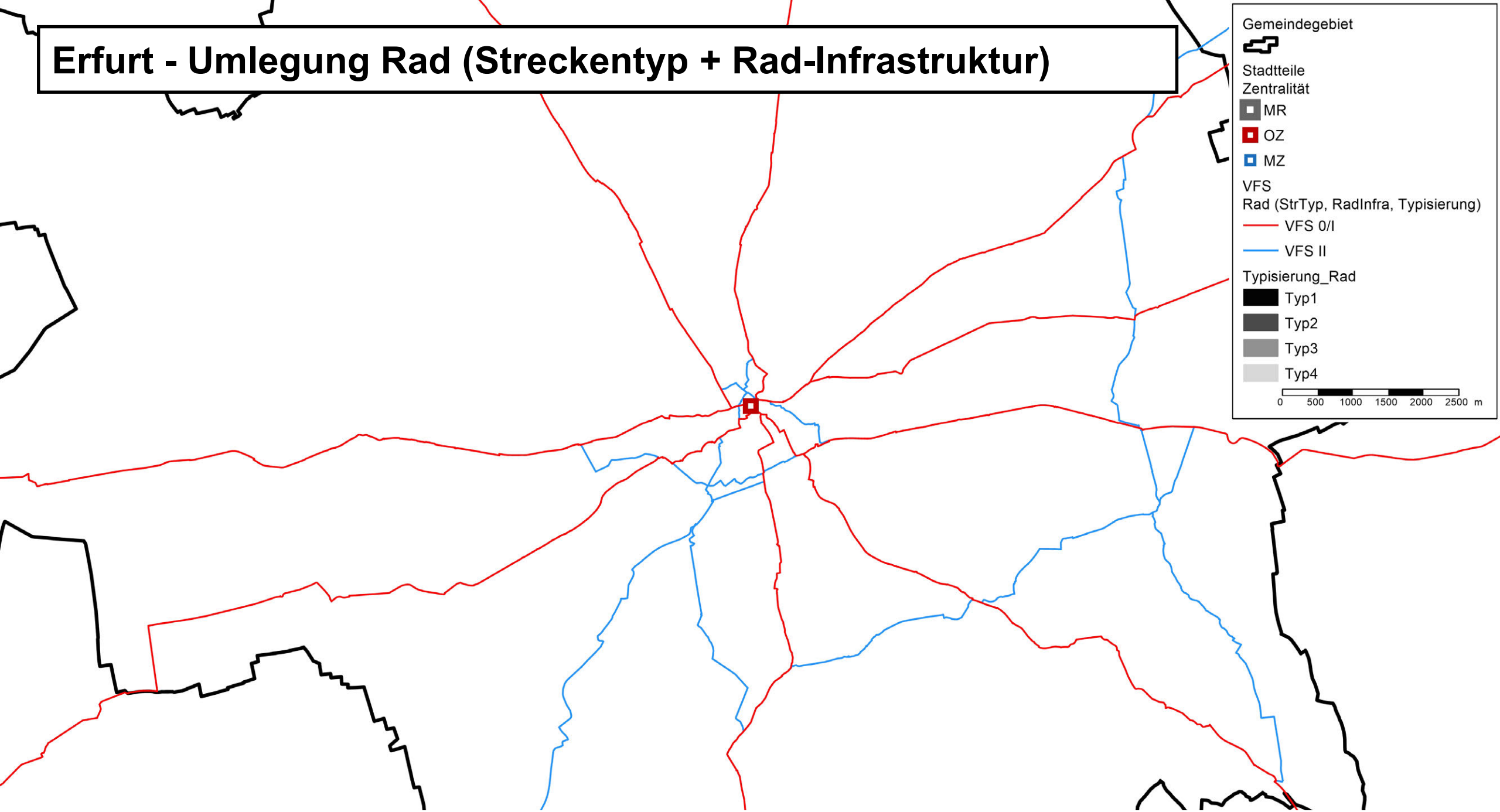
Erfurt - Typisierung Rad



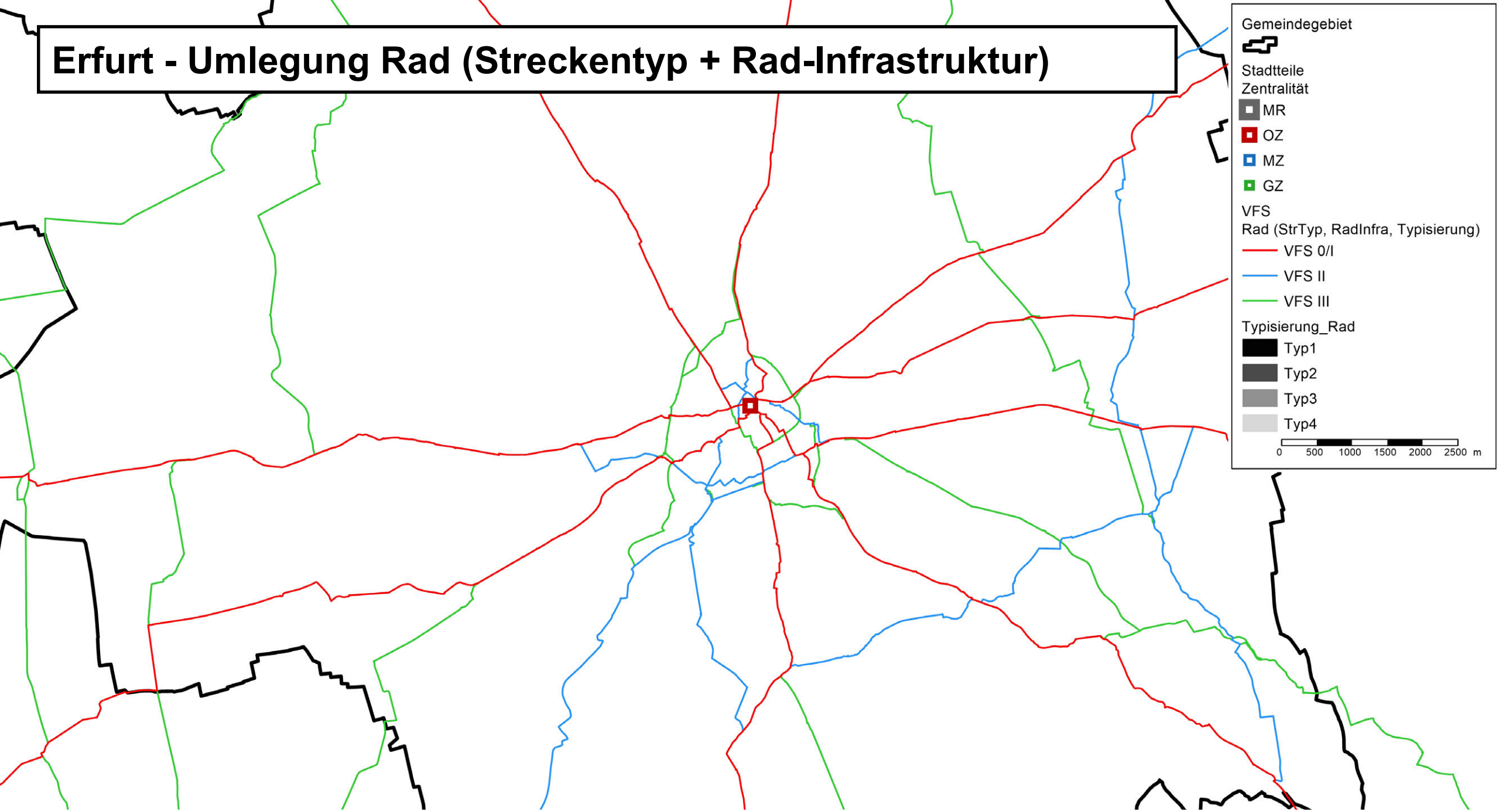
Erfurt - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



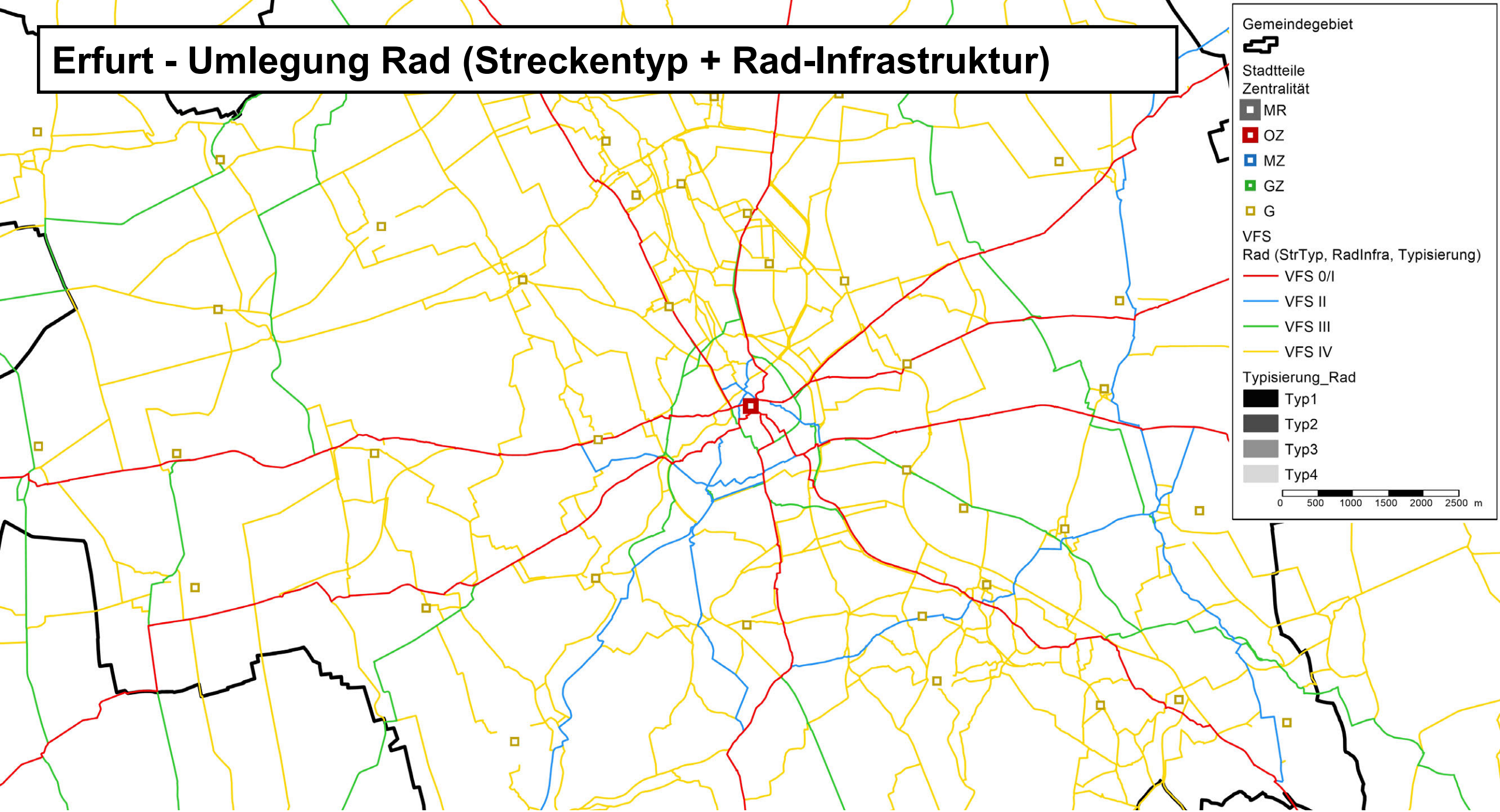
Erfurt - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



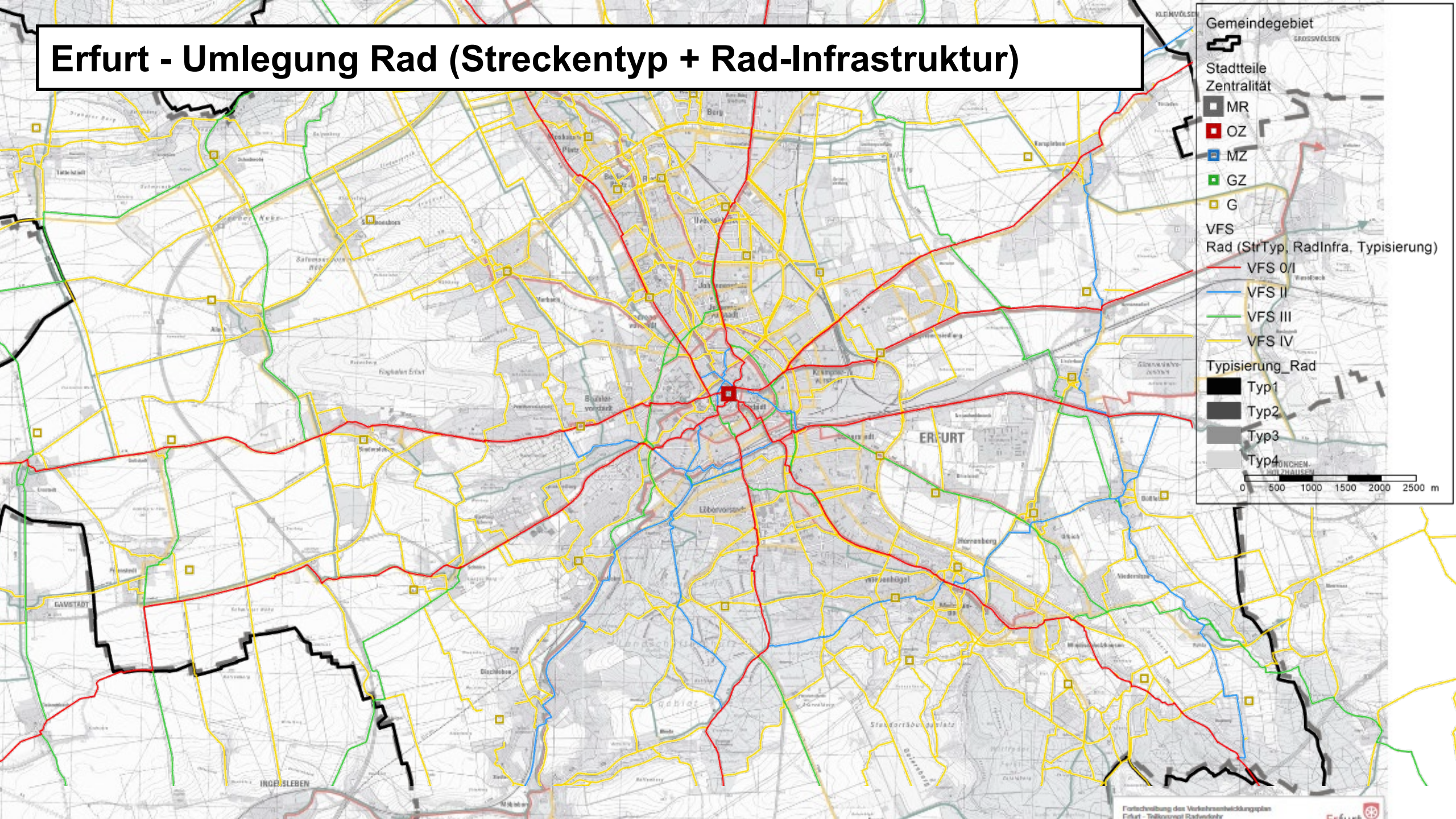
Erfurt - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



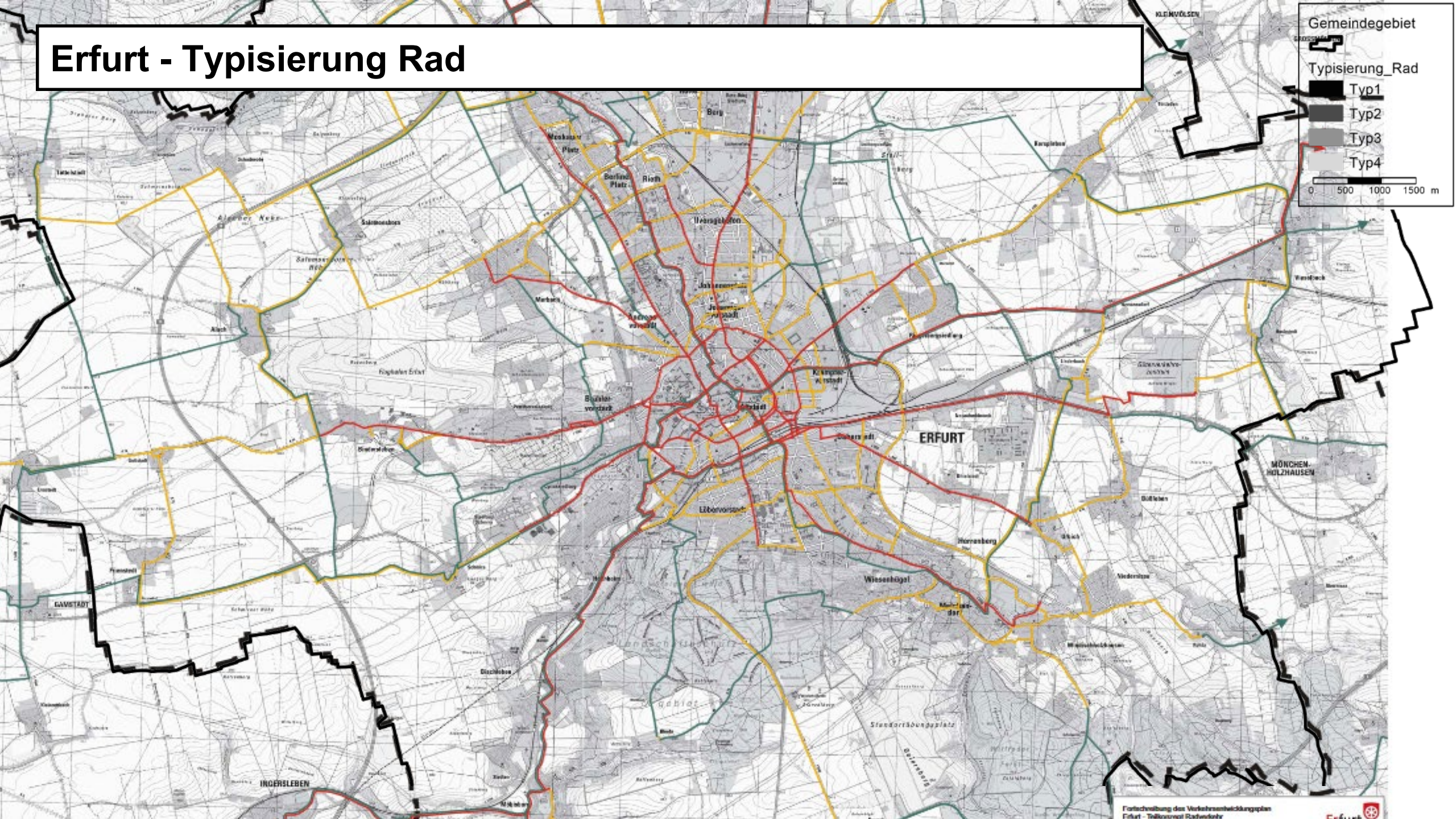
Erfurt - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



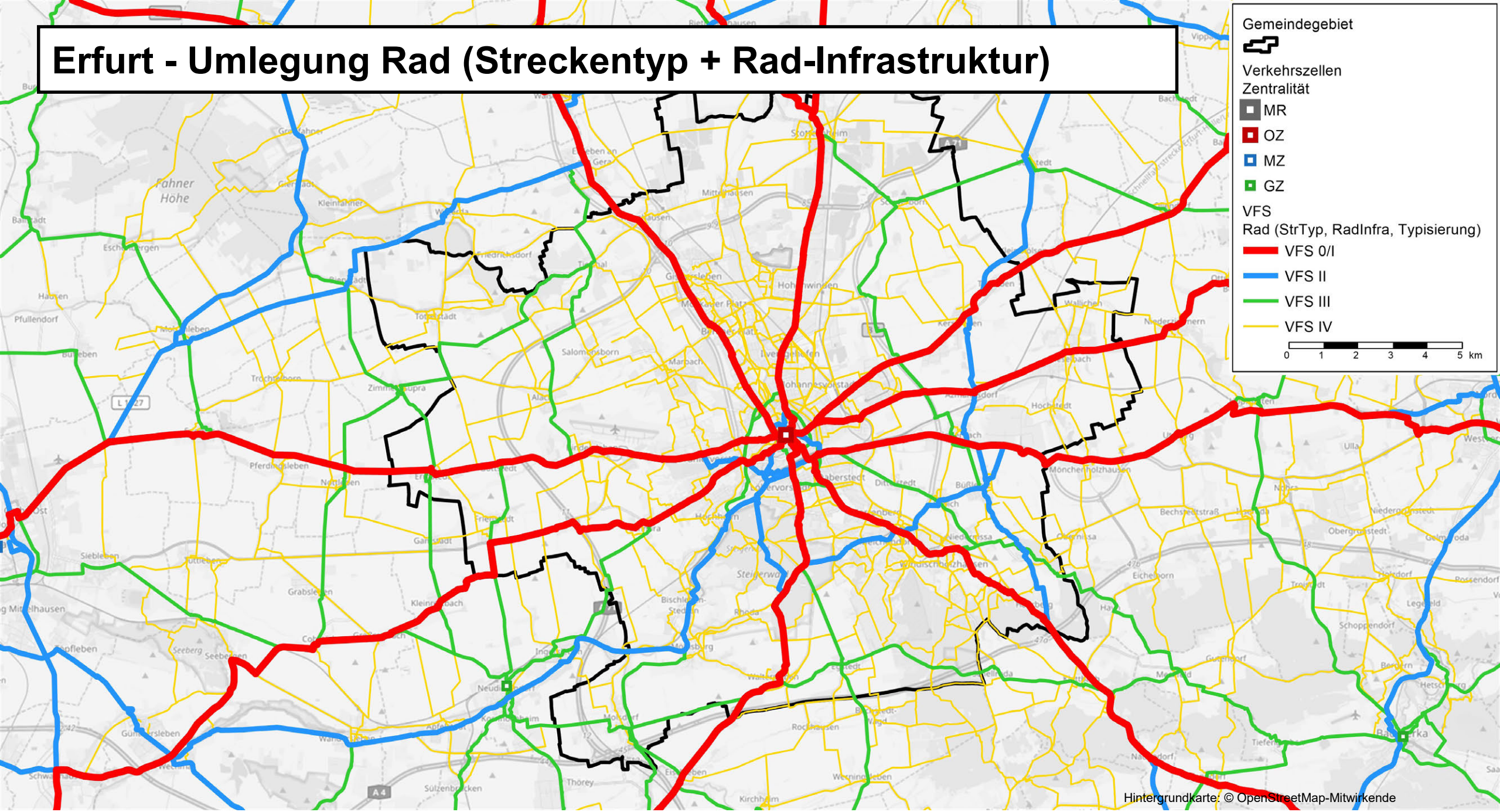
Erfurt - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Erfurt - Typisierung Rad



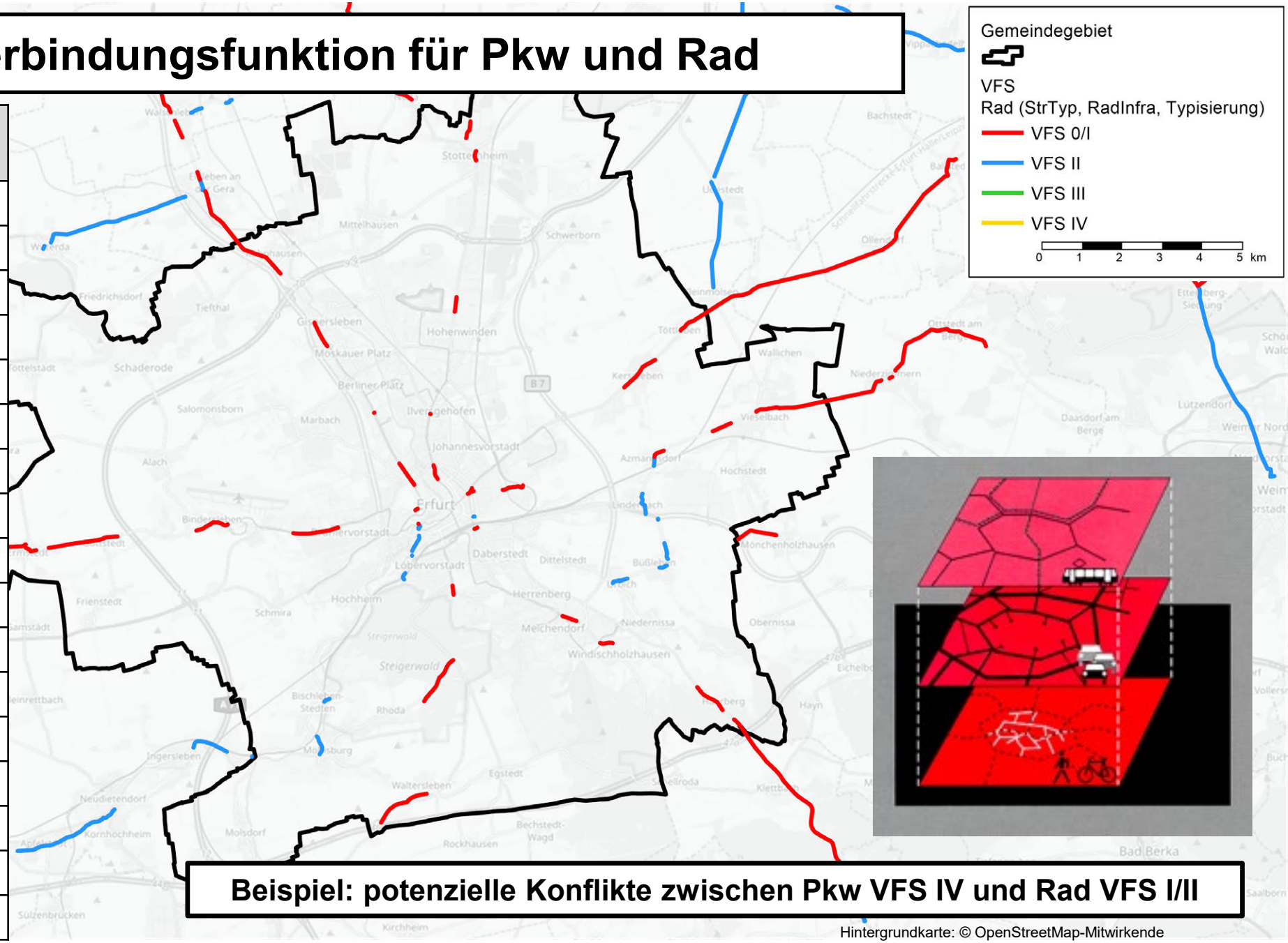
Erfurt - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	0
	II	0
	III	0
	IV	0
II	I	1
	II	0
	III	3
	IV	1
III	I	9
	II	10
	III	39
	IV	24
IV	**I**	**106**
	II	**43**
	III	123
	IV	331

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet



Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS IV und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

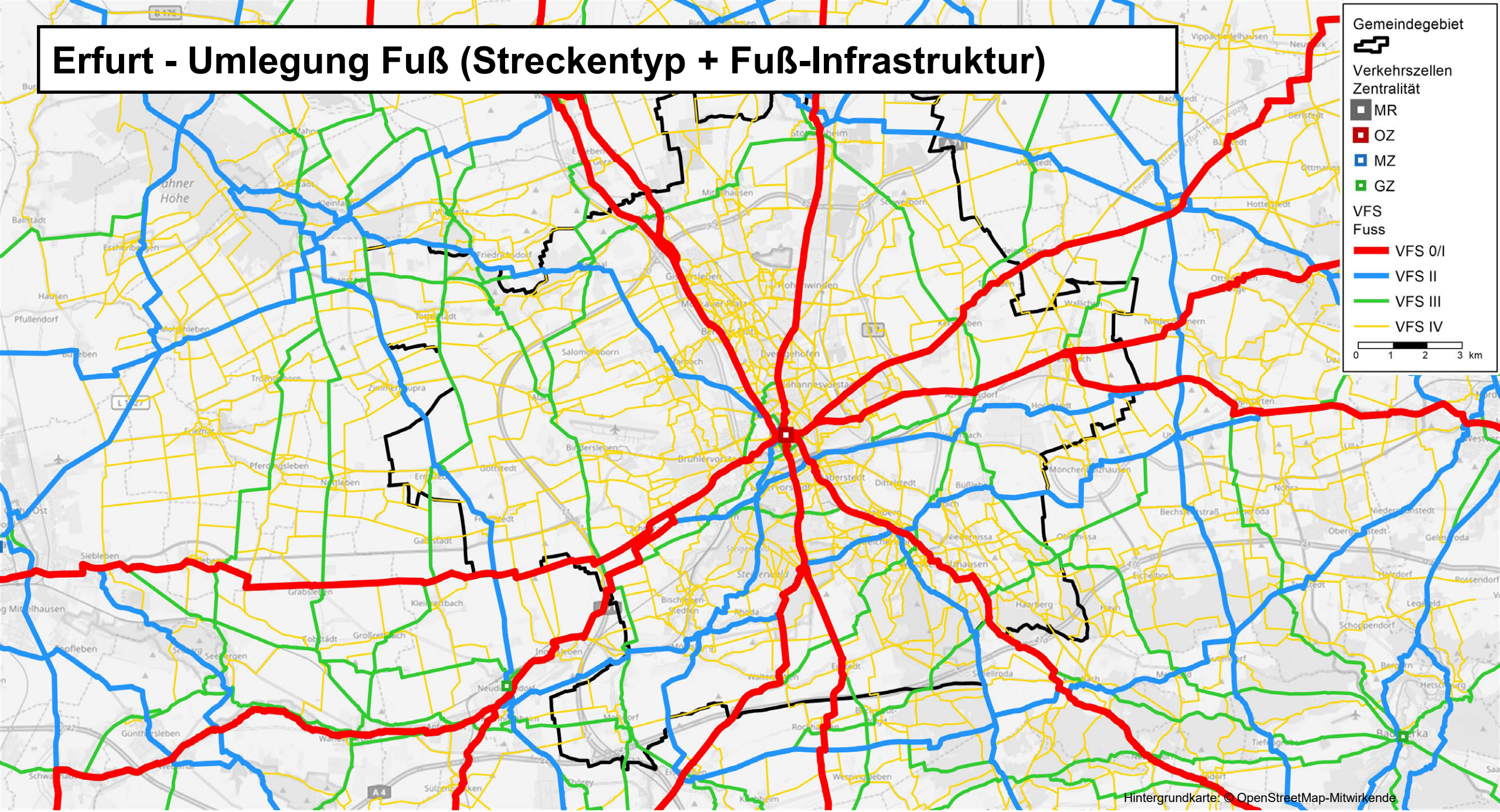
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Erfurt - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	0,9	13,8	16.600
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	11,1	73,3	3.900
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Erfurt	1	53	270	0,4	19,6	3.800

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Fragen

- Methode verstanden?
- Methode zielführend (rein prinzipiell)?
- Wie legt man gute Quellen und Ziele fest?
- Sind Stadtteile eine gute räumliche Einheit?
- Welche Bestandteile von Verkehrswegenetzen wird man über eine solche Methode nicht erklären können?

Protokoll 1/2

Räumliche Gliederung Ergebnis historischer und politischer Prozesse; eventuell ungewollte Effekte

- Keine Ebene der Stadtbezirke ist aufgrund der Größe Erfurts für die Methode nachteilig (Folie 15/52)
- Vermutlich hätten nicht alle Stadtteile in Erfurt die Zentralitätsstufe IV, bzw. eine gleichbedeutende zentralörtliche Funktion (Bsp. Stadtteile mit sehr wenigen Einwohnern/POIs)

Anbindungsmethodik an „Autobahnanschlussstellen“ (Folie 28) hat Unzulänglichkeiten

- teilweise Anbindung an Autobahnraststätten oder Behelfsausfahrten
- östlichste Anschlussstelle Vieselbach hätte größere Bedeutung für einzelne Stadtteile und hat keine eigene (automatisiert erzeugte) Anbindung

Kategorisierung Pkw (Folie 33)

- In den Süden wäre eine Route nach Arnstadt (L3004) auf VFS II erwartet gewesen
- In den Westen könnte die K16 auch VFS III sein
  - → Begründung aus DTV (Nachfrage), mögliche Gründe sind eine zu starke Bündelung auf VFS II, aber auch Unzulänglichkeiten auf Ebene der Anbindungen
- Im VFS IV-Netz bemerkbarer Effekt von Stadtteilen ohne zentralörtliche Funktion
- Hinweis auf fehlende aber wichtige singuläre Verkehrserzeuger, eventuell feingliedrigere Bertachtung

Protokoll 2/2

Kategorisierung Rad (Folie 46)

- Ähnliche Ergebnisse wie „Stadtnetz“ und „Stadtteilnetz“ (Typisierung Erfurt), da hierbei ähnlich vorgegangen wurde (ERA)
- Bei ggf. fehlenden Routen: stadtspezifische Bewertung für Alltags- und Freizeitverkehr und/oder Topographie ausschlaggebend

Kategorisierung Fußverkehr (Folie 51)

- Hohe Bedeutung VFS 0/I nicht für Fußverkehr relevant (Entfernungen); Freizeitverkehr, nicht Alltag
- Stadtteilebene zu grob – feingliedriger; POIs sind hier relevanter

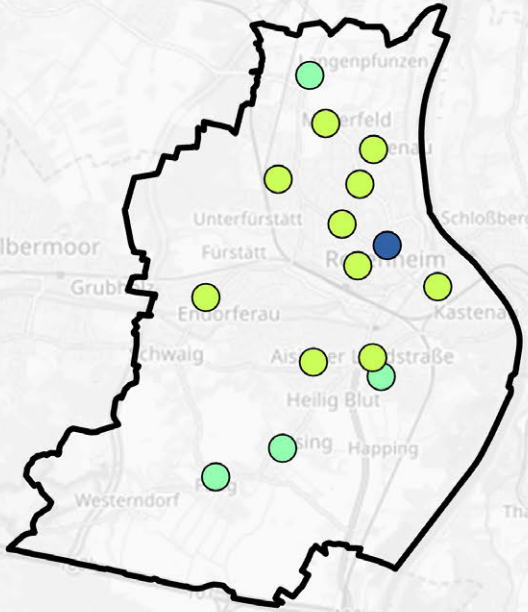
Allgemeines zur RIN-Anwendung innergemeindlich

- Methodik der RIN ist auf Landesstrukturen ausgerichtet (es gibt bereits ausgearbeitete Landesentwicklungspläne) – nicht auf Stadtentwicklungskonzepte. Kommunen müssten Zentren vordenken – erst dann sollte automatisierte Anwendung erfolgen.
- Man benötigt Grundprinzipien für automatisierte Prozesse/Vorgehensweisen zur Klassifizierung, aber händische stadtspezifische Bearbeitung trotzdem notwendig

Rosenheim
(06.04.2023)

Kommunale Daten: © Stadt Rosenheim

Rosenheim - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB



Gemeindegebiet

ZVB Flächen Code

- Typ 0
- Typ 1
- Typ 2
- Typ 3
- Typ 4
- Typ 5
- Typ Sonstige

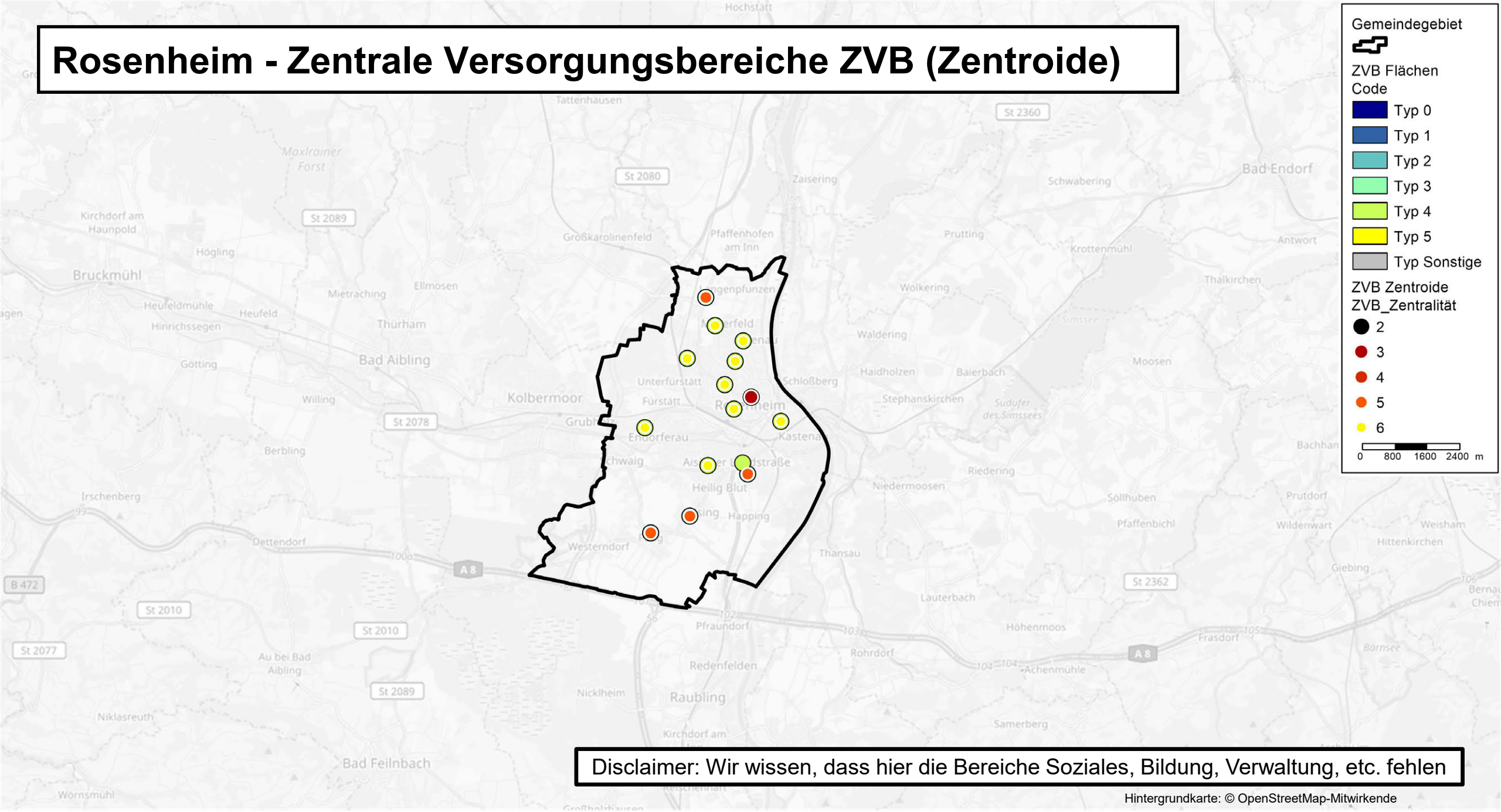
0 800 1600 2400 m

Typ	Bezeichnung	Anzahl
Typ 1	Stadtzentrum	1
Typ 3	Stadtteilzentren	4
Typ 4	Nahversorgungszentren	10

Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

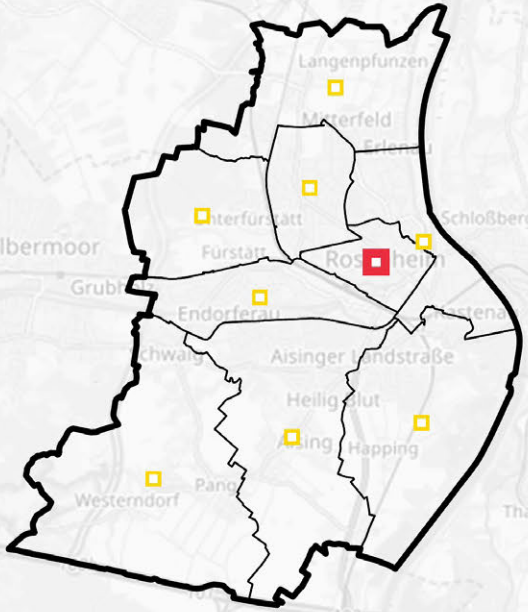
Rosenheim - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Rosenheim - Stadtteile mit Zentralitäten



Gemeindegebiet

Stadtteile Zentralität

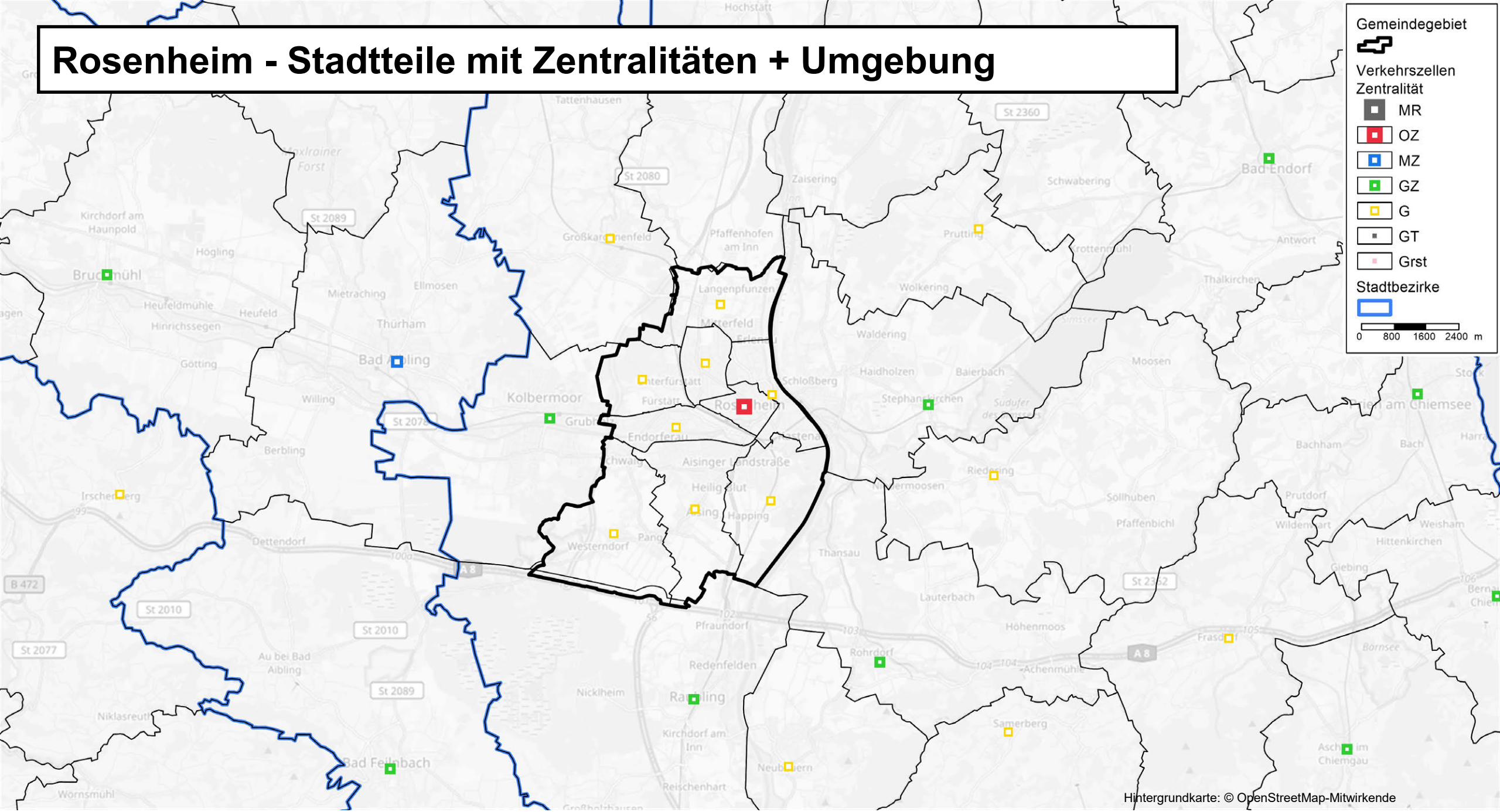
- MR
- OZ
- MZ
- GZ
- G
- GT
- Grst

Stadtbezirke

0 800 1600 2400 m

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

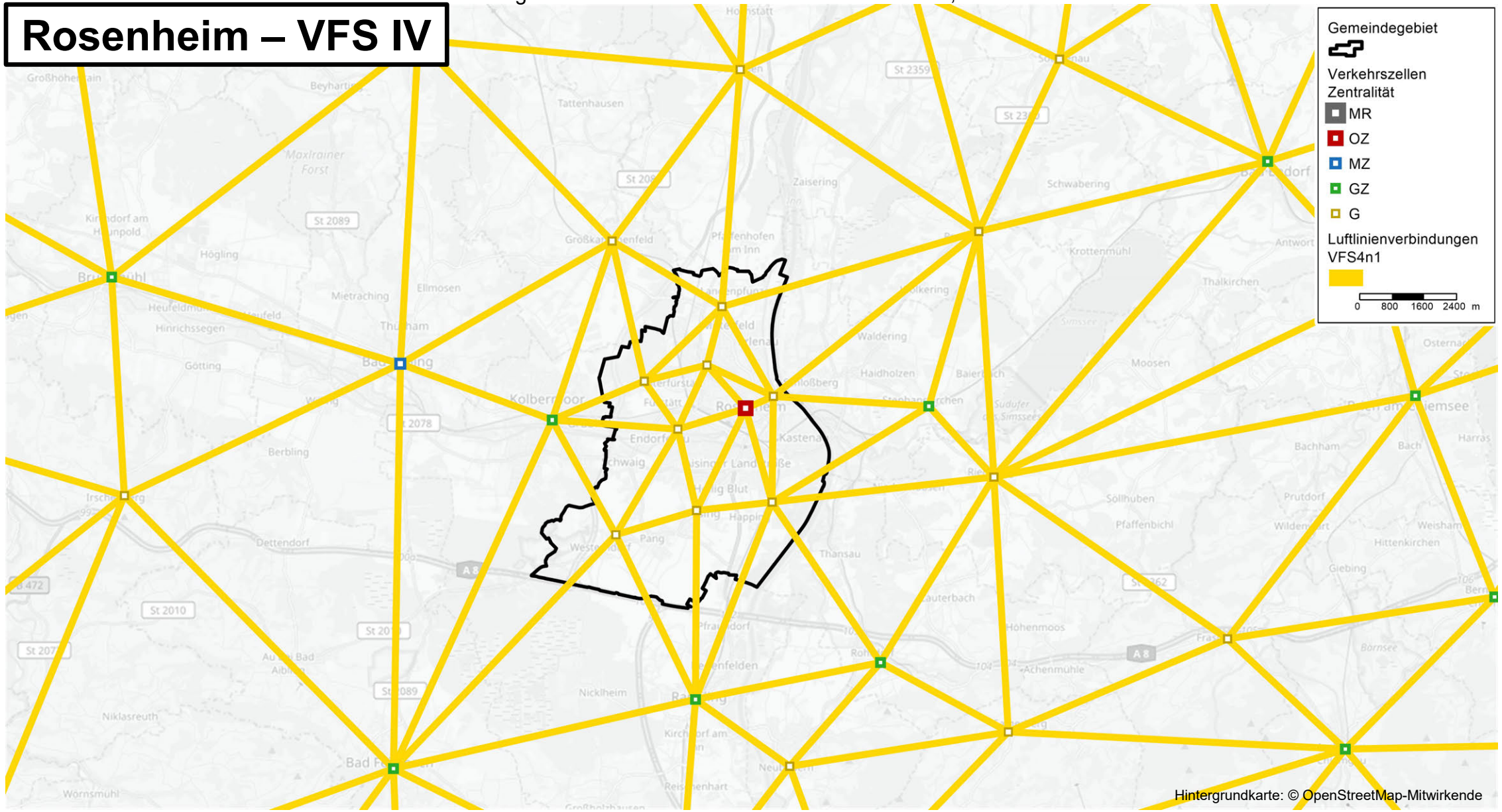
Rosenheim - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

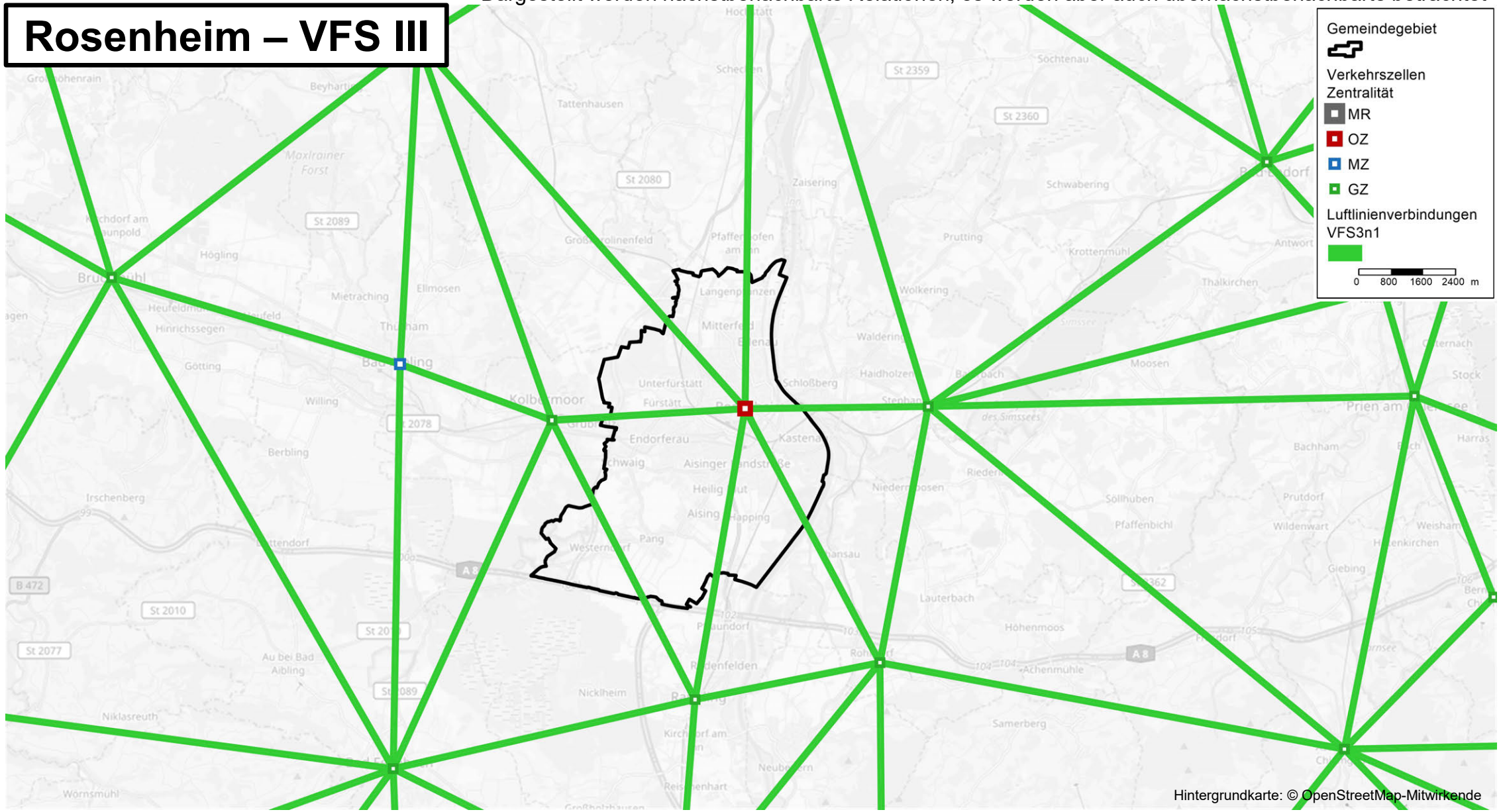
Rosenheim – VFS IV



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

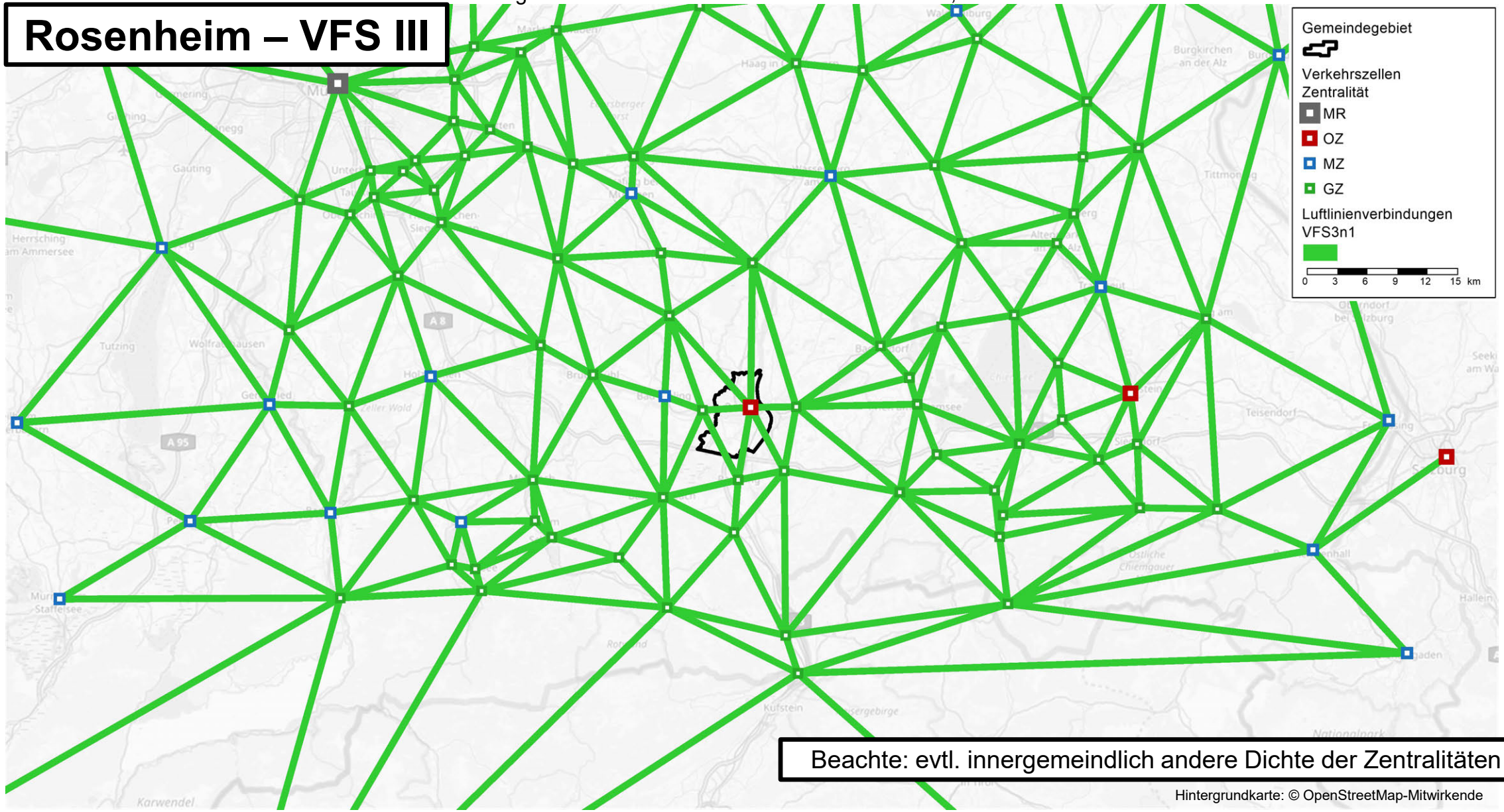
Rosenheim – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Rosenheim – VFS III



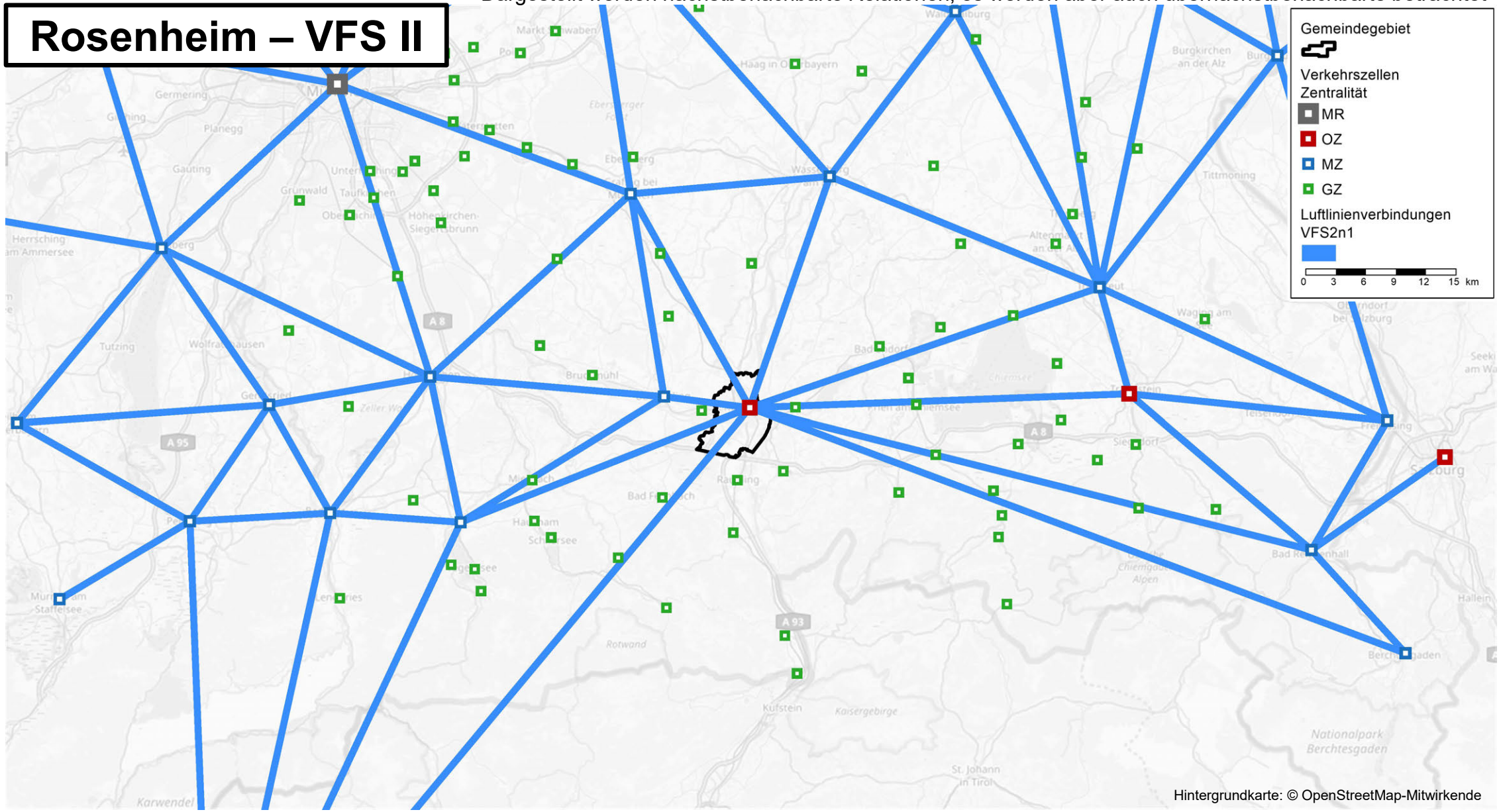
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Rosenheim – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

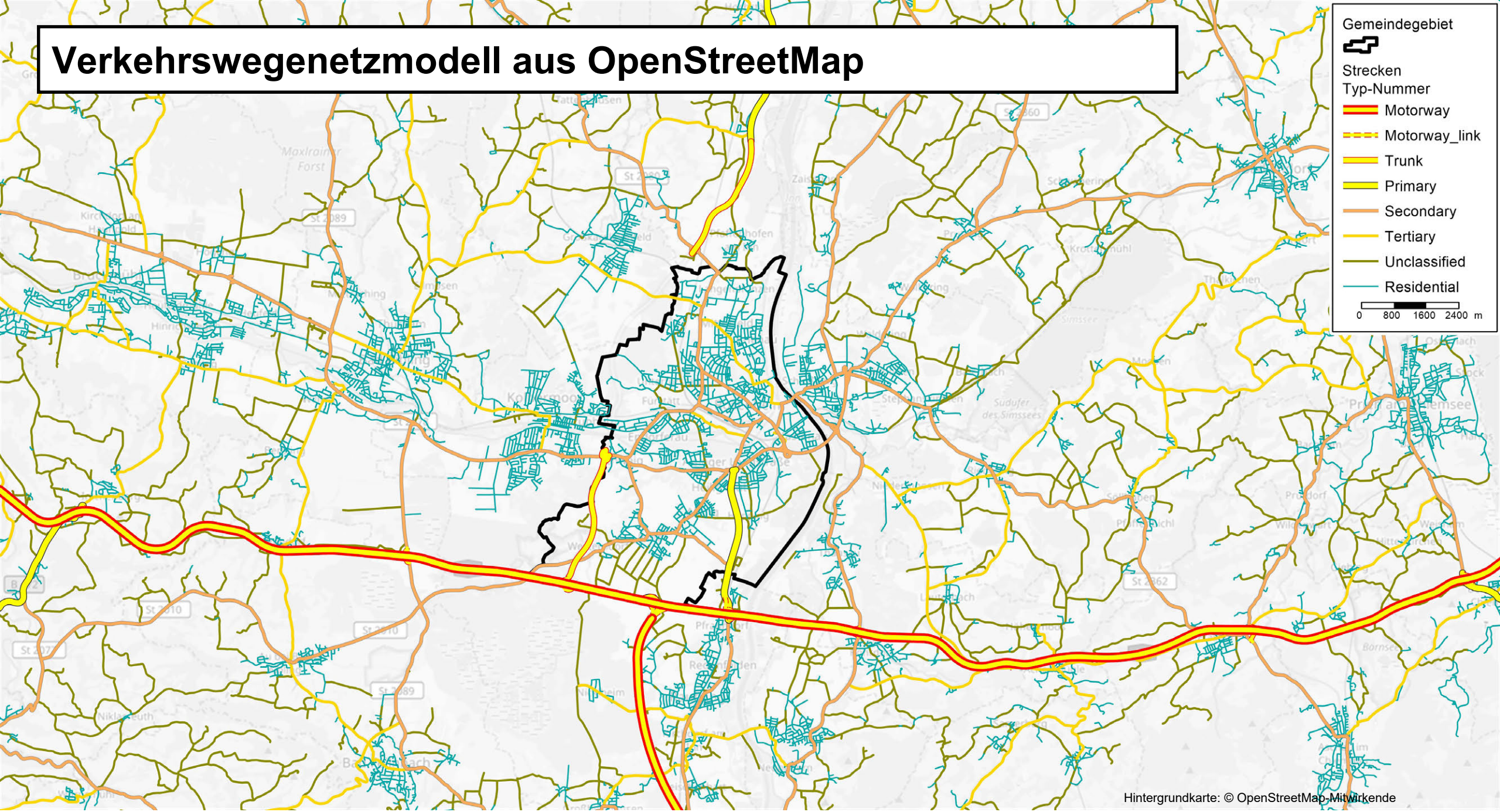
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

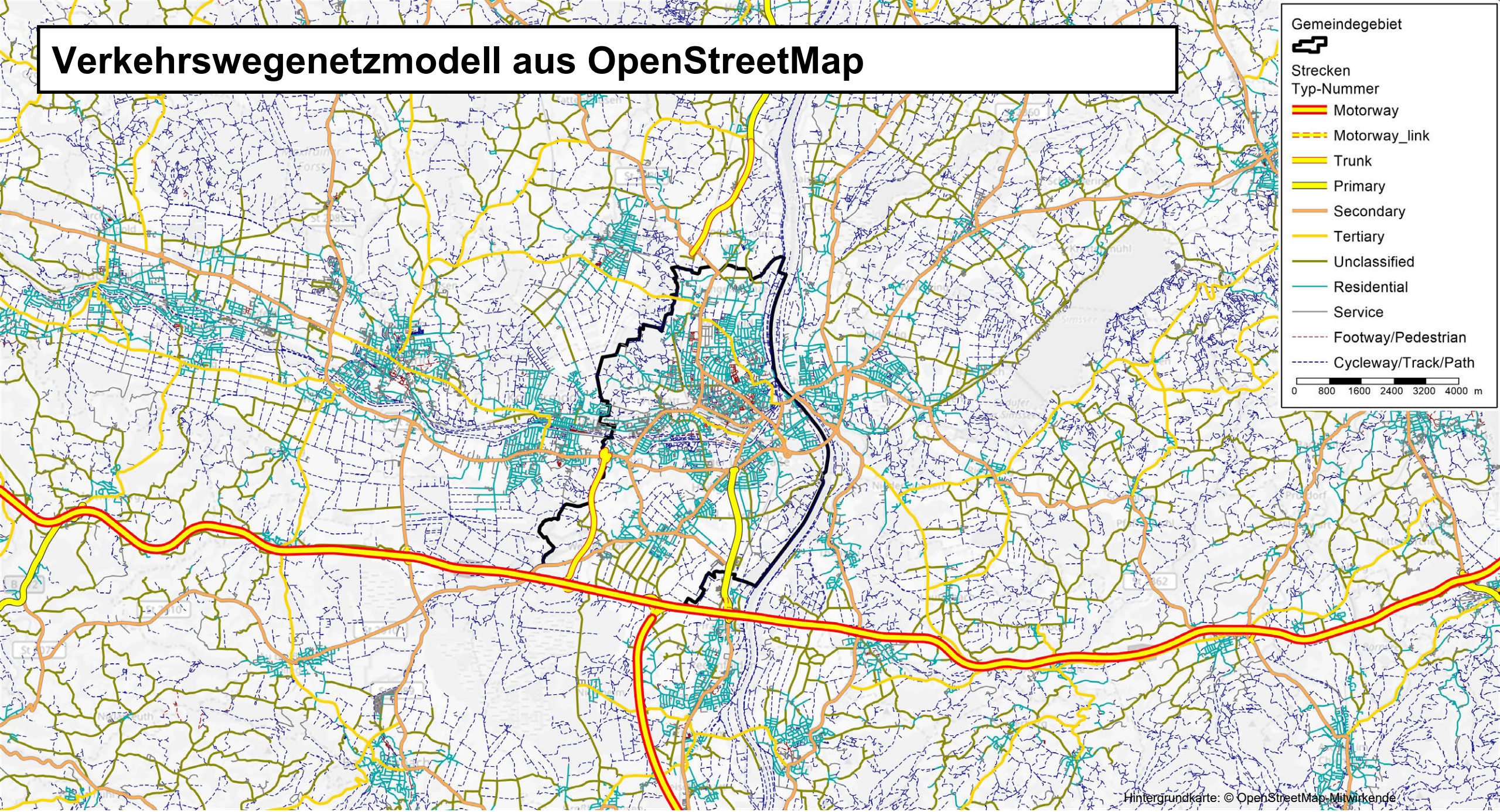
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

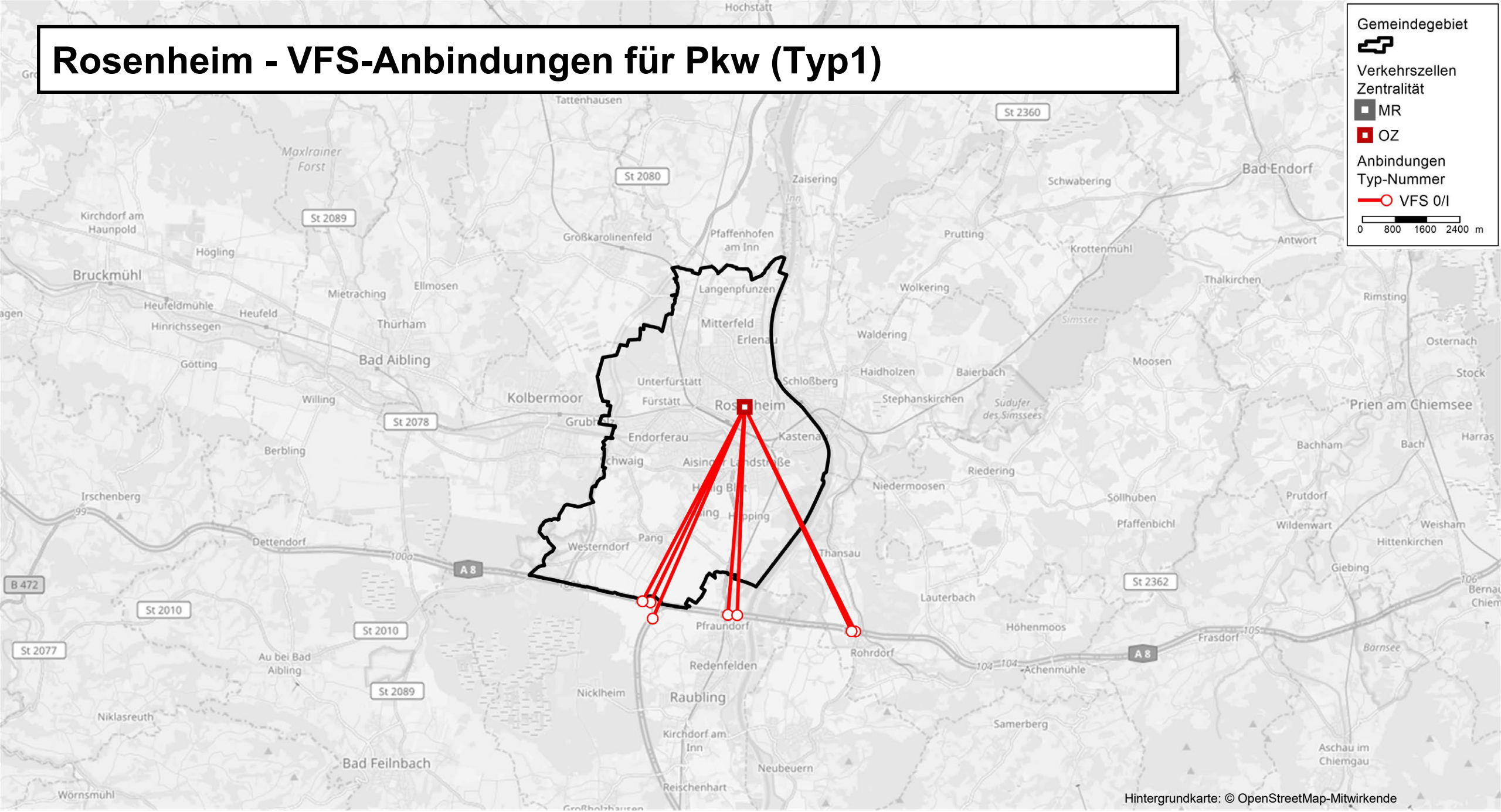
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

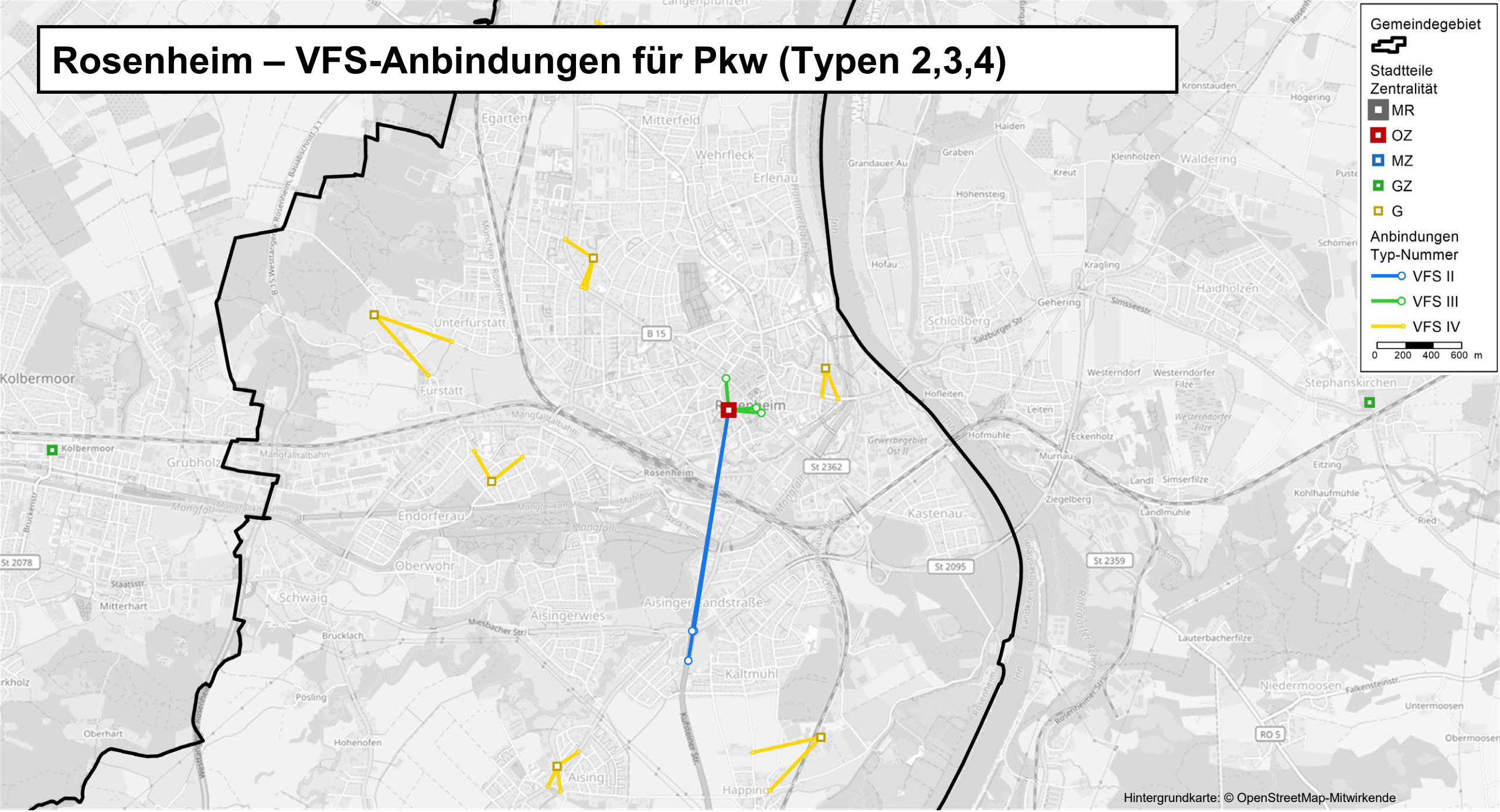
*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Rosenheim - VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Rosenheim – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

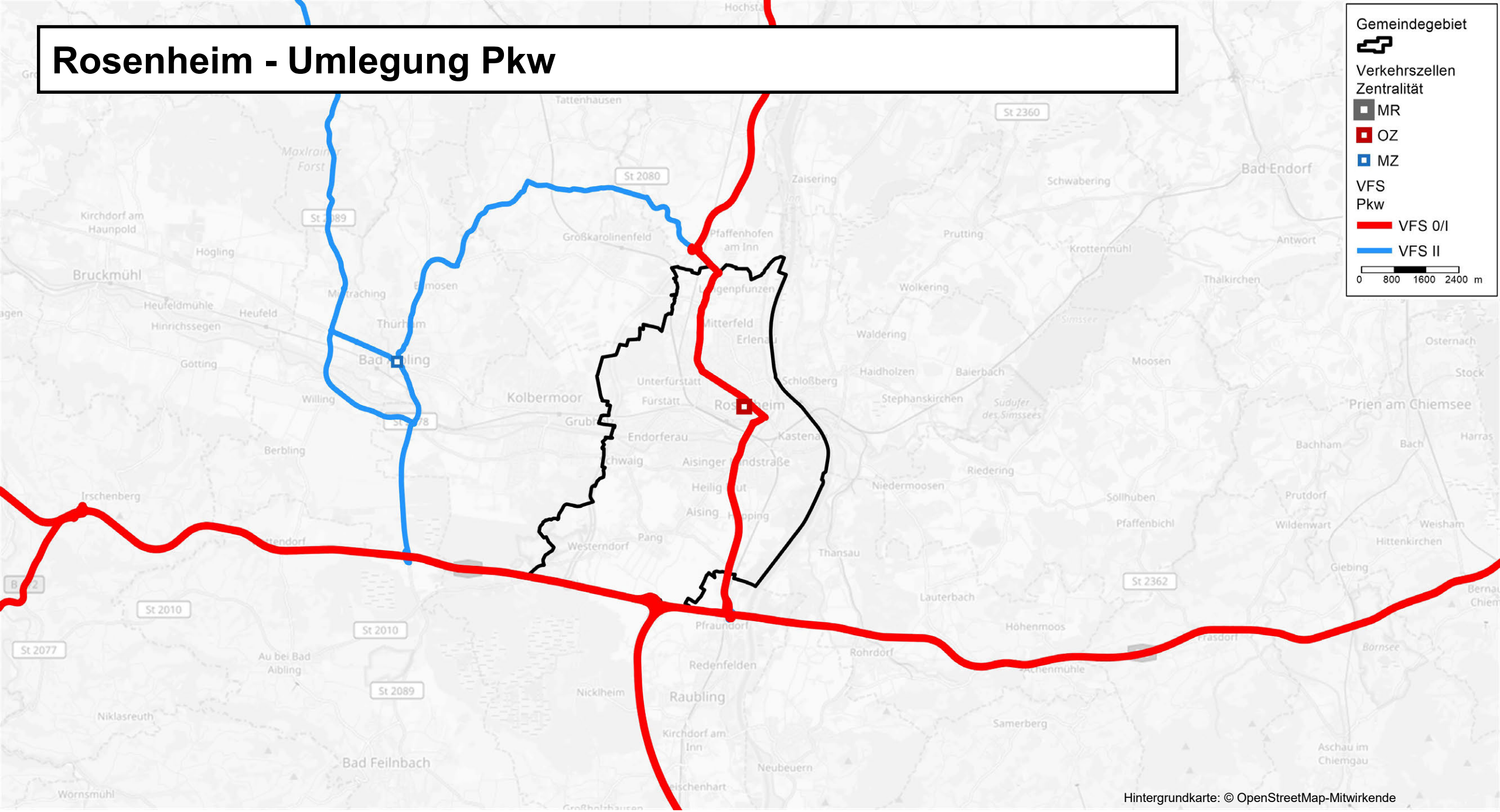
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

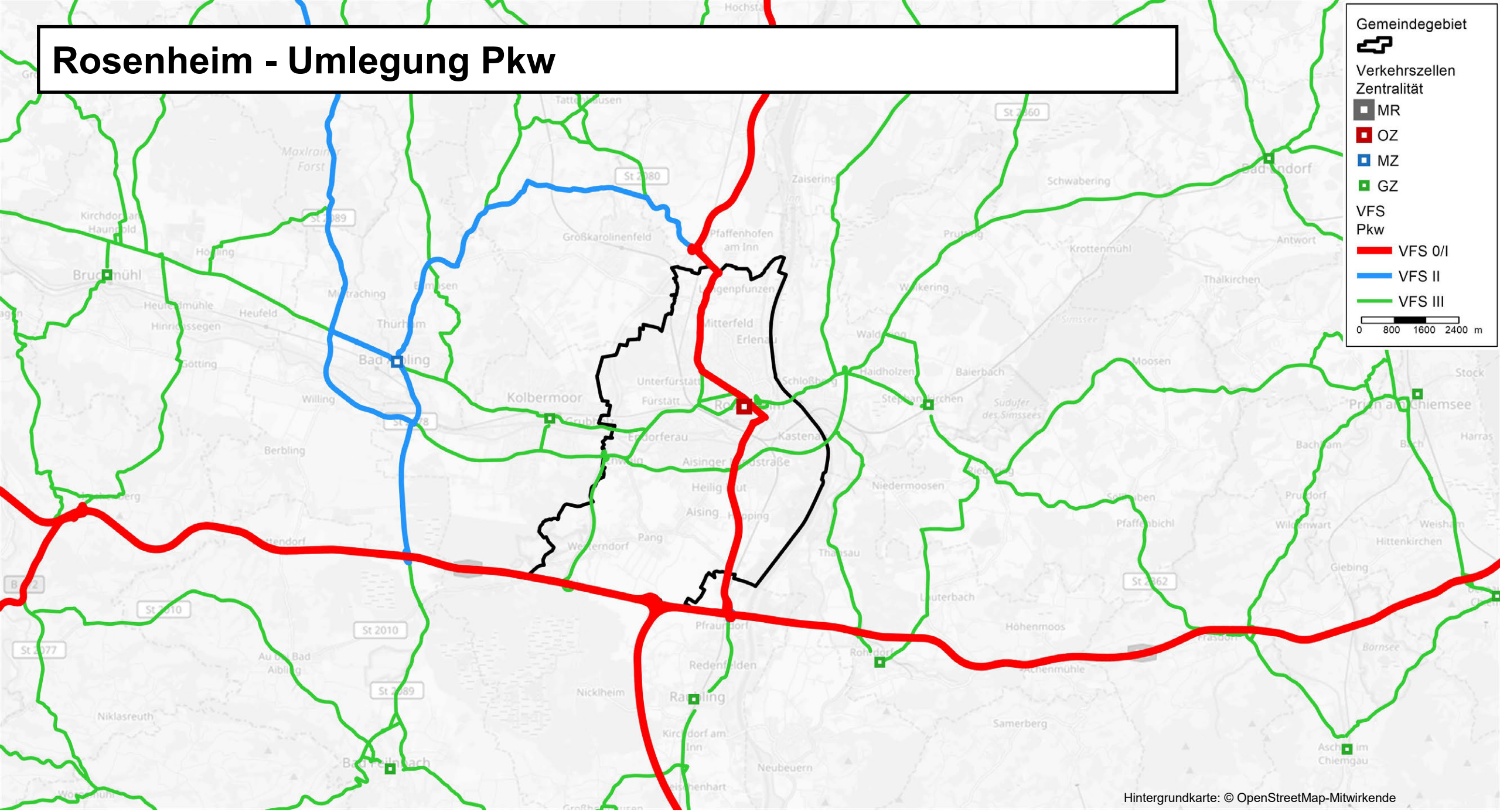
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

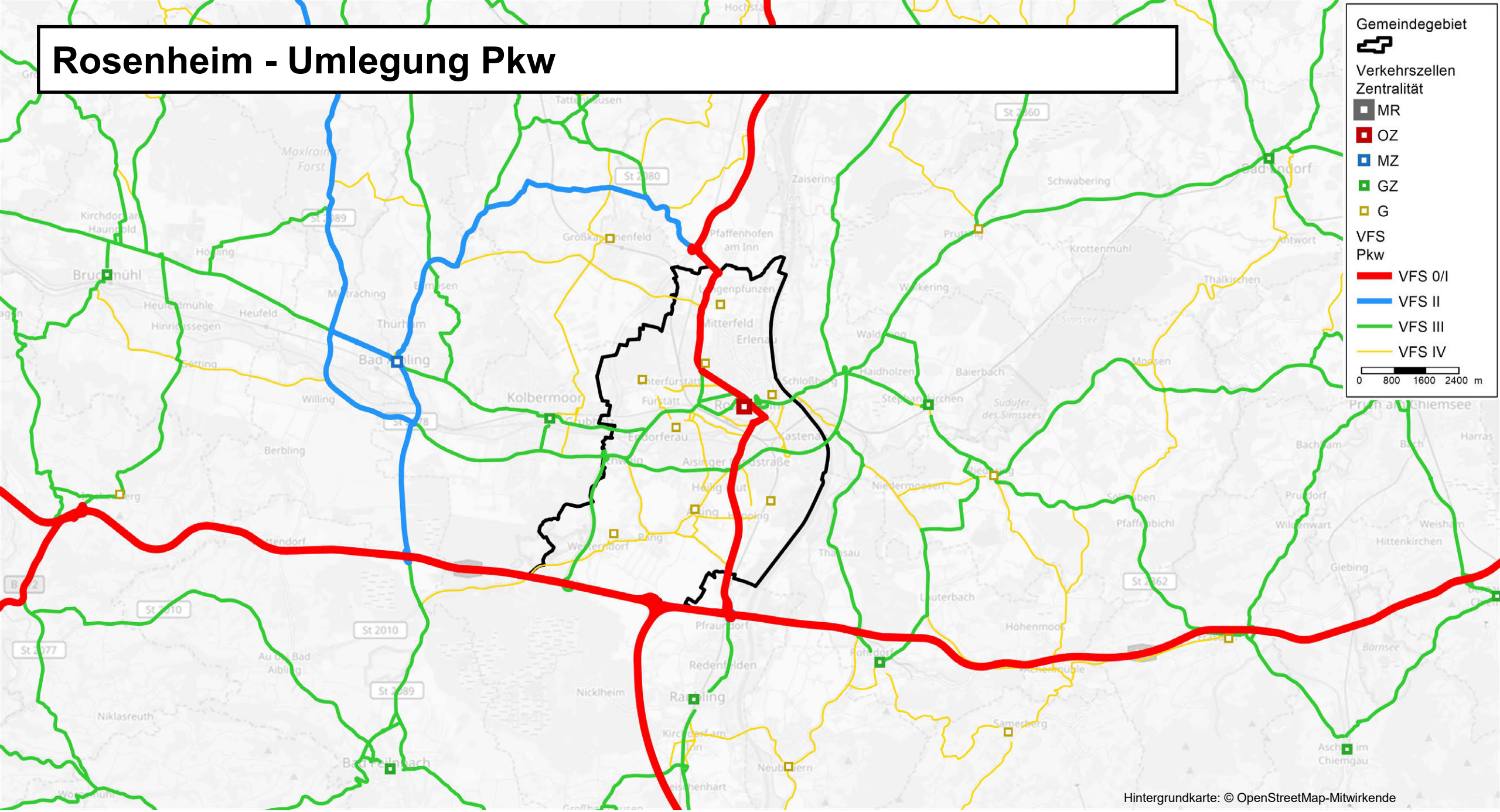
Rosenheim - Umlegung Pkw



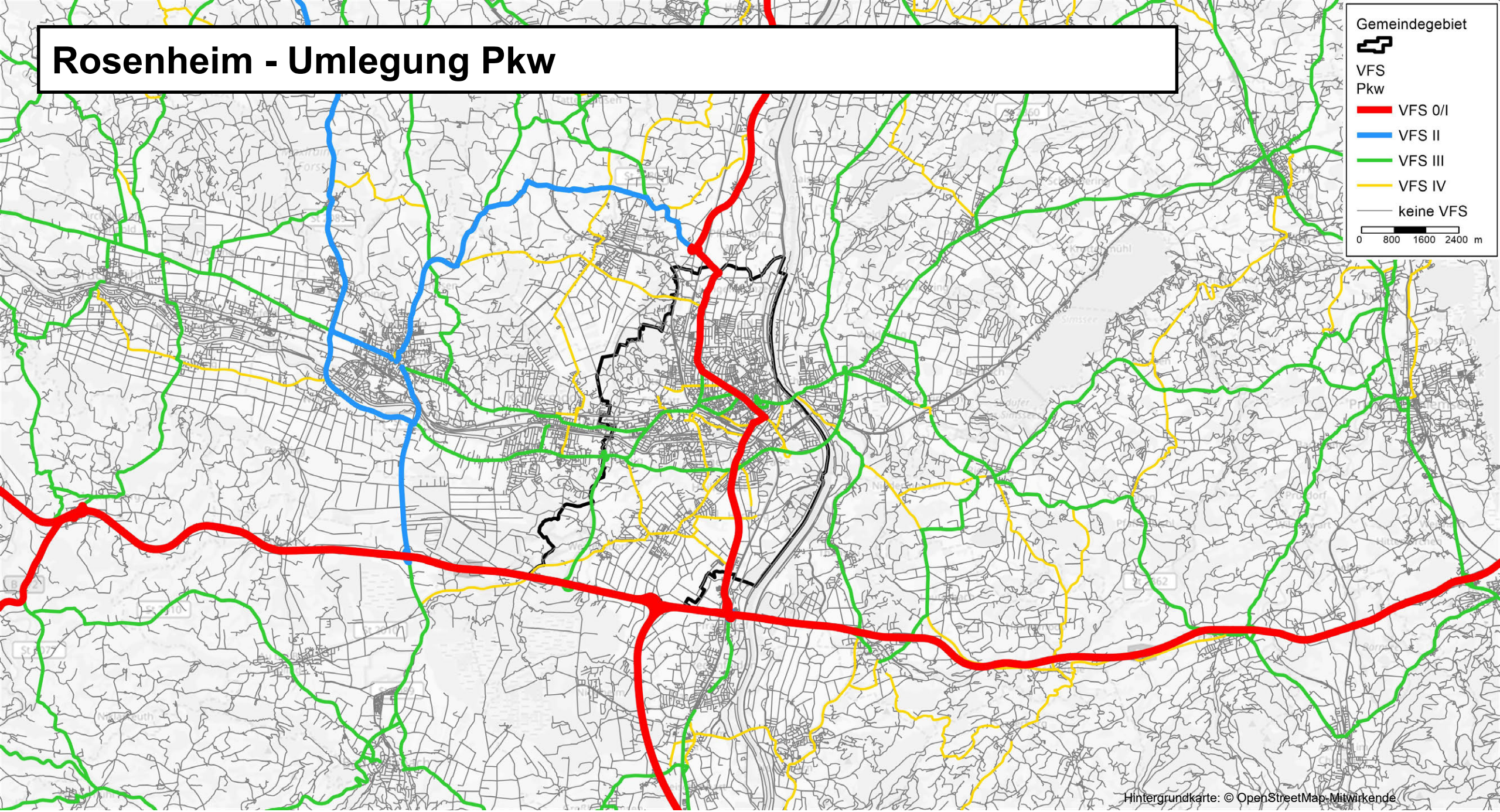
Rosenheim - Umlegung Pkw



Rosenheim - Umlegung Pkw



Rosenheim - Umlegung Pkw



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

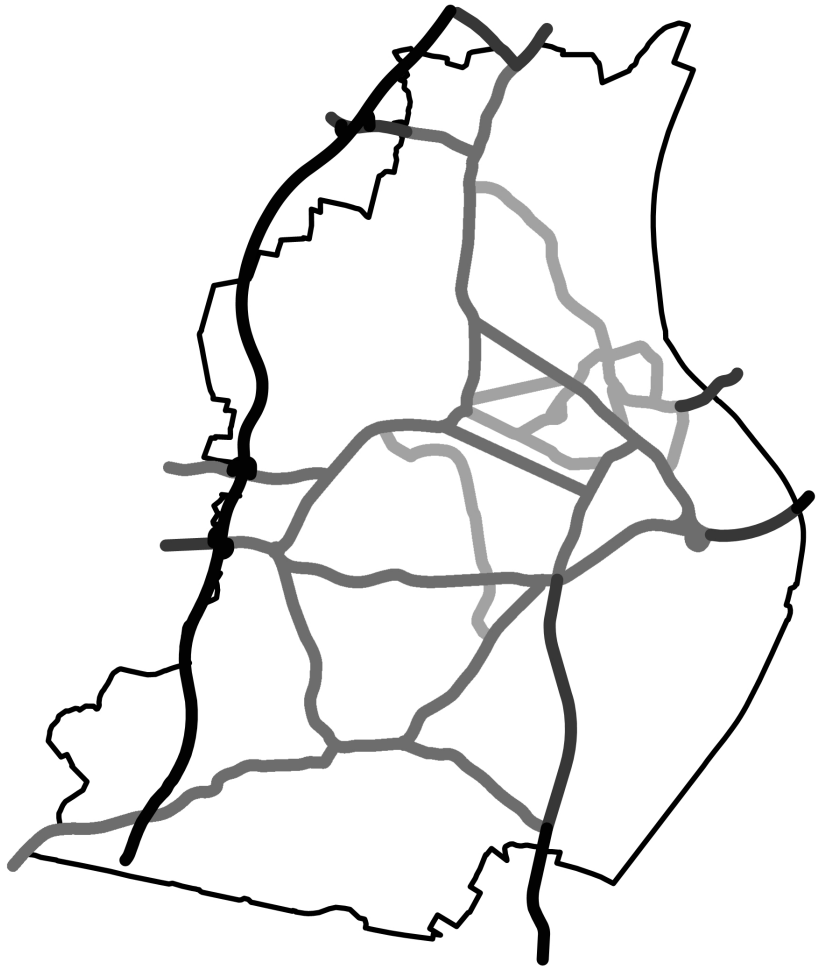
OpenStreetMap

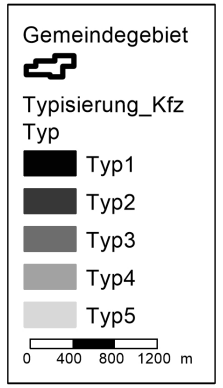
Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

OSM-Name	VFS (Ergebnis Modell)					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	88%	4%	7%	0%	1%	92%
trunk, primary	69%	3%	27%	0%	2%	30%
secondary	8%	6%	59%	23%	5%	81%
tertiary	0%	11%	20%	39%	30%	89%
unclassified	0%	2%	6%	12%	80%	92%
residential	0%	0%	0%	0%	99%	99%

arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	**73%**

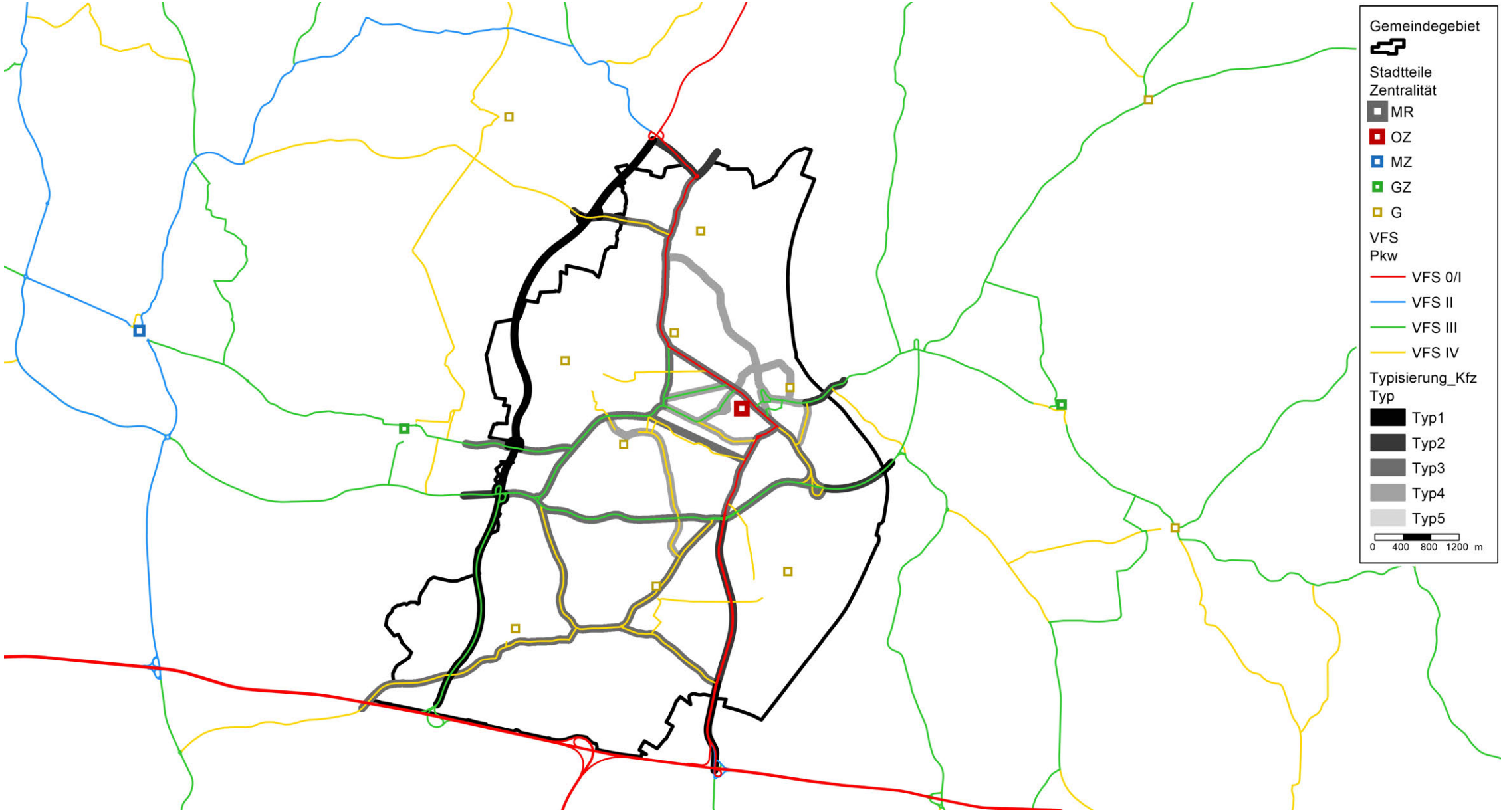
Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung





Typ	Beschreibung
Typ1	VFS I (großräumig)
Typ2	VFS II (überregional)
Typ3	VFS III (regional)
Typ4	VFS IV (nahräumig)

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS (Ergebnis Modell)				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
VFS I (großräumig)	19%	5%	70%	6%	**Fehlende B15**
VFS II (überregional)	47%	0%	39%	15%	
VFS III (regional)	21%	0%	34%	46%	
VFS IV (nahräumig)	10%	0%	31%	59%	

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

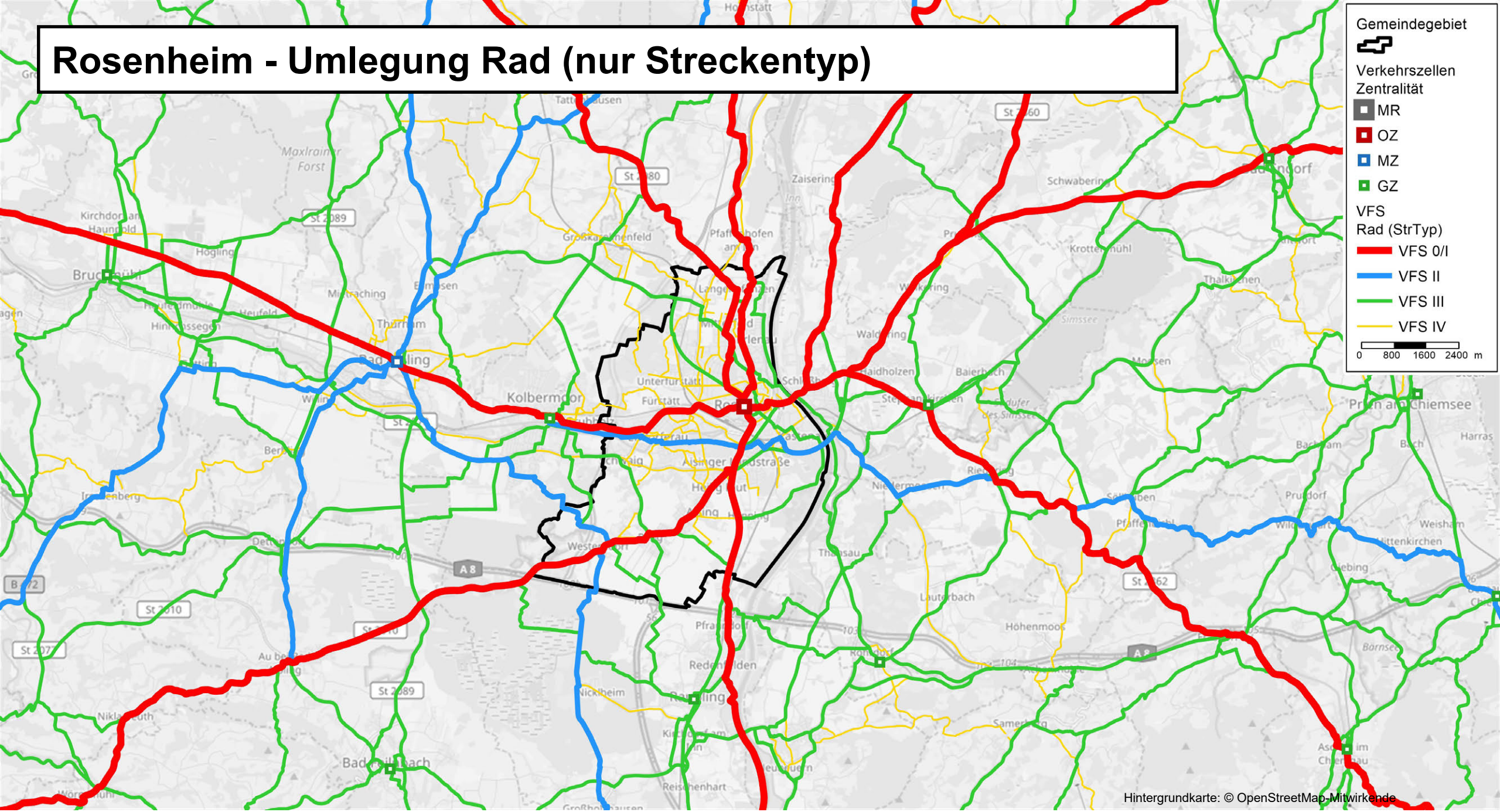
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

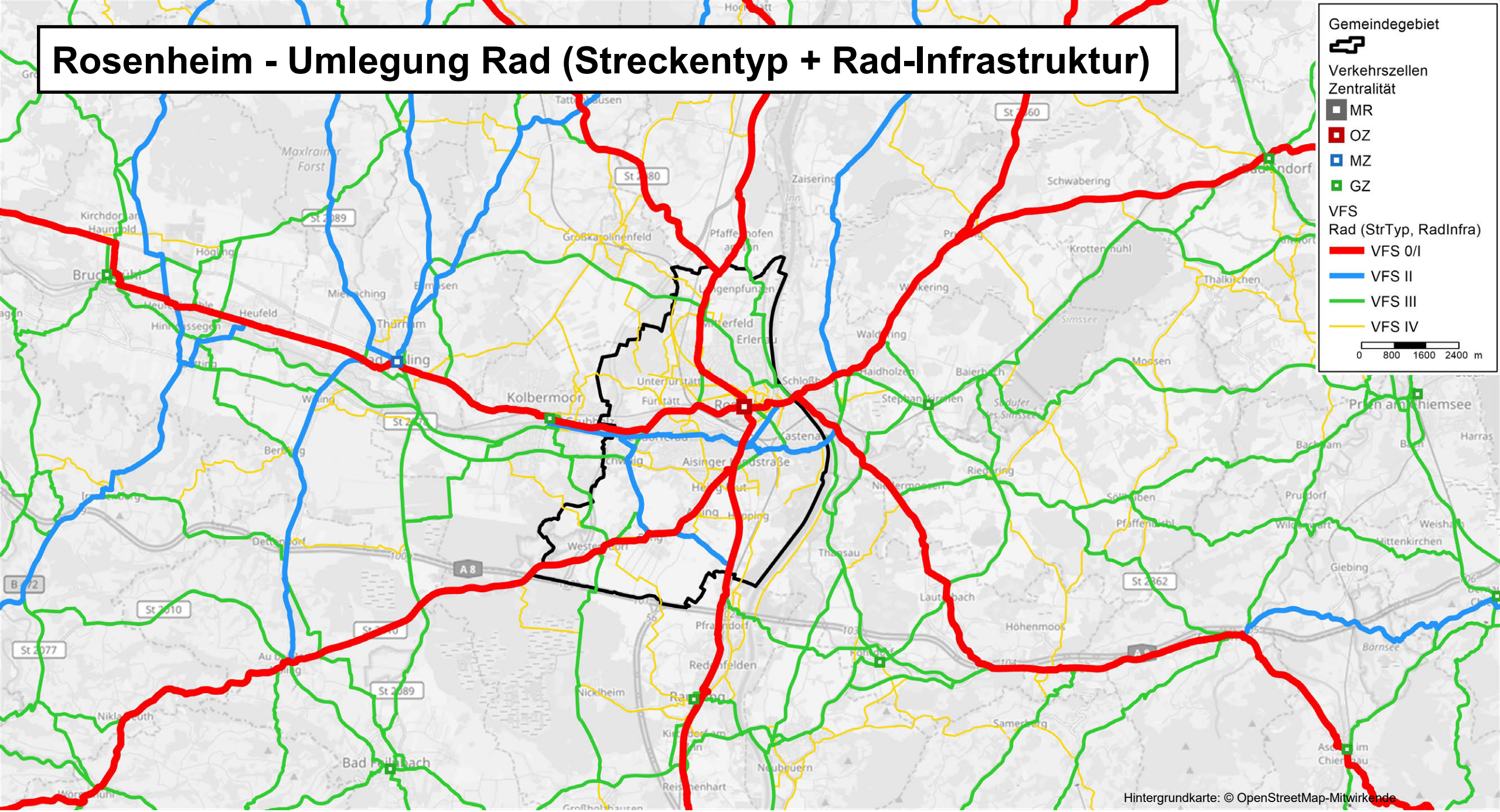
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Rosenheim - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



Rosenheim - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

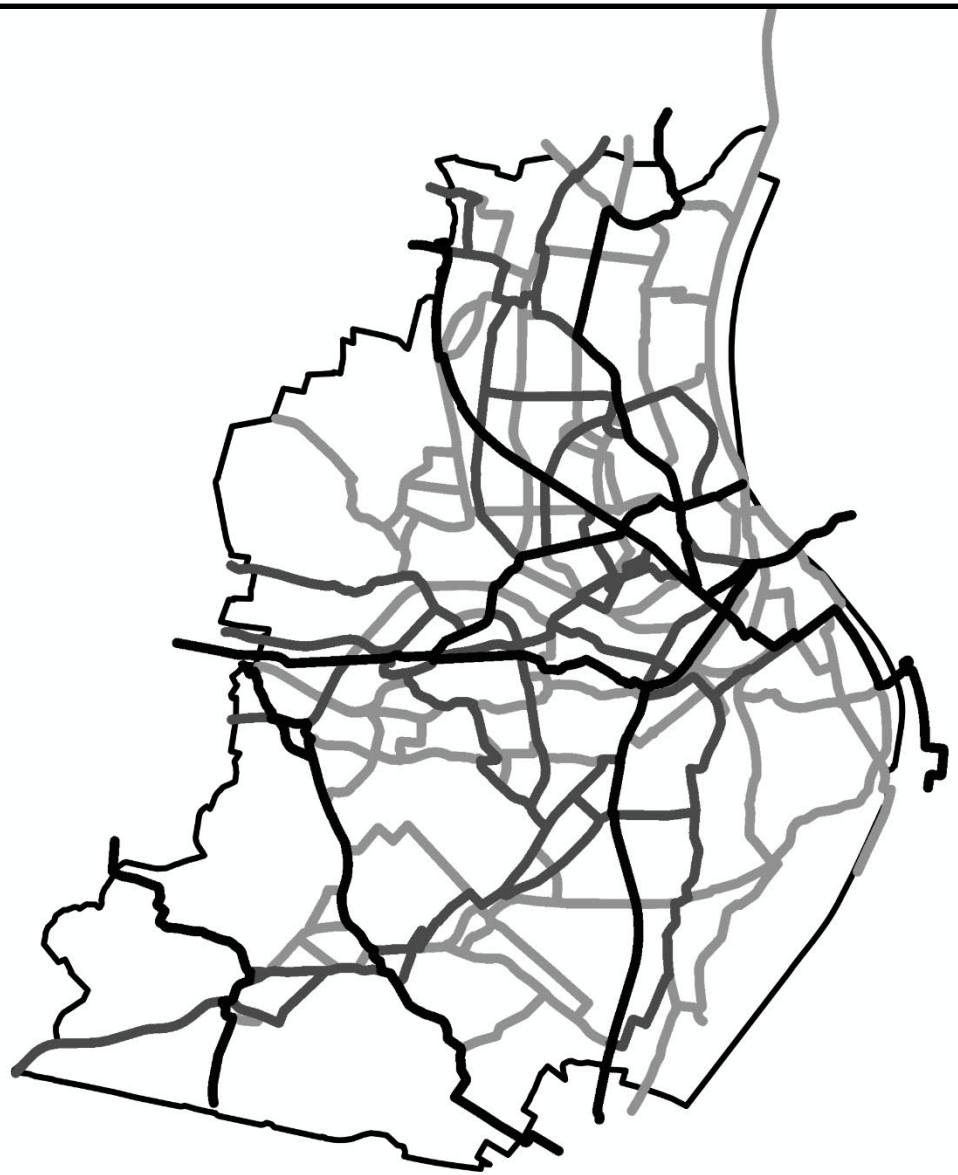
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

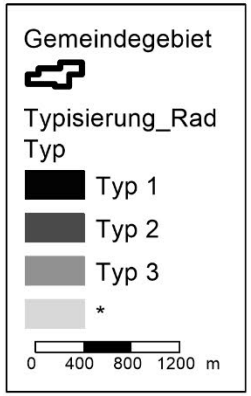
- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

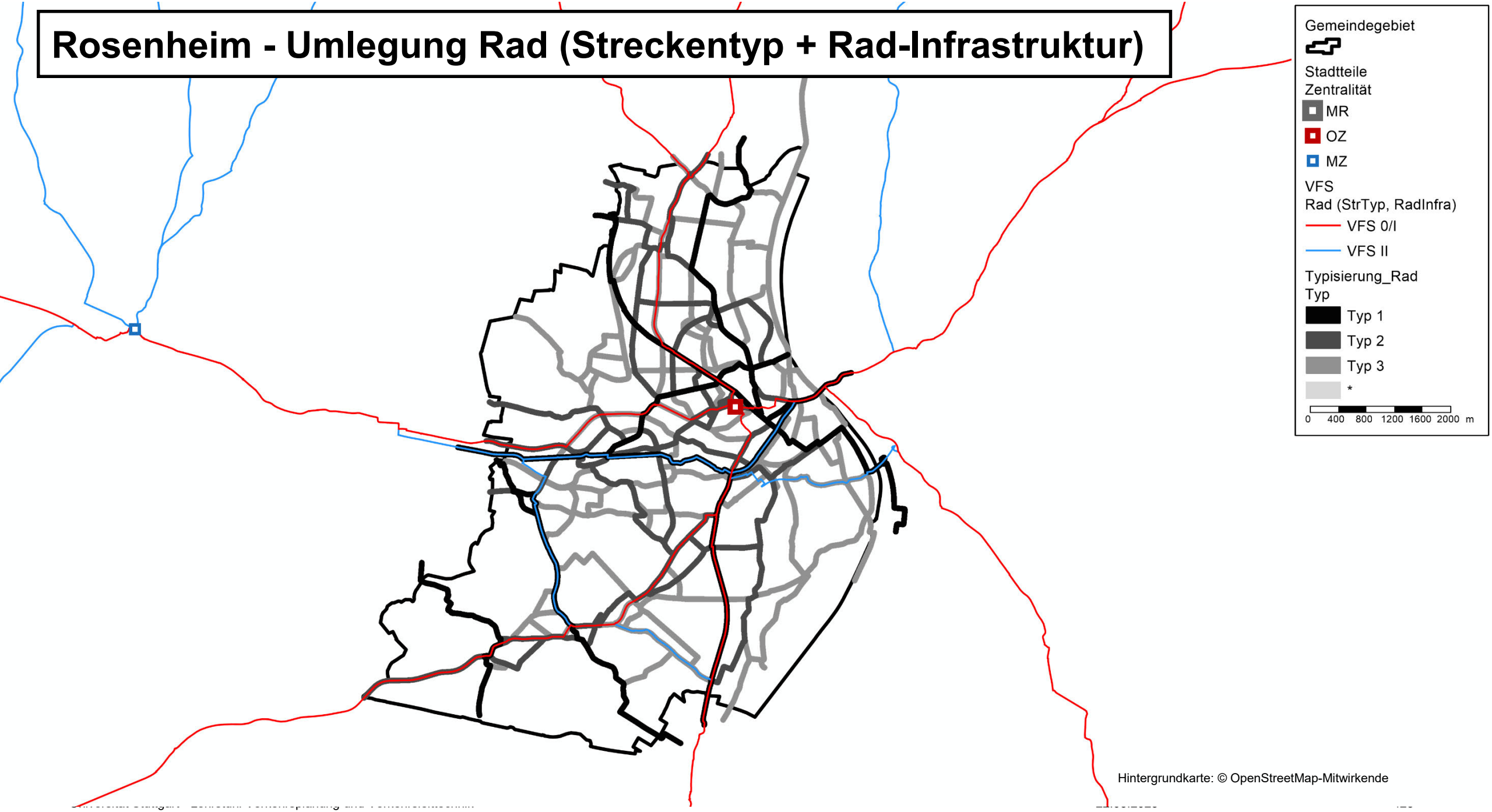
Rosenheim - Typisierung Rad





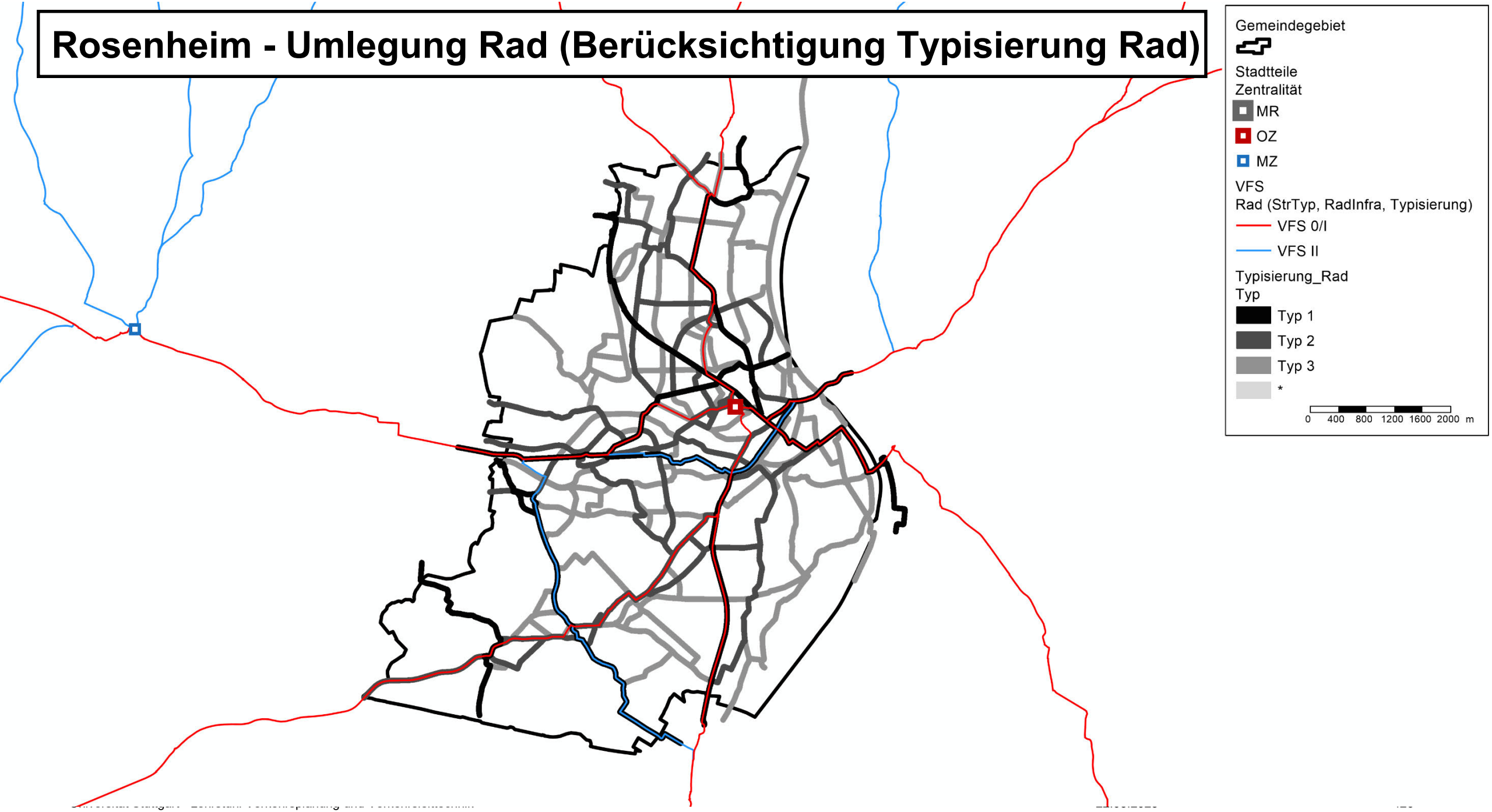
Typ	Beschreibung
Typ1	RSV/Bayernnetz
Typ2	Radhauptnetz
Typ3	Radnebennetz

Rosenheim - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)

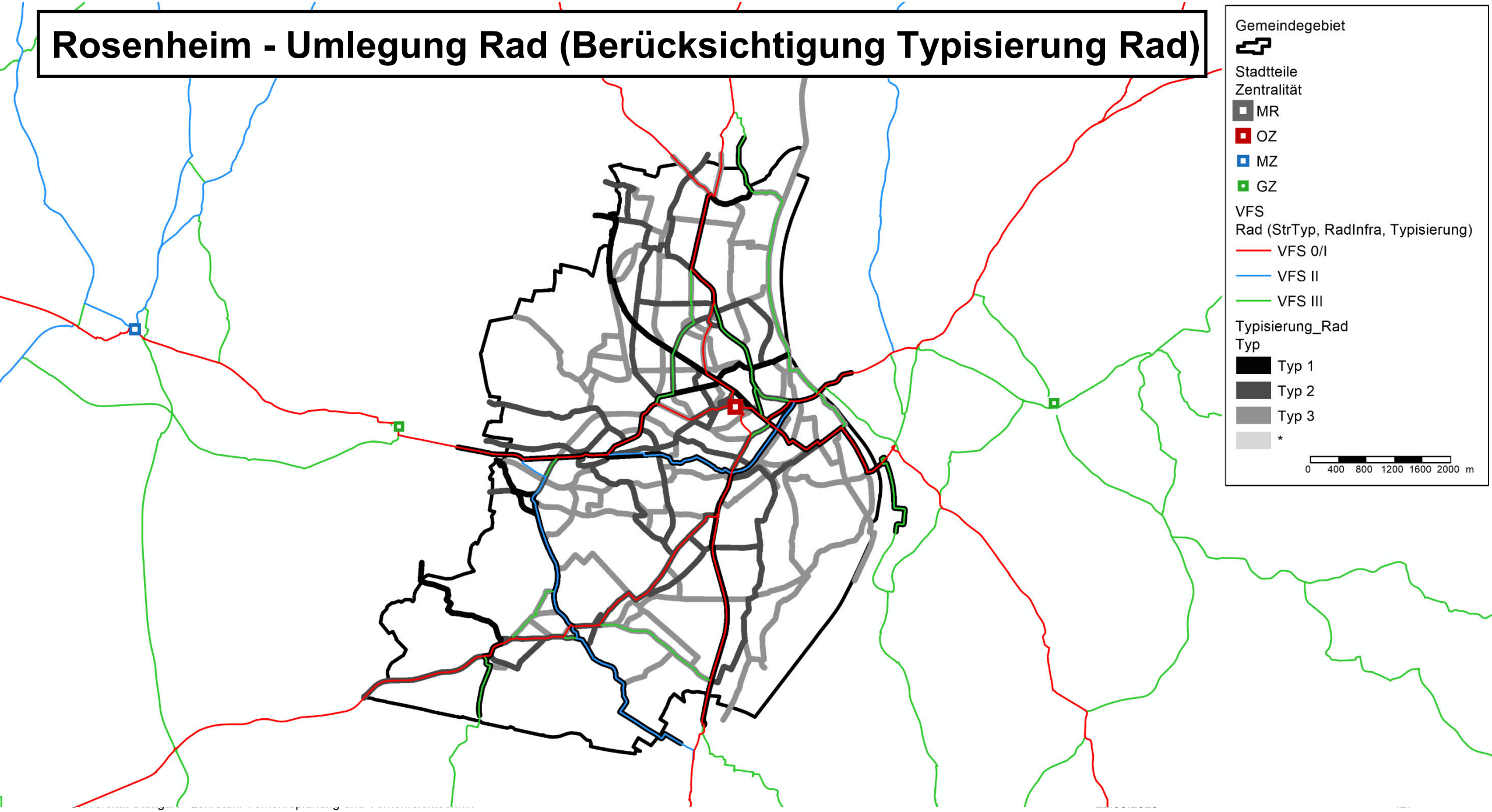


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

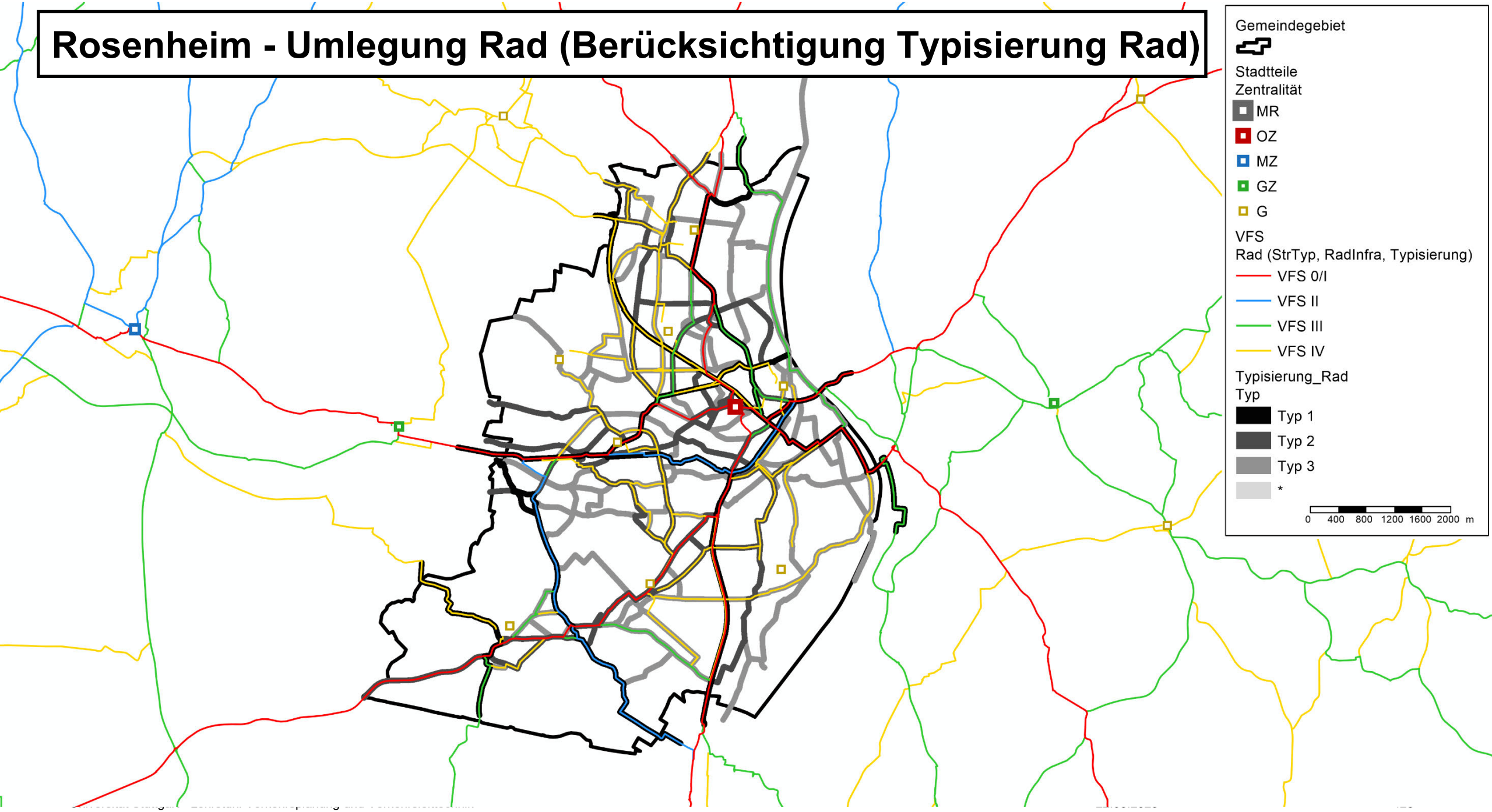
Rosenheim - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



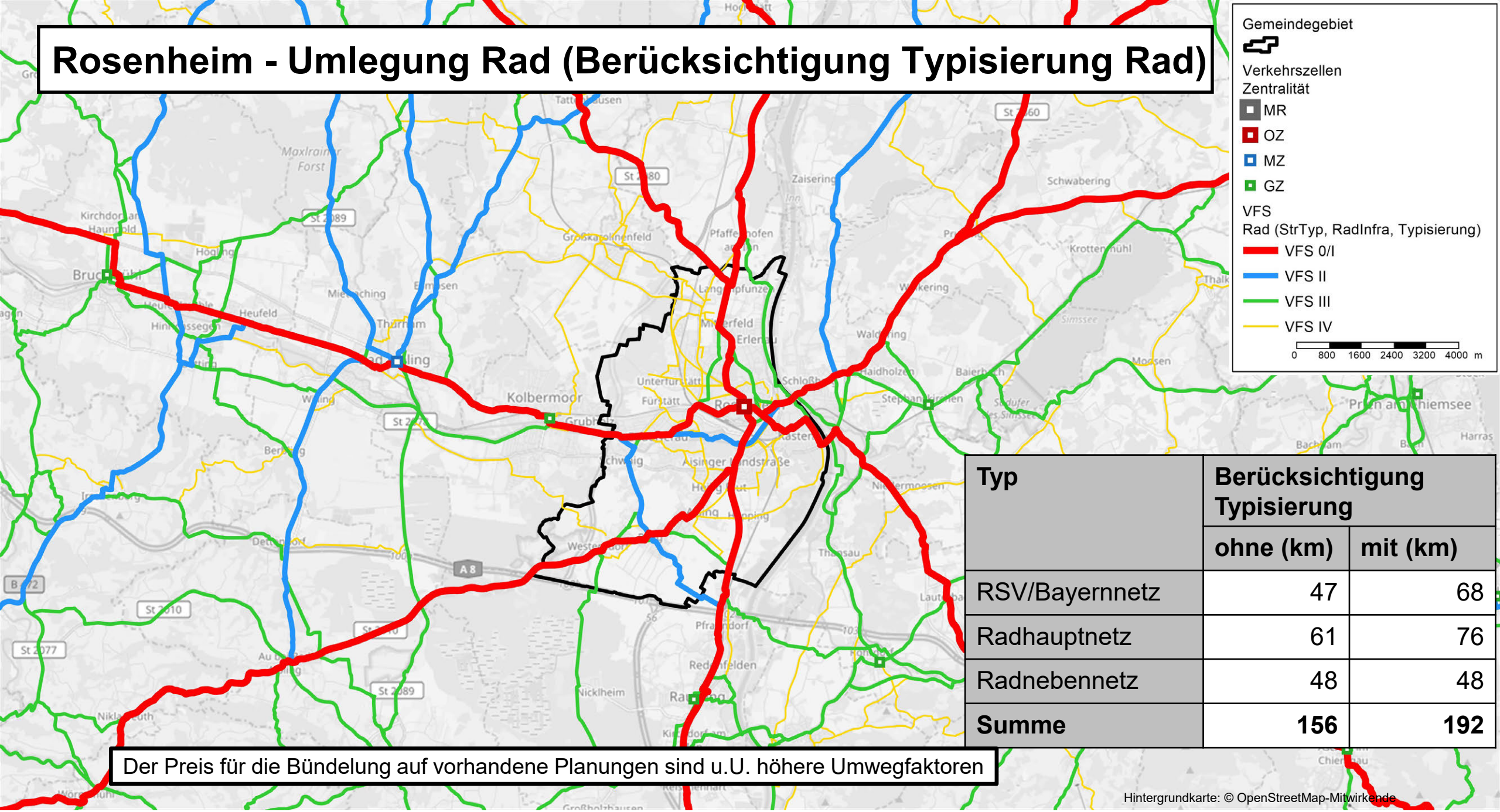
Rosenheim - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Rosenheim - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Rosenheim - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	ohne (km)	mit (km)
RSV/Bayernnetz	47	68
Radhauptnetz	61	76
Radnebennetz	48	48
Summe	**156**	**192**

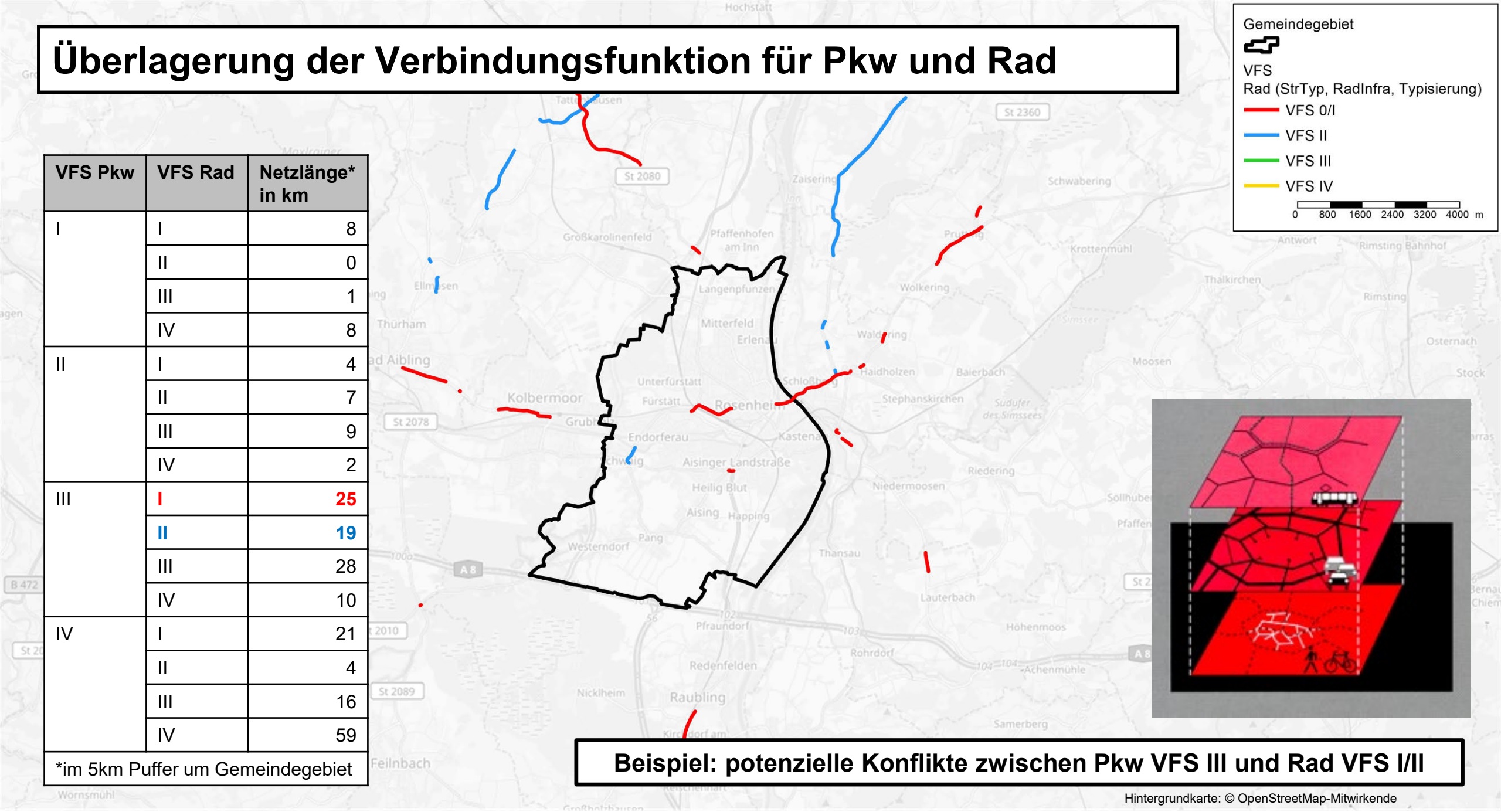
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	8
	II	0
	III	1
	IV	8
II	I	4
	II	7
	III	9
	IV	2
III	I	25
	II	19
	III	28
	IV	10
IV	I	21
	II	4
	III	16
	IV	59

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet



Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

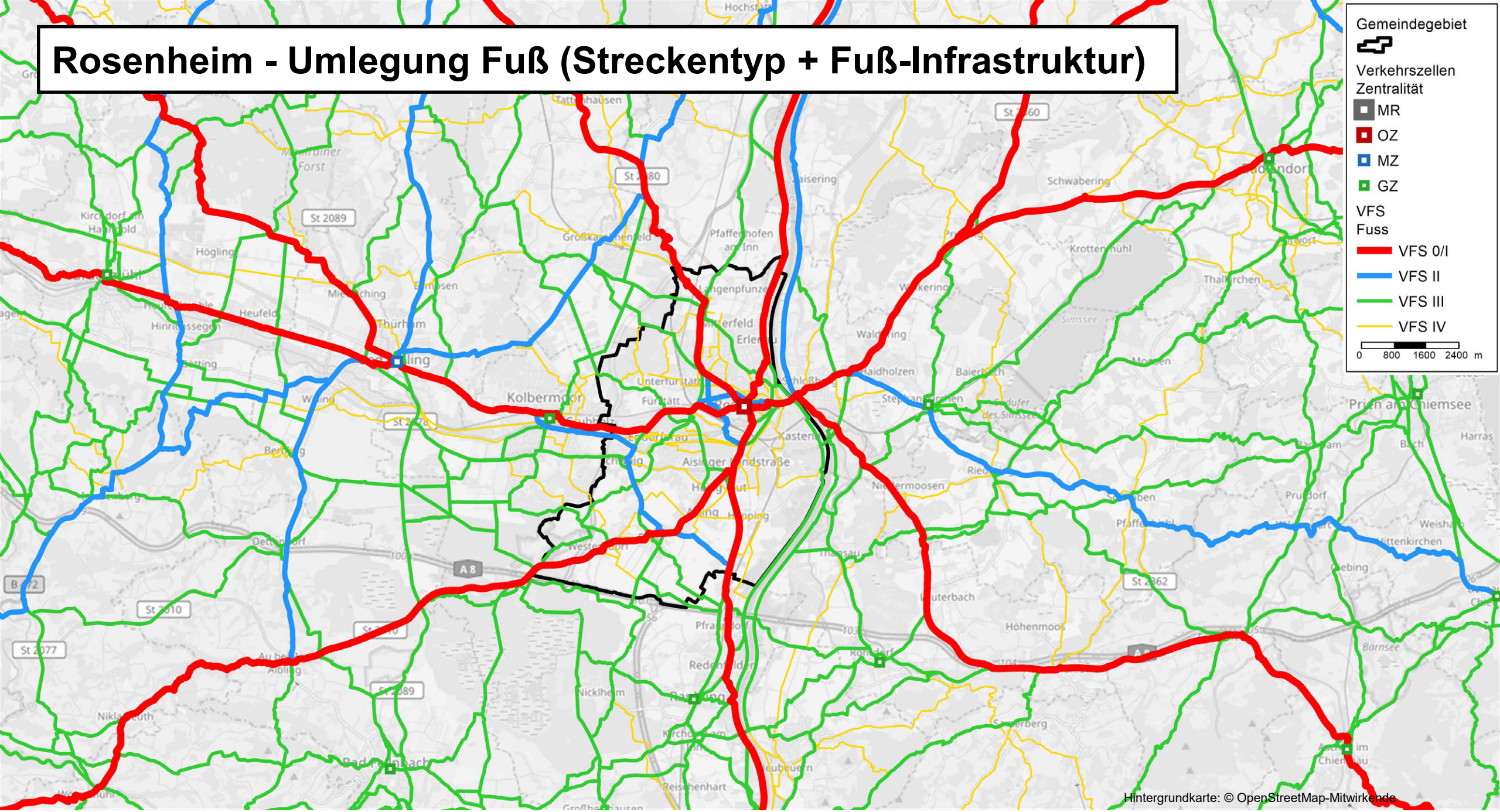
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Rosenheim - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	**0,9**	**13,8**	**16.600**
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	**11,1**	**73,3**	**3.900**
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Rosenheim	1	9	37	2,7	24,2	6.600

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Fragen

- Methode verstanden?
- Methode zielführend (rein prinzipiell)?
- Wie legt man gute Quellen und Ziele fest?
- Sind Stadtteile eine gute räumliche Einheit?
- Welche Bestandteile von Verkehrswegenetzen wird man über eine solche Methode nicht erklären können?

Protokoll 1/2

Lage der Zentroide

- Feststellung, dass Lage der Zentroide einen bedeutenden Einfluss auf die Methode hat
- Der Hauptort der Gemeinde Stephanskirchen ist eigentlich „Schloßberg“ (östlich von Rosenheim)

Räumliche Gliederung

- Keine Ebene der Stadtbezirke, Gesamtstadt ist aber größer als Stadtbezirke in anderen Kommunen
- Stadtteile sind dafür teilweise größer und zu grob für die Methode (Norden)

Kategorisierung Pkw

- **VFS 0/I** Verkehrswege mitten durch das Gemeindegebiet sind nachvollziehbar („Nord-Süd-Durchgangsverkehr“). Aus dieser Problematik wird auch die Westtangente (neue B15) geplant
- **VFS II**
  - Staatsstraße Bad Aibling – Kolbermoor – Rosenheim (St2078) wäre als VFS II erwartet
  - Bad Aibling – Wasserburg am Inn verwendet nicht gut ausgebaute Straßen (evtl. OSM-Fehler)
- **VFS III** fehlende Alternative für den Schwerverkehr „Klefferstraße“ südlich der Bahngleise
- **VFS IV** im Nordosten der Gemeinde fehlen Verkehrswege (Stadtteile eventuell zu grob)

Protokoll 1/2

Kategorisierung Rad

- Ergebnis für Rosenheim könnte gut passen
- Allgemeine Feststellung, dass es keine Hierarchie und Bündelung durch Geschwindigkeiten wie beim Pkw-Verkehr gibt. Bündelung für den Radverkehr auch weniger wünschenswert, da Radverkehr in die Fläche geht

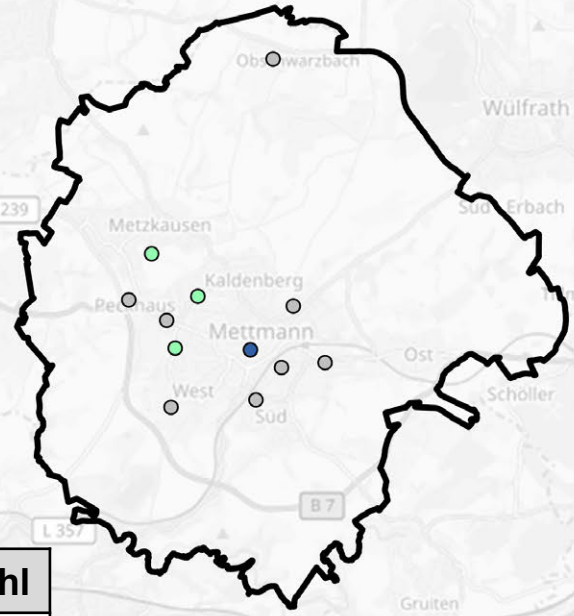
Kategorisierung Fuß

- Mit dem gleichen methodischen Ansatz nicht zielführend, kleinräumigere Relationen haben höhere Bedeutung

Mettmann
(17.04.2023)

Kommunale Daten: © Kreisstadt Mettmann

Mettmann - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB



Gemeindegebiet

ZVB Flächen Code

- Typ 0
- Typ 1
- Typ 2
- Typ 3
- Typ 4
- Typ 5
- Typ Sonstige

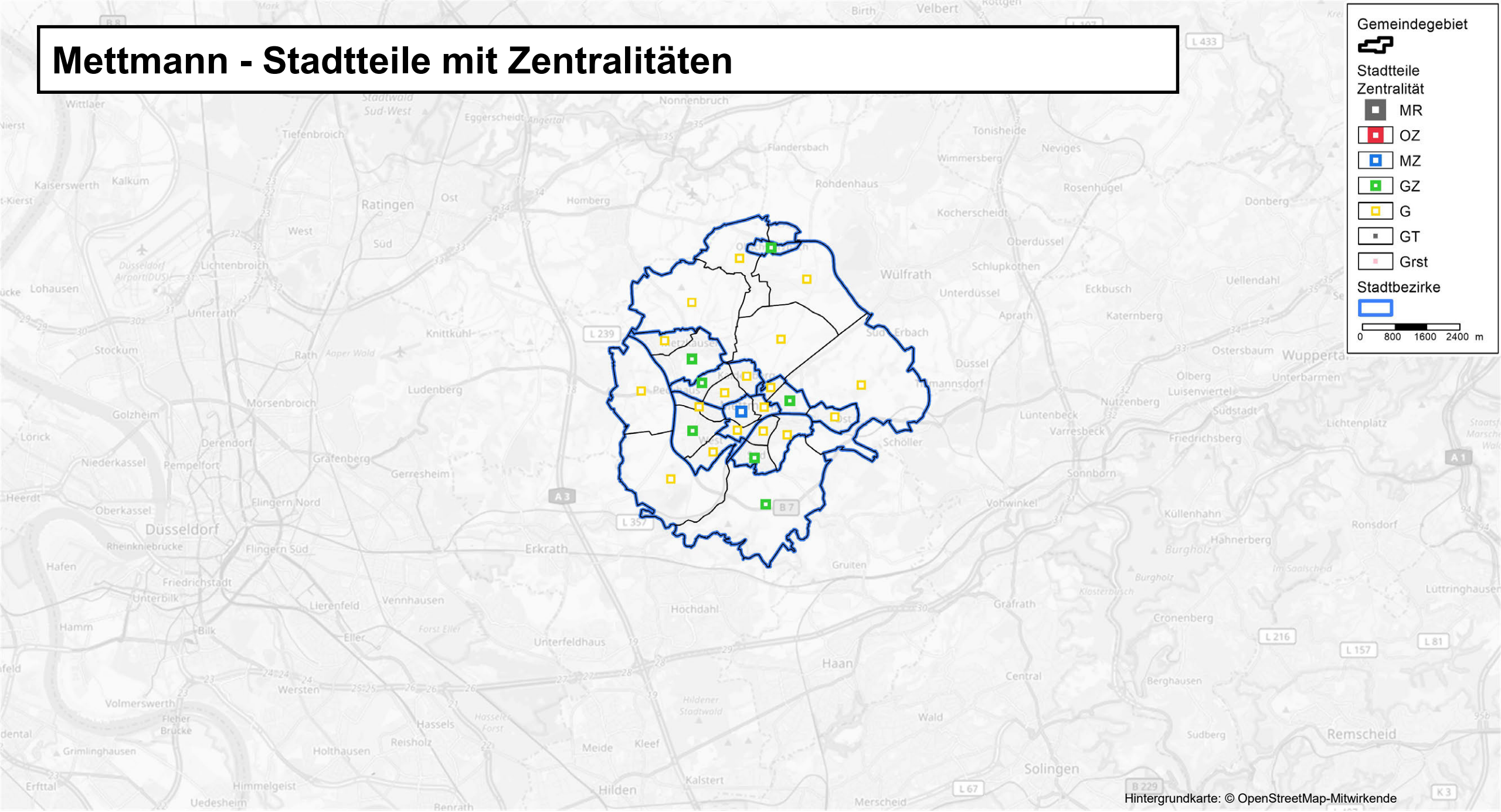
0 800 1600 2400 m

Typ	Bezeichnung	Anzahl
Typ 1	Hauptzentrum	1
Typ 3	Nahversorgungszentrum	3
Typ Sonstige	Solitäre Nahversorgungslagen Fachmarktstandorte	5

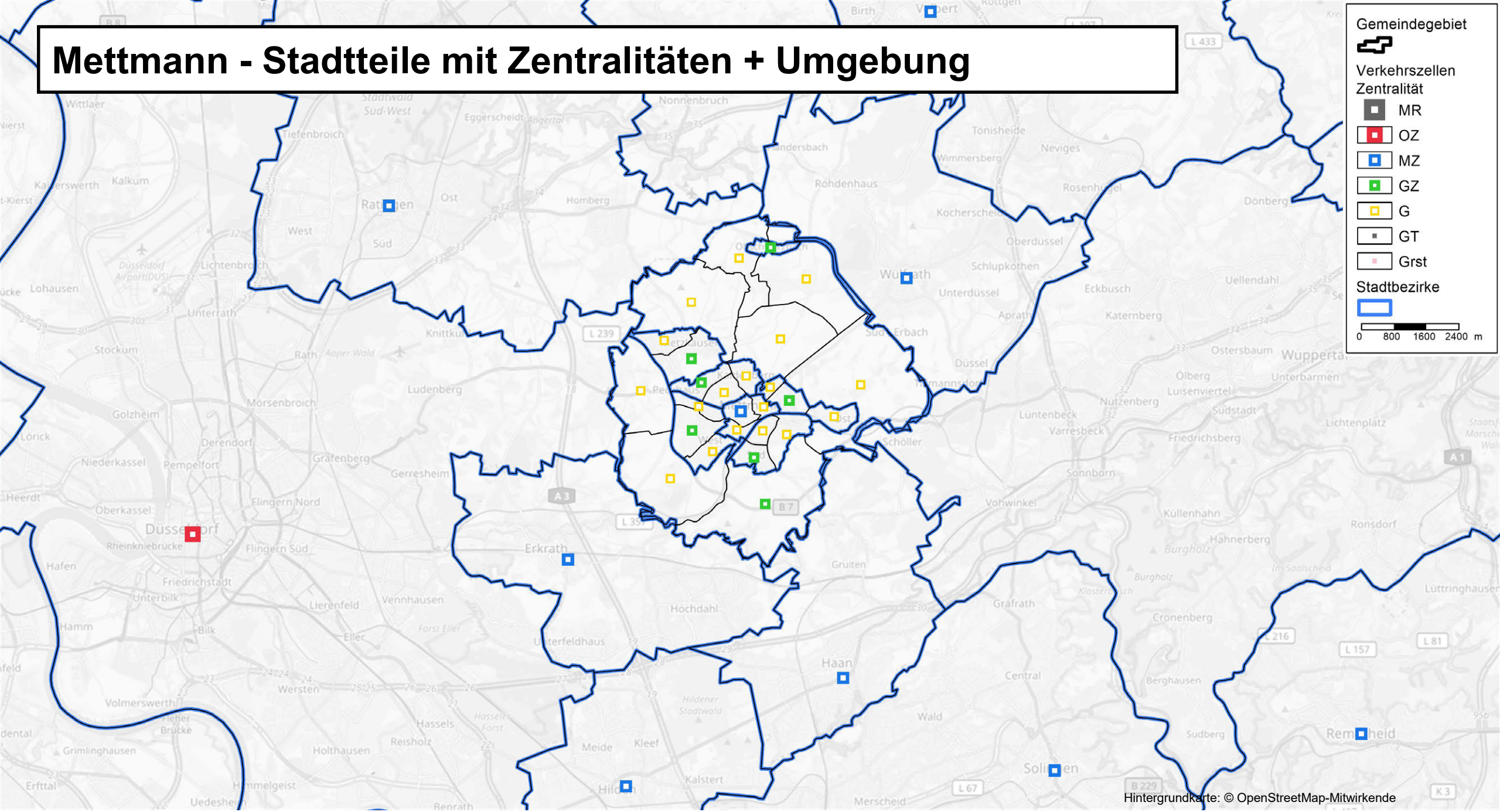
Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Mettmann - Stadtteile mit Zentralitäten



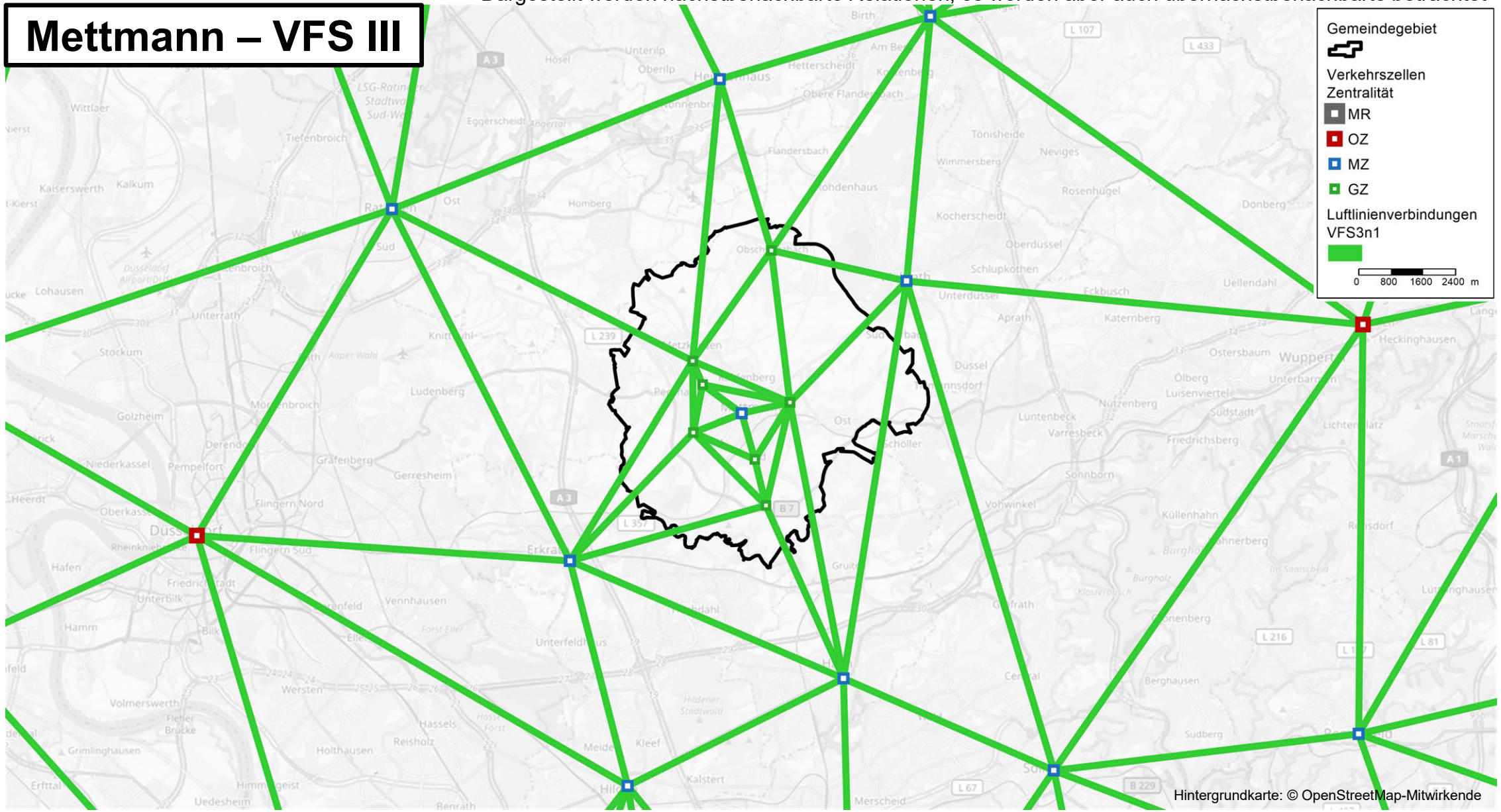
Mettmann - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

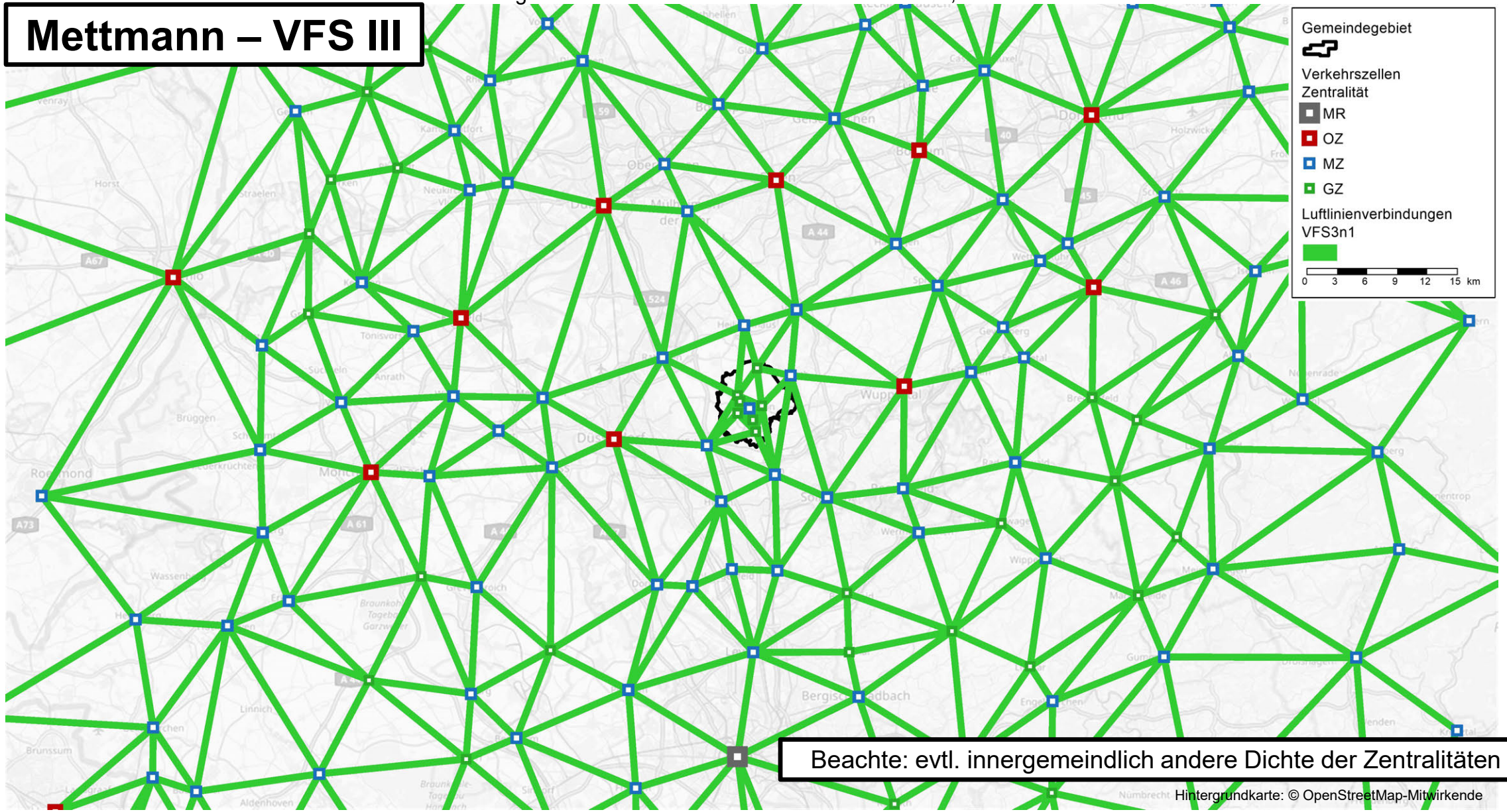
Mettmann – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Mettmann – VFS III



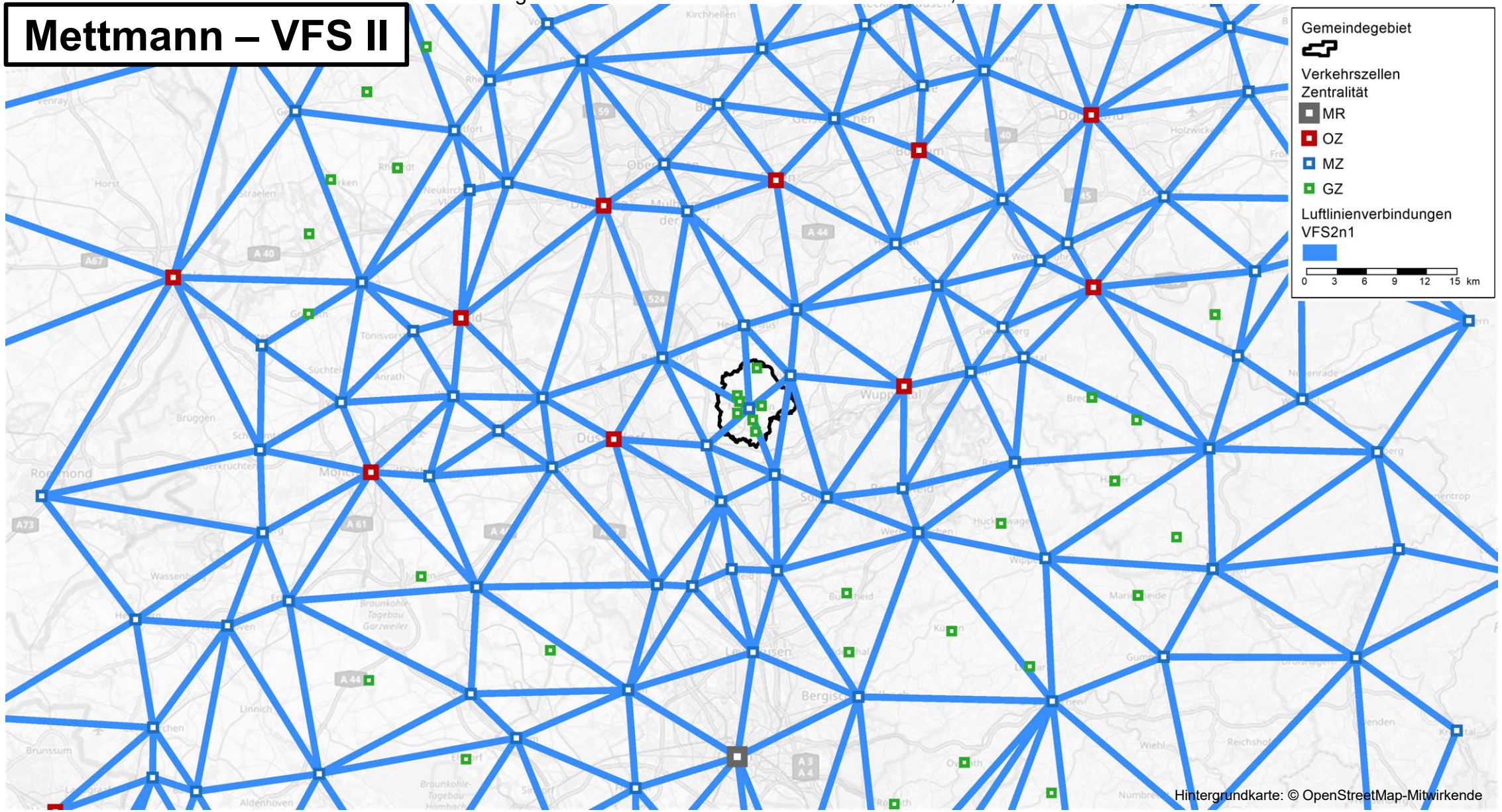
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Mettmann – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

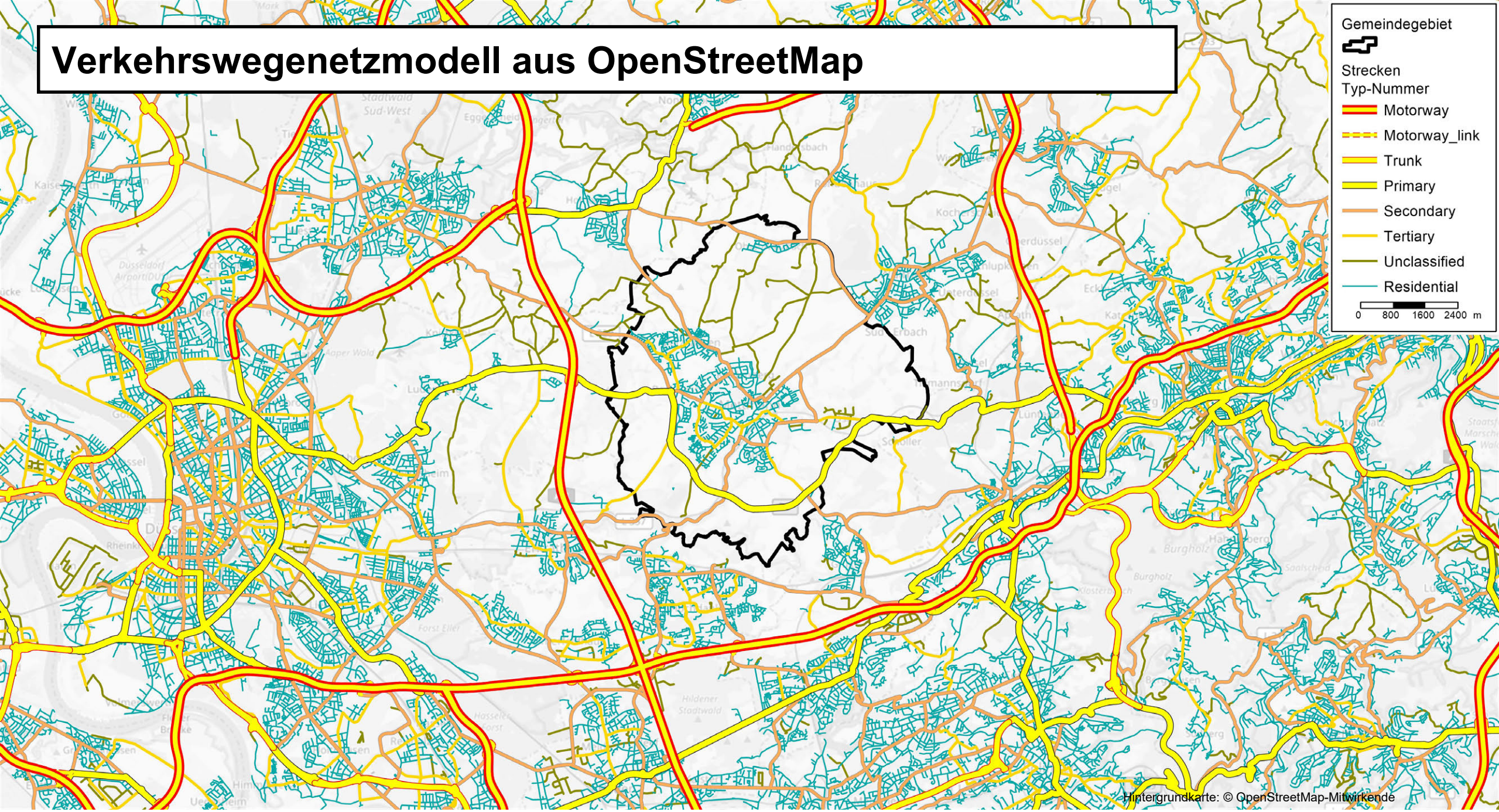
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

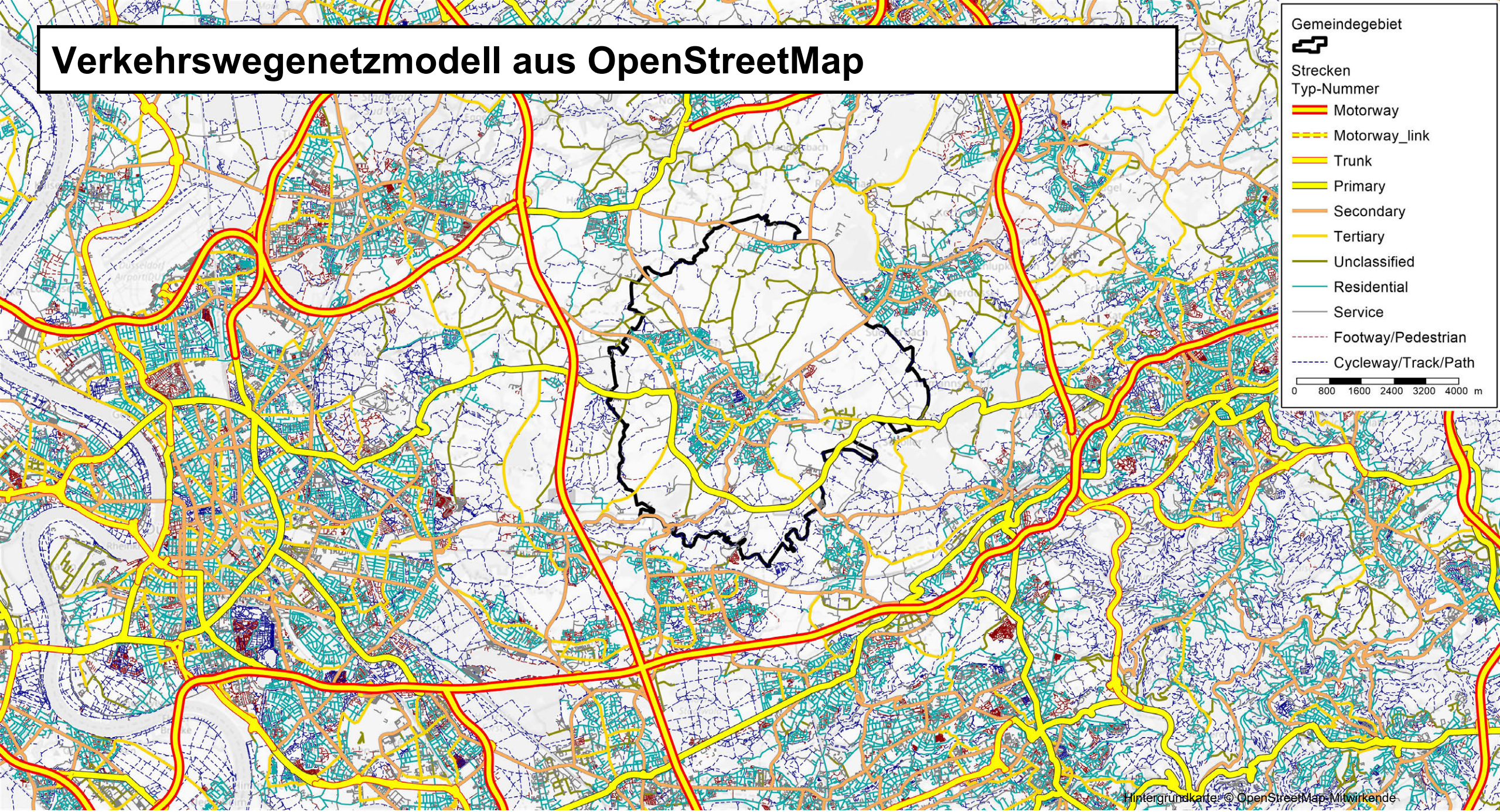
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

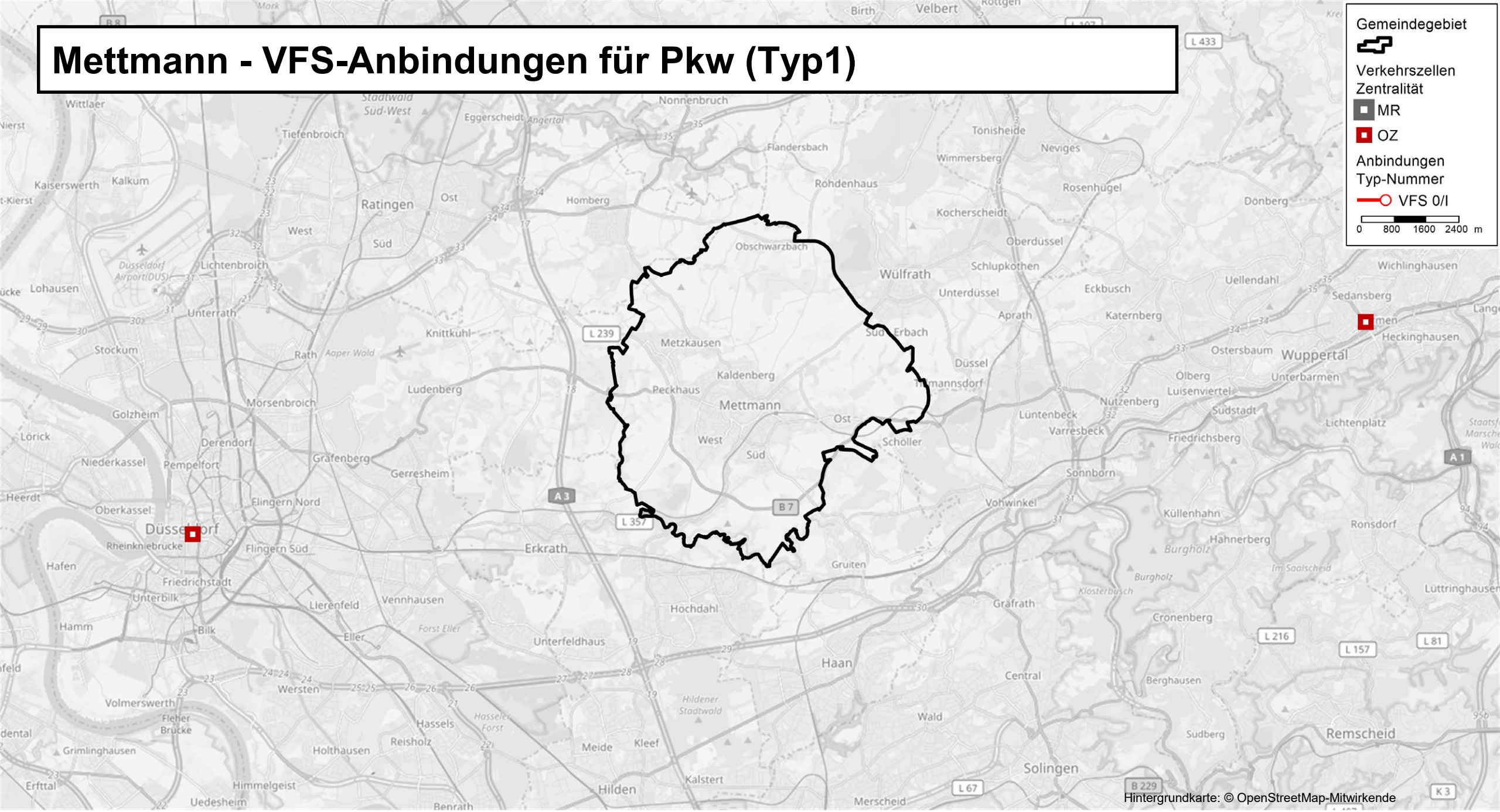
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

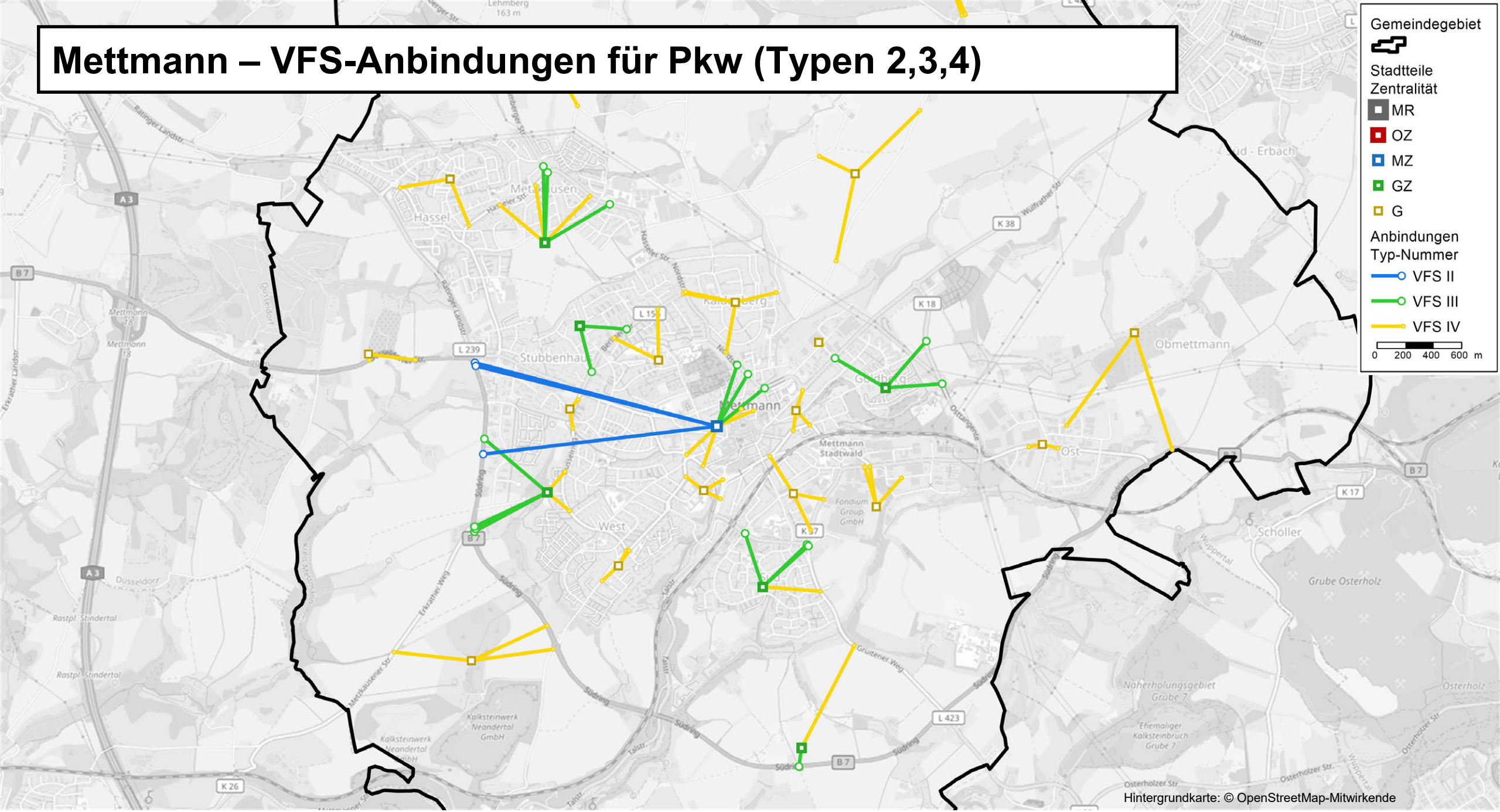
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Mettmann - VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Mettmann – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

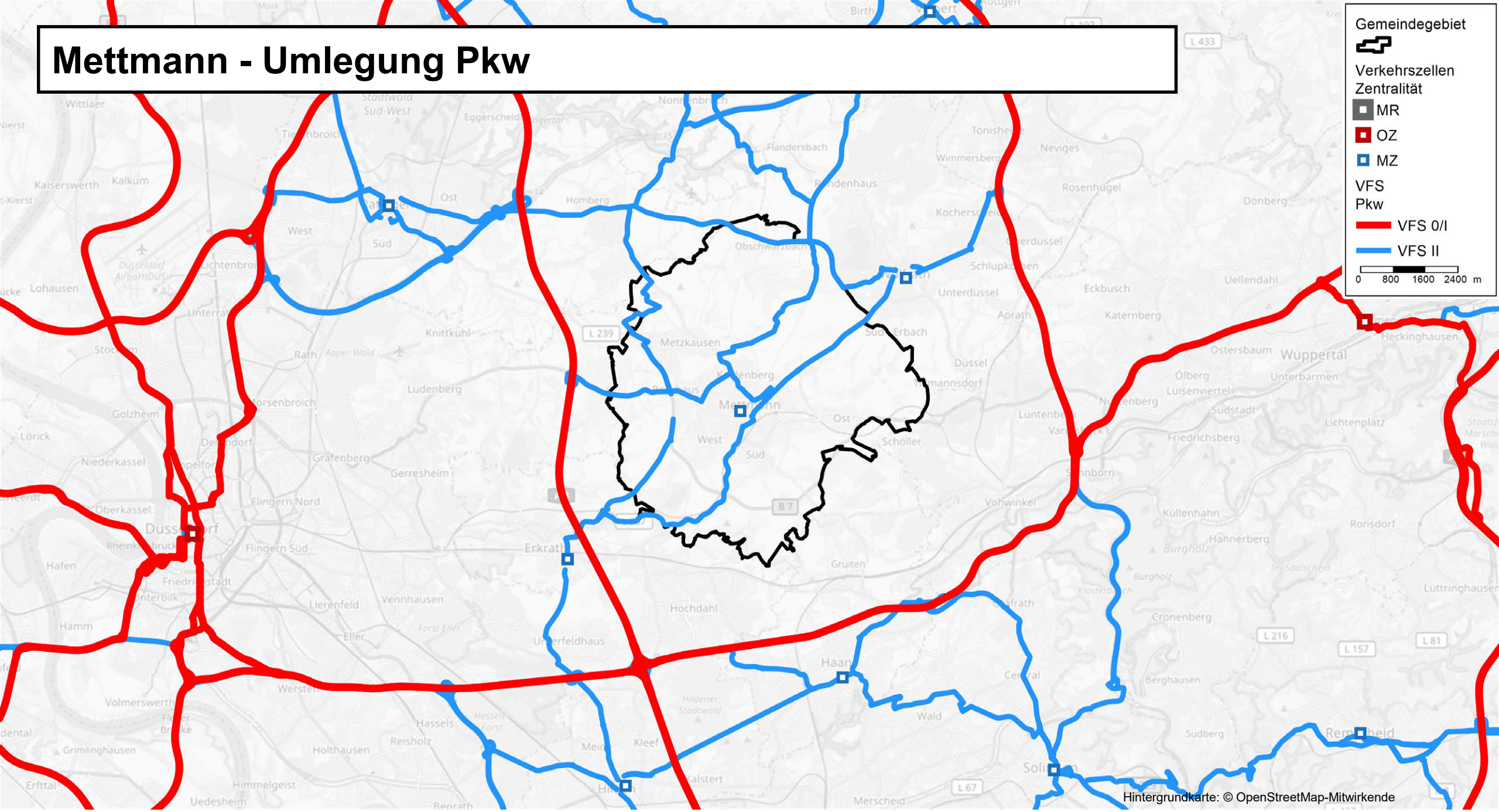
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

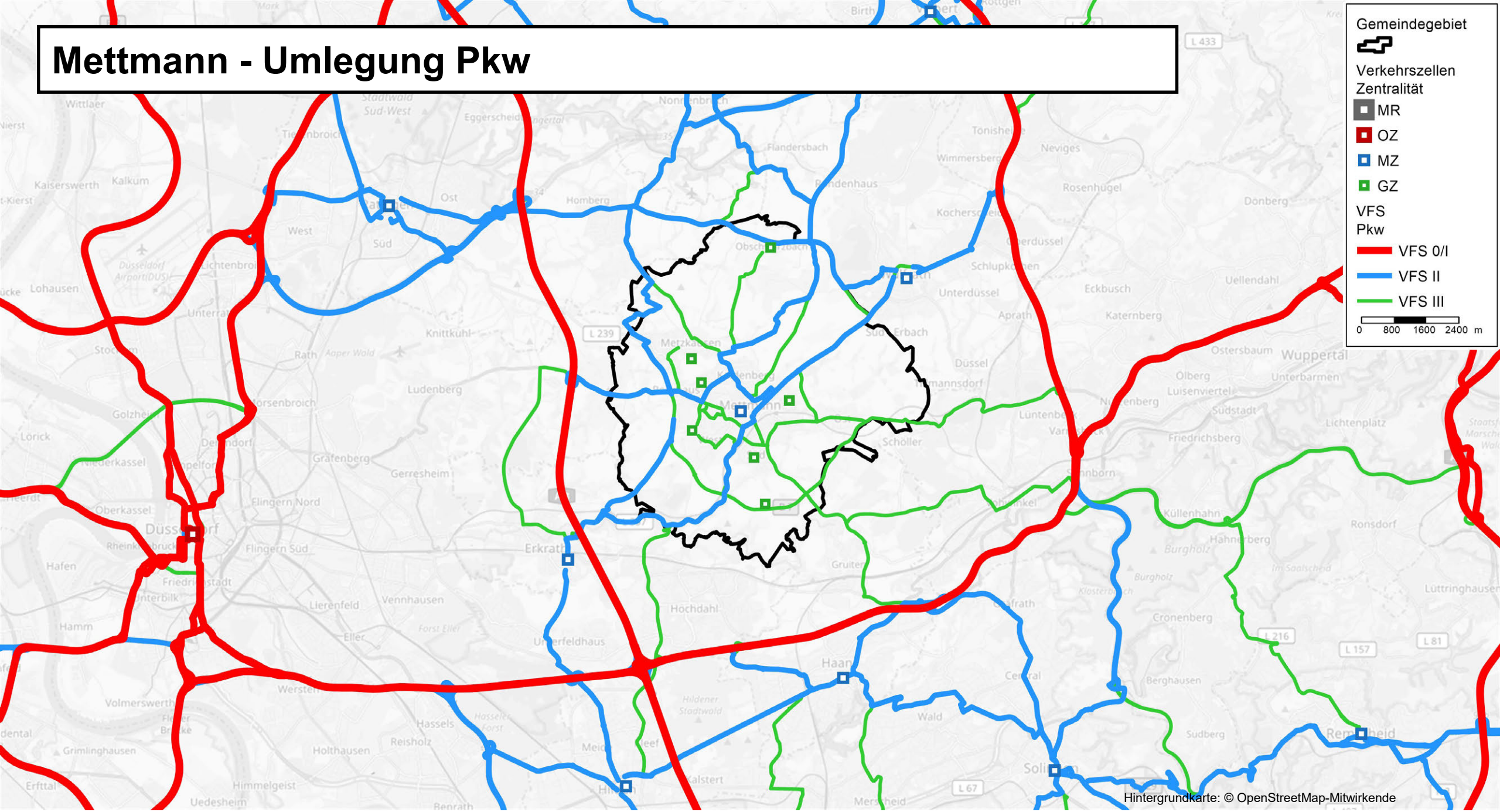
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

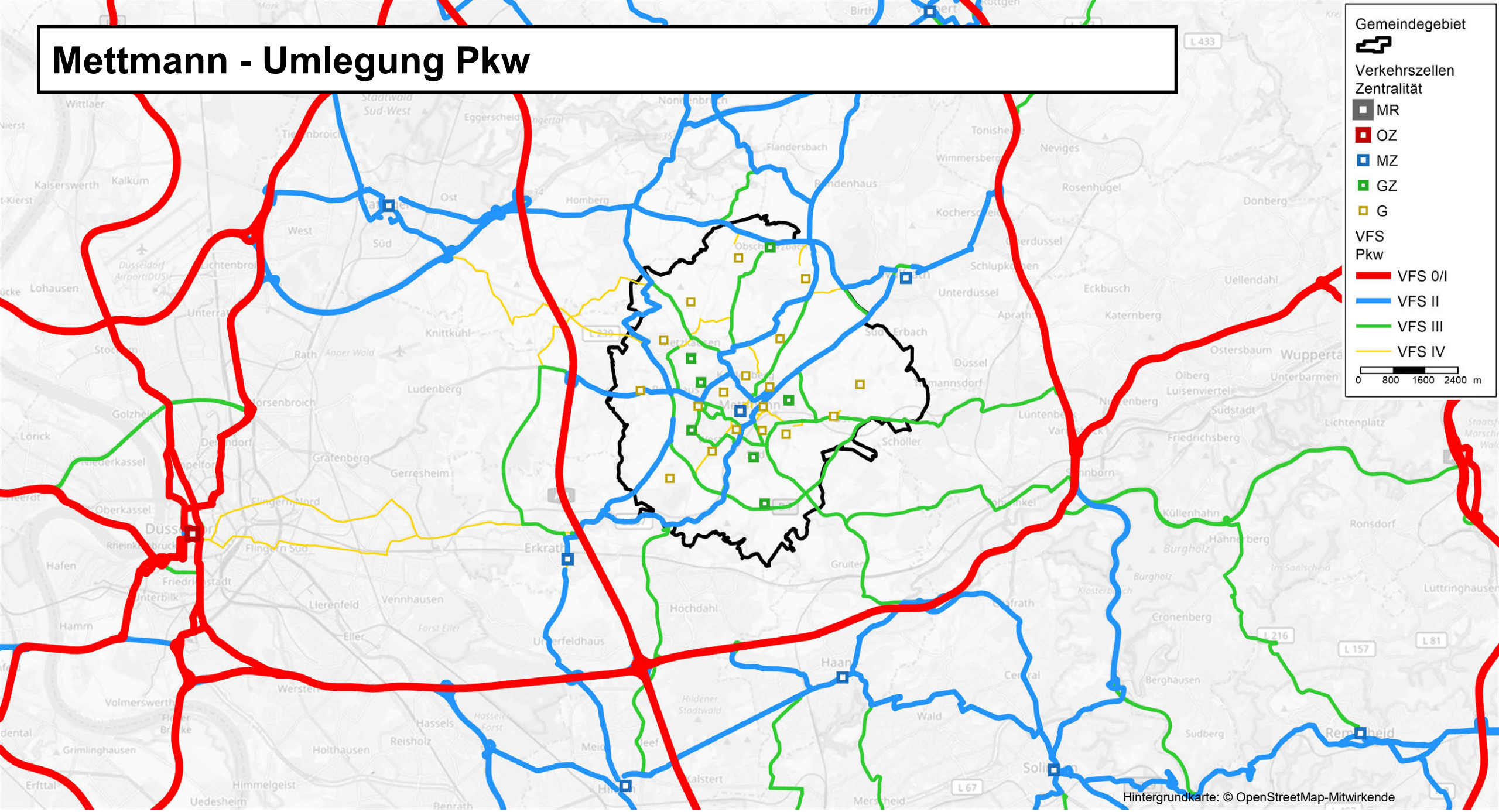
Mettmann - Umlegung Pkw



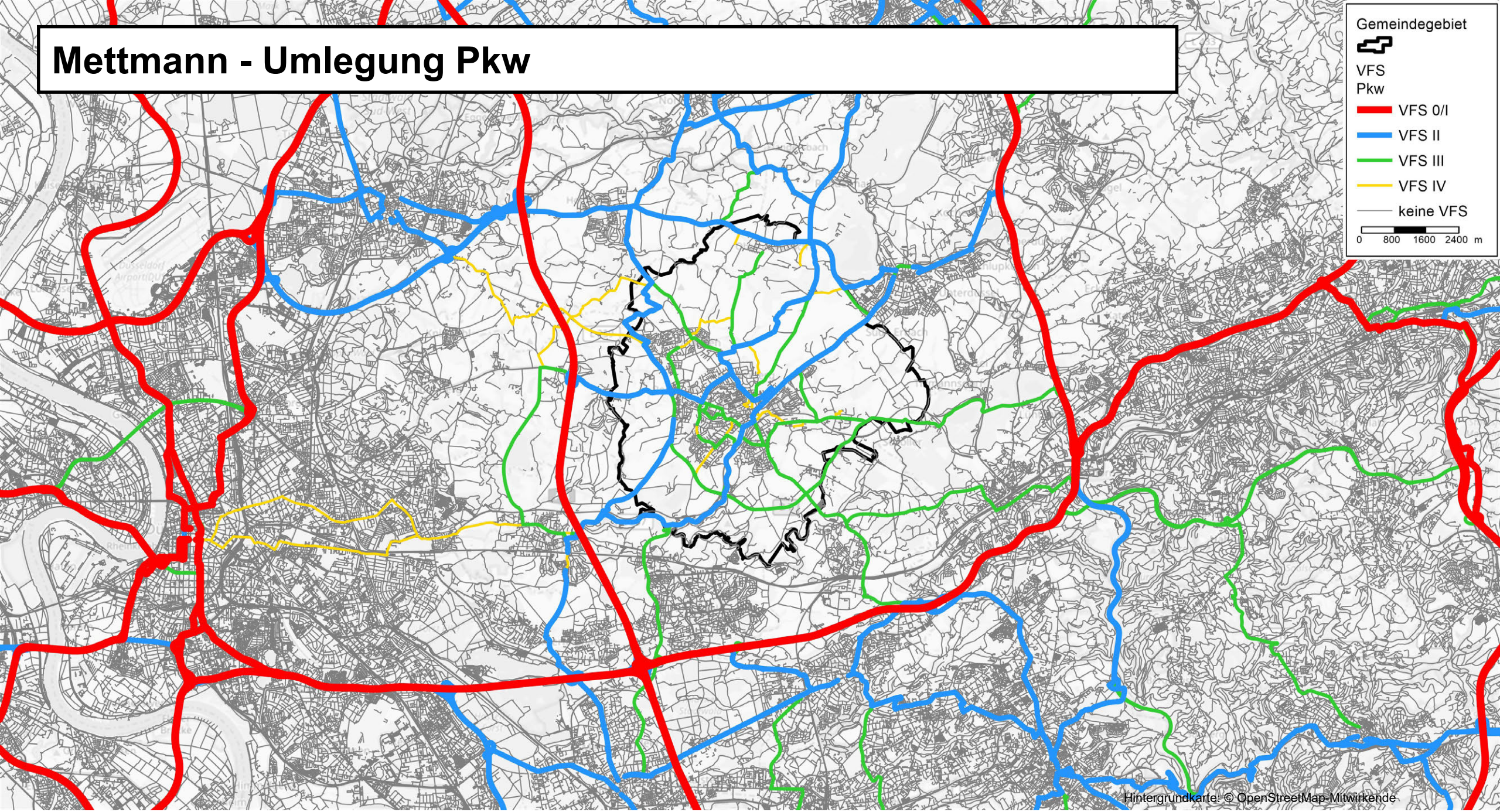
Mettmann - Umlegung Pkw



Mettmann - Umlegung Pkw



Mettmann - Umlegung Pkw



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

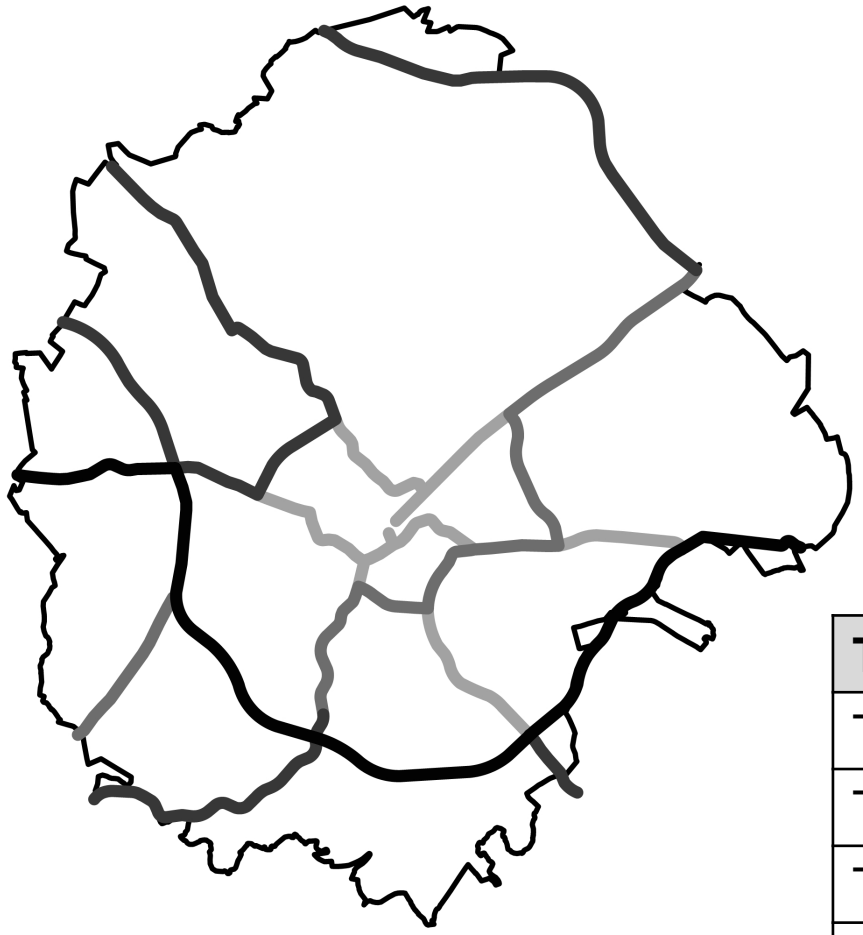
OpenStreetMap

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

OSM-Name	VFS (Ergebnis Modell)					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	65%	25%	5%	0%	5%	90%
primary	0%	38%	25%	1%	36%	63%
secondary	0%	34%	21%	5%	41%	26%
tertiary	0%	6%	11%	2%	80%	94%
unclassified	0%	9%	5%	8%	78%	86%
residential	0%	0%	0%	0%	100%	100%

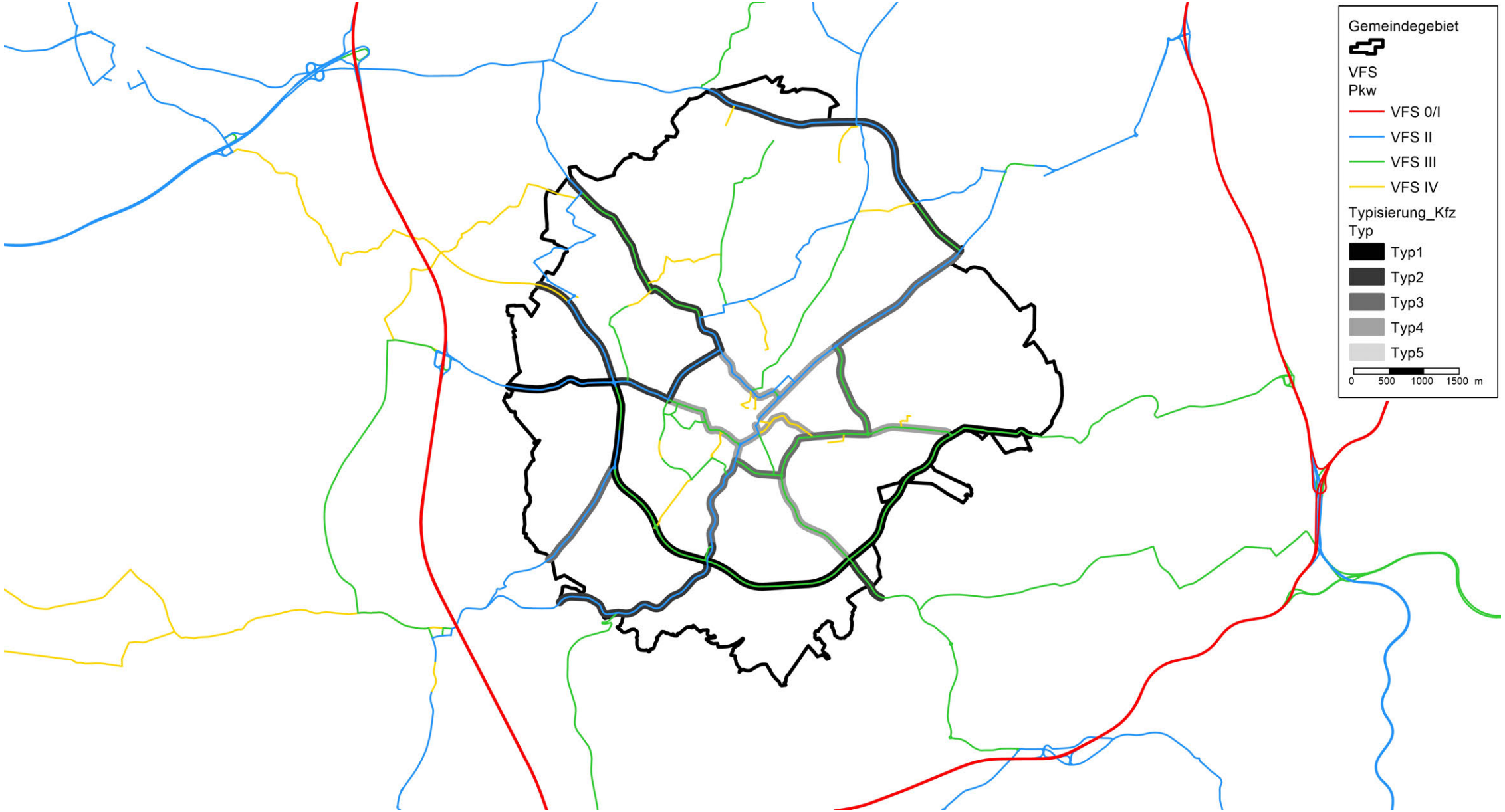
arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	**68%**

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

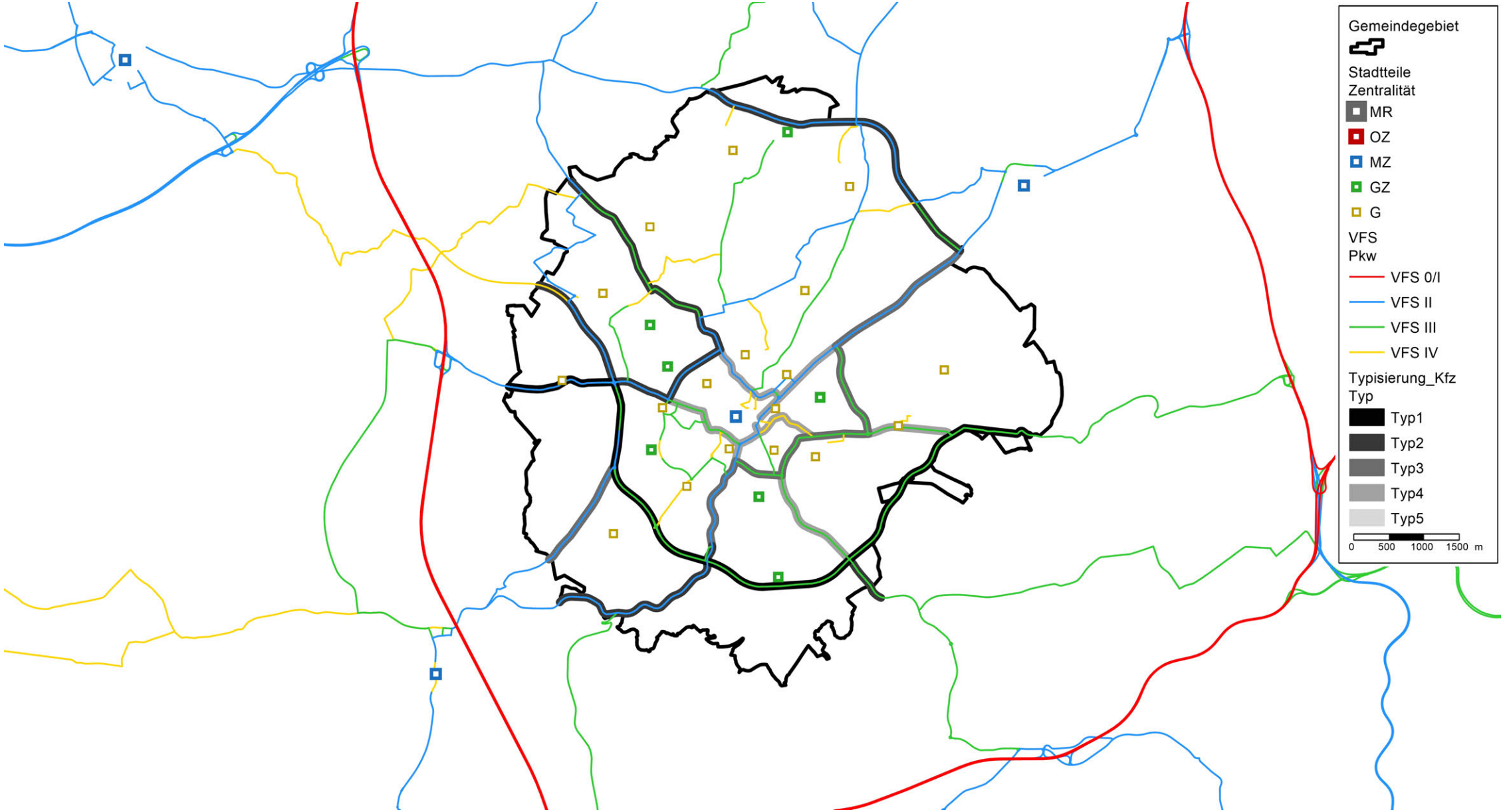


Typ	Beschreibung
Typ1	Bundesstraßen
Typ2	Landesstraßen
Typ3	Kreisstraßen
Typ4	Stadtstraßen

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS (Ergebnis Modell)				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
Bundesstraßen	0%	21%	79%	1%	**21%**
Landesstraßen	0%	67%	31%	2%	**31%**
Kreisstraßen	0%	61%	39%	0%	**0%**
Stadtstraßen	0%	37%	52%	11%	**11%**

arithmetisches Mittel	**16%**

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

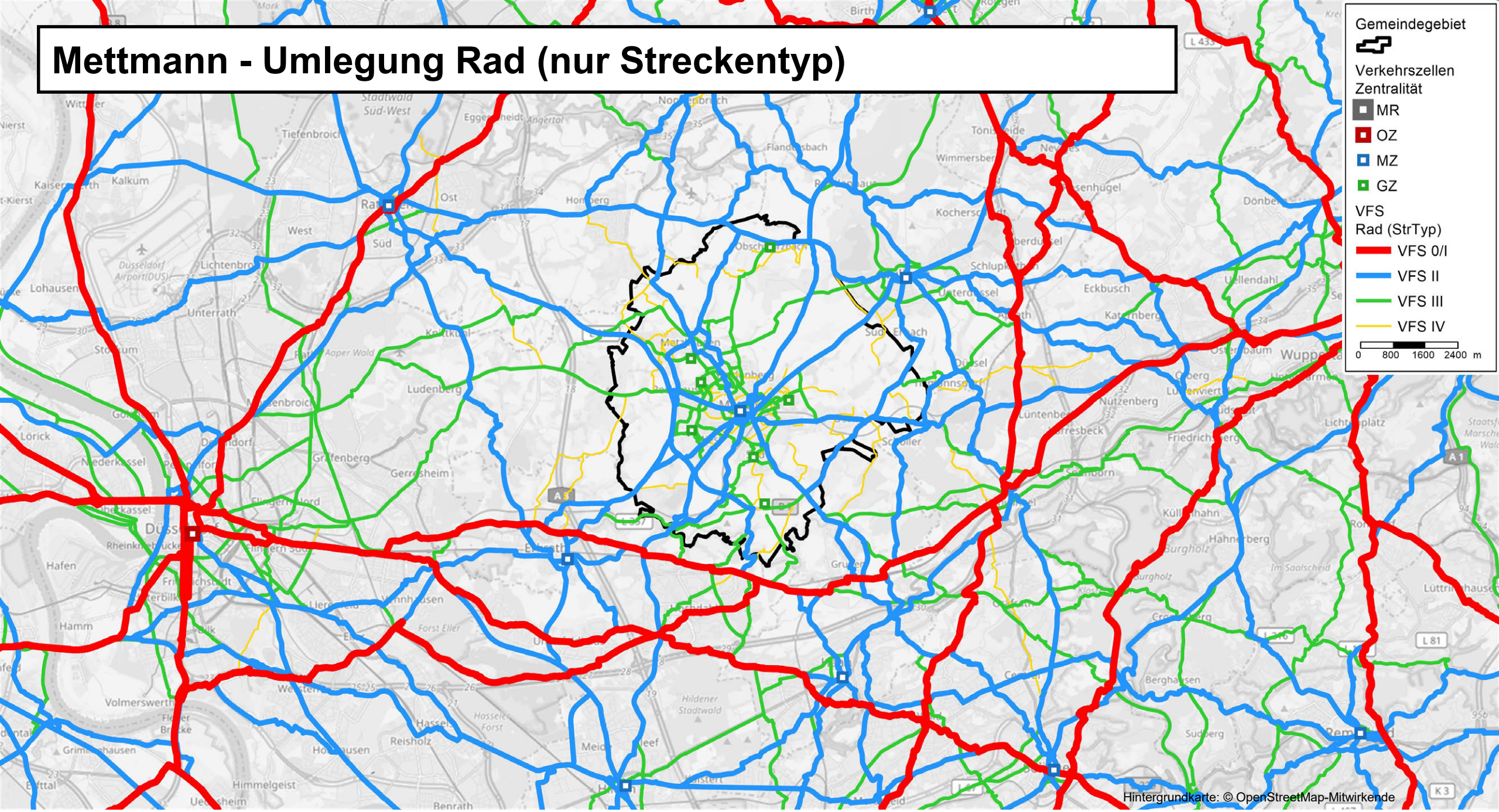
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

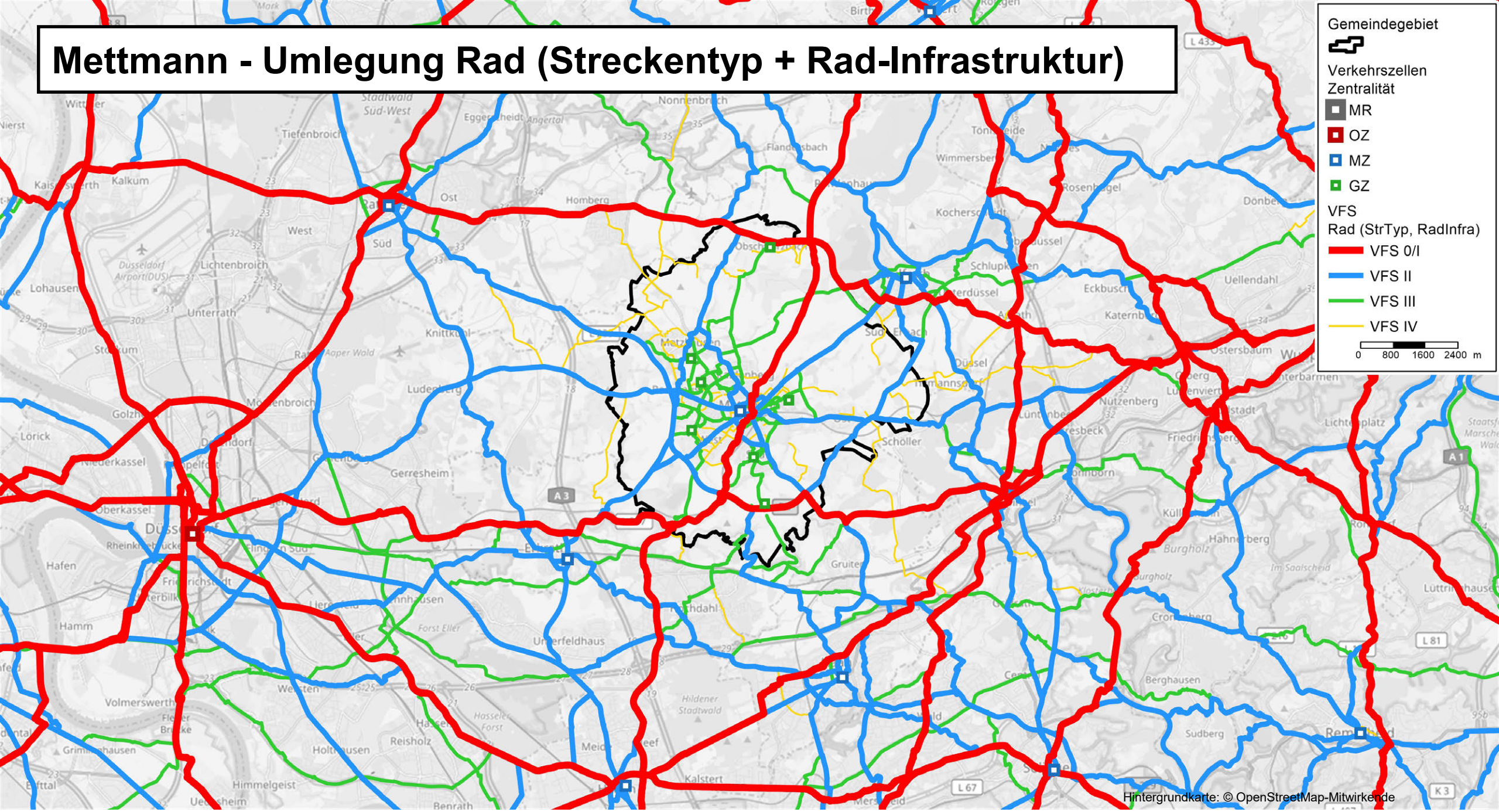
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Mettmann - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



Mettmann - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

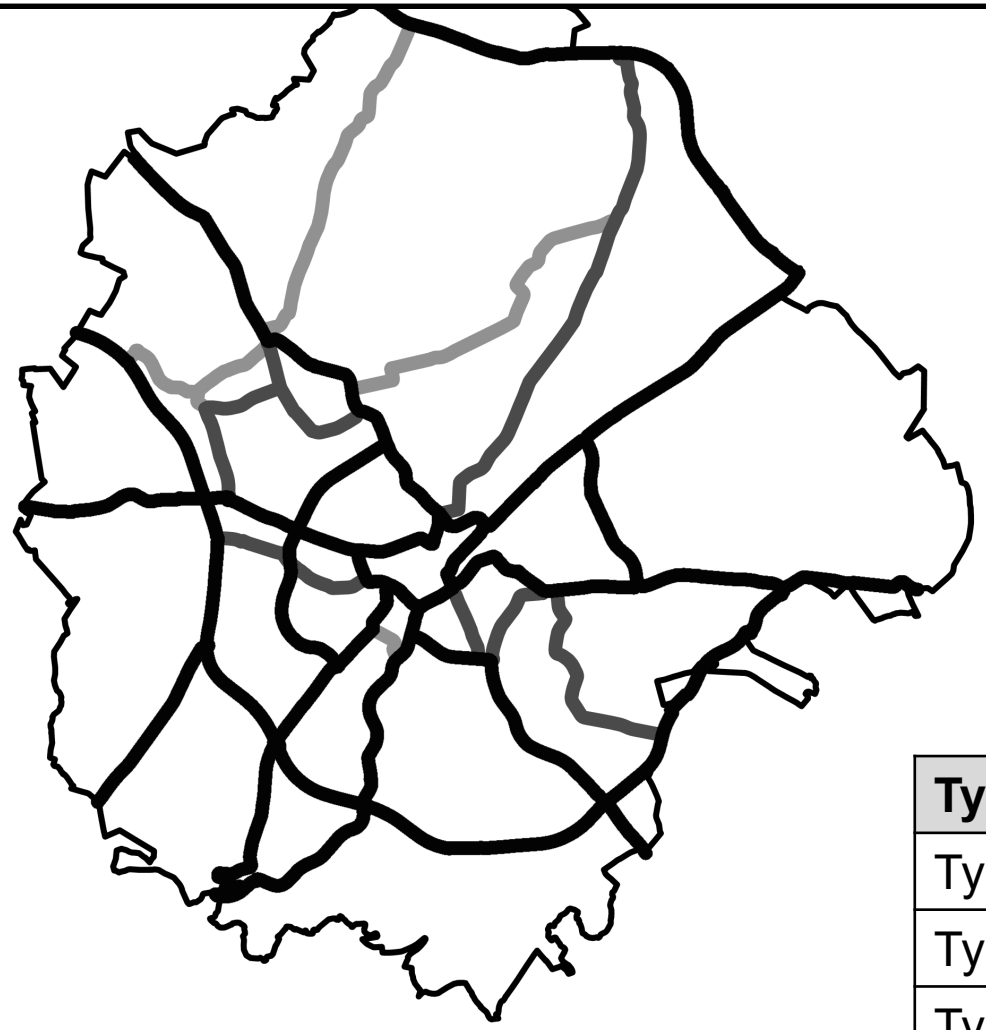
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

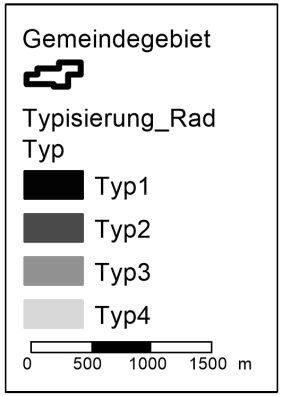
- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

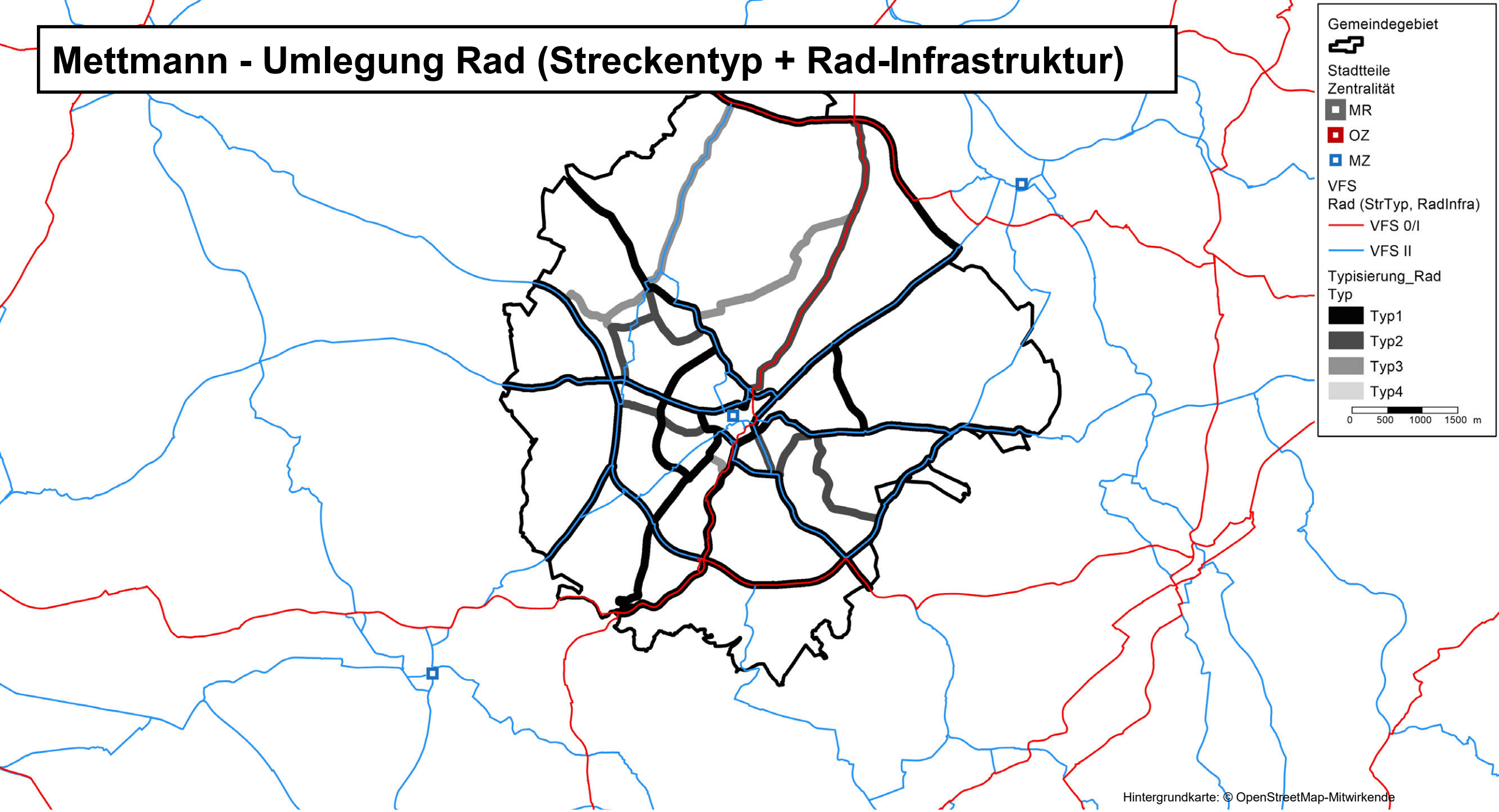
Mettmann - Typisierung Rad





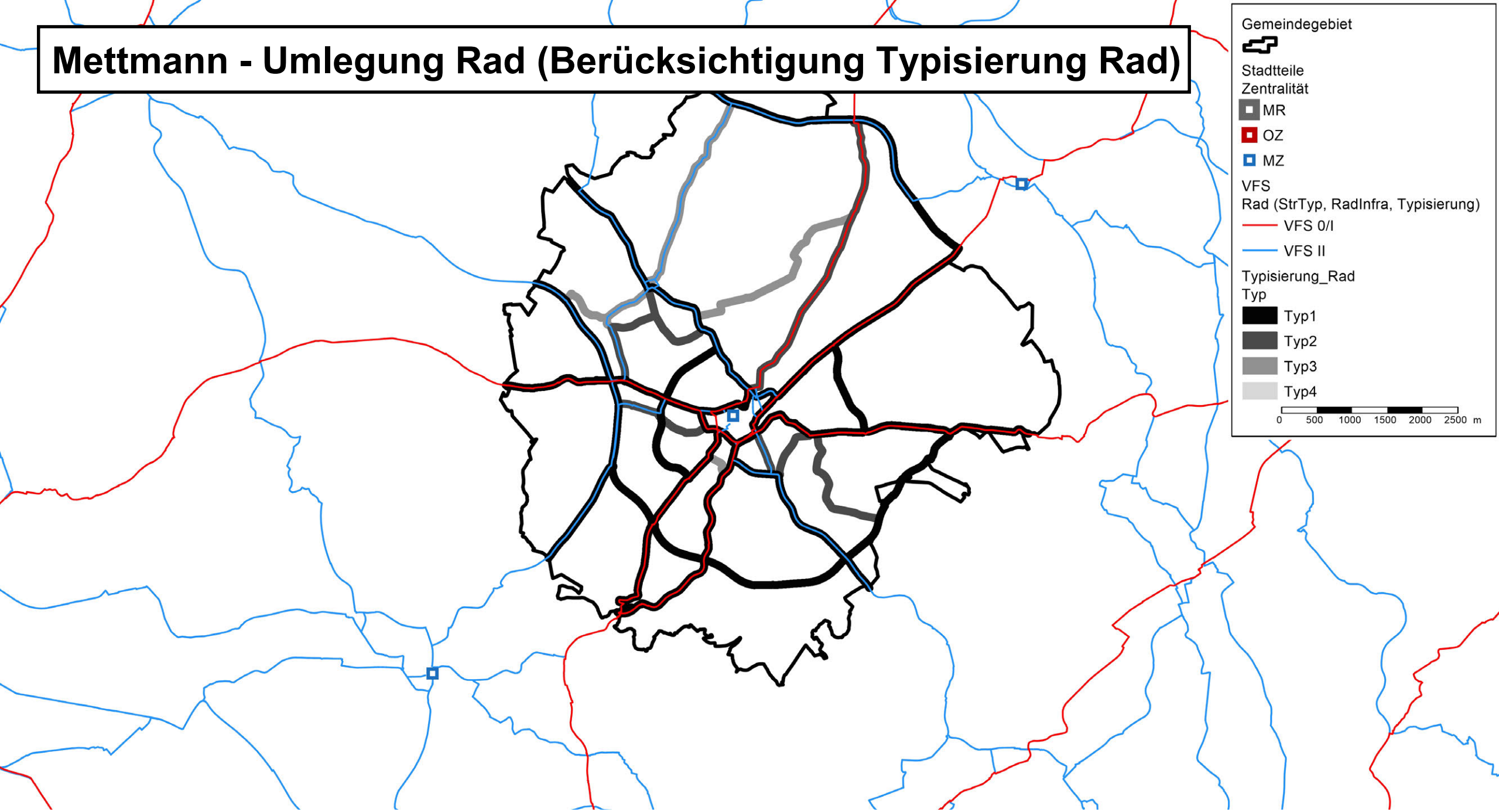
Typ	Beschreibung
Typ1	Hauptroute
Typ2	Nebenroute
Typ3	Ergänzungsroute

Mettmann - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)

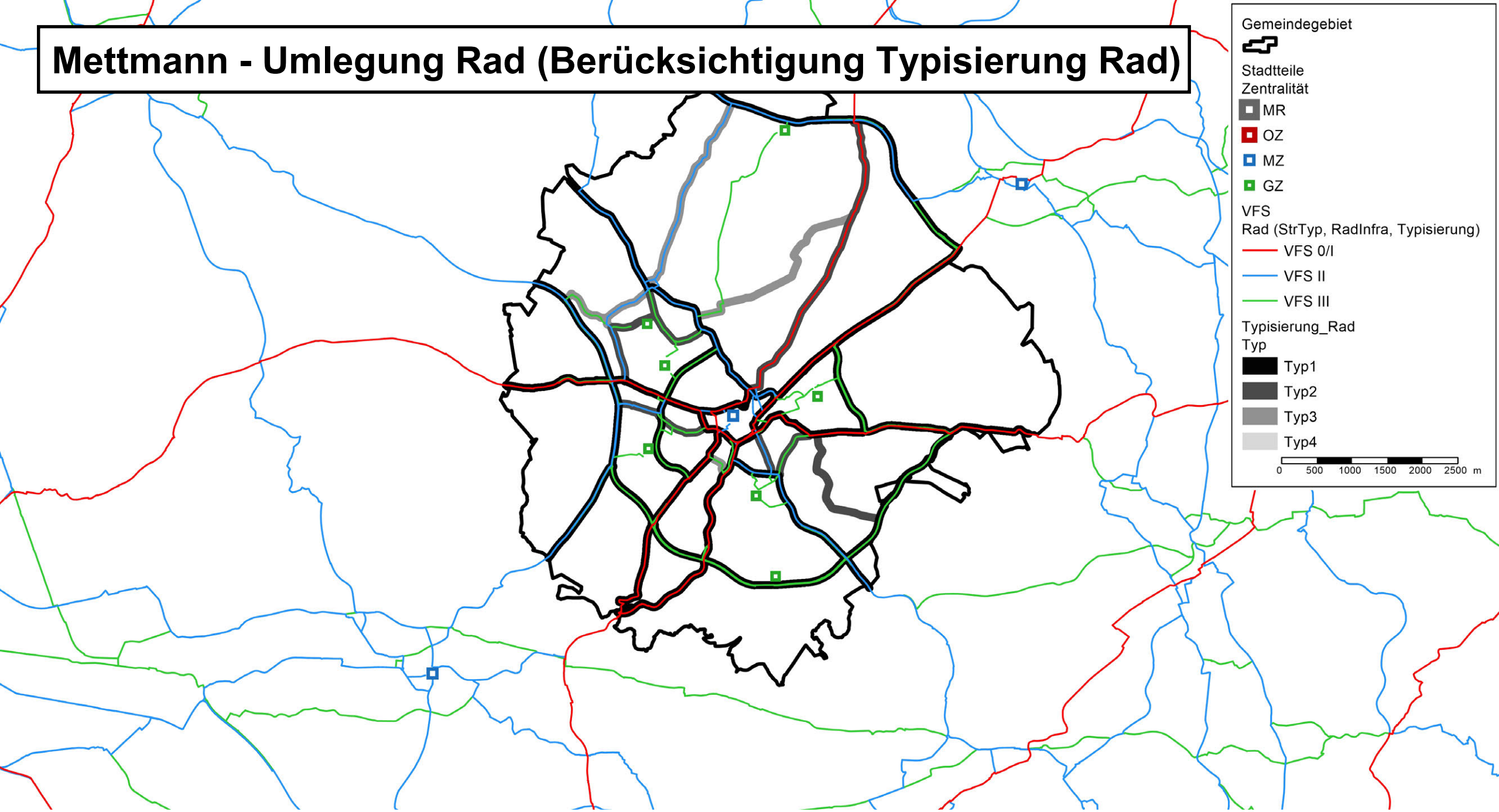


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

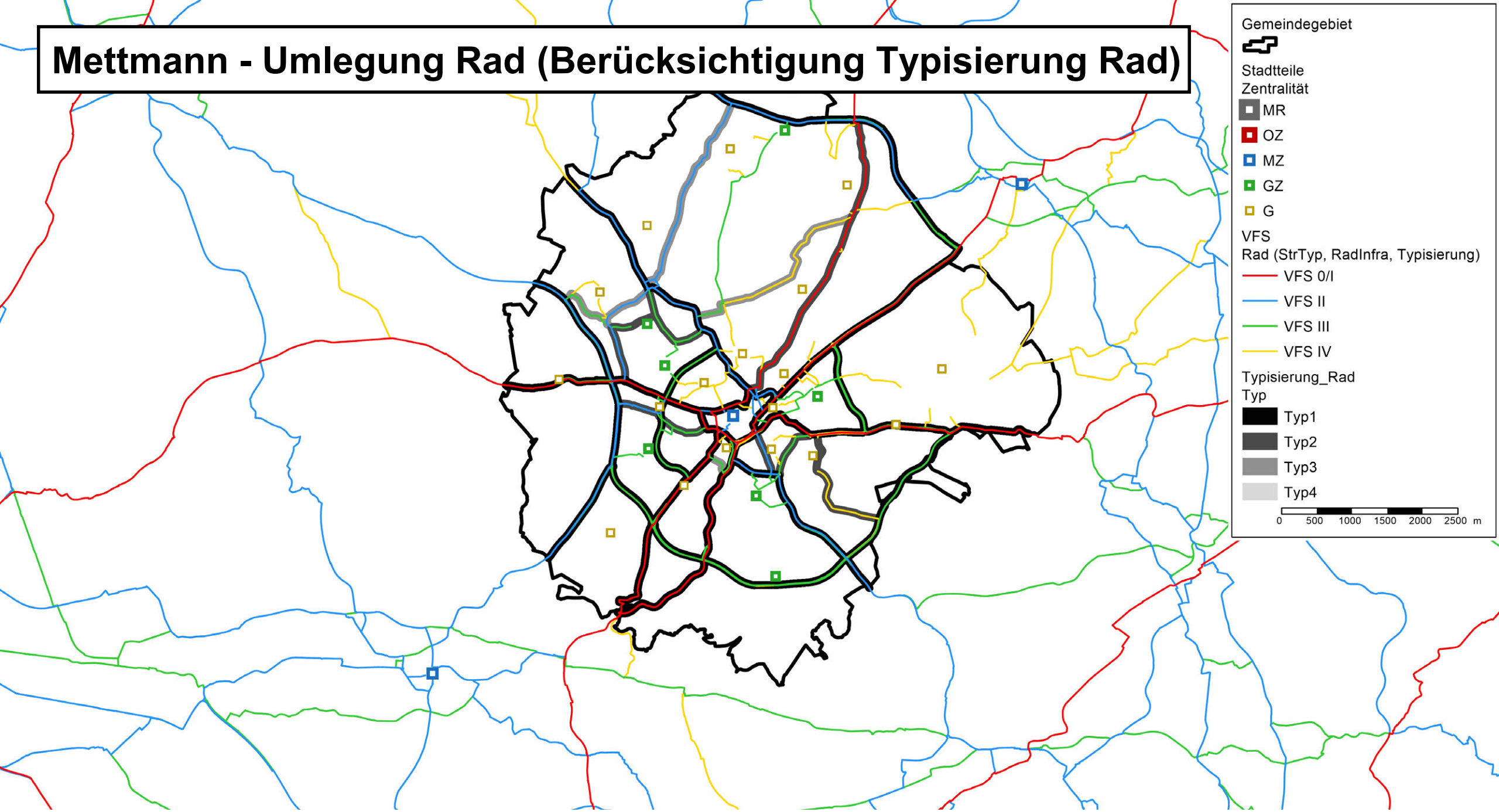
Mettmann - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



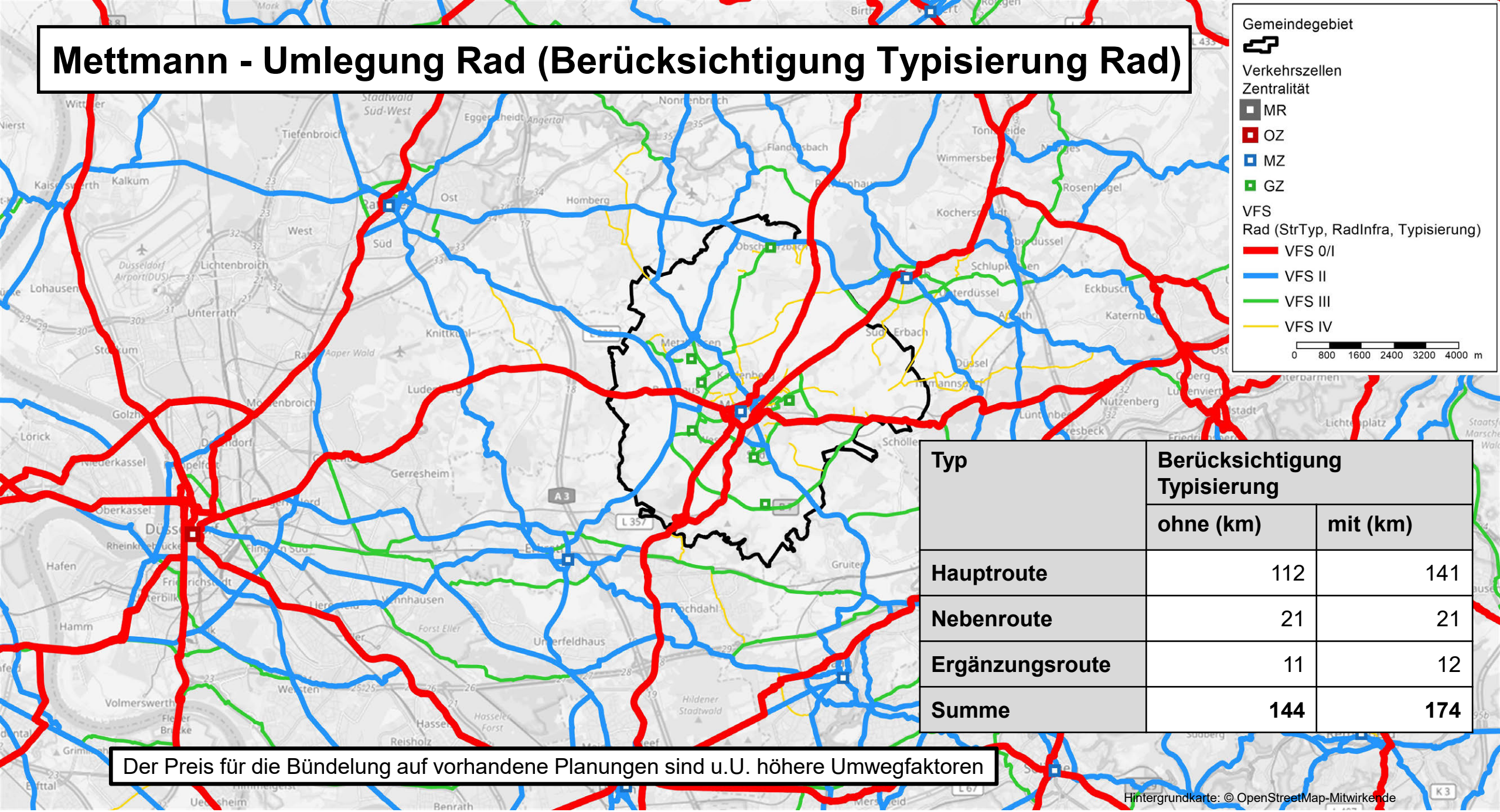
Mettmann - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Mettmann - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Mettmann - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	ohne (km)	mit (km)
Hauptroute	112	141
Nebenroute	21	21
Ergänzungsroute	11	12
Summe	**144**	**174**

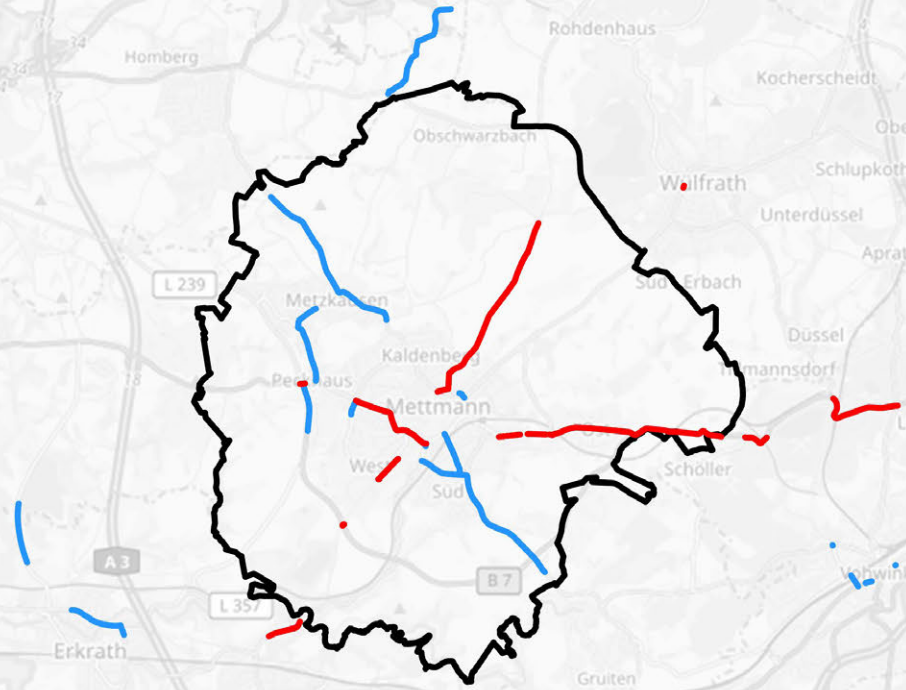
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

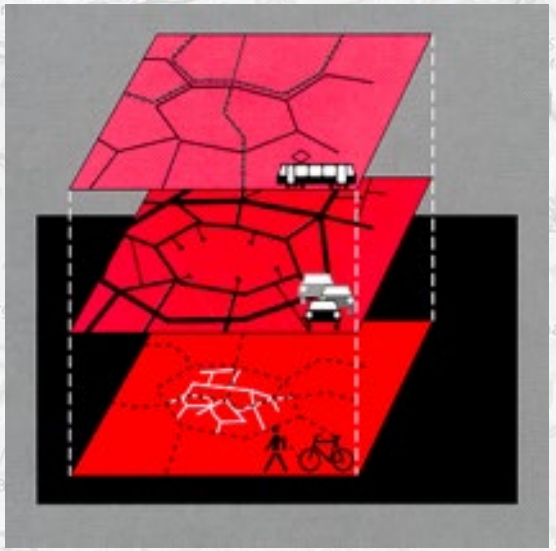
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	0
	II	0
	III	0
	IV	0
II	I	22
	II	38
	III	13
	IV	10
III	I	21
	II	23
	III	29
	IV	1
IV	I	4
	II	7
	III	1
	IV	5

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet





Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

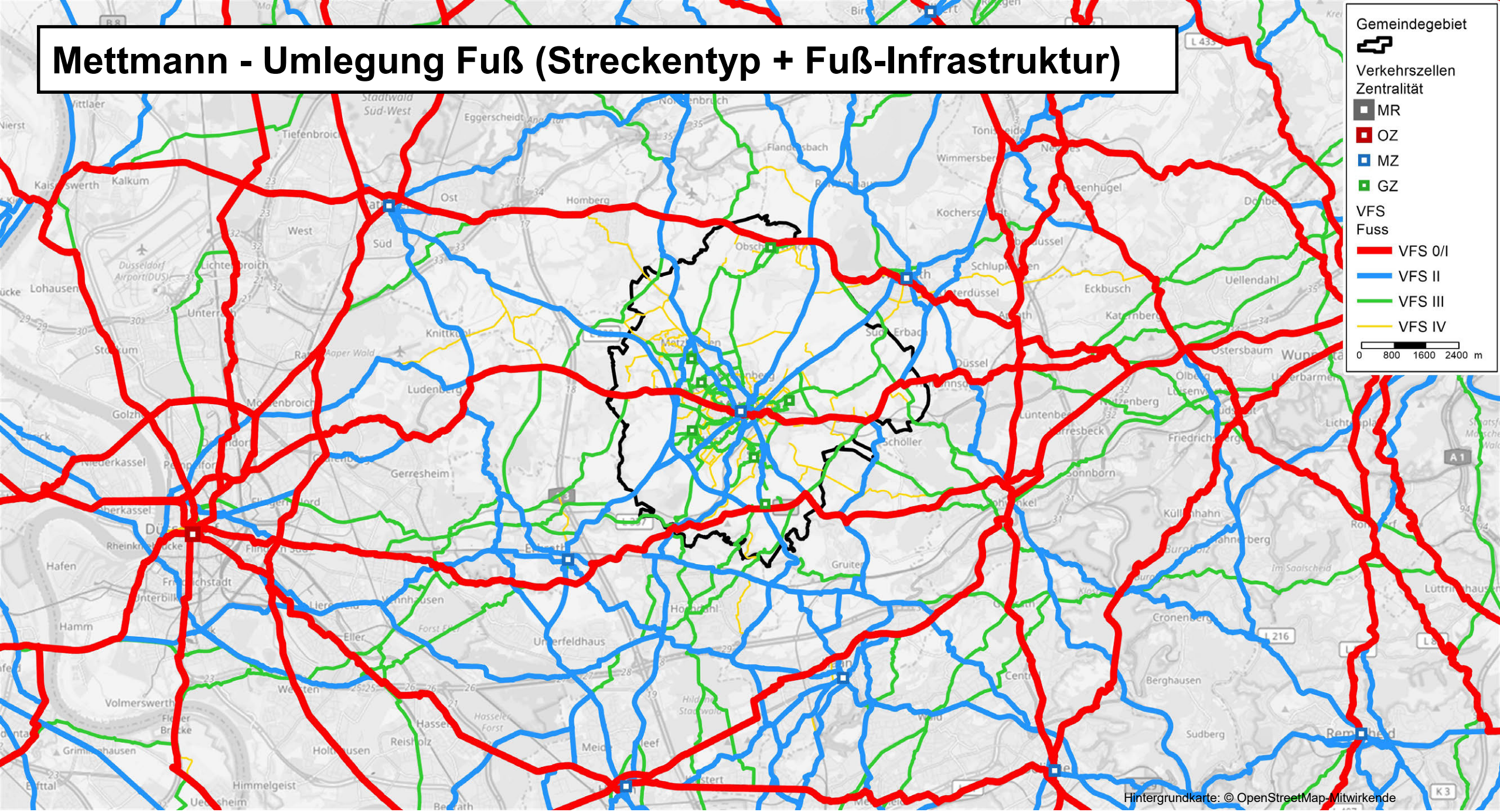
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Mettmann - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	**0,9**	**13,8**	**16.600**
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	**11,1**	**73,3**	**3.900**
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Mettmann	1	8	43	2,3	18,8	4.800

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Protokoll (1/2)

Zentralitäten

- Folie 17: Anwendung der Methode mit Hilfe der Stadtteile und statistischen Bezirke sorgt für eine dichte Verteilung von Zentralitäten im Stadtgebiet. Methode sorgt aber dafür, dass der außenliegende Stadtteil (städtisches Umland) ebenfalls Zentralitäten der Stufe 4 und Stufe 3 enthält, ohne das tatsächliche zentralörtliche Funktionen vorliegen (vgl. Folie 16).
- Folie 18: räumlicher Detailgrad in der direkten Umgebung nimmt zu stark ab. In der Umgebung sind Zentralitäten auf Ebene des Gemeindegebiets enthalten. Es gibt beispielsweise Relationen mit Stadtteilen von Wuppertal und Düsseldorf die bei dem groben Detailgrad nicht berücksichtigt werden.

Umlegungsergebnis Pkw-Verkehr

- VFS II: B7 (Südring) wäre erwartet gewesen; lässt sich aus der zentralörtlichen Struktur nicht auf Anhieb erklären; stellt unter anderem eine Alternativroute zwischen Düsseldorf und Wuppertal dar
- VFS II: Teilweise unrealistisches Routing über „Schleichwege“ z.B. bei Metzkausen (OSM-Typ „unclassified“ Folie 22/23); ggfs. aufgrund von zulässiger Geschwindigkeit 30 km/h auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen (L156)
- VFS II: Routing zwischen Erkrath und Wülffrath führt mitten durch Ortskern über teilweise nicht freigegebene Strecken für den Kfz-Verkehr (Attributierung in OSM nicht korrekt)
- VFSIII: Wichtige Nebenstrecken werden vom Routing identifiziert (im Bereich Mettmann West und Süd)

Protokoll (2/2)

Umlegungsergebnis Radverkehr

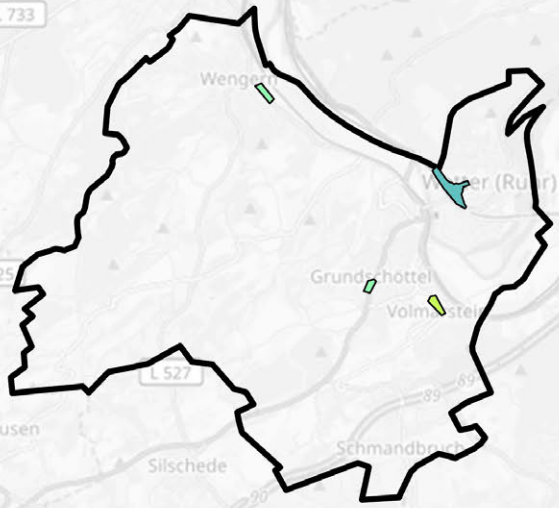
- erscheint auf ersten Blick plausibel zu sein
- Sowohl die vorhandene Typisierung als auch das Umlegungsergebnis haben die Stadtteile verbindende Charakteristik
- VFS 0/I: Unterschiede lassen sich in einer Veränderung der Bewertung auf Zwischengemeindlicher Ebene erklären
- Folie 46: Bereits erarbeitetes Netz kann vom Routing gut berücksichtigt werden

Umlegungsergebnis Fußverkehr mit der angewendeten Methode nicht sinnvoll (alltagsrelevante Distanzen)

Wetter
(ohne Termin)

Kommunale Daten: © Stadt Wetter (Ruhr)

Wetter - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB



Gemeindegebiet

ZVB Flächen Code

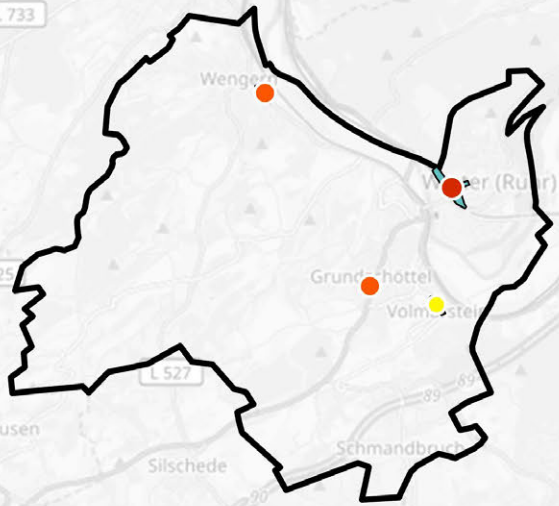
- Typ 0
- Typ 1
- Typ 2
- Typ 3
- Typ 4
- Typ 5
- Typ Sonstige

0 800 1600 2400 m

Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Wetter - Zentrale Versorgungsbereiche ZVB (Zentroide)



Gemeindegebiet

ZVB Flächen Code

- Typ 0
- Typ 1
- Typ 2
- Typ 3
- Typ 4
- Typ 5
- Typ Sonstige

ZVB Zentroide ZVB_Zentralität

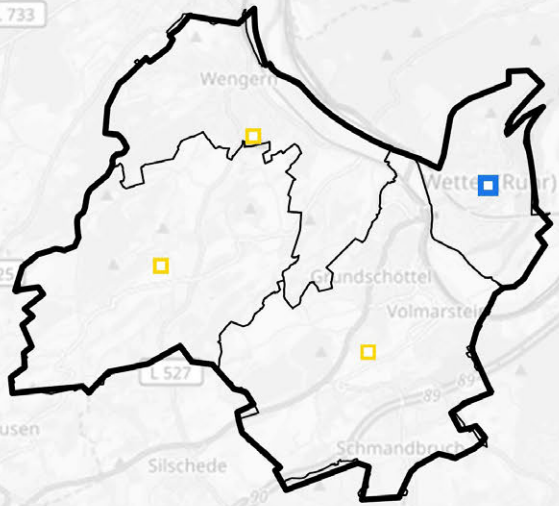
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

0 800 1600 2400 m

Disclaimer: Wir wissen, dass hier die Bereiche Soziales, Bildung, Verwaltung, etc. fehlen

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Wetter - Stadtteile mit Zentralitäten



Gemeindegebiet

Stadtteile Zentralität

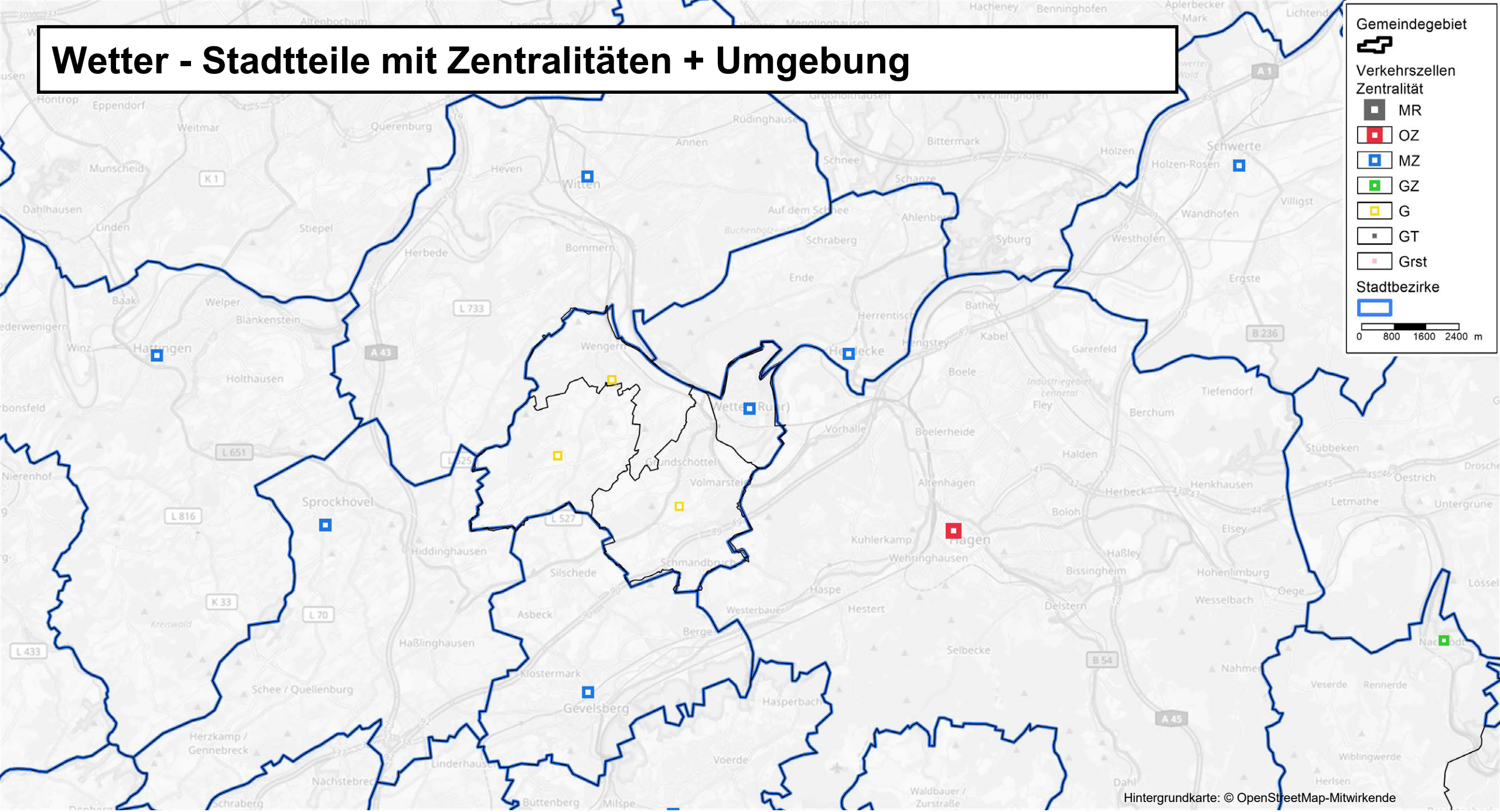
- MR
- OZ
- MZ
- GZ
- G
- GT
- Grst

Stadtbezirke

0 800 1600 2400 m

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

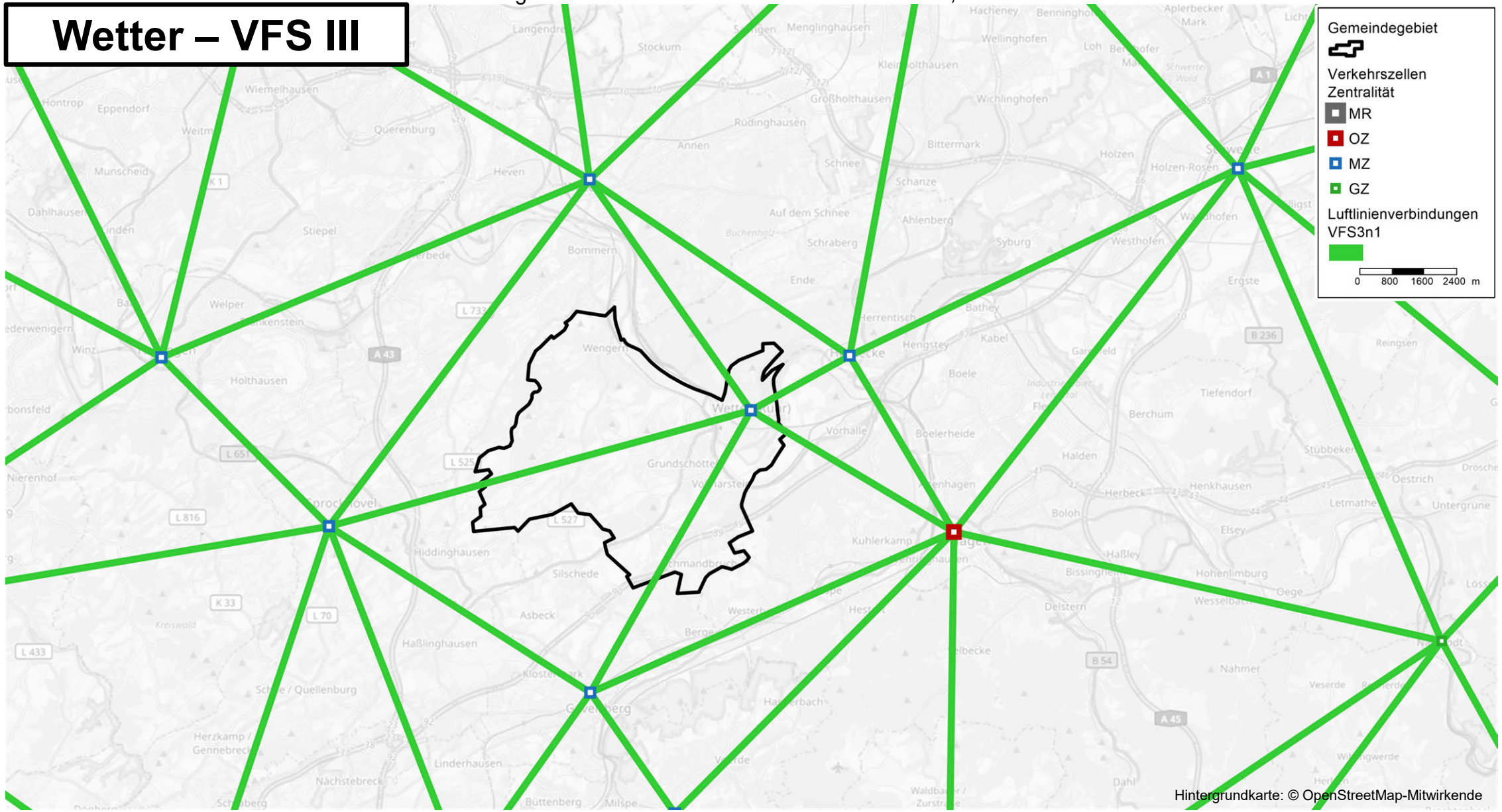
Wetter - Stadtteile mit Zentralitäten + Umgebung



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

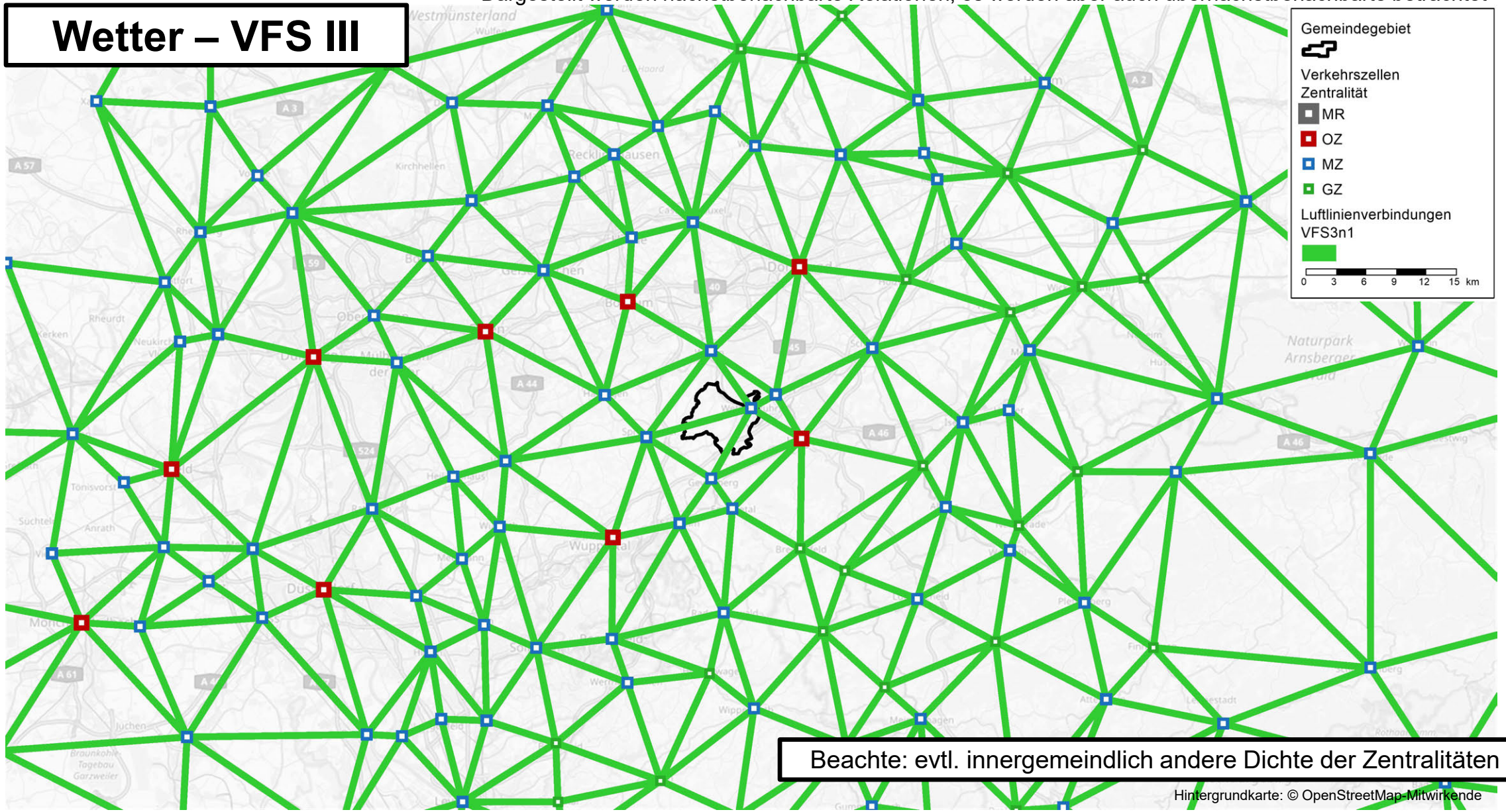
Wetter – VFS III



Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Wetter – VFS III



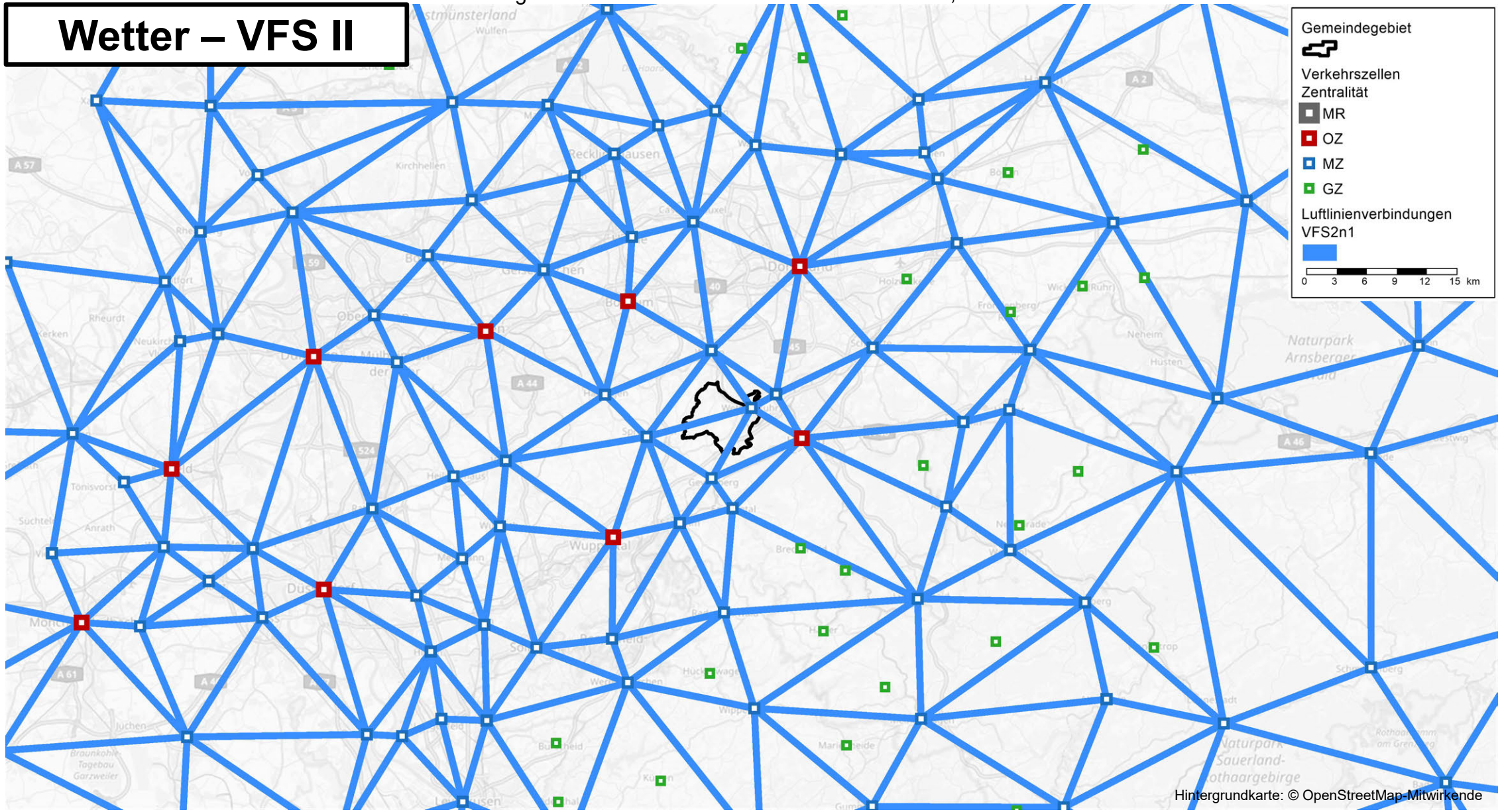
Beachte: evtl. innergemeindlich andere Dichte der Zentralitäten

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Generieren der Dreiecksnetze für Verbindungsfunktionsstufen VFS 0-IV

Dargestellt werden nächstbenachbarte Relationen, es werden aber auch übernächstbenachbarte betrachtet

Wetter – VFS II



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap

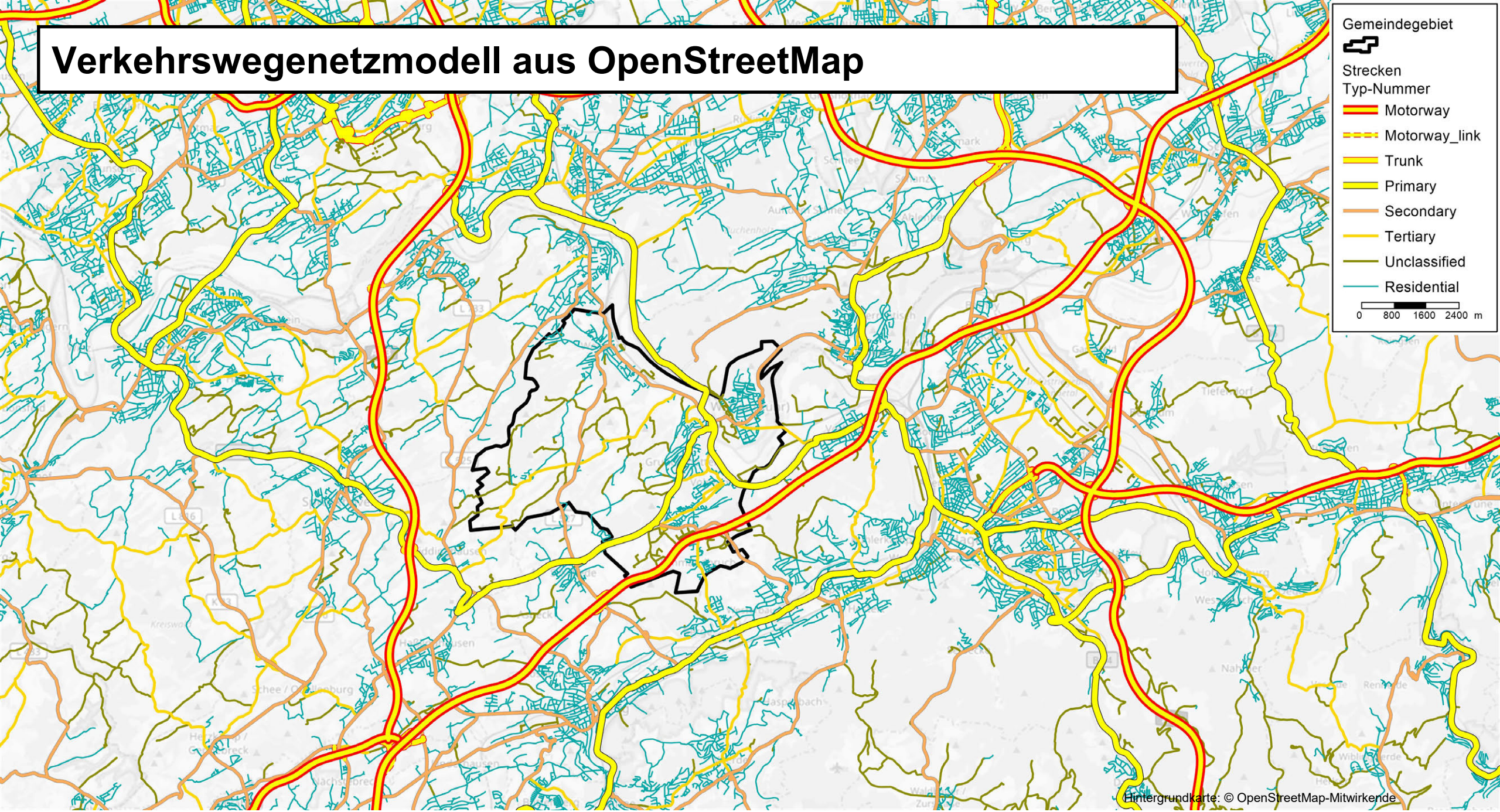
- Zuordnung der Verbindungfunktion der relevanten Verbindungen zu Verkehrswegen
- Verwendung von OpenStreetMap(OSM)-Daten
- Verkehrswege in OpenStreetMap:

Mehr Ausbauzustand als bspw. Baulastträger

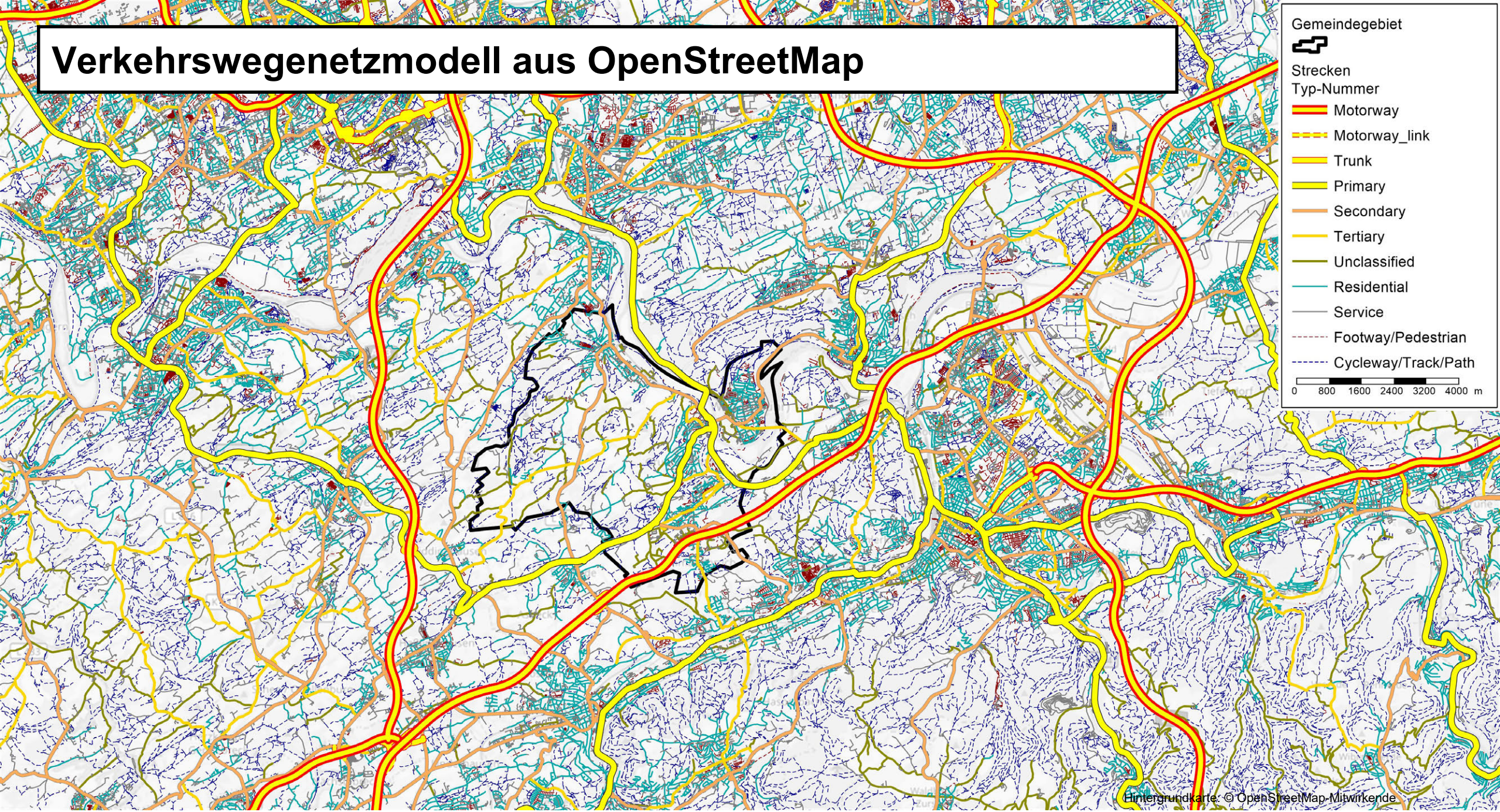
OSM-Tag	Referenz*	Beschreibung*
Motorway	Autobahn	**baulich** getrennten Fahrtrichtungen und besonderen Nutzungsbeschränkungen
Trunk	Autobahnähnliche Straße, "Kraftfahrstraße"	autobahnähnlich **ausgebaute** Straße oder andere Straße mit Ausschluss des Langsamverkehrs
Primary	Bundesstraße	Hauptverbindungsstraße unter zentraler Verwaltung (Bund), überregionaler Verkehr, Verbindung großer Städte, Straßen mit übergeordneter Verkehrsbedeutung (beispielsweise mindestens 10.000 Kfz / Tag)
Secondary	Landes-, (Staats-,) oder sehr gut ausgebaute Kreisstraße	überregionaler Verkehr, Verbindung kleinerer Zentren
Tertiary	Kreisstraße	sehr gut **ausgebaute** Gemeindeverbindungsstraße, Straßen die Dörfer untereinander verbinden bzw. innerstädtische Straßen mit Durchfahrtscharakter
Unclassified	Gemeindestraße mit Verbindungscharakter	Öffentlich befahrbare Nebenstraßen mit einfachstem **Ausbauzustand**, typischerweise keine Mittellinie
Residential/Road/ Living_Street/Service	Straße an und in Wohngebieten	die keiner anderen Straßenklasse angehört

*im deutschen OSM-Wiki

Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Verkehrswegenetzmodell aus OpenStreetMap



Erzeugung von Anbindungen für die Stadtteile

Anbindungen schließen Verkehrszellen an das Streckennetz an. Sie entsprechen einem Zugangs- oder Abgangsweg zwischen dem Zellenschwerpunkt und dem Anbindungsknoten.

Folgende Anbindungen werden für die Stadtteile* eingefügt:

Für den Pkw:

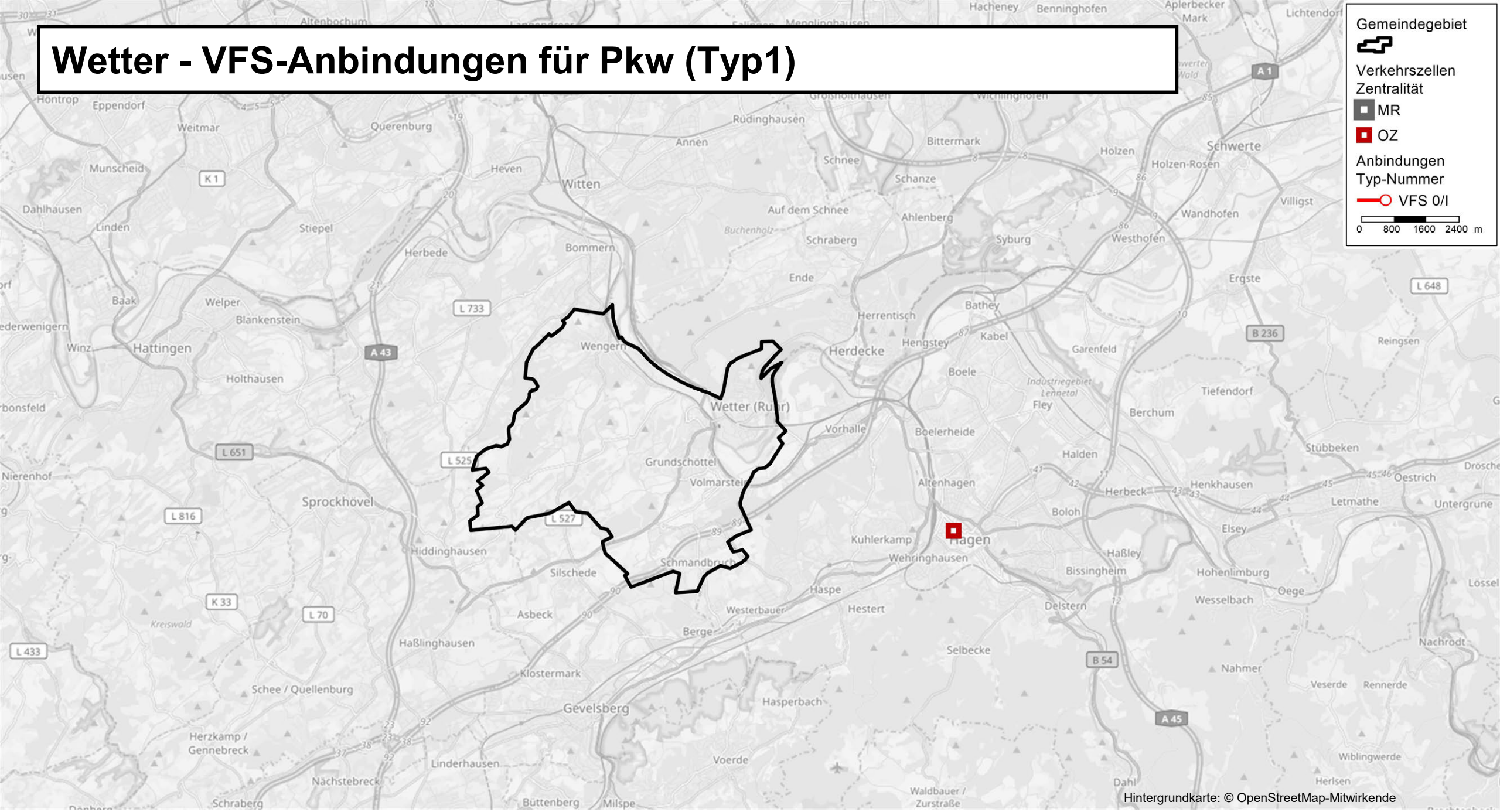
- Je nach betrachteter Verbindungsfunktion werden **spezifische Anbindungen** verwendet. Angebunden wird dabei an das Netz der vermuteten Verbindungsfunktionsstufe. (0/I → motorway, II → trunk/primary, III → tertiary, etc.)

Für Fuß/Rad

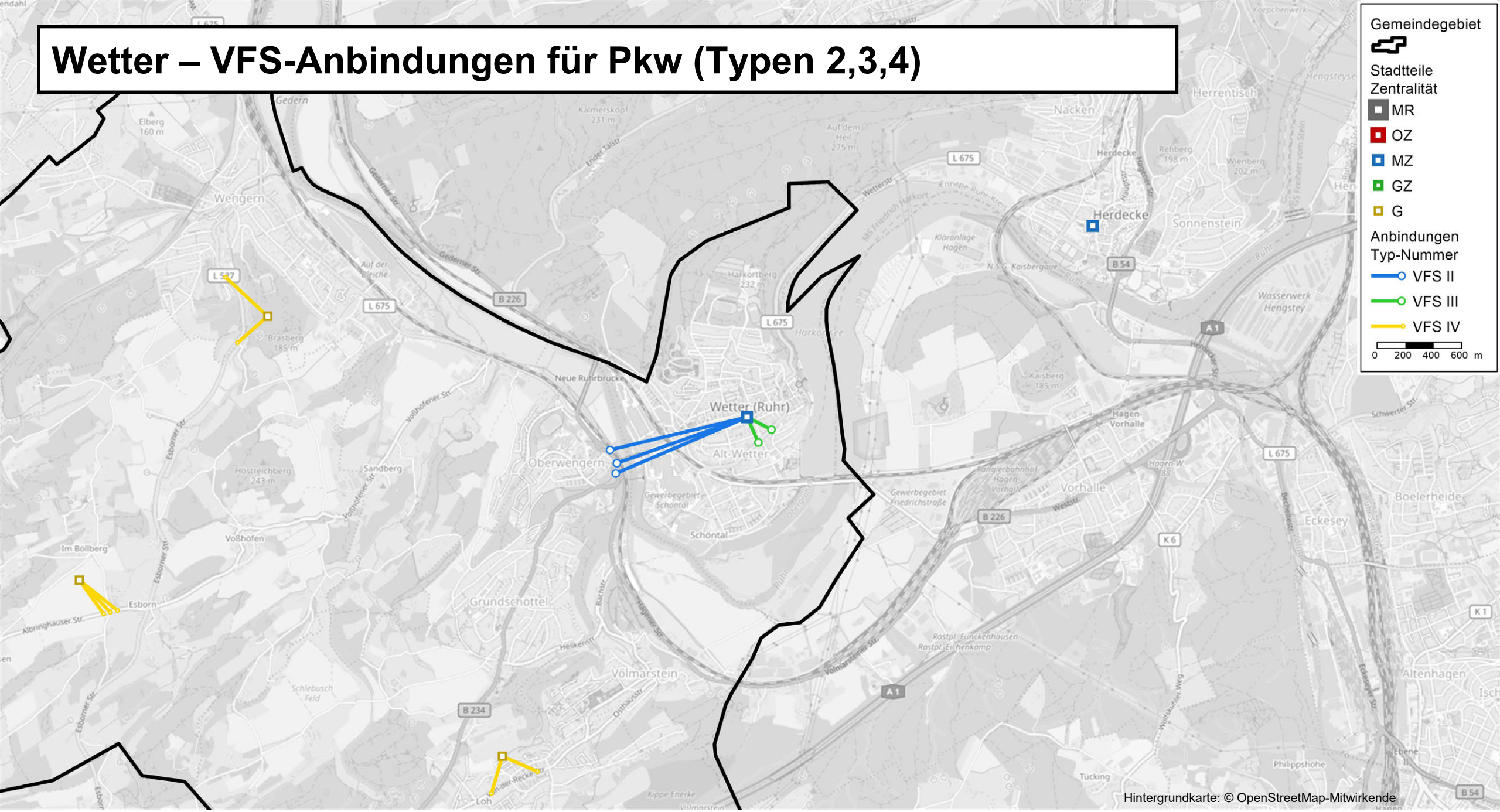
- Nächstmögliche Anbindungen an das Netz

*die Verkehrszellen außerhalb der Kommune werden nächstmöglich an das Streckennetz angebunden.

Wetter - VFS-Anbindungen für Pkw (Typ1)



Wetter – VFS-Anbindungen für Pkw (Typen 2,3,4)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Verkehrswegenetz für den Pkw-Verkehr

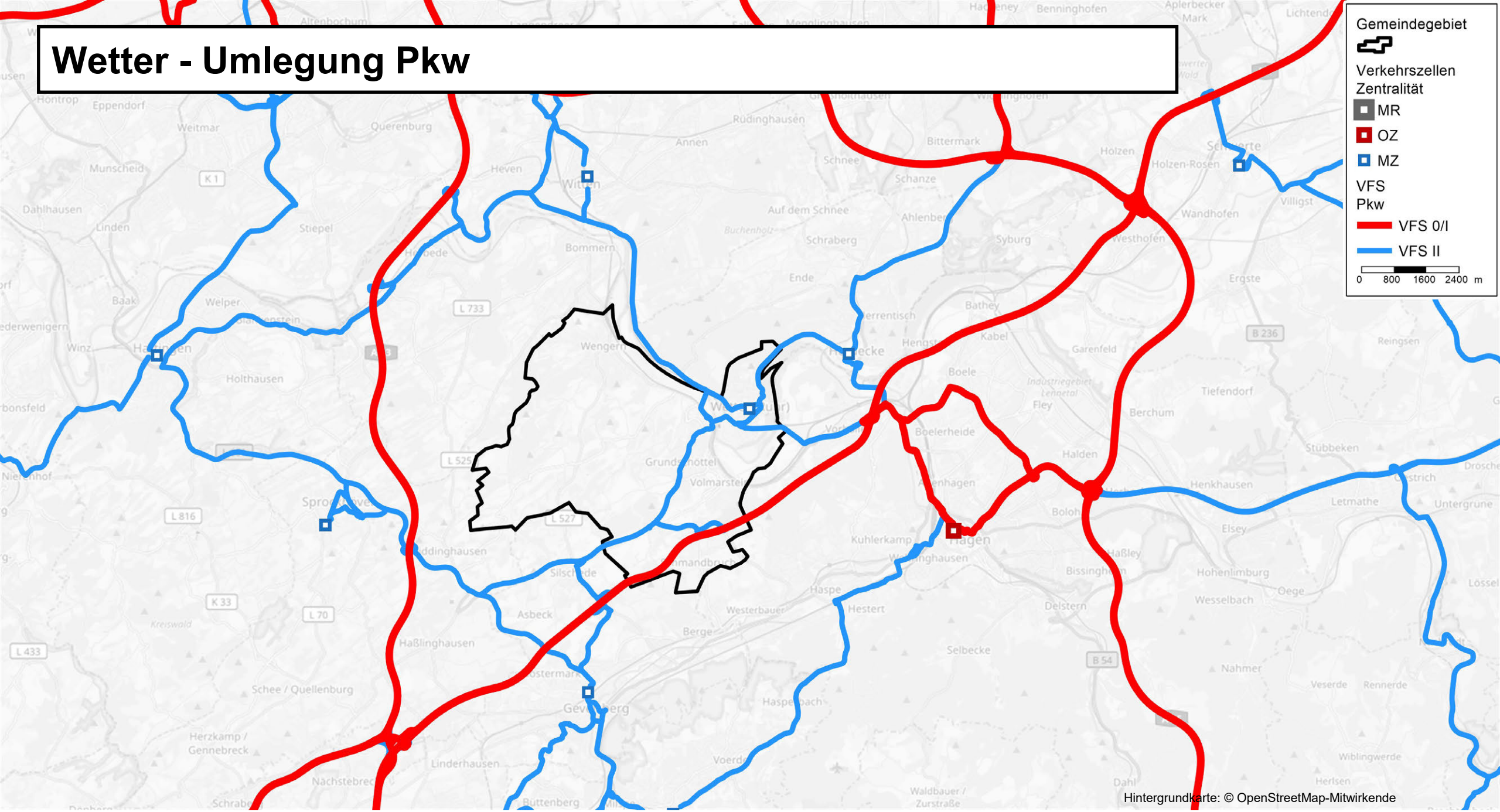
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (abhängig von Geschwindigkeitsbegrenzung)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **VFS** $(\boldsymbol{\beta_{VFS}})$: Bündelung auf höhere VFS

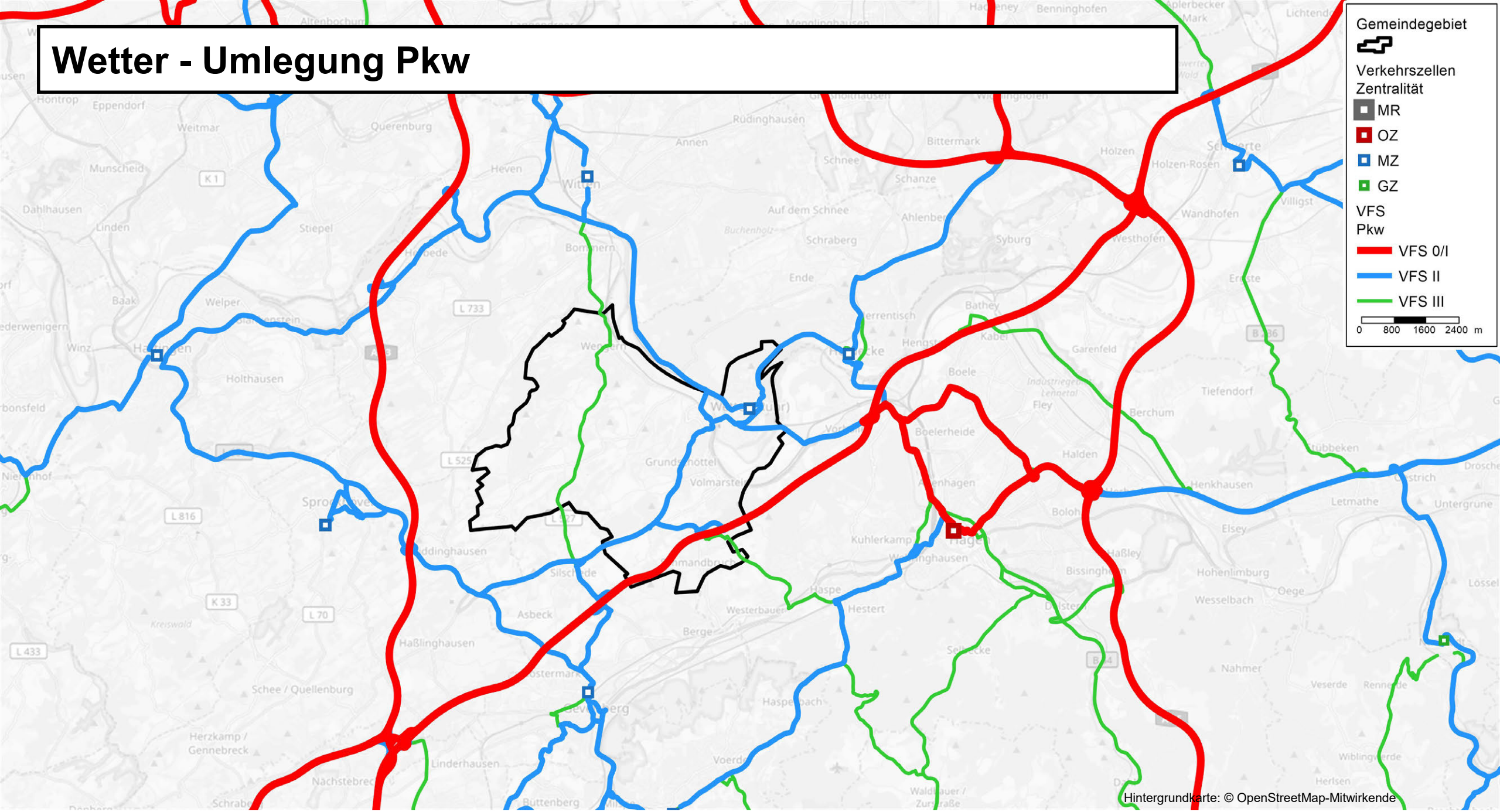
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}} + \boldsymbol{\beta_{VFS}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

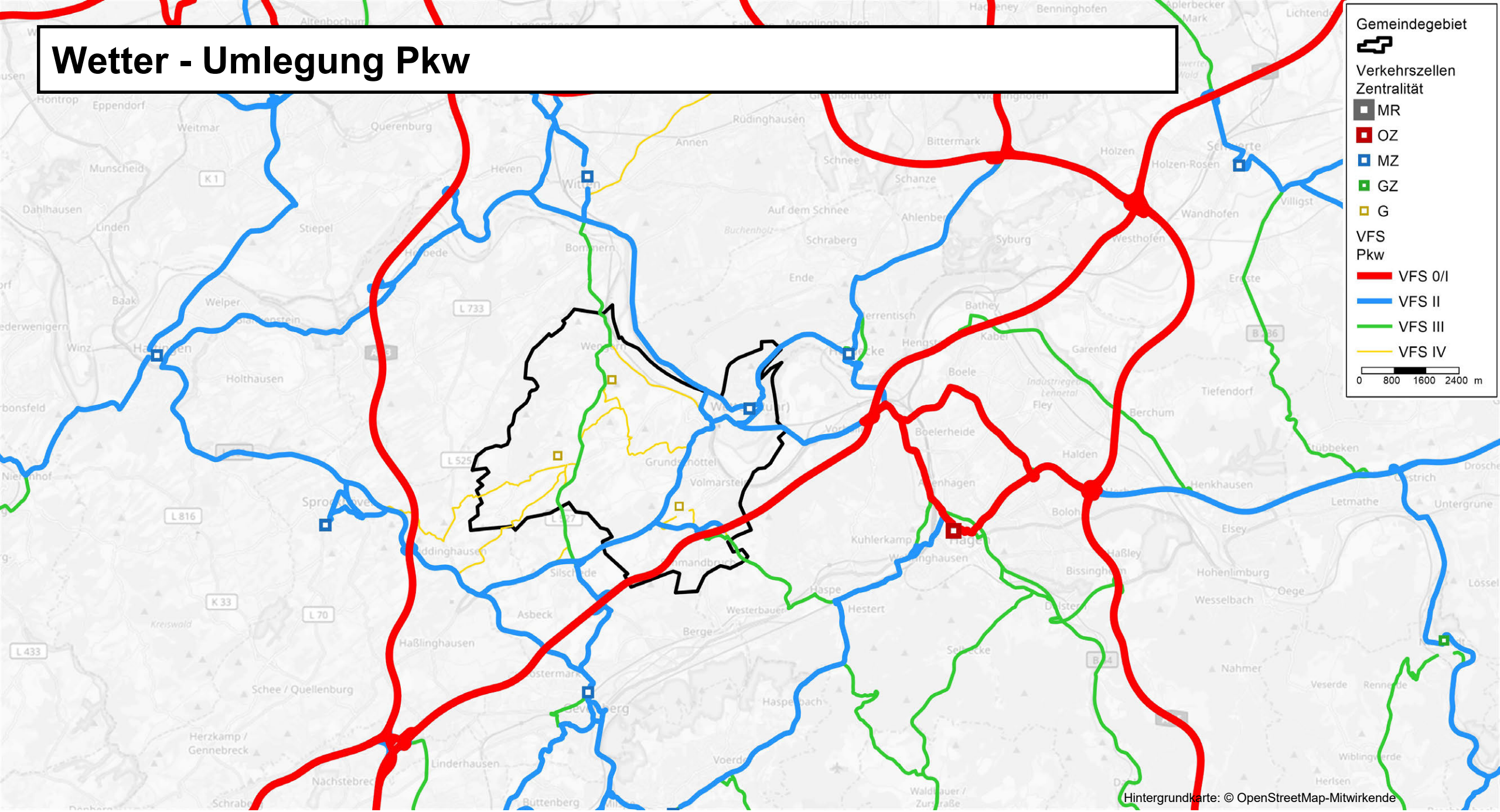
Wetter - Umlegung Pkw



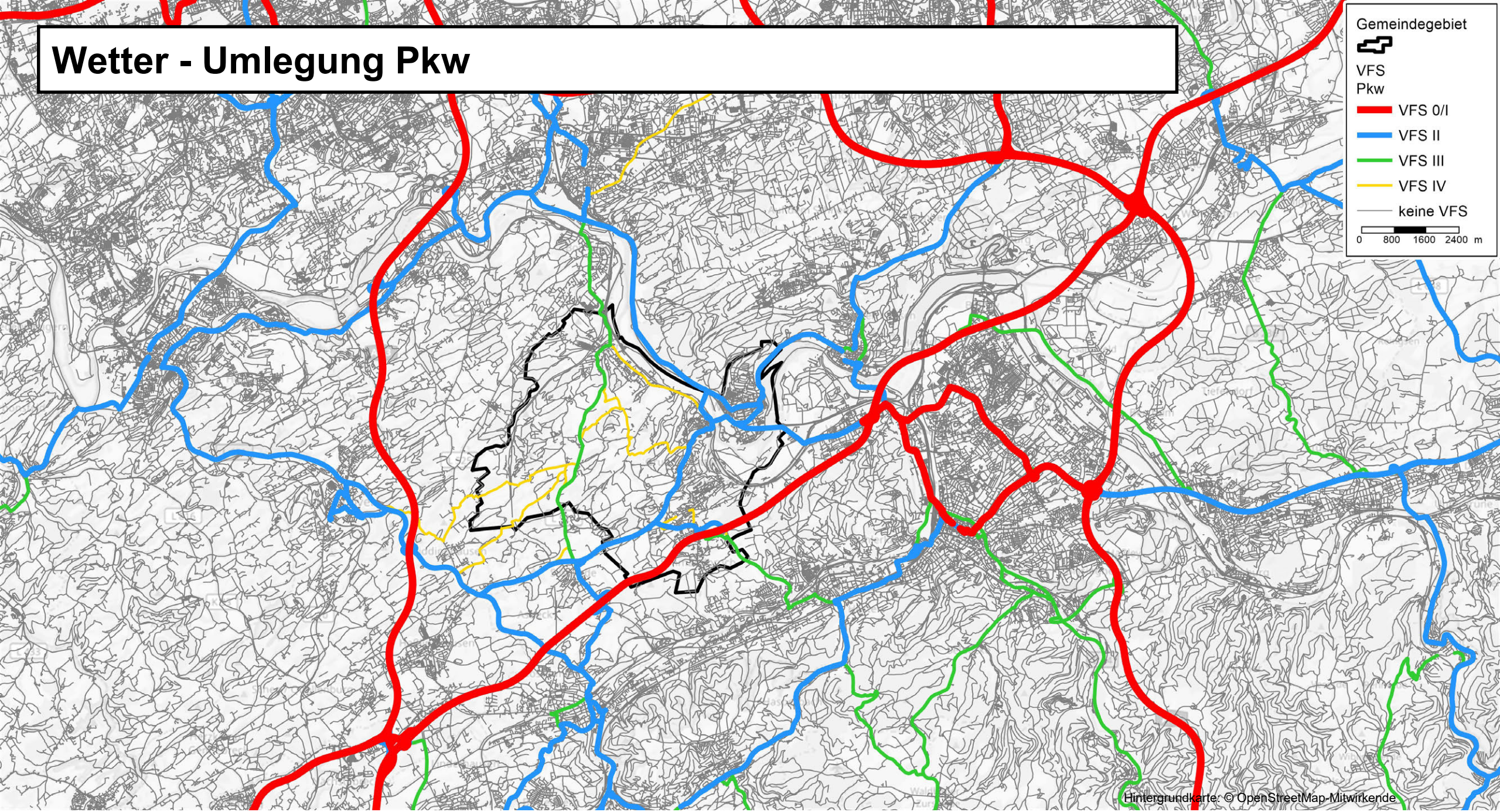
Wetter - Umlegung Pkw



Wetter - Umlegung Pkw



Wetter - Umlegung Pkw



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

OpenStreetMap

- Angenommen der Streckentyp aus OSM (motorway, trunk, etc.) gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe dort vorzufinden sein sollte

Typisierung der Kommune

- Auch die Typisierung der Kfz-Verkehrswege Ihrer Kommune gibt Anhaltspunkte darüber, welche Verbindungsfunktionsstufe vorzufinden sein sollte

→ Wie groß ist die Überschneidung zwischen Erwartung und Ergebnis?

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

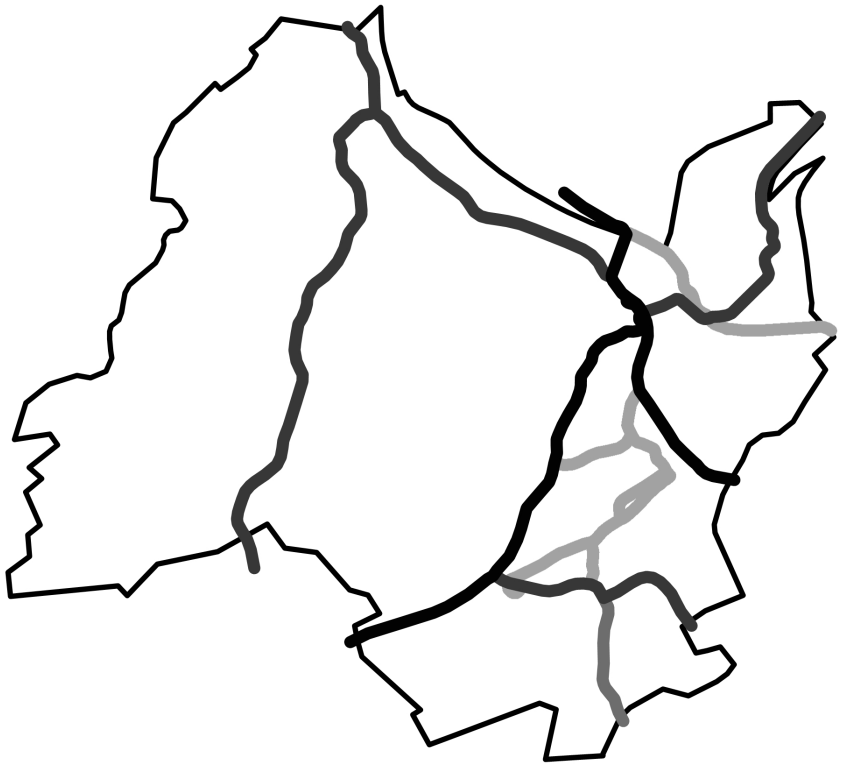
OpenStreetMap

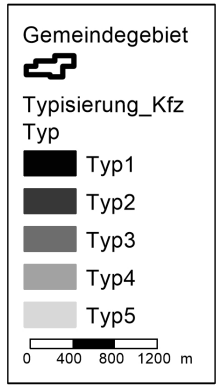
Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je OSM-Typs im 5km Puffer um das Gemeindegebiet:

OSM-Name	VFS (Ergebnis Modell)					Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	keine VFS	
motorway	85%	9%	1%	1%	4%	94%
trunk	0%	0%	0%	0%	0%	0%
primary	6%	53%	16%	0%	25%	70%
secondary	1%	25%	13%	4%	57%	17%
tertiary	1%	7%	0%	8%	83%	92%
unclassified	0%	0%	3%	8%	89%	97%
residential	0%	0%	0%	0%	100%	100%

arithmetisches Mittel (tertiary aufwärts)	45%

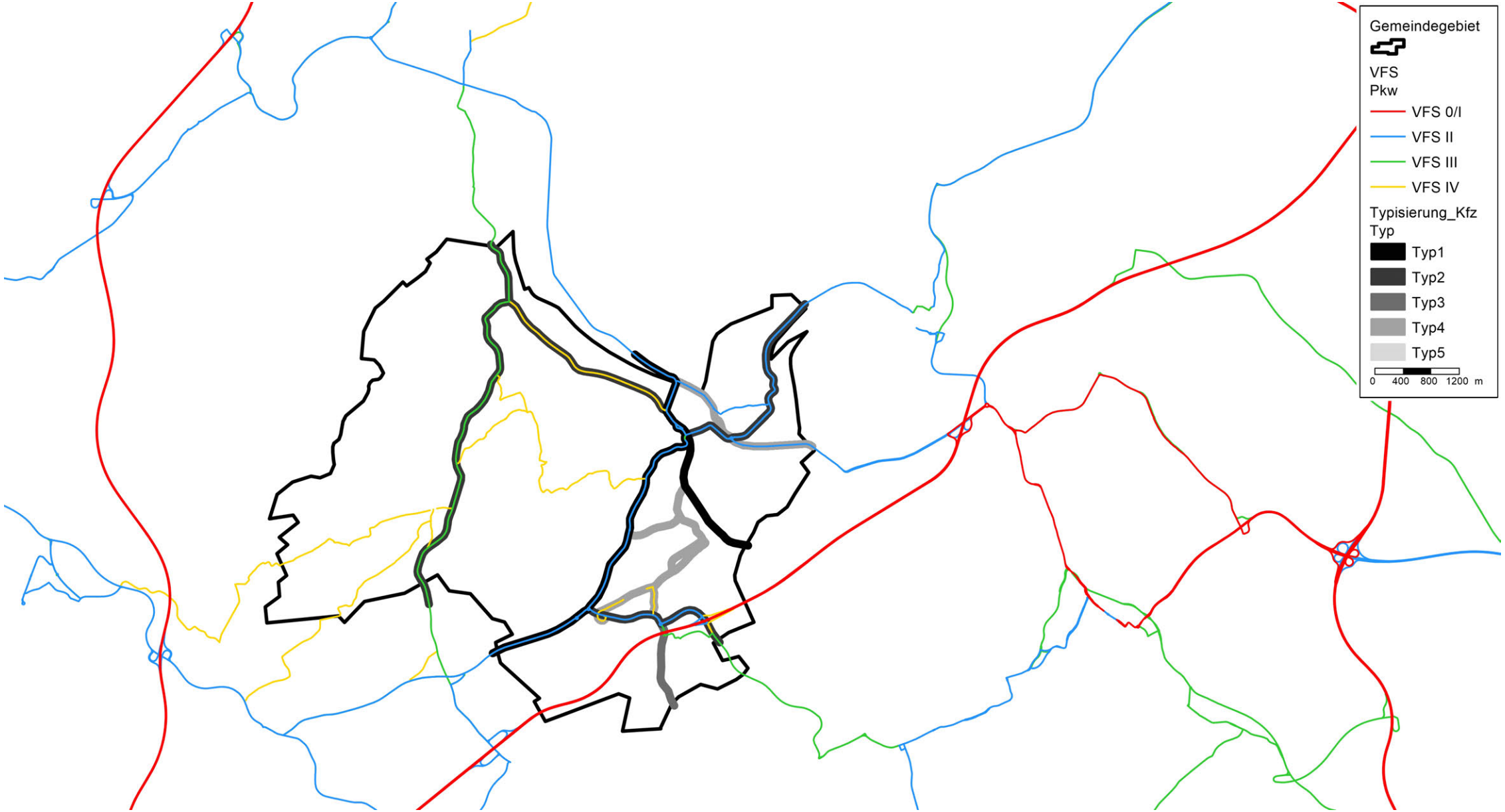
Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



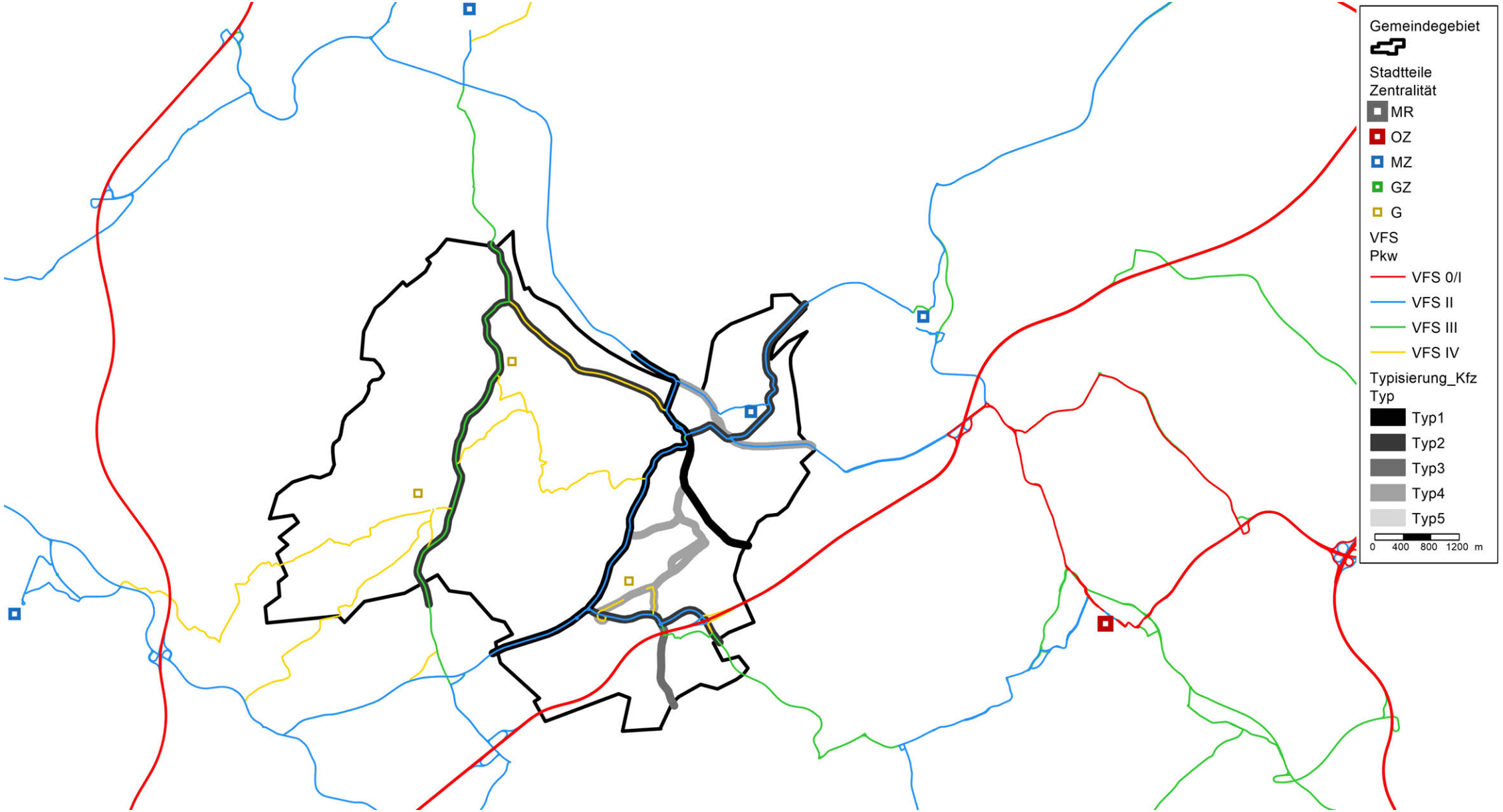


Typ	Beschreibung
Typ1	B
Typ2	L
Typ3	K
Typ4	HVS

Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung



Gütemaß Umlegung Pkw – Übereinstimmung mit Erwartung

Typisierung der Kommune

Anteil der Verbindungsfunktionsstufen der Strecken je Typisierung der Kommune im Gemeindegebiet:

Typ	VFS (Ergebnis Modell)				Erwartung erfüllt
	0/I	II	III	IV	
B	0%	98%	2%	1%	**98%**
L	0%	33%	44%	23%	**44%**
K	0%	48%	52%	0%	
HVS	0%	70%	0%	30%	

arithmetisches Mittel	

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

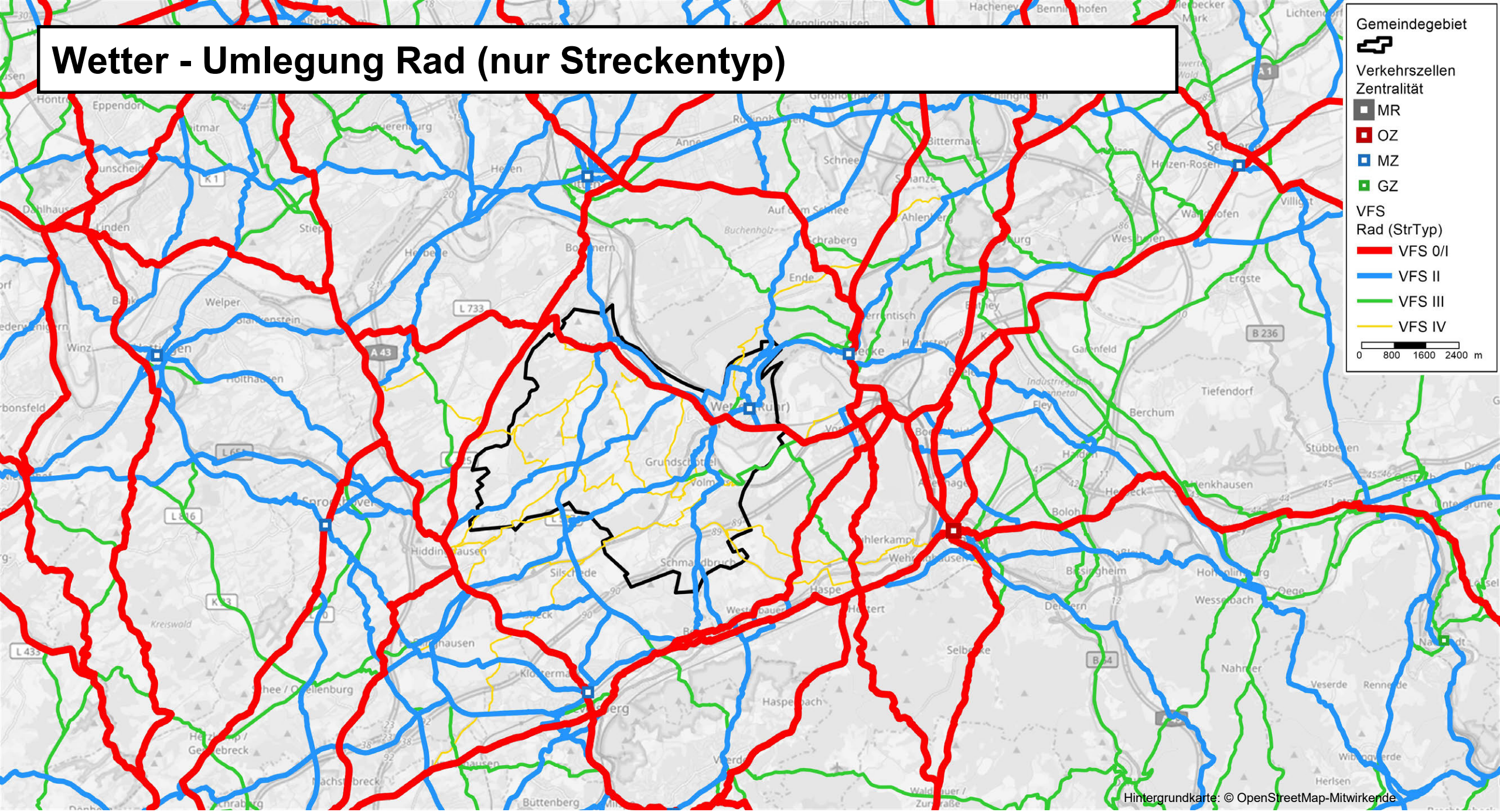
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z.B. auf „cycleway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Rad-Infrastruktur in OSM

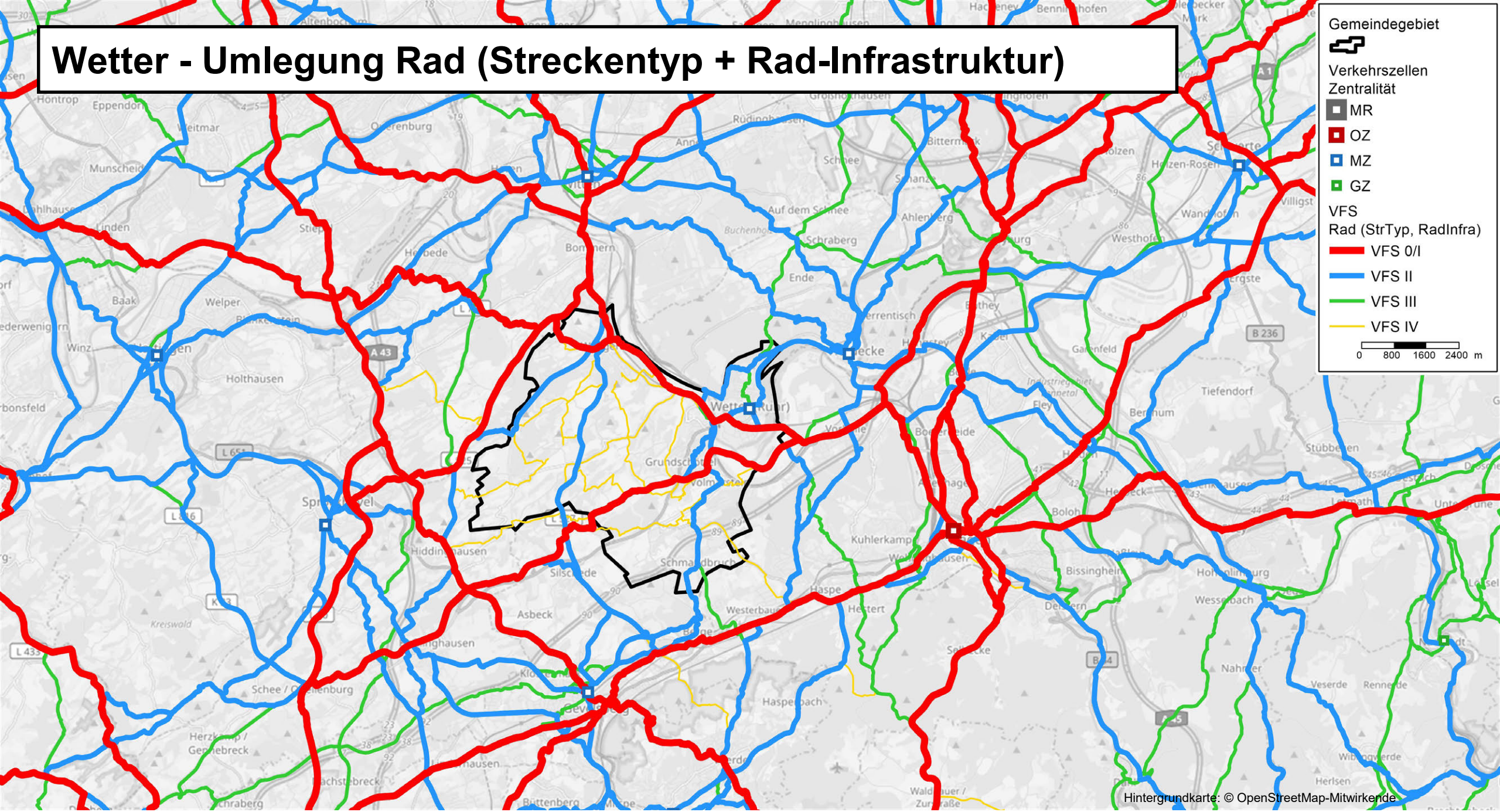
$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Wetter - Umlegung Rad (nur Streckentyp)



Wetter - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)



Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Radverkehr

Es gibt sehr viele Routingoptionen im Radverkehr

→ Dort wo schon Pläne oder Wegenetze für das Fahrrad vorhanden sind, können diese gesondert berücksichtigt werden.

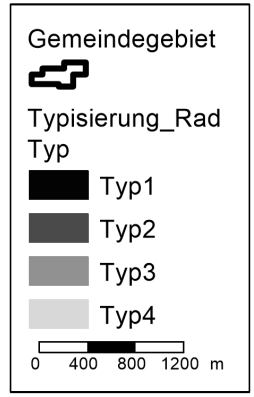
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Fahrzeit**: Fahrzeit auf der Strecke (20 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen
- **Vorhandenes Radwegenetz** $(\boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}})$

$$\boldsymbol{Fahrzeit} * (\min(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}}, \boldsymbol{\beta_{Radwegenetz}}))$$

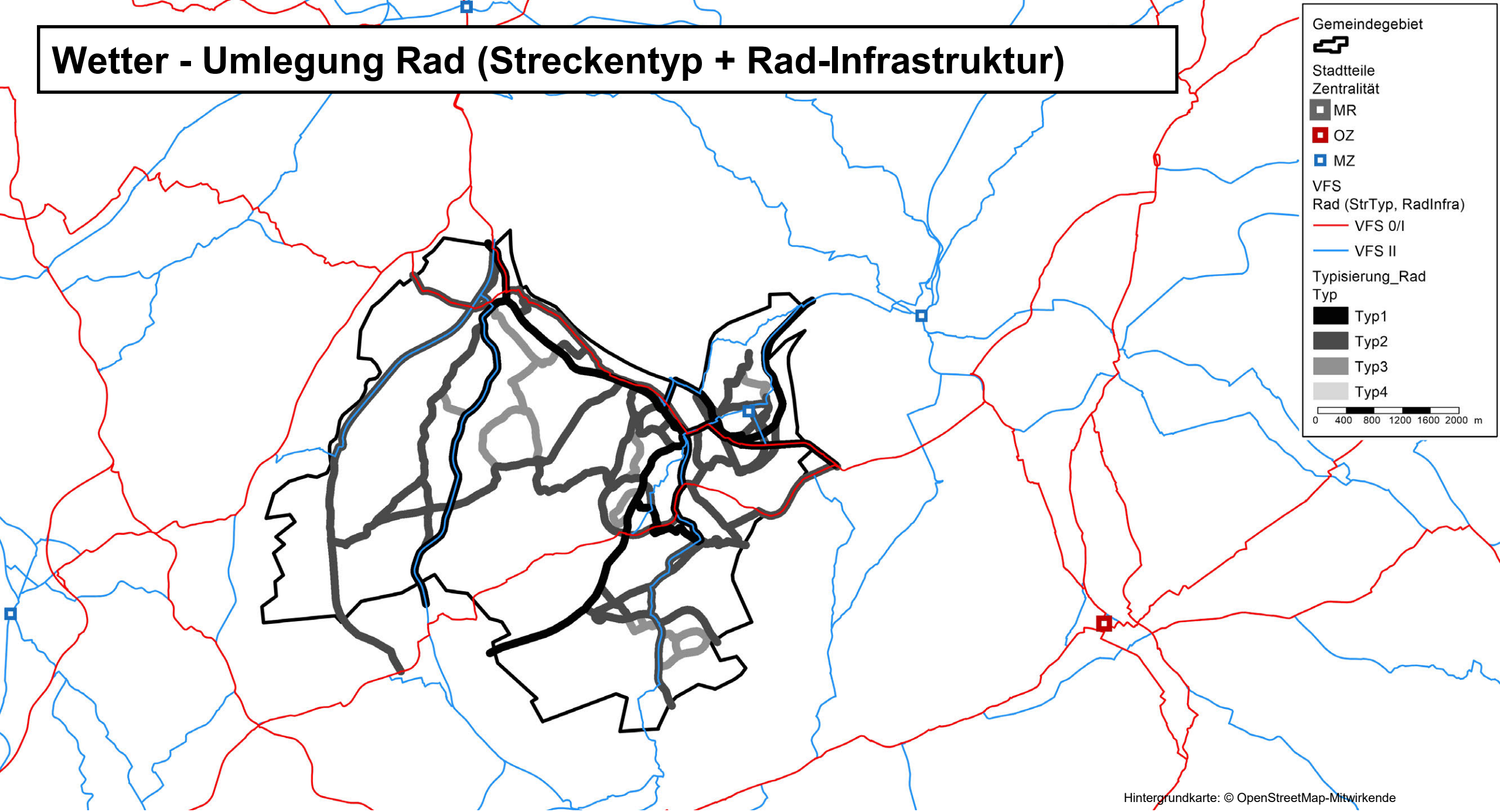
→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Wetter - Typisierung Rad



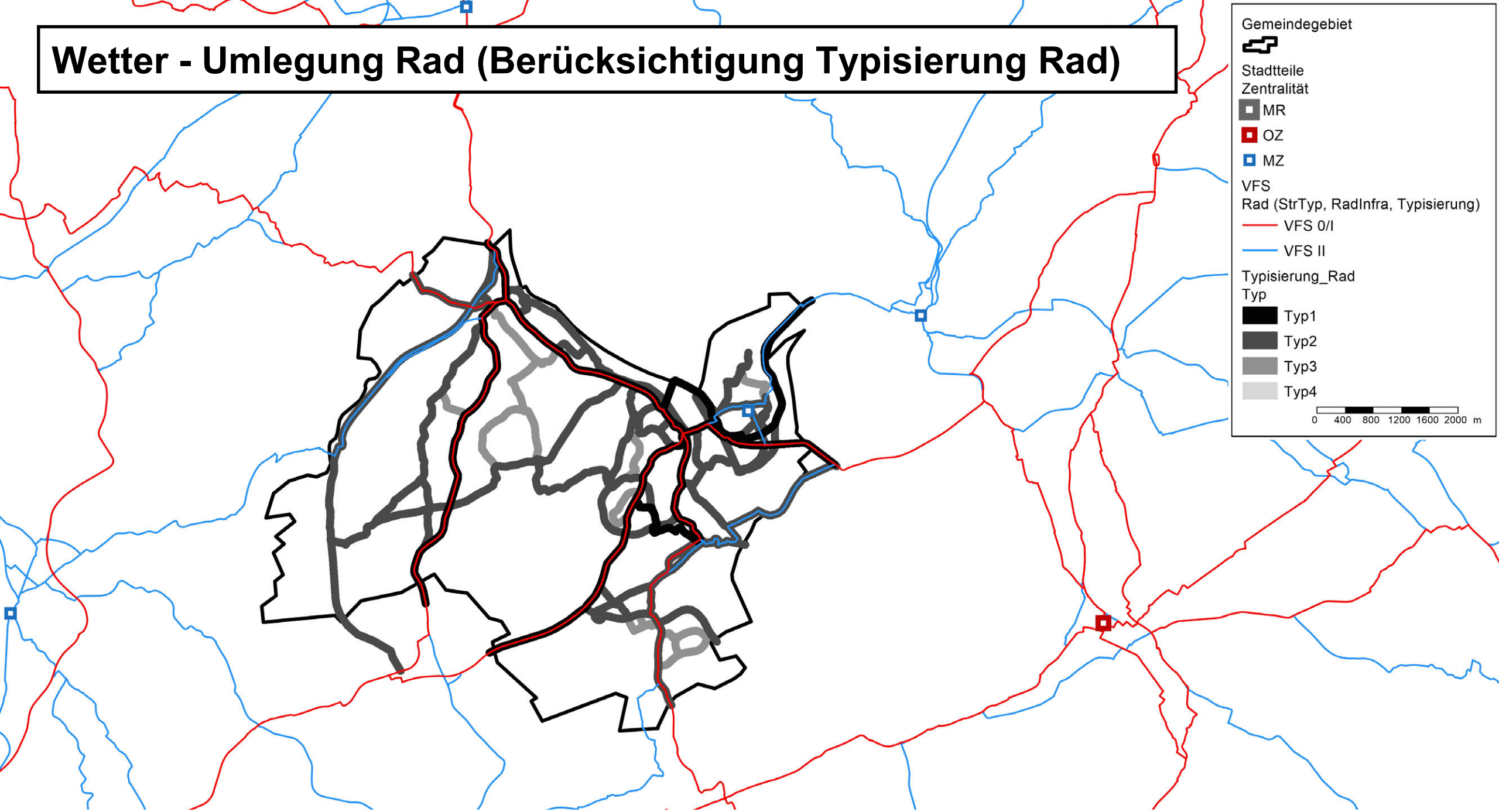
Typ	Beschreibung
Typ1	Hauptnetz
Typ2	Nebennetz
Typ3	Erschließungsnetz

Wetter - Umlegung Rad (Streckentyp + Rad-Infrastruktur)

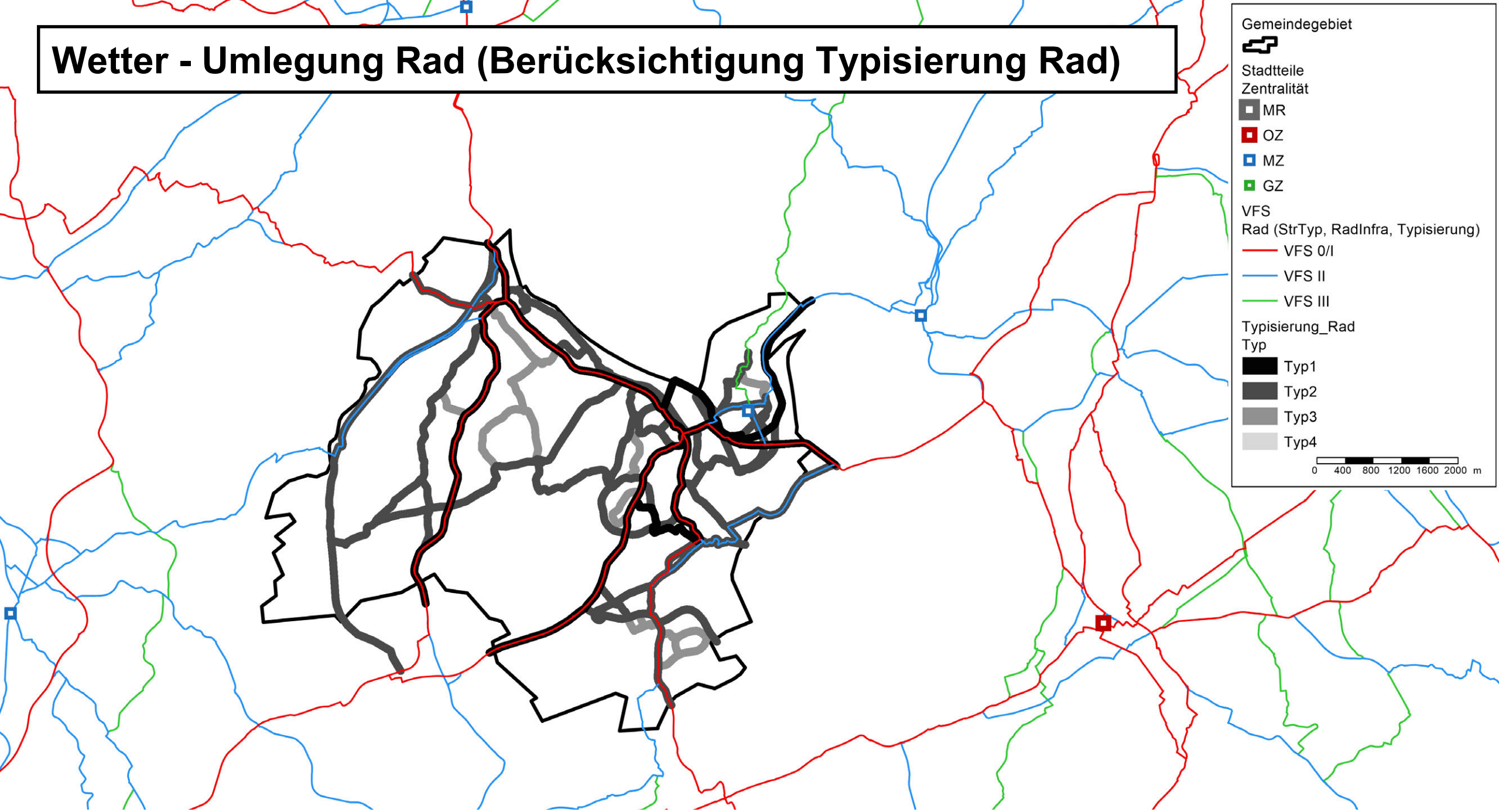


Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

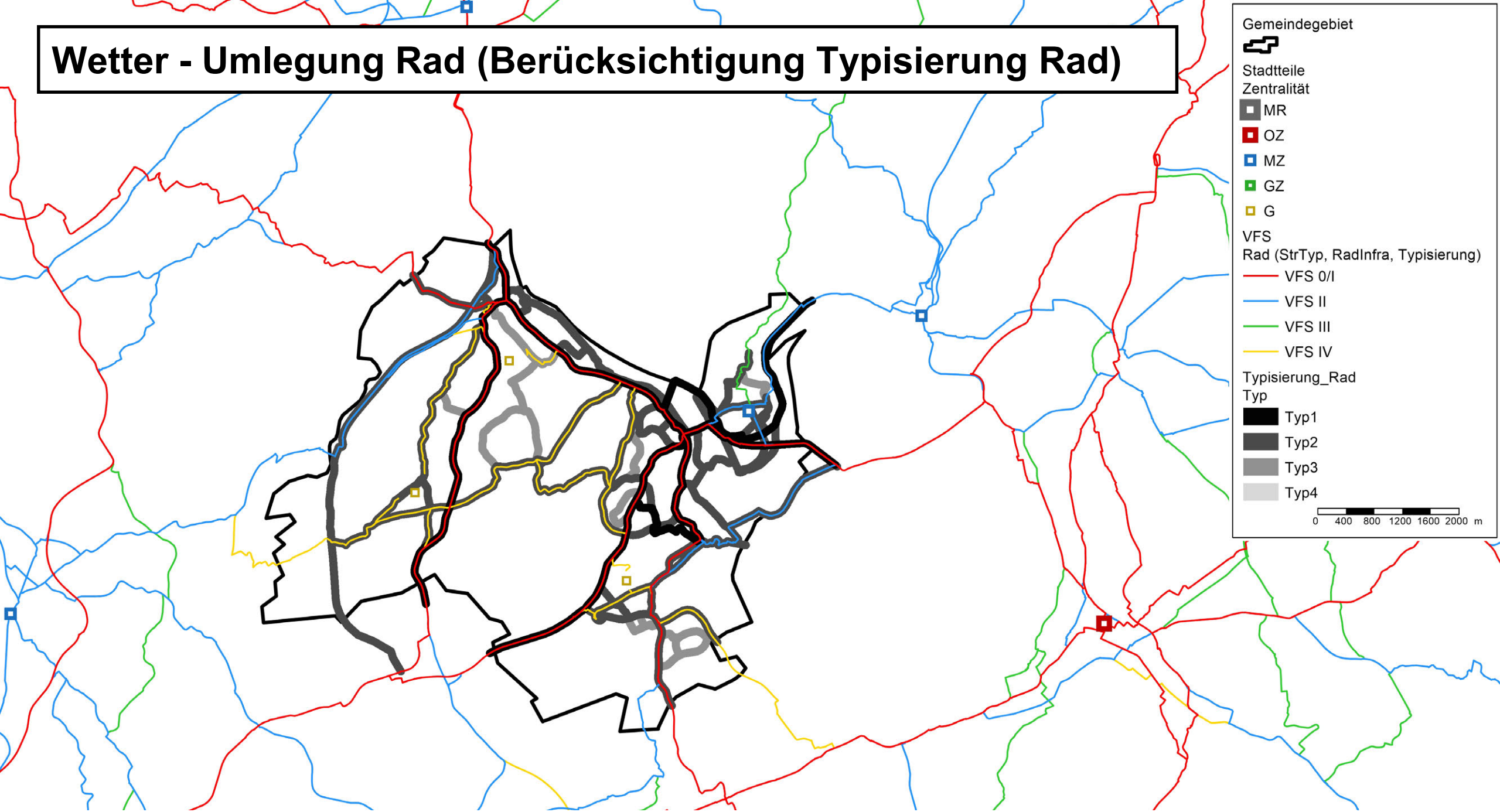
Wetter - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



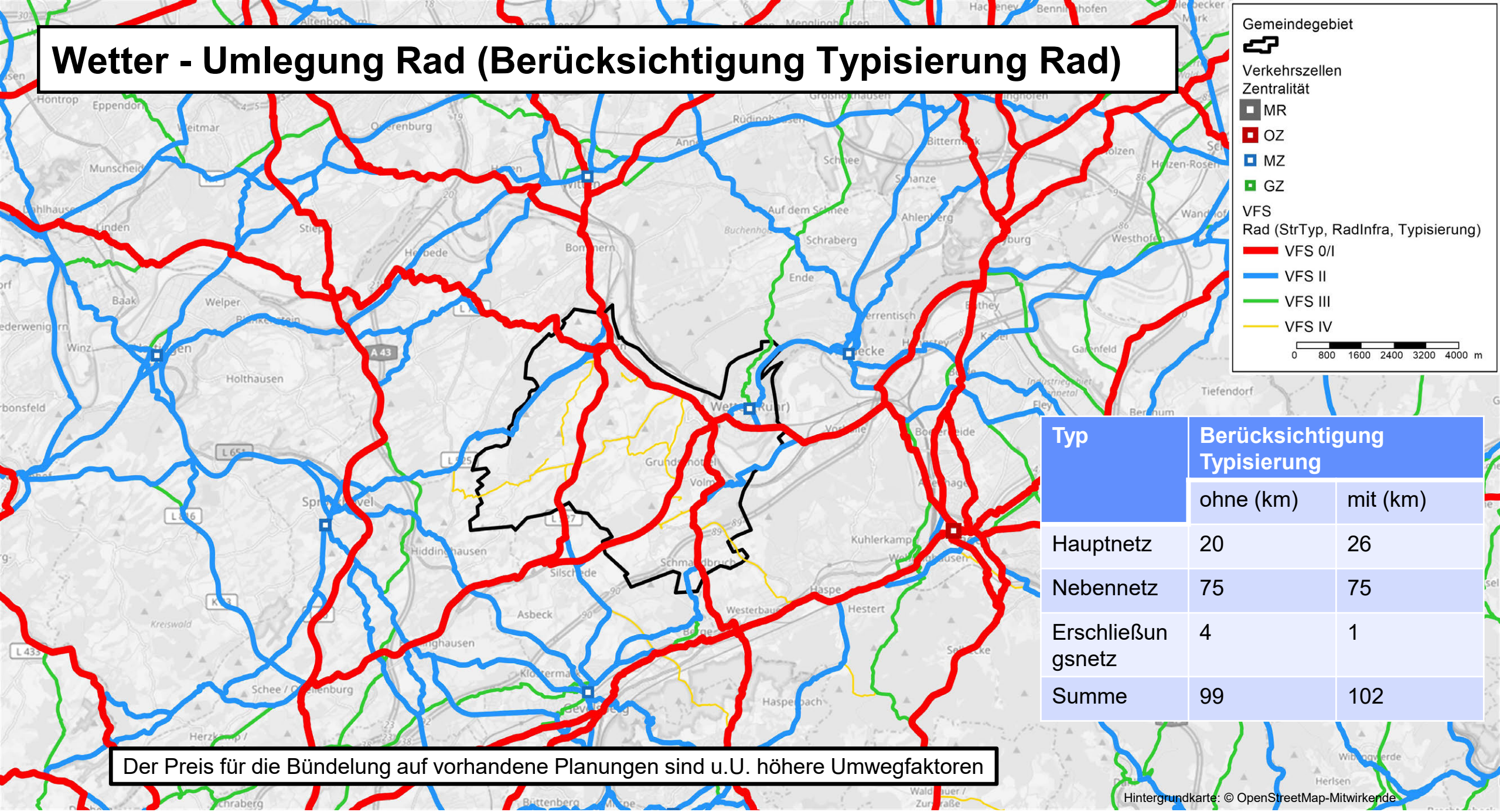
Wetter - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Wetter - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Wetter - Umlegung Rad (Berücksichtigung Typisierung Rad)



Typ	Berücksichtigung Typisierung	
	ohne (km)	mit (km)
Hauptnetz	20	26
Nebennetz	75	75
Erschließungsnetz	4	1
Summe	99	102

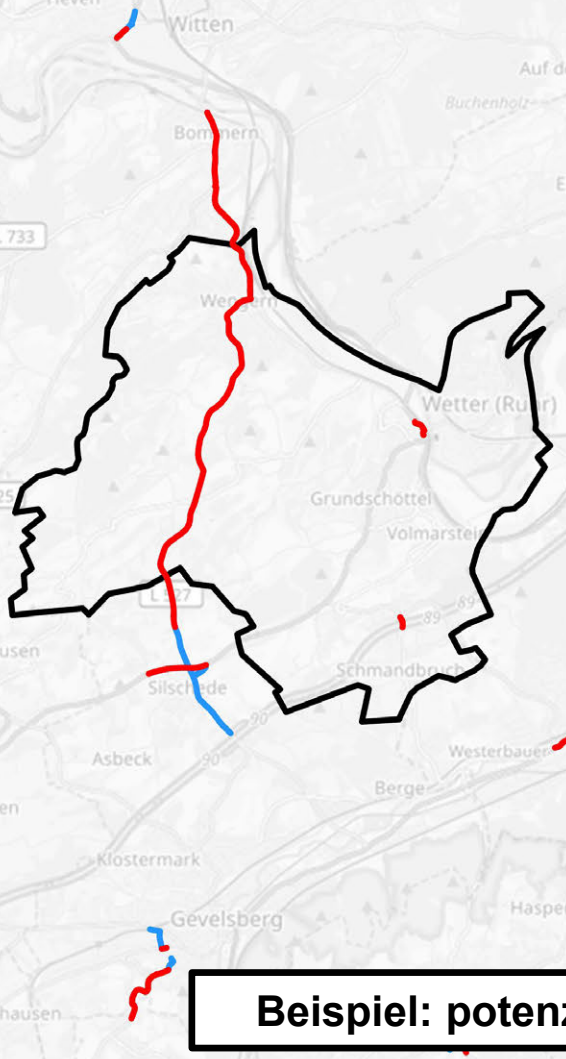
Der Preis für die Bündelung auf vorhandene Planungen sind u.U. höhere Umwegfaktoren

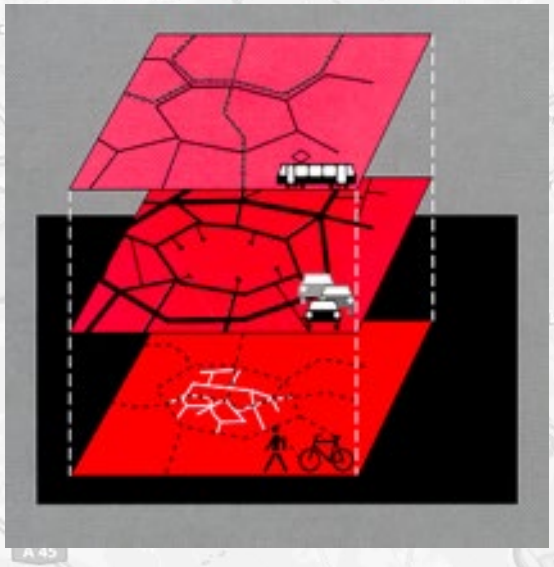
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Überlagerung der Verbindungsfunktion für Pkw und Rad

VFS Pkw	VFS Rad	Netzlänge* in km
I	I	2
	II	1
	III	0
	IV	0
II	I	22
	II	45
	III	1
	IV	2
III	I	22
	II	6
	III	1
	IV	6
IV	I	9
	II	4
	III	0
	IV	13

*im 5km Puffer um Gemeindegebiet





Beispiel: potenzielle Konflikte zwischen Pkw VFS III und Rad VFS I/II

Hintergrundkarte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Zuordnung der Luftliniennetze zum Streckennetz für den Fußverkehr

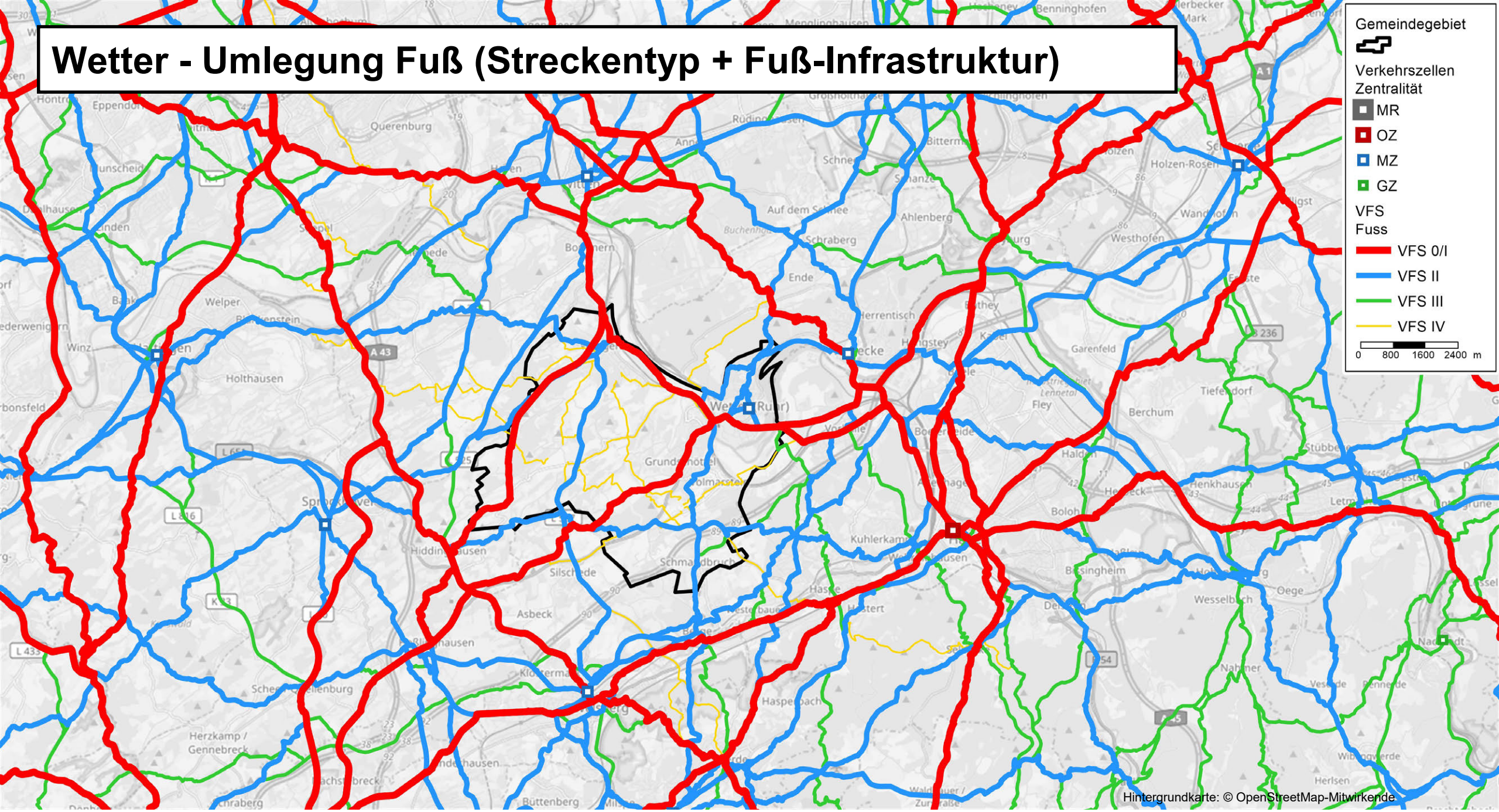
Widerstandsfaktoren auf Strecken:

- **Gehzeit**: Gehzeit auf der Strecke (4 km/h auf allen Strecken)
- **Streckentyp** $(\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$: Bündelung auf Strecken bestimmter Streckentypen (z. B. auf „footway“ oder weg von „trunk“) oder Strecken mit Hinweis auf Infrastruktur für den Fußverkehr in OSM

$$\boldsymbol{Gehzeit} * (\boldsymbol{\beta_{Streckentyp}})$$

→ Wahl der jeweils kürzesten Route, die sich für die Relationen ergibt

Wetter - Umlegung Fuß (Streckentyp + Fuß-Infrastruktur)



Vergleich mit anderen Kommunen im Projekt

- Anzahl Stadtteile (und Stadtbezirke) beeinflusst maßgeblich die Gestalt der Verkehrswegenetze

Kommune	Anzahl Stadtbezirke	Anzahl Stadtteile	Gemeindegebiet Fläche in km2	Anzahl Stadtbezirke/100km2	Anzahl Stadtteile/100km2	Anzahl EW/Stadtteil
Hamburg	7	103	747	**0,9**	**13,8**	**16.600**
München	25	108	311	8,0	34,8	12.500
Stuttgart	23	152	207	**11,1**	**73,3**	**3.900**
Düsseldorf	10	50	217	4,6	23,0	11.700
Leipzig	10	63	298	3,4	21,2	8.000
Essen	9	50	210	4,3	23,8	11.400
Dresden	17	64	328	5,2	19,5	8.000
Wetter	1	4	32	3,2	12,7	7.000

Die Innerstädtische Raumbeobachtung (IRB) des BBSR: rund 3.000 Raumeinheiten (Stadtteile). Die durchschnittliche Stadtteilgröße beträgt 7.800 Einwohner. Die Spannweite der Stadteilgröße ist jedoch beträchtlich.

Fragen

- Methode verstanden?
- Methode zielführend (rein prinzipiell)?
- Wie legt man gute Quellen und Ziele fest?
- Sind Stadtteile eine gute räumliche Einheit?
- Welche Bestandteile von Verkehrswegenetzen wird man über eine solche Methode nicht erklären können?