

Bevorzugter Zitierstil für diesen Vortrag

Vrtic, M. (2005) Verkehrsmodell für den öffentlichen Verkehr des Kantons Zürich, Abschlusspräsentation, Zürich, November 2005.



Verkehrsmodell für den öffentlichen Verkehr des Kantons Zürich

Milenko Vrtic

November 2005

IVT *Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme*
Institute for Transport Planning and Systems

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Ernst **Basler + Partner** AG


solutions for traffic

Überblick

- Anforderungen an die Modelle
- Methodik und Arbeitsschritte

- Stated Preference-Befragungen
- Schätzung des Routen- und Verkehrsmittelwahl-Modells

- Erstellung des Verkehrsangebots
- Schätzung des simultanen Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Modells

- Verkehrserzeugung
- Erstellung von Quell-Zielmatrizen (VISEVA)
- Plausibilisierung und Kalibration auf die Querschnittszählungen

- Schlussfolgerungen

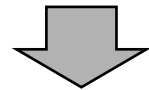
Wirkung von Maßnahmen

Verkehrsangebot

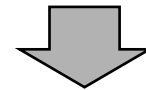
- Straßen- und Schienennetz
- Fahrpläne

Siedlungsstruktur

- Einwohner
- Arbeitsplätze
- ...

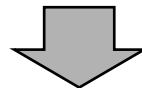


Verkehrsverhalten



Wirkungsermittlung

Wer fährt wann wohin ?
Mit welchem Verkehrsmittel ?
Auf welcher Fahrtroute ?



Wirkungen

- Verkehrsströme, Belastungen
- Reisezeiten, Emissionen
-

Warum Modelle?



vereinfachtes Abbild der realen Welt.
Modellgestützte Vorbereitung von
Entscheidungen, die in der realen Welt
getroffen werden.

Aufgabe der Modellierung

Verstehen von Verkehrsverhalten unter heutigen Bedingungen

und

Vorhersagen von Verhaltensänderungen unter zukünftigen Bedingungen

Anforderungen an Modelle

Logische Konsistenz

keine inneren Widersprüche im Modellaufbau

Massnahmenempfindlichkeit

zuverlässige Abbildung der untersuchten Maßnahmen

Handhabbarkeit

vertretbarer Aufwand bei der praktischen Umsetzung

Transparenz

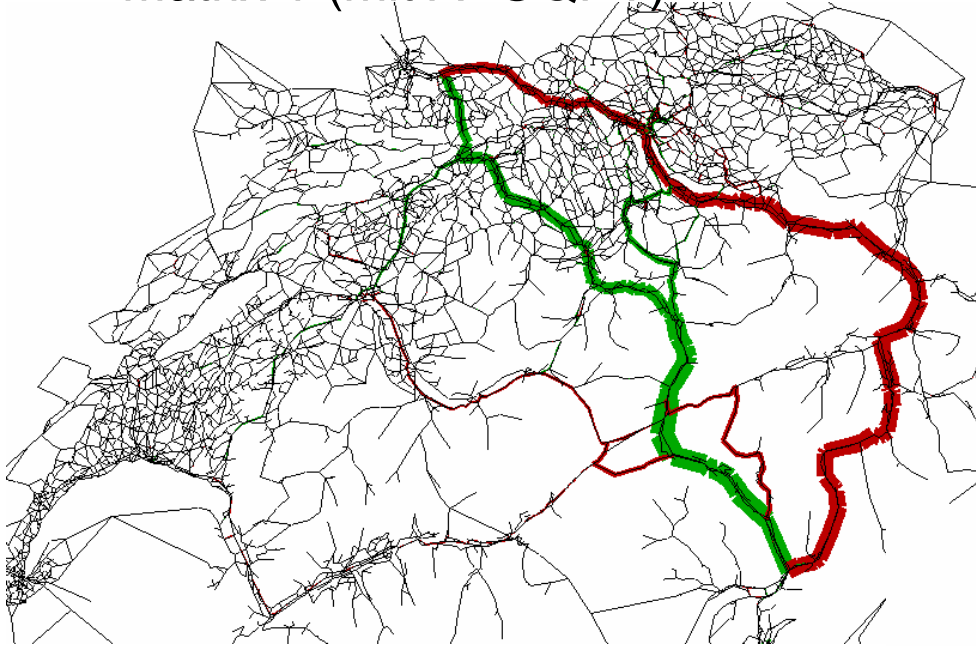
Ergebnisse müssen jederzeit nachvollziehbar, wiederholbar und kontrollierbar sein

Validität

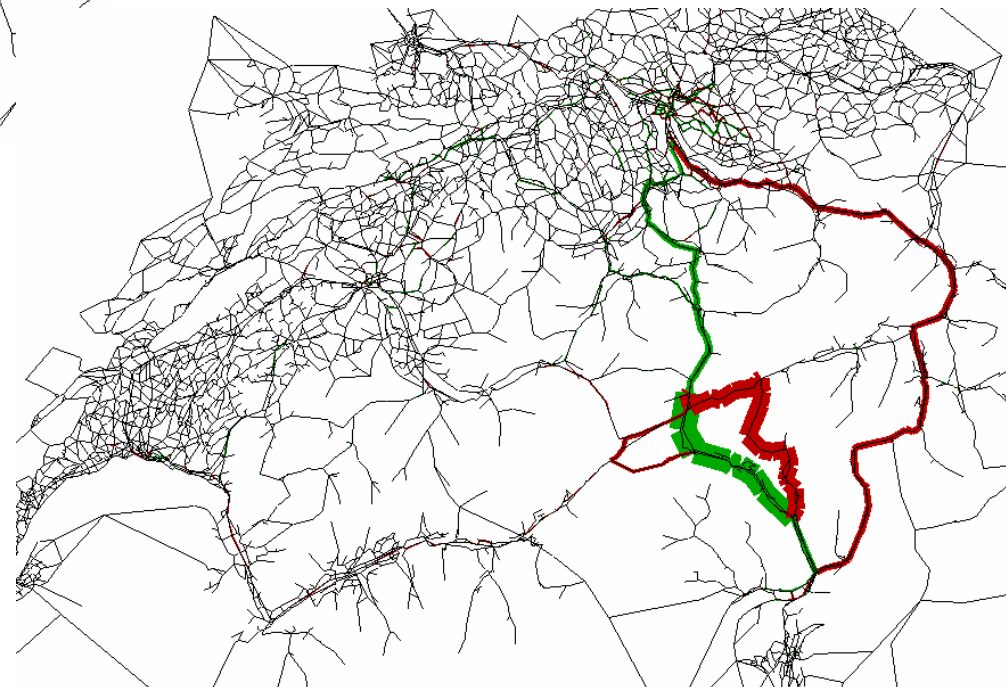
Eingangsdaten und Ansätze müssen auf realen Erhebungen basieren

Wirkung von Maßnahmen: Gotthard (geschlossen)

Matrix 1 (mit A+GQPV)



Matrix 2



Verkehrsmodell für den öffentlichen Verkehr des Kantons Zürich

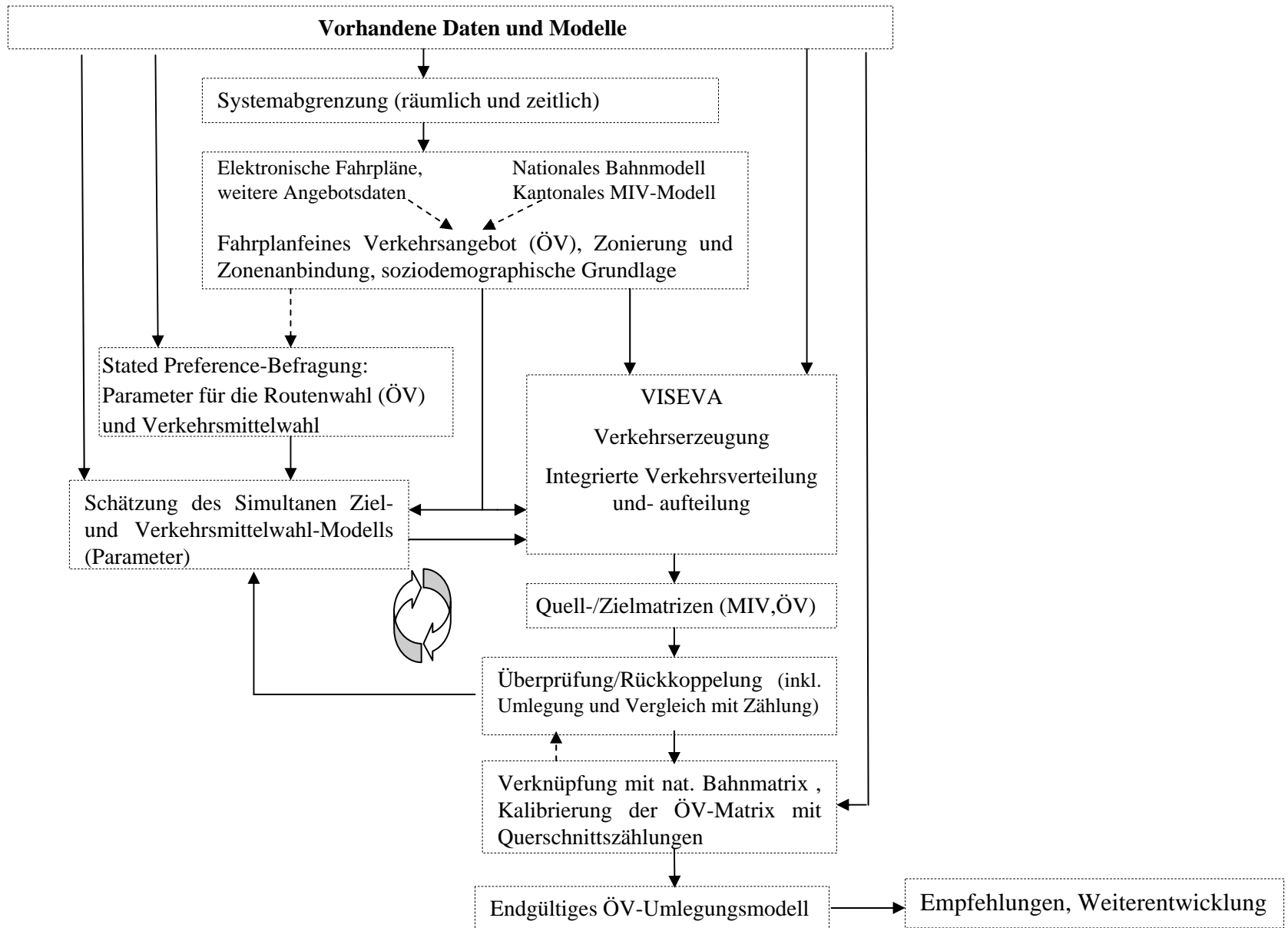
Ziele

- Erstellung eines prognosefähigen und massnahmensensitiven kantonalen ÖV-Modells, einschliesslich der Schätzung der Parameter des Routenwahlmodells
- Erstellung eines Verkehrsmittelwahlmodells unter Berücksichtigung des ÖV, des MIV und des LIV

Wesentliche Arbeitsschritte

- Durchführung einer Stated Preference-Befragung und die Schätzung des Routen- und Verkehrsmittelwahl-Modells
- Erstellung eines ÖV-Modells für den DWV
 - Abbildung des Verkehrsangebotes, Zonierung und Zonenanbindung
 - Abbildung von Routenwahlparameter und Umlegung
 - Erzeugung und Überprüfung der Quell-/Zielmatrizen, Kalibrierung der Quell-/Zielmatrix im ÖV auf die Querschnittszählungen

Vorgehen



Systemabgrenzung

- Modell für ein DWV
- Basisjahr 2003
- Untersuchungsgebiet: KVM
- Zonierung und Zonenanbindung
- Fahrtzwecke: Pendler-, Ausbildungs-, Einkauf-, Nutz- und Freizeitverkehr

SP-Befragung: Routen- und Verkehrsmittelwahl Modell

Zweistufige Stated Preference-Befragung



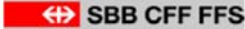

- Erhebung von durchgeführten Verkehrsverhalten (KEP)
- Durchführung von Stated Preference-Befragungen zum
 - Routenwahl im ÖV
 - Verkehrsmittelwahl
- Situative und standardisierte SP
- Versand: 1229 Fragebogen, Rücklauf: 871 Fragebogen (71%)
- ca. 6'500 Beobachtungen für Modellschätzungen

SP-Befragung: Beispiel

TRAM, BUS & BAHN 1	TRAM, BUS & BAHN 2
Zugangszeit zur Haltestelle oder zum Bahnhof: 15 Minuten.	Zugangszeit zur Haltestelle oder zum Bahnhof: 12 Minuten.
Es gibt eine Verbindung alle 10 Minuten.	Es gibt eine Verbindung alle 10 Minuten.
Fahrzeug: Tram.	Fahrzeug: Bus.
Reine Fahrzeit ohne Umsteigezeit: 20 Minuten.	Reine Fahrzeit ohne Umsteigezeit: 16 Minuten.
Fahrtkosten gesamt: 3,00 Fr.	Fahrtkosten gesamt: 2,40 Fr.
Sie müssen 1 mal umsteigen.	Sie müssen 2 mal umsteigen.
Gesamte Zeit für Umsteigen: 8 Minuten.	Gesamte Zeit für Umsteigen: 5 Minuten.

← Ihre Wahl →

SP-Befragung: Beispiel (Verkehrsmittelwahl)

AUTO		TRAM, BUS & BAHN	 ZVV Zürcher Verkehrsverbund 	Fuss	
		Zugangszeit zur Haltestelle oder zum Bahnhof: 5 Minuten.			
		Es gibt eine Verbindung alle 7,5 Minuten.			
Fahrzeit vom Start- zum Zielort: 5 Minuten.		Fahrzeit vom Start- zum Zielort: 10 Minuten.		Gehzeit: 30 Minuten.	
		Sie müssen nicht umsteigen.			
Fahrtkosten gesamt: 1,50 Fr.		Fahrtkosten gesamt: 1,80 Fr.			
Wahrscheinlichkeit einer Verspätung von 10 Minuten: 20%. D.h. im Schnitt bei 20 Fahrten 4 mal um 10 Minuten verspätet.		Wahrscheinlichkeit einer Verspätung von 10 Minuten: 0%. D.h. im Schnitt bei 20 Fahrten keinmal um 10 Minuten verspätet.			
<input type="checkbox"/>	← Ihre Wahl →	<input type="checkbox"/>	← Ihre Wahl →	<input type="checkbox"/>	

SP-Befragung: Ausprägungen (Routenwahl)

Einflussgrösse (nur Route 2 wird variiert)	Ausprägungen
Komfort	Bus, Tram, S-Bahn, Regionalzug, Zug, ICN-Zug
Fahrzeit	- 40%, - 20%, 0%, + 20%, + 40%
Umsteigehäufigkeit	- 1, 0, + 1
Umsteigezeit	- 30%, 0%, + 30%
Intervall	2 Stufen schlechter, 1 Stufe schlechter, gleich, eine Stufe besser, 2 Stufen besser
Preis	- 40%, - 20%, 0, + 20%, + 40%

SP-Befragung: Ausprägungen (Verkehrsmittelwahl)

Einflussgrösse	Ausprägungen
LIV	- 40%, - 20%, 0%, + 20%, + 40%
Zugangszeit (ÖV)	- 40%, - 20%, 0%, + 20%, + 40%
Fahrzeit im System (ÖV)	- 40%, - 15%, 0%, + 10%, + 30%
Fahrtzeit (IV)	- 30%, - 10%, 0%, + 20%, + 40%
Umsteigehäufigkeit (ÖV)	-1 mal, 0 mal, + 1 mal
Intervall(ÖV)	2 Stufen schlechter, 1 Stufe schlechter, gleich, eine Stufe besser, 2 Stufen besser
Preis (ÖV)	- 20%, - 5%, 0%, + 20%, + 40%
Preis (IV)	- 15%, 0%, + 15%, + 30%, + 45%
Verlässlichkeit (ÖV)	<i>Wahrscheinlichkeit einer Verspätung von 10 min</i> 0%, + 10%, + 25%
Verlässlichkeit (IV)	<i>Wahrscheinlichkeit einer Verspätung von 10 min</i> + 5%, + 20%, + 30%

SP-Modellschätzung: Verkehrsmittelwahl

Nutzenfunktionen:

LIV= Konstante LIV * one + Fahrzeit LIV * livzeit

MIV = Kosten * mivpreis + Fahrzeit MIV * mivzeit +
Autoverfügbarkeit * autof + MIV Verlässlichkeit * mivzuv

ÖV= Kosten * oevpreis + Fahrzeit ÖV * oevzeit + Erwerbstätig
* erwerb + HalbTax * ht + GA * ga + Andere Abos *
andabos + ÖV Takt * takt + Zugangszeit * zugang +
Umsteigen * umsteig + Verlässlichkeit ÖV * oevzuv

$$P_{gj} = \frac{e^{V_{gj}}}{\sum_{i=1}^N e^{V_{gi}}}$$

SP-Ergebnisse

- Modellparameter
- Zeitwerte
- Nachfrageelastizitäten

Ergebnisse: Verkehrsmittelwahl Parameter

	Parameter
Konstante LIV	-6.77
Andere ÖV-Abos	1.01
GA	1.95
HalbTax	0.99
Autoverfügbarkeit	1.09
Kosten [CHF]	-0.05
Fahrtzeit LIV [h]	-5.12
Fahrtzeit MIV [h]	-0.89
Fahrtzeit ÖV [h]	-0.61
ÖV Takt [h]	-0.45
Umsteigen	-0.30
Zugangszeit [h]	-2.10

Verkehrsmittelwahl: Relative Bewertung der Einflussgrössen

	Alle Fahrtzwecke	Pendler	Nutzfahrt	Einkauf	Freizeit
Zeitwert MIV-Fahrzeit [CHF/h]	17.9	8.1	64.6	10.7	14.7
Zeitwert ÖV-Fahrzeit [CHF/h]	12.2	7.4	40.3	9.3	10.9
Zeitwert Intervall [CHF/h]	8.9	3.1	42.3	1.8	7.7
Umsteigewert [CHF/Umsteige]	6.1	2.2	10.7	1.4	5.1
Verlässlichkeit MIV* [CHF/Wahrsch.%]	0.2	0.1		0.2	
Verlässlichkeit ÖV* [CHF/Wahrsch.%]	0.2	0.1		0.2	

(*) Wahrscheinlichkeit für eine Verspätung von min. 10 min

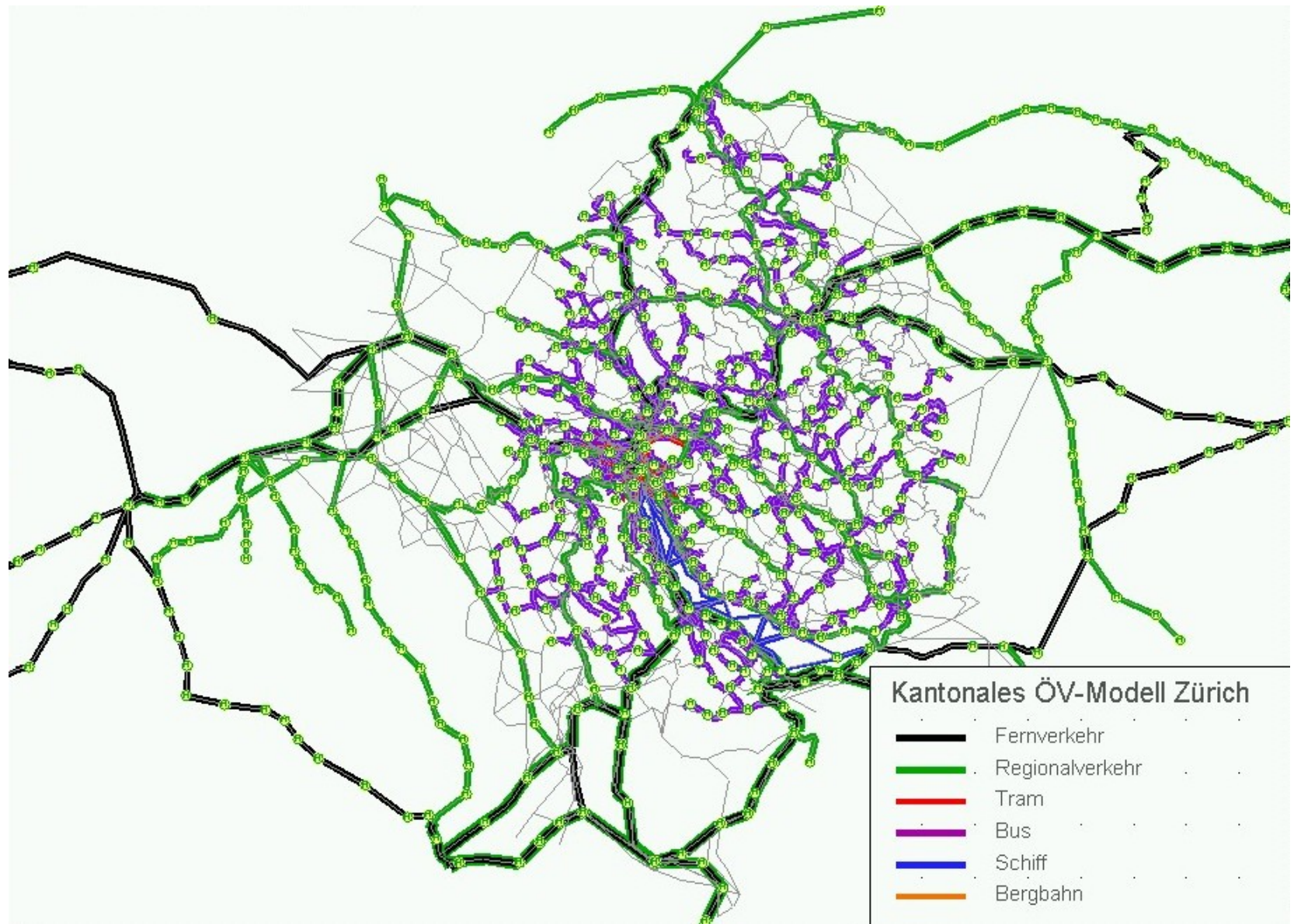
Verkehrsmittelwahl: Nachfrageelastizitäten aus SP-Daten

Variable	Nachfrage	Alle Fahrtzwecke	Pendler	Freizeit
Reisezeit MIV	PW	-0.320	-0.346	-0.279
	ÖV	0.598	0.513	0.578
Preis MIV	PW	-0.311	-0.512	-0.322
	ÖV	0.580	0.760	0.666
Fahrtzeit ÖV	PW	0.275	0.373	0.230
	ÖV	-0.514	-0.554	-0.476
Preis ÖV	PW	0.319	0.477	0.337
	ÖV	-0.596	-0.709	-0.697
Zugangszeit ÖV	PW	0.263	0.451	0.201
	ÖV	-0.492	-0.670	-0.417
Intervall ÖV	PW	0.102	0.150	0.110
	ÖV	-0.191	-0.223	-0.228
Umsteigezahl ÖV	PW	0.141	0.123	0.192
	ÖV	-0.264	-0.182	-0.398

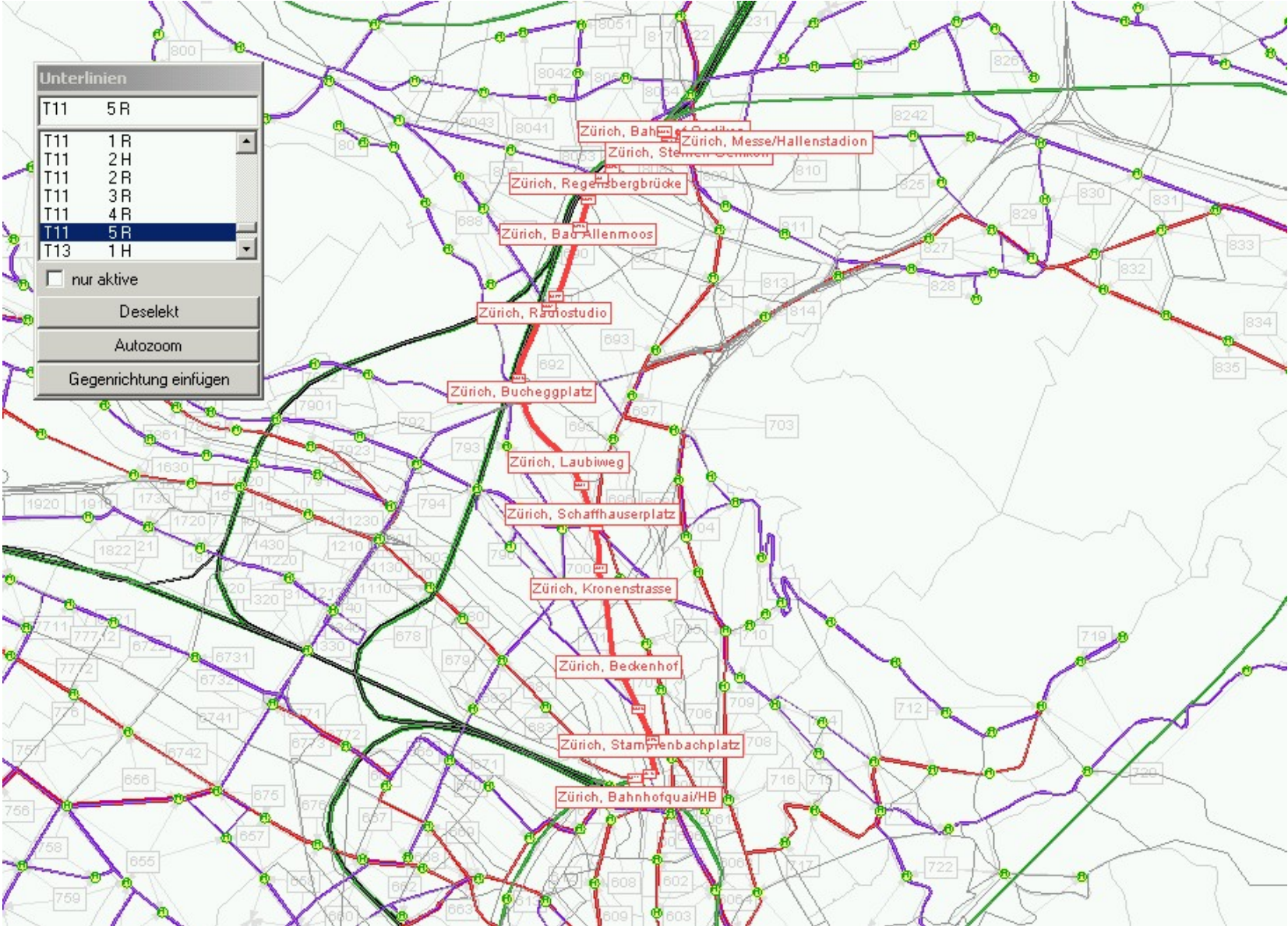
Verkehrsangebot

- Verkehrsangebot, Zonierung und Zonenanbindung
 - Elektronische Fahrpläne ZVV und SBB
 - Strassennetz aus KVM
 - Zonierung
 - Mehrfache Zonenanbindung
- Vollständiger ÖV-Fahrplan für einen Werktag

ÖV-Netzangebot



Darstellung Tram-Linie 11



Vollständige ÖV-Fahrplan für eine Werktag

2721 Haltestellen, 383 Linien mit 1579 Unterlinien

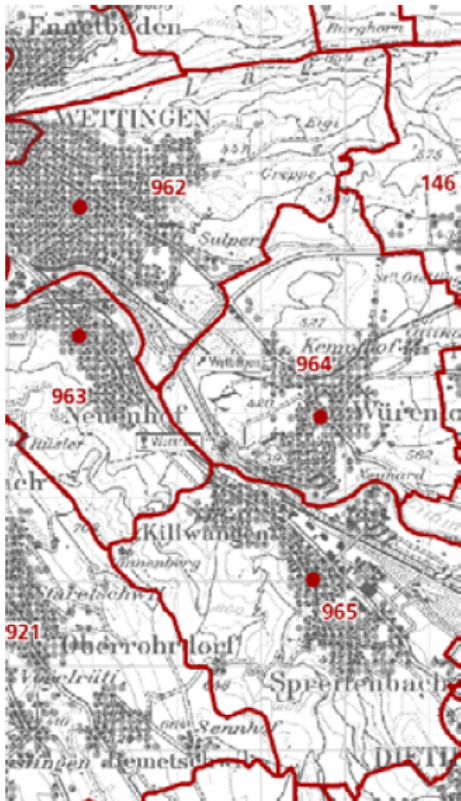
- Fernverkehr: 49 Linien
- Regionalverkehr: 67 Linien
- Tram: 13 Linien
- Bus: 236 Linien
- Schiff: 5 Linien
- Bergbahn: 3 Linien

Zonierung

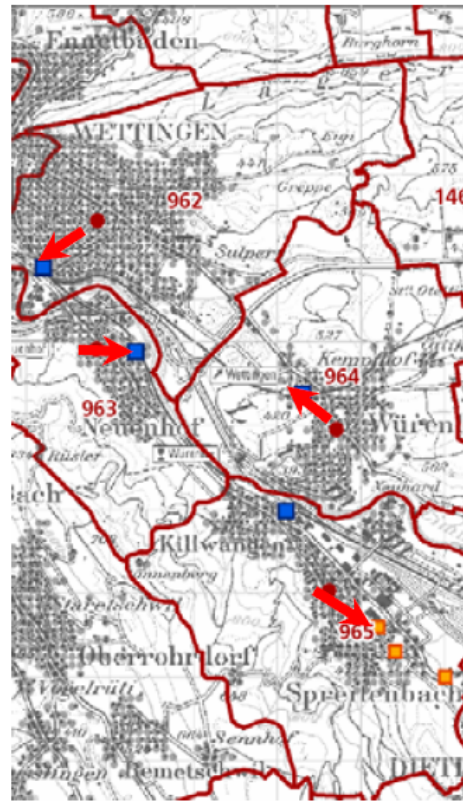


Anbindungen

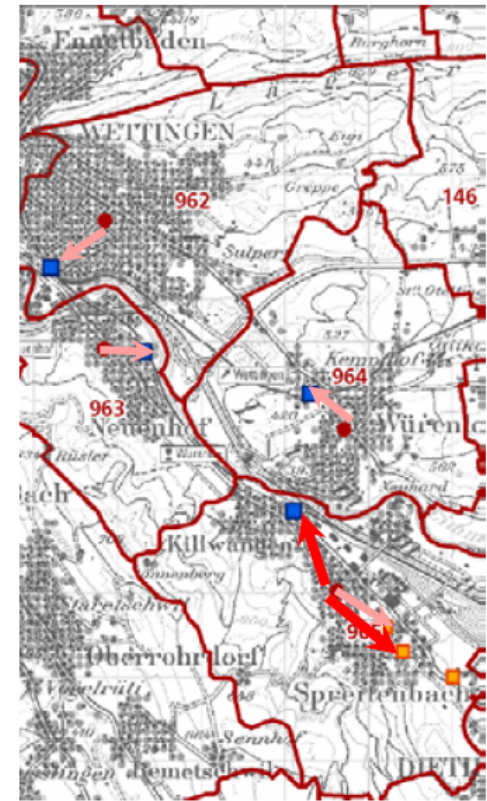
1 Siedlungsschwerpunkte der Zonen (basierend auf Hektarraster VZ1990):



2 Anbindung an nächstgelegene Haltestelle (Bahn oder Bus)



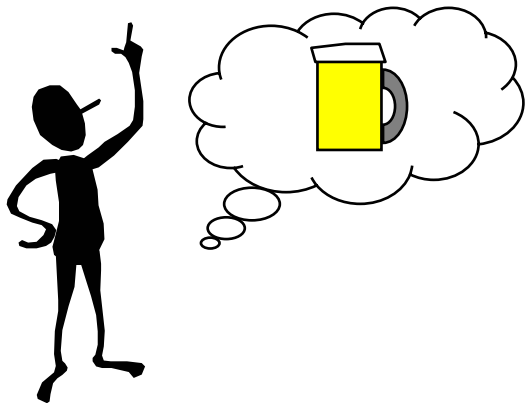
3 Anbindung an weitere Haltestellen (Bus <300m, Bahn <750m und Buffer von 50m um Grenze)



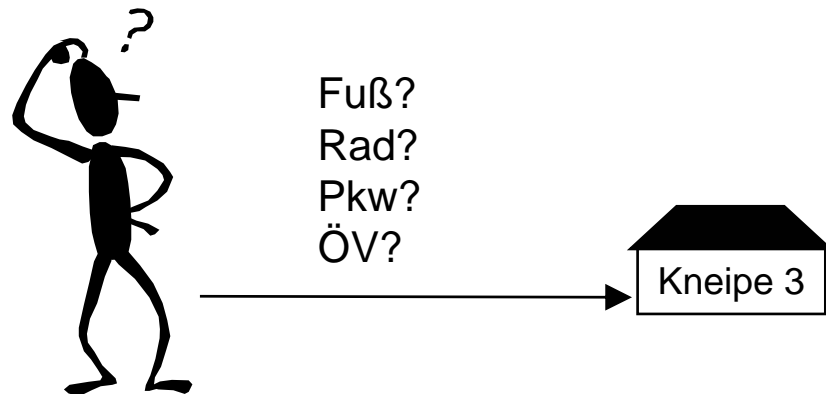
- Manuelle Überprüfung und Anpassung

Wie modelliert man Verkehrsnachfrage?

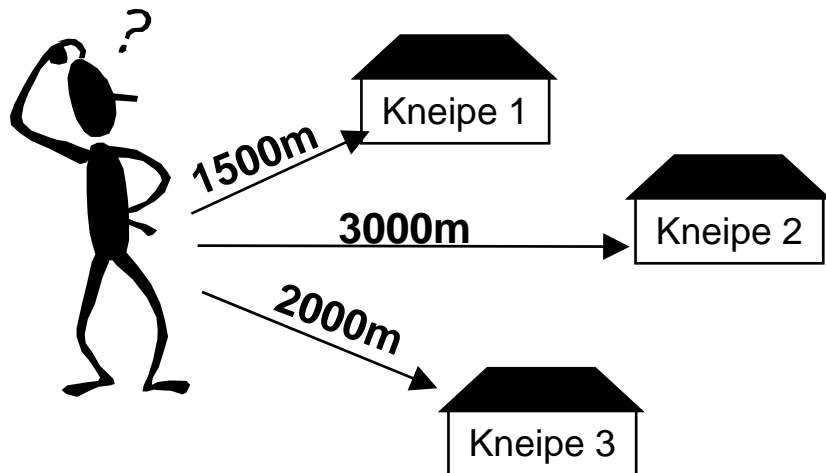
Aktivitätenbedürfnis ?



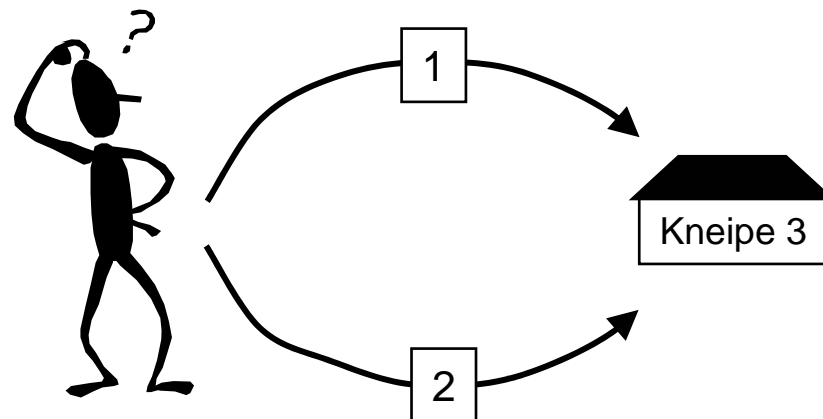
Welcher Modus ?



Welches Ziel ?



Welche Route ?



Erzeugung der Quell-/Zielmatrizen

- Verkehrspotential: Verkehrserzeugung und Verkehrsanziehung der Zonen
- Schätzung von weiteren Modellparametern – simultanes Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Modell für die Nachfrageverteilung und -aufteilung
- Berechnung der Quell-Ziel-Matrizen und Eichung der Matrixstruktur (VISEVA)
- Plausibilisierung
- Kalibration auf die Querschnittszählungen

Matrixerstellung

- Matrixerstellung mit VISEVA für 17 Quell-Ziel-Gruppen im
 - MIV
 - ÖV
 - LIV

Definition der Quell-Ziel-Gruppen (17)

		Wohnung	Arbeit	Bildung	Nutzfahrt	Einkauf	Freizeit
		W	A	B	N	E	S
Wohnung	W	-	WA (1)	WB (1)	WN (1)	WE (1)	WS (1)
Arbeit	A	AW (2)					
Bildung	B	BW (2)					
Nutzfahrt	N	NW (2)			AS, NS, ES SA, SN, SE, SS (3)		
Einkauf	E	EW (2)					
Freizeit	S	SW (2)					

Verkehrserzeugung und Verkehrsanziehung

Berechnung des Verkehrsaufkommens der Zone mit disaggregiertem (Quell/Zielgruppen, Personengruppen) und verhaltensorientiertem Kennwertmodell

- Raumstrukturdaten
 - Einwohner nach Altersstruktur
 - Beschäftigte und Arbeitsstätten
 - Auszubildende (Schüler, Fach- und Hochschule)
 - Verkaufsfläche
 - Freizeiteinrichtungen, Gastronomie, Grosseinricht., Kulturangebot, Erholungs- und Grünanlagen usw.
- Verhaltensdaten:
 - Spezifisches Verkehrsaufkommen pro QZG und Strukturgrösse

Strukturgrößen der Flächennutzung

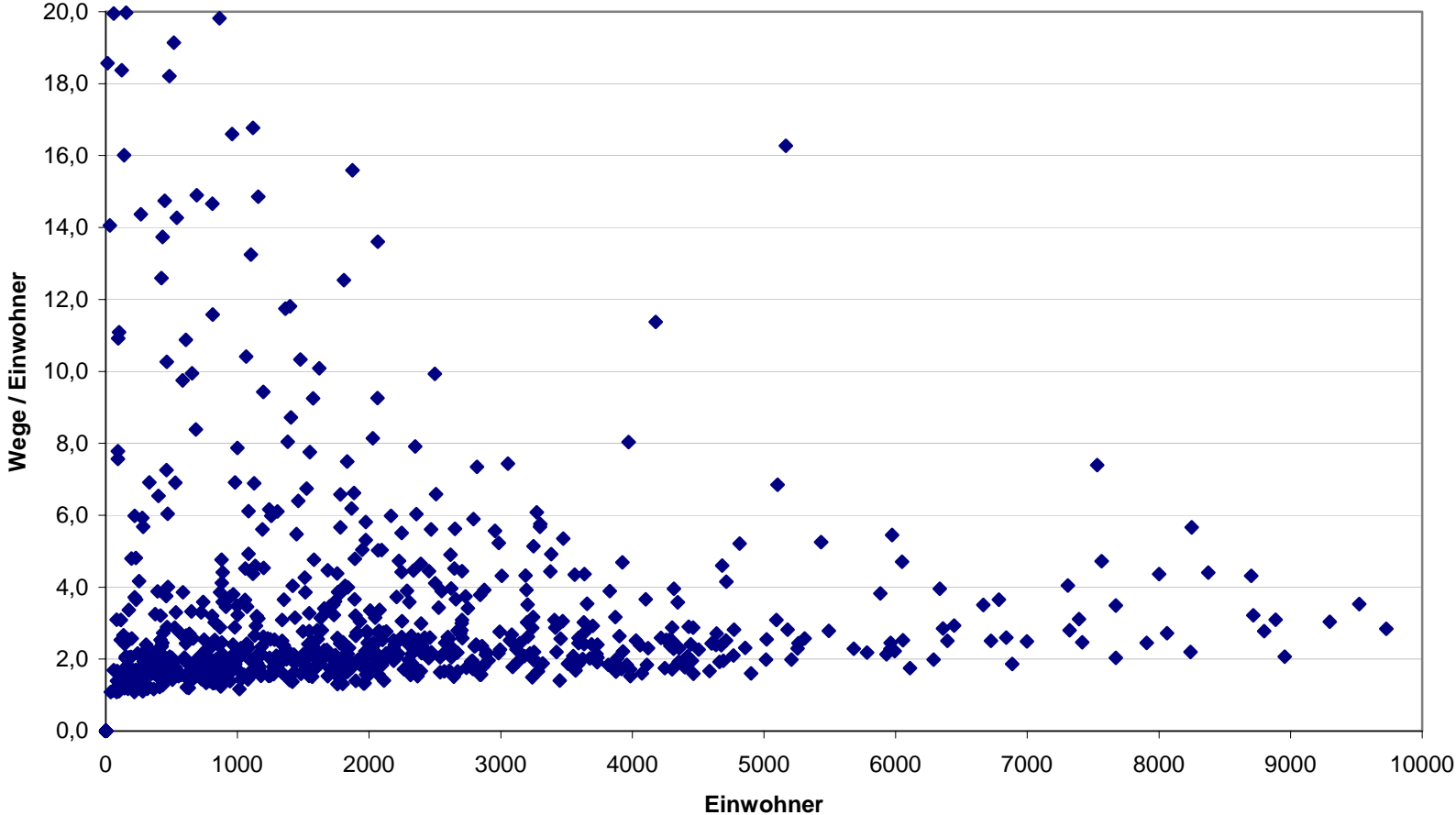
QZG	Strukturgröße SQ_i des Quellverkehrsbezirks i	Strukturgröße SZ_j des Zielverkehrsbezirk j
WA (Pendler) WB (Ausbild.) WD (Nutzfahrt) WE (Einkauf) WS (Freizeit, Sonstiges)	Erwerbstätige Einwohner Erwerbstätige Einwohner nach Altersklassen Einwohner nach Altersklassen	Beschäftigte Ausbildungsplätze Beschäftigte Verkaufsfläche Kulturangebot, Gastronomie, Grosseinricht., Erholungs- und Grünanlagen....
AW (Pendler) BW (Ausbild.) DW (Nutzfahrt) EW (Einkauf) SW (Freizeit, Sonstiges)	Beschäftigte Ausbildungsplätze Beschäftigte Verkaufsfläche Kulturangebot, Gastronomie, Grosseinricht., Erholungs- und Grünanlagen, Einwohner	Erwerbstätige Einwohner Erwerbstätige Einwohner nach Altersklassen Einwohner nach Altersklassen
SS (Freizeit, Sonstiges)	Freizeiteinrichtungen, Beschäftigte, Grosseinricht., Erholungs- und Grünanlagen, Einwohner, Beschäftigte, Verkaufsfläche	Freizeiteinrichtungen, Beschäftigte, Grosseinricht., Erholungs- und Grünanlagen, Einwohner, Beschäftigte, Verkaufsfläche

Berechnetes Verkehrsaufkommen (auf Fahrtzwecke aggregiert)

	Berechnete Wege in Mio. und [%]	MZ 2000 [%] - Schweiz	MZ 2000 [%] – Zürich (Modell)
Arbeit	2.25 Mio. [27.9]	28.2	24.7
Ausbildung	0.82 Mio. [10.2]	10.3	7.2
Nutzfahrt	0.52 Mio. [6.5]	5.1	6.1
Einkauf	1.42 Mio. [17.6]	17.9	21.1
Freizeit, Sonst.	3.04 Mio. [37.8]	38.5	40.9
Total	8.06 Mio. [100]	100.0	100.0

Spezifisches Verkehrsaufkommen – attraktionsgebundene (Ziel-) Wege

Attraktionsgebundene (Ziel-)Wege



Einflussgrößen: Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell

- Verkehrsangebot
 - Fahrtzeit (LIV, MIV, ÖV)
 - Kosten
 - Zugangszeit
 - Umsteigezahl
 - Bedingungshäufigkeit
- Attraktion
 - Einwohner
 - Erwerbstätige, Arbeitsplätze
 - Ausbildungsplätze
 - Verkaufsflächen
 - Freizeitangebot
 - Parkplatzangebot
 -
- Personendaten: Alter, PW Verfügbarkeit, GA, Halbtax, andere Abos

Simultanes Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Modell

- Festlegung der Gesetzmässigkeiten für die Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Nachfrageverteilung und -aufteilung)
- Datengrundlage:
 - SP - Befragung
 - Mikrozensus Verkehr 2000
 - Netzmodelle
 - Strukturdaten (Attraktion)
- Nutzenfunktion:

$$V_{ij} = \text{const} + \beta_{1j} \cdot X_{1j} + \dots \beta_{1i} \cdot X_{1i} \dots + \dots \beta_{1k} \cdot X_{1k}$$

Verkehrsangebot.... Attraktion..... Person

Kaffeepause

Matrixerstellung mit VISEVA

- Input
 - Verkehrsproduktion und Verkehrsattraktion (17 QZG)
 - Verkehrsangebot (MIV, ÖV, LIV)
 - Verhaltensparameter (Zielwahl und Verkehrsmittelwahl) aus Modellschätzung

Mit harten und weichen Randsummenbedingungen

Matrixstruktur

Eichung der Struktur der Binnenmatrix anhand von

- Pendlermatrix 2000 (Volkszählung)
- MZ 2000
 - Verkehrsmittel- und Fahrtzweckanteile
 - Reiseweitenverteilung
 - Modal-Split und andere Gesetzmässigkeiten

Aussenströme aus Nationalen Personenverkehrsmodell übernommen

Quell-Ziel-Matrix: Eckwerte

	MIV-Wege	ÖV - Wege	LIV - Wege	Summe
Alle Wege [in Mio.]				
Arbeit	1,311	0,749	0,395	2,456
Ausbildung	0,029	0,193	0,74	0,962
Nutzfahrt	0,446	0,040	0,080	0,566
Einkauf	0,746	0,214	0,612	1,572
Freizeit	1,800	0,333	1,200	3,333
Summe	4,333	1,529	3,027	8,889
Interzonale Wege [in Mio.]				
Arbeit	1,134	0,681	0,224	2,039
Ausbildung	0,017	0,181	0,301	0,499
Nutzfahrt	0,380	0,038	0,033	0,451
Einkauf	0,562	0,207	0,269	1,038
Freizeit	1,489	0,309	0,348	2,147
Summe	3,582	1,416	1,176	6,174

Quell-Ziel-Matrix: Mittlere Reisedistanz in km

	MIV-Wege	ÖV - Wege	LIV – Wege	Summe
Alle Wege: Mittlere Reisedistanz in km				
Arbeit	11,8	13,2	2,8	10,8
Ausbildung	4,9	11,9	2,3	4,3
Nutzfahrt	12,6	21,6	1,4	11,6
Einkauf	8,9	9,9	1,8	6,3
Freizeit	11,8	12,2	1,3	8,1
Summe	11,3	12,6	1,8	8,3
Interzonale Wege: Mittlere Reisedistanz in km				
Arbeit	13,3	14,4	3,7	12,6
Ausbildung	7,6	12,7	3,4	6,9
Nutzfahrt	14,5	22,4	2,0	14,3
Einkauf	11,3	10,2	2,3	8,8
Freizeit	13,9	13,0	2,0	11,9
Summe	13,4	13,5	2,7	11,4

Plausibilisierung der Binnenverkehrsmatrix

- Verkehrsmittel- und Fahrtzweckanteile (Mikrozensus Verkehr 2000)
- Reiseweitenverteilung (Mikrozensus Verkehr 2000)
- Reiseweitenverteilung (Pendlerstatistik aus der Volkszählung 2000)
- Querschnittsbelastungen (Querschnittszählungen ZVV, SBB)
- Ermittelte Netzbelastungen (Pendlerstatistik)
- Quell-Ziel-Ströme (Spinnenanalyse) auf einzelnen Querschnitten (Pendlerstatistik)
- Analyse der Quell-Ziel-Ströme (Spinnenanalyse) auf einzelnen Querschnitten
- Vergleich von Zähldaten und Umlegungsergebnissen der Ein- und Aussteiger an Haltestellen

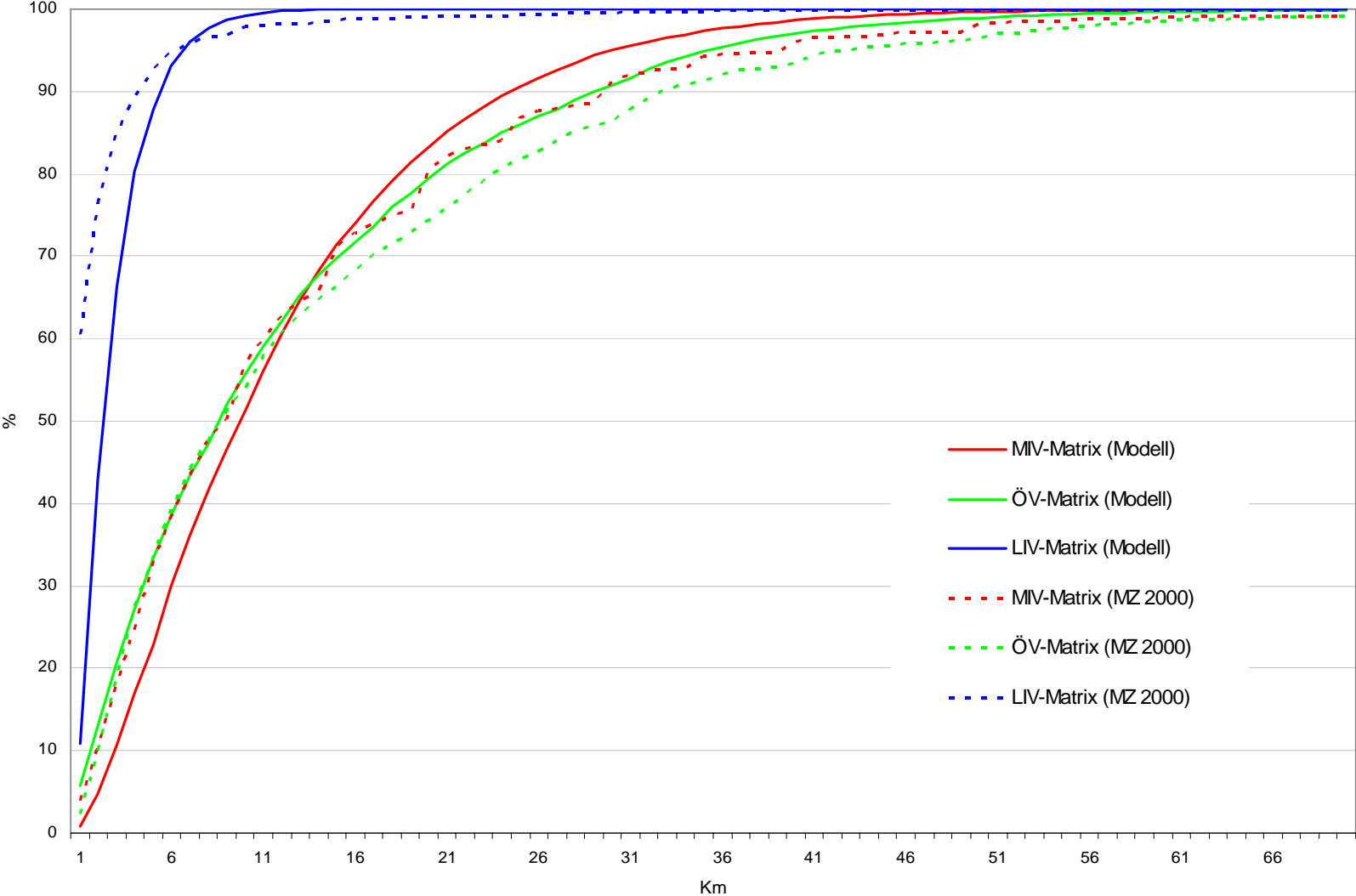
Vergleich der Modellergebnisse und des MZ (Hochrechnung): Anzahl interzonale Wege

Binnenmatrix	MIV - Wege		ÖV - Wege		LIV - Wege	
	MZ	Modell	MZ	Modell	MZ	Modell
Interzonale Wege [in Mio]						
Arbeit	1,009	1,001	0,434	0,610	0,248	0,217
Ausbildung	0,048	0,015	0,130	0,151	0,155	0,286
Nutzfahrt	0,312	0,334	0,032	0,033	0,027	0,032
Einkauf	0,630	0,519	0,233	0,187	0,334	0,229
Freizeit	1,335	1,266	0,431	0,260	0,532	0,336
Summe	3,334	3,135	1,259	1,241	1,296	1,101

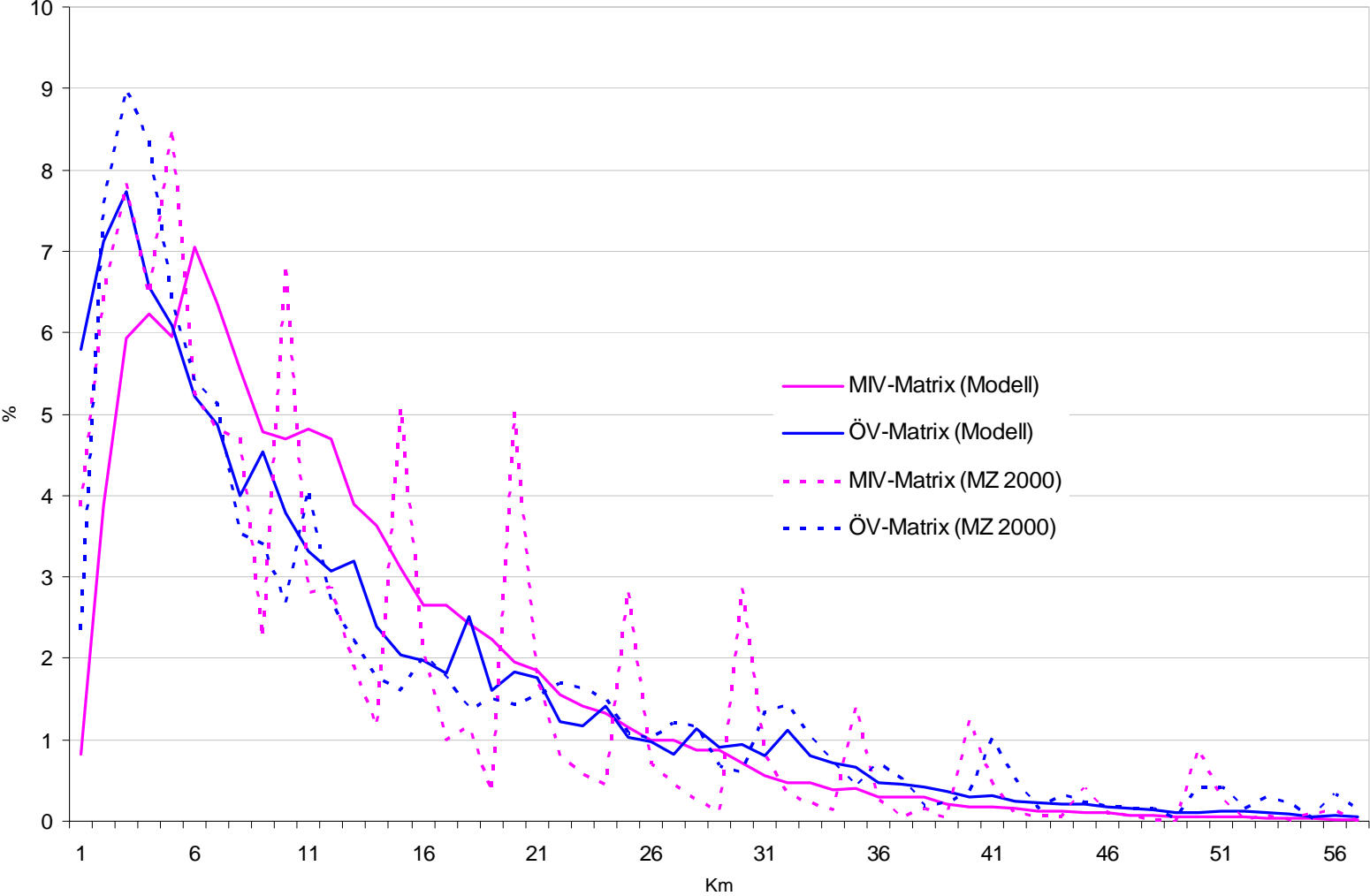
Vergleich der Modellergebnisse und der Volkszählung

	MIV – Wege		ÖV – Wege		LIV – Wege		Alle – Wege	
	VZ	Modell	VZ	Modell	VZ	Modell	VZ	Modell
Alle Wege [Mio.]								
Arbeit	1,09	1,14	0,62	0,67	0,33	0,35	2,04	2,16
Ausbildung	0,022	0,026	0,16	0,16	0,58	0,60	0,76	0,79
Interzonale Wege [Mio.]								
Arbeit	0,93	1,01	0,58	0,61	0,16	0,22	1,65	1,83
Ausbildung	0,013	0,015	0,13	0,15	0,24	0,29	0,38	0,45

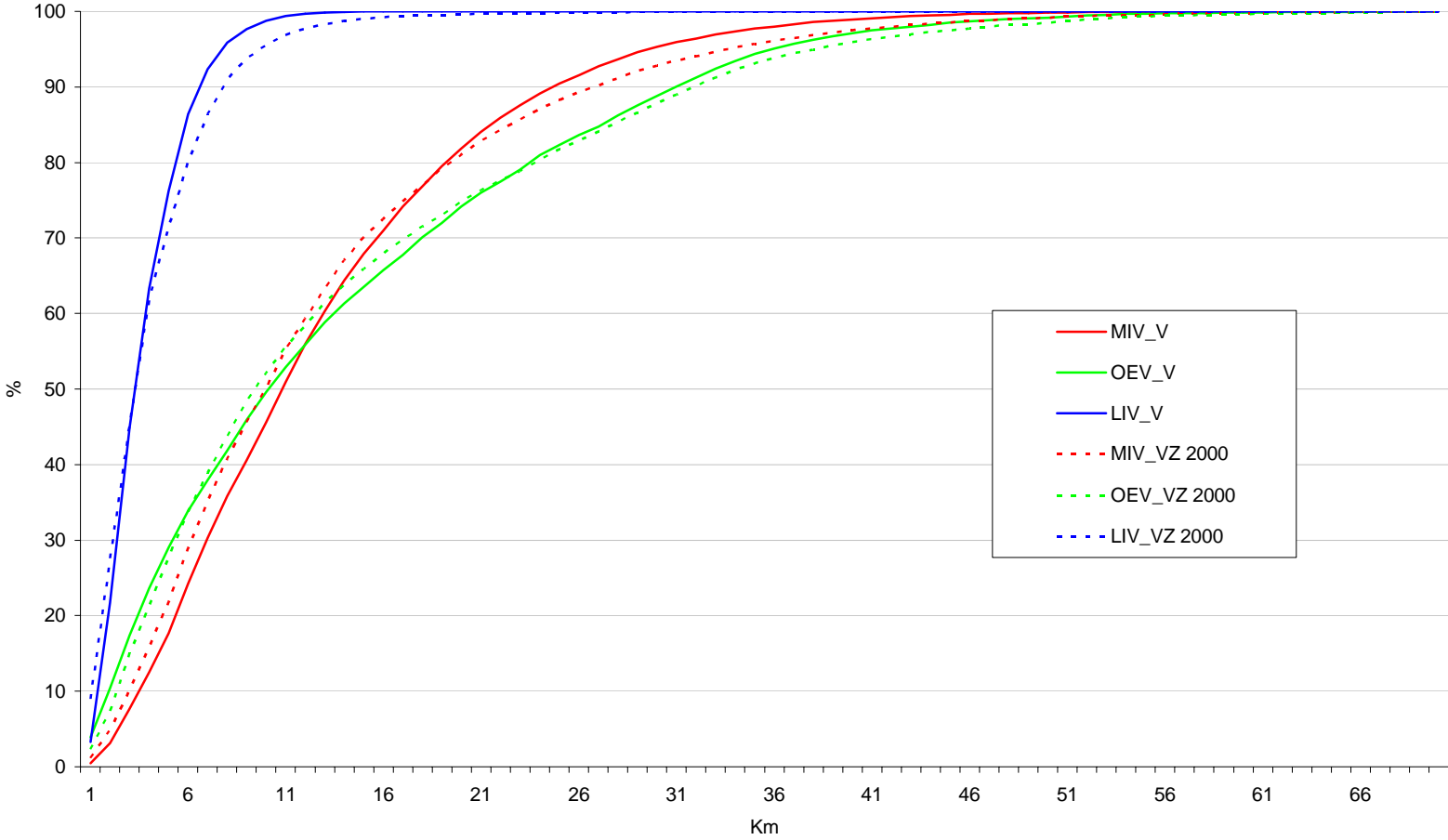
Reiseweitenverteilung: Alle Wege



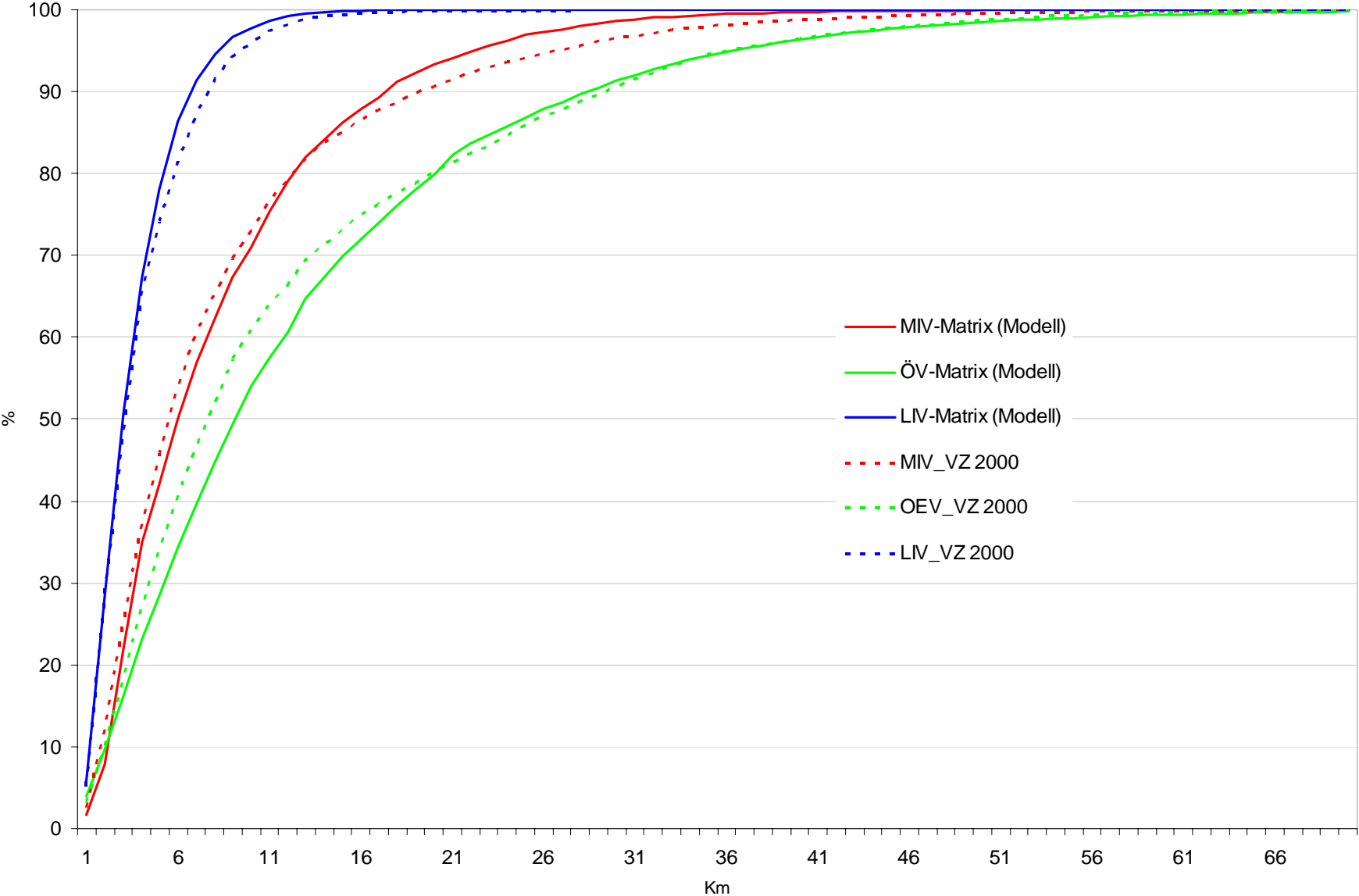
Reiseweitenverteilung: Alle Wege



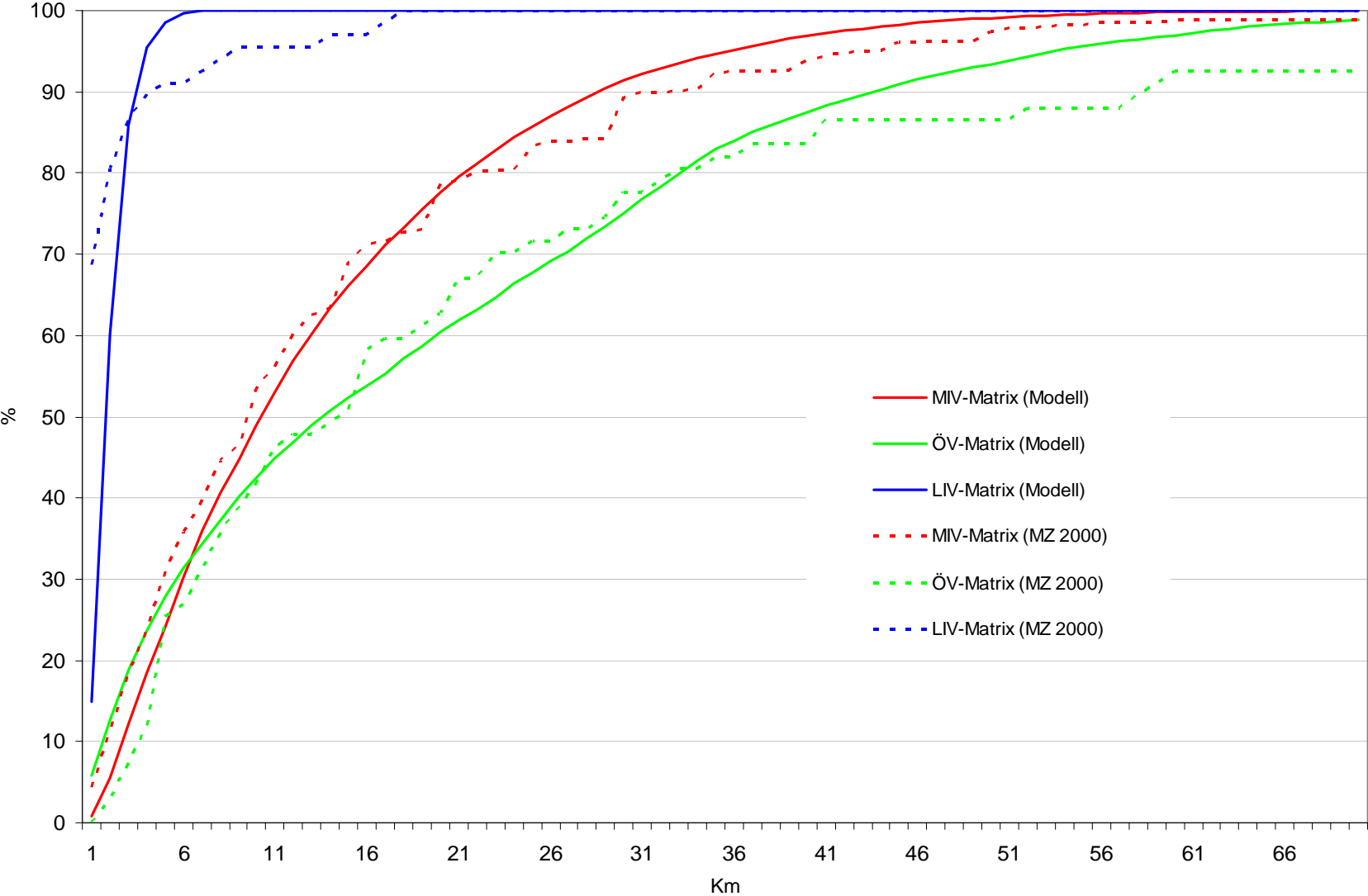
Reiseweitenverteilung: Fahrtzweck Arbeit



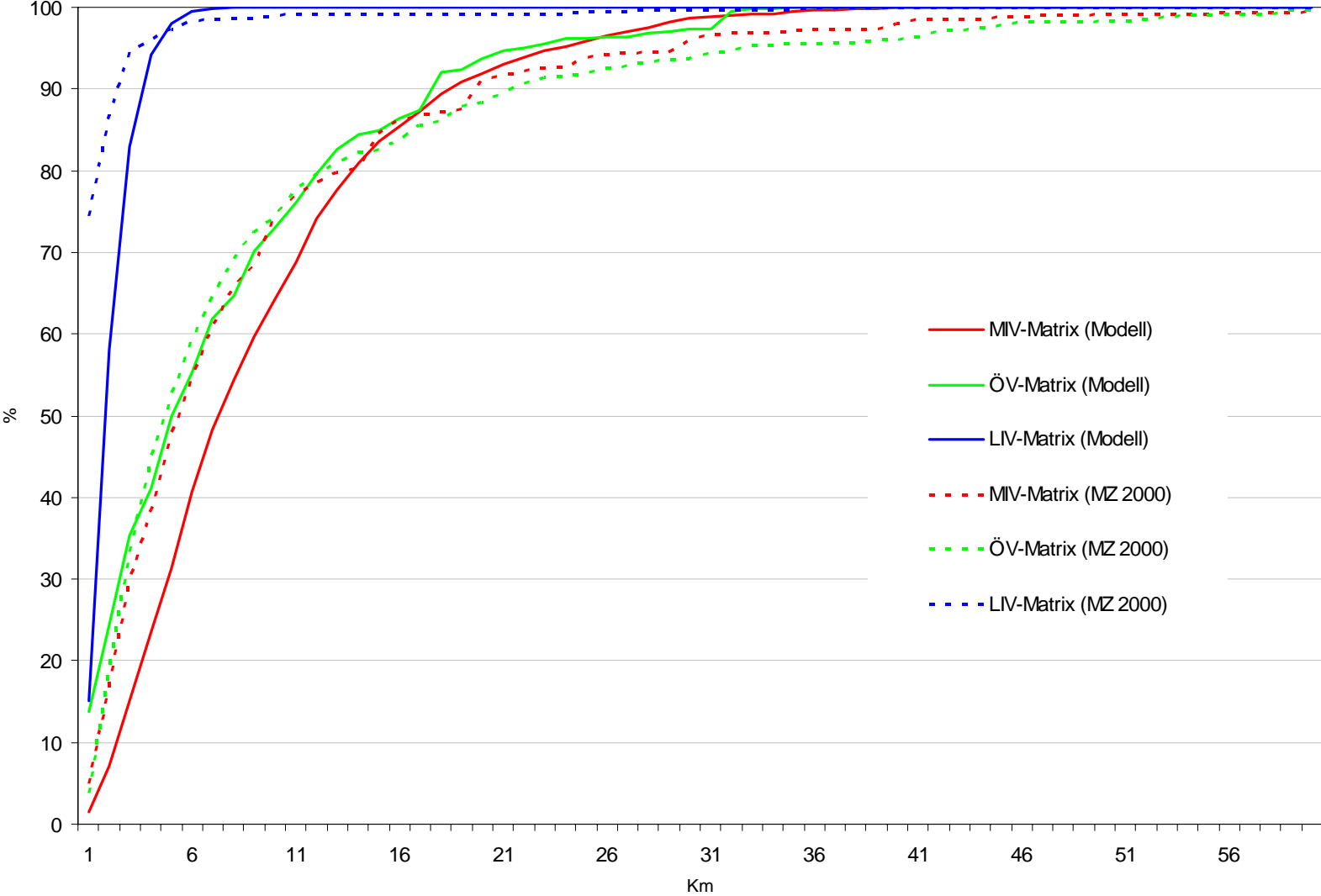
Reiseweitenverteilung: Fahrtzweck Ausbildung



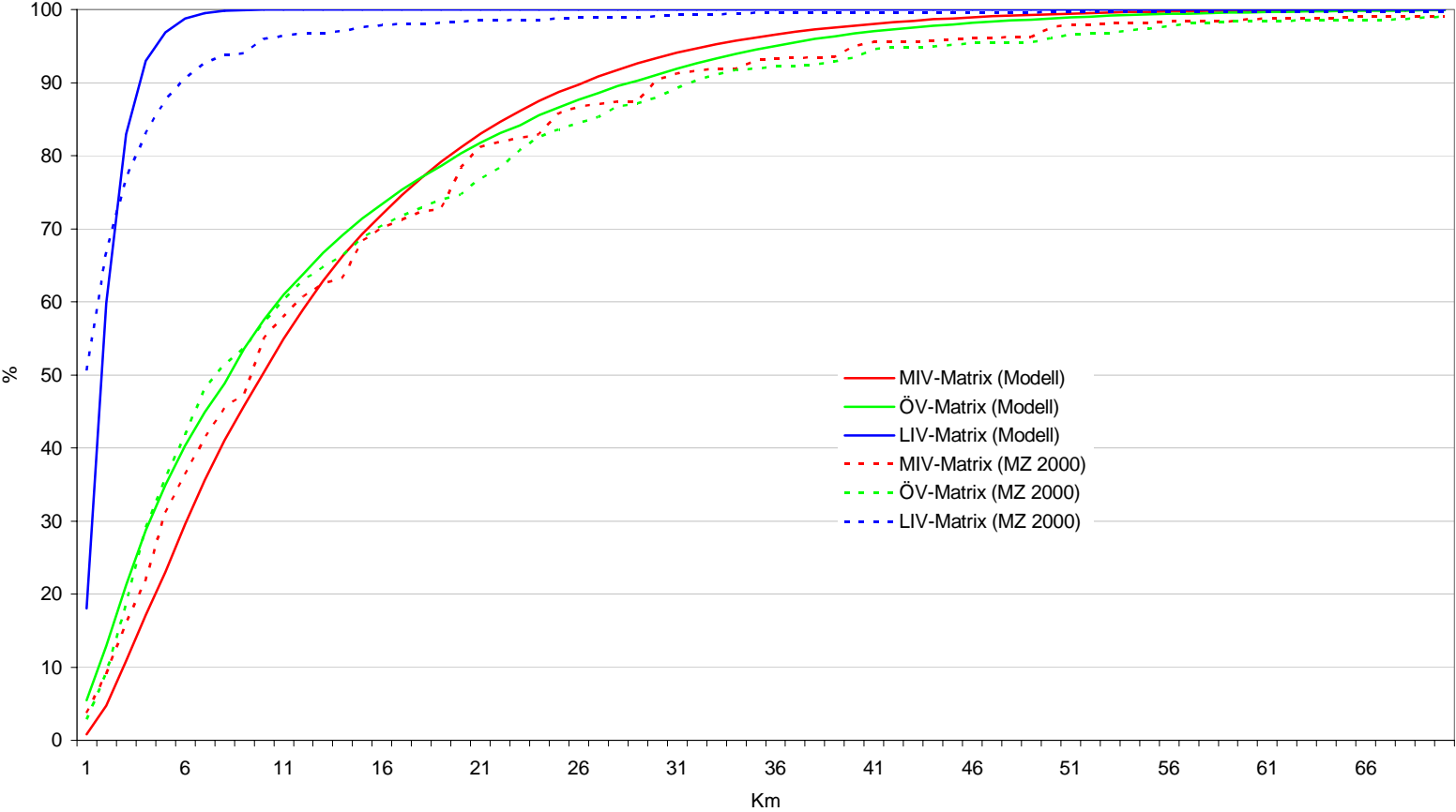
Reiseweitenverteilung: Fahrtzweck Nutzfahrt



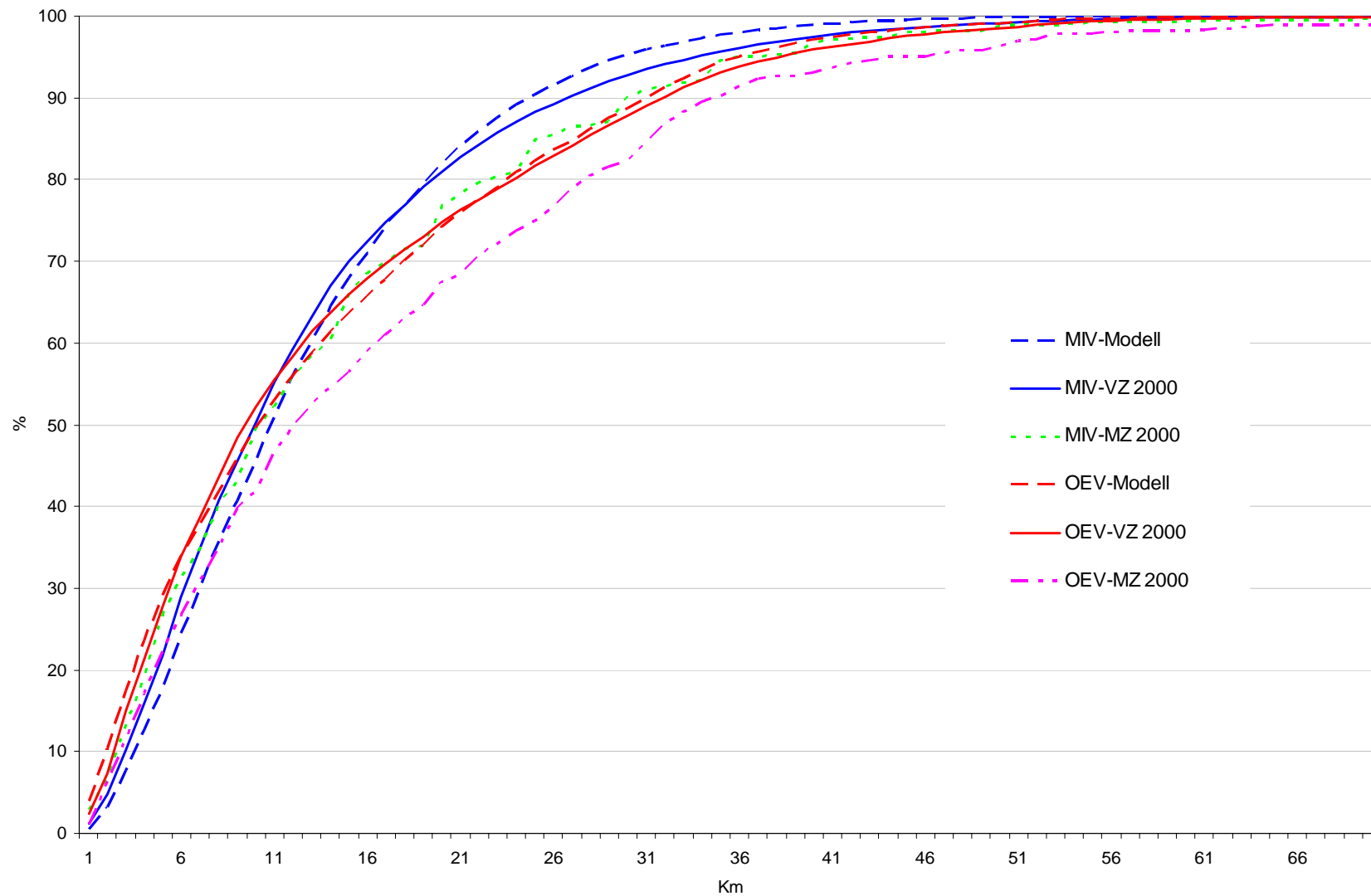
Reiseweitenverteilung: Fahrtzweck Einkauf



Reiseweitenverteilungn: Fahrtzweck Freizeit



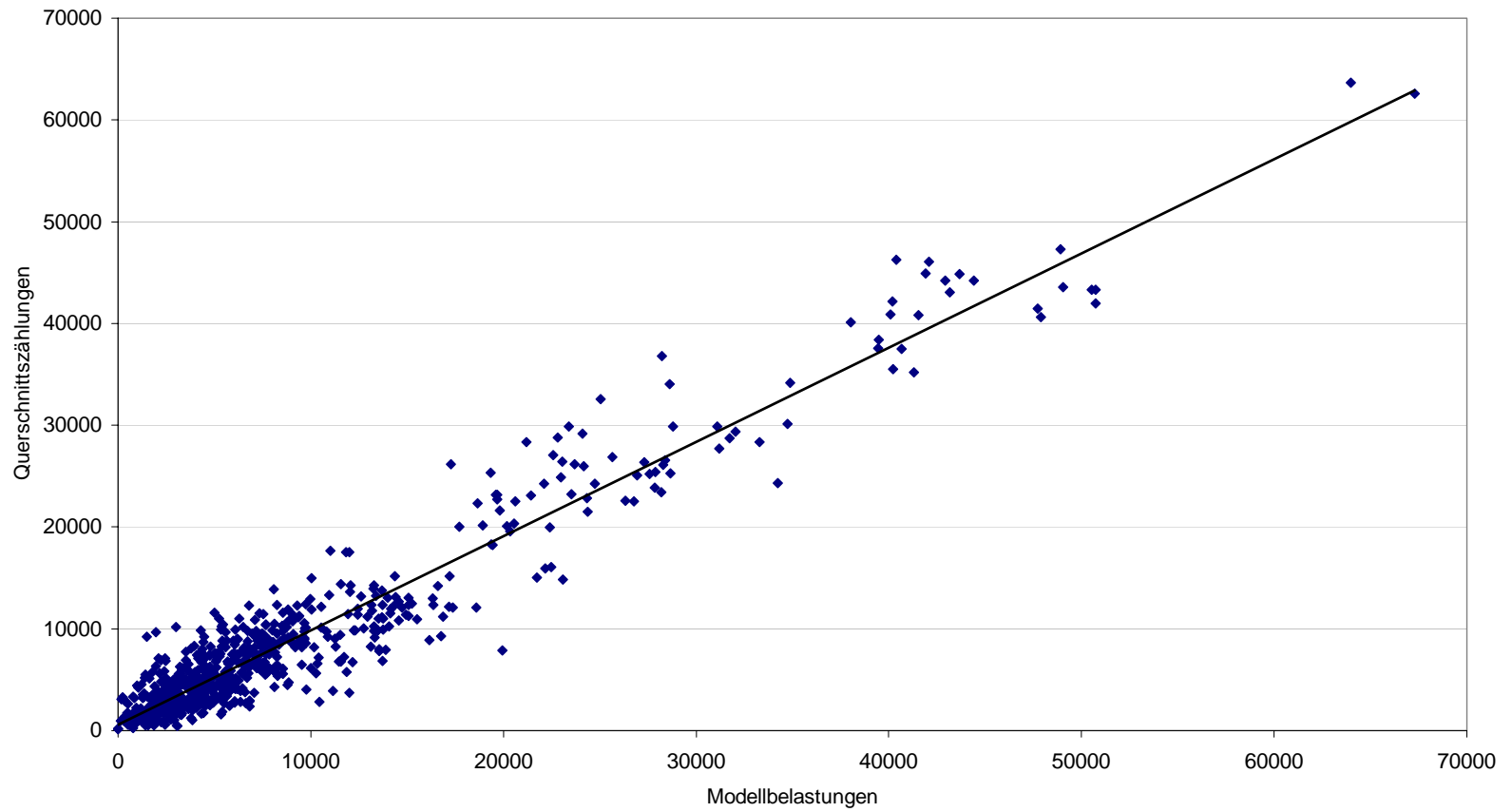
Reiseweitenverteilung für den Fahrtzweck Arbeit: Vergleich MZ, Volkszählung und Modell



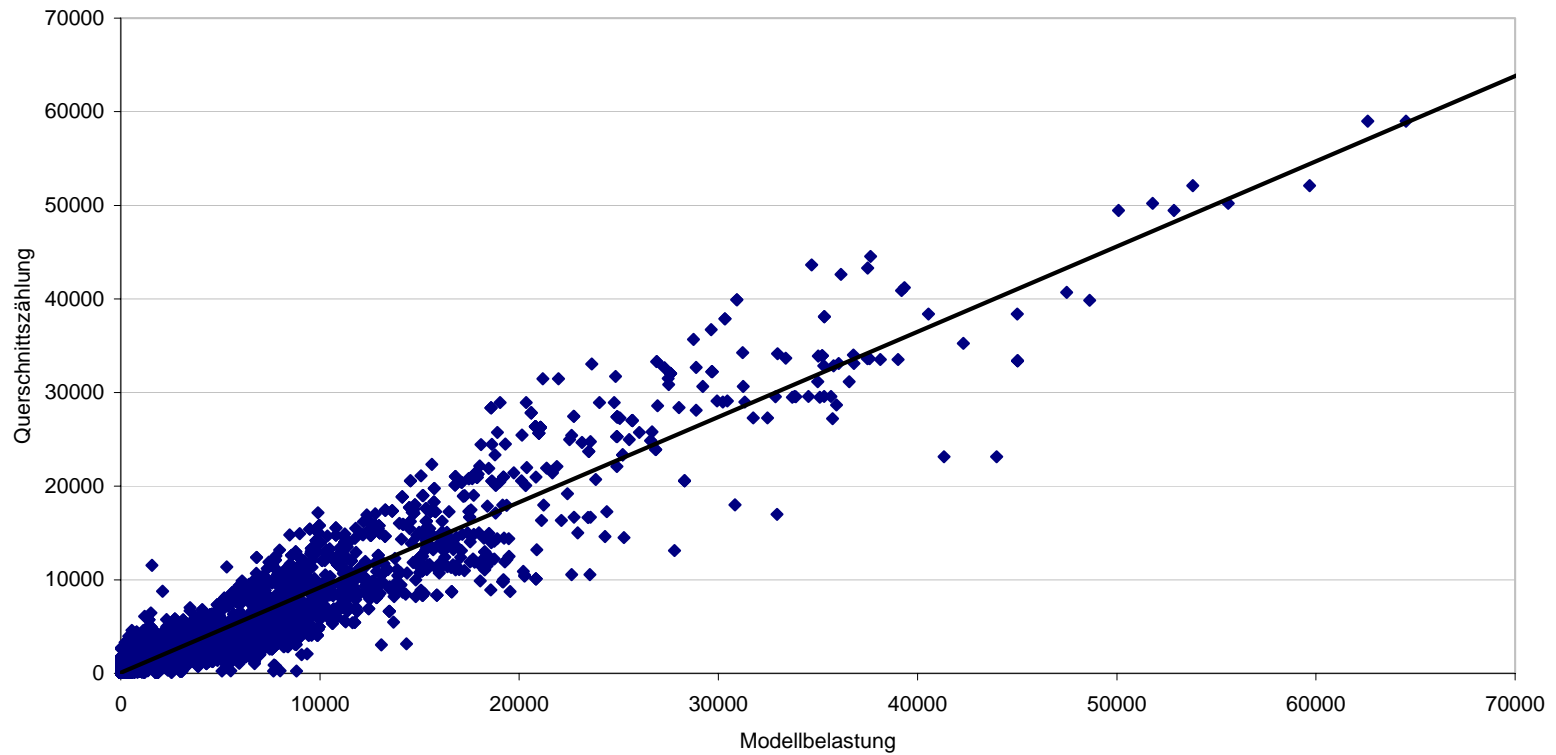
Netzbelastungen

- ÖV: Fahrplanfeine Umlegung
 - Modellparameter aus SP-Befragungen geschätzt
- MIV: Gleichgewichtsumlegung (KVM)

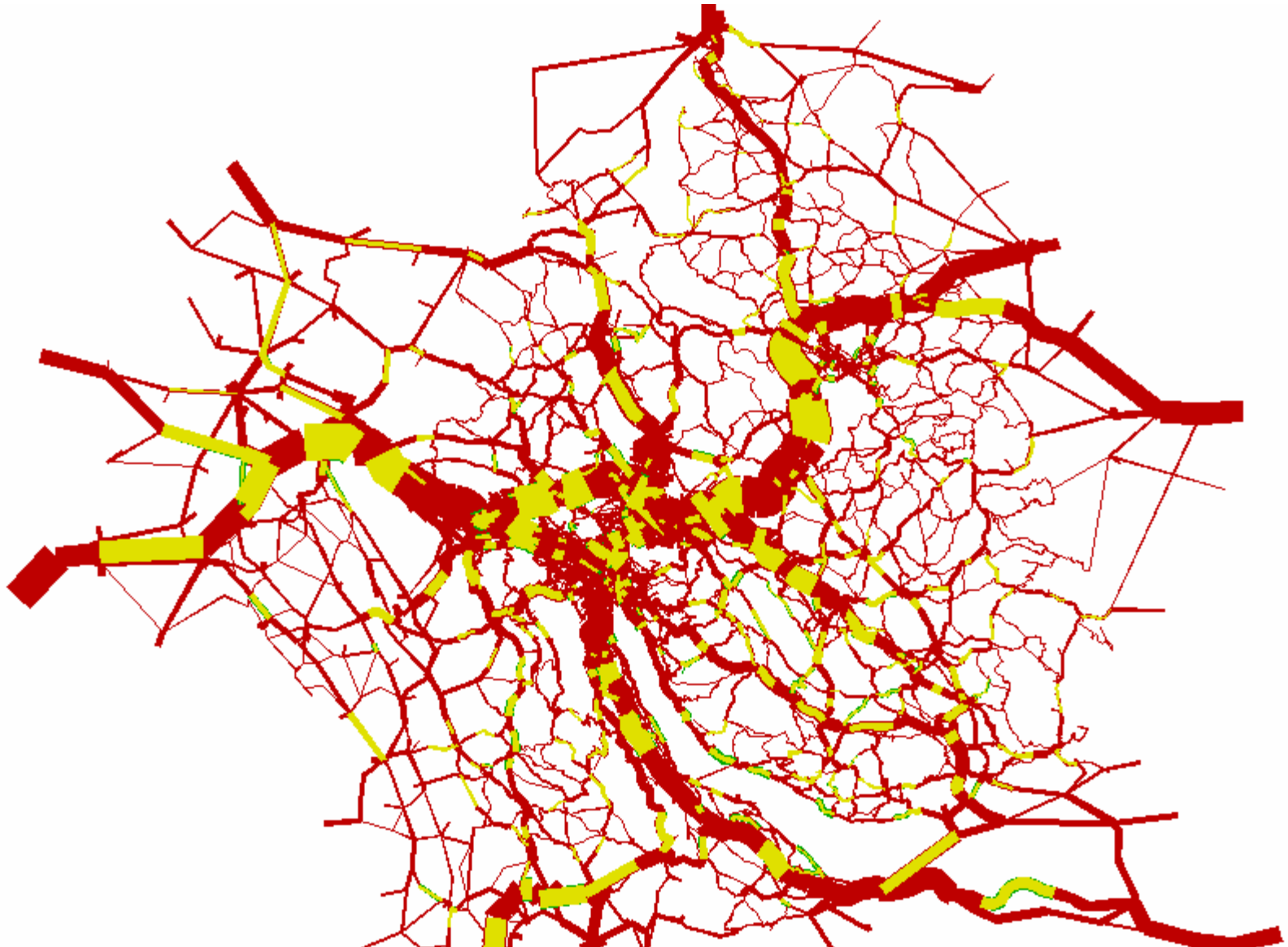
Vergleich der Streckenbelastungen aus Modell und Zählung - MIV



Vergleich der Streckenbelastungen aus Modell und Zählung - ÖV

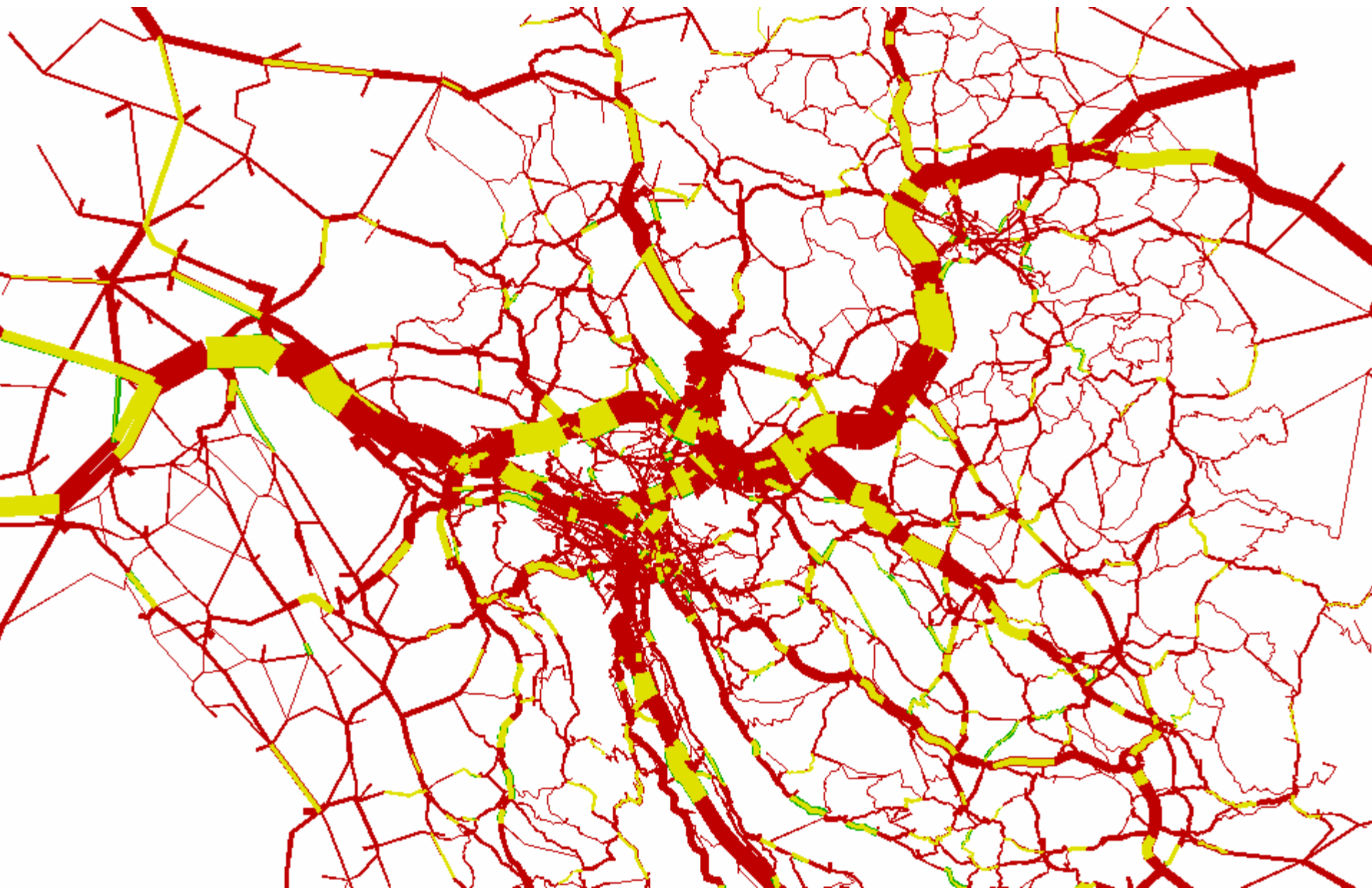


Umlegungsergebnisse: MIV-Matrix (ohne Kalibration)

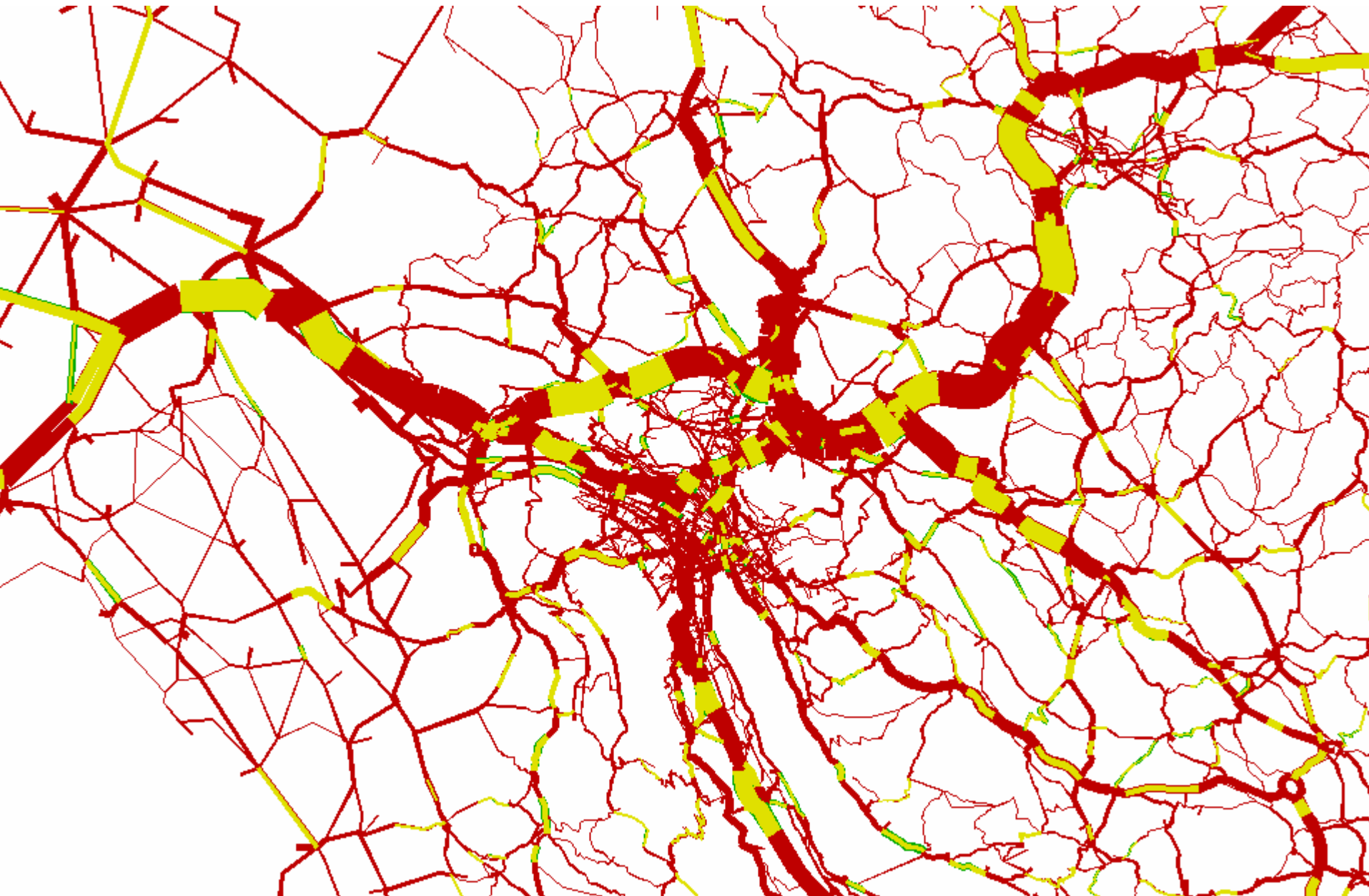


gelb = Grundbelastung (keine Differenz), rot= relative positive Differenz (Modellbelastungen höher als Zählwert), grün = negative relative Differenz (Modellbelastungen tiefer als Zählwert), vollständig rote Abschnitte = Zählstelle nicht vorhanden

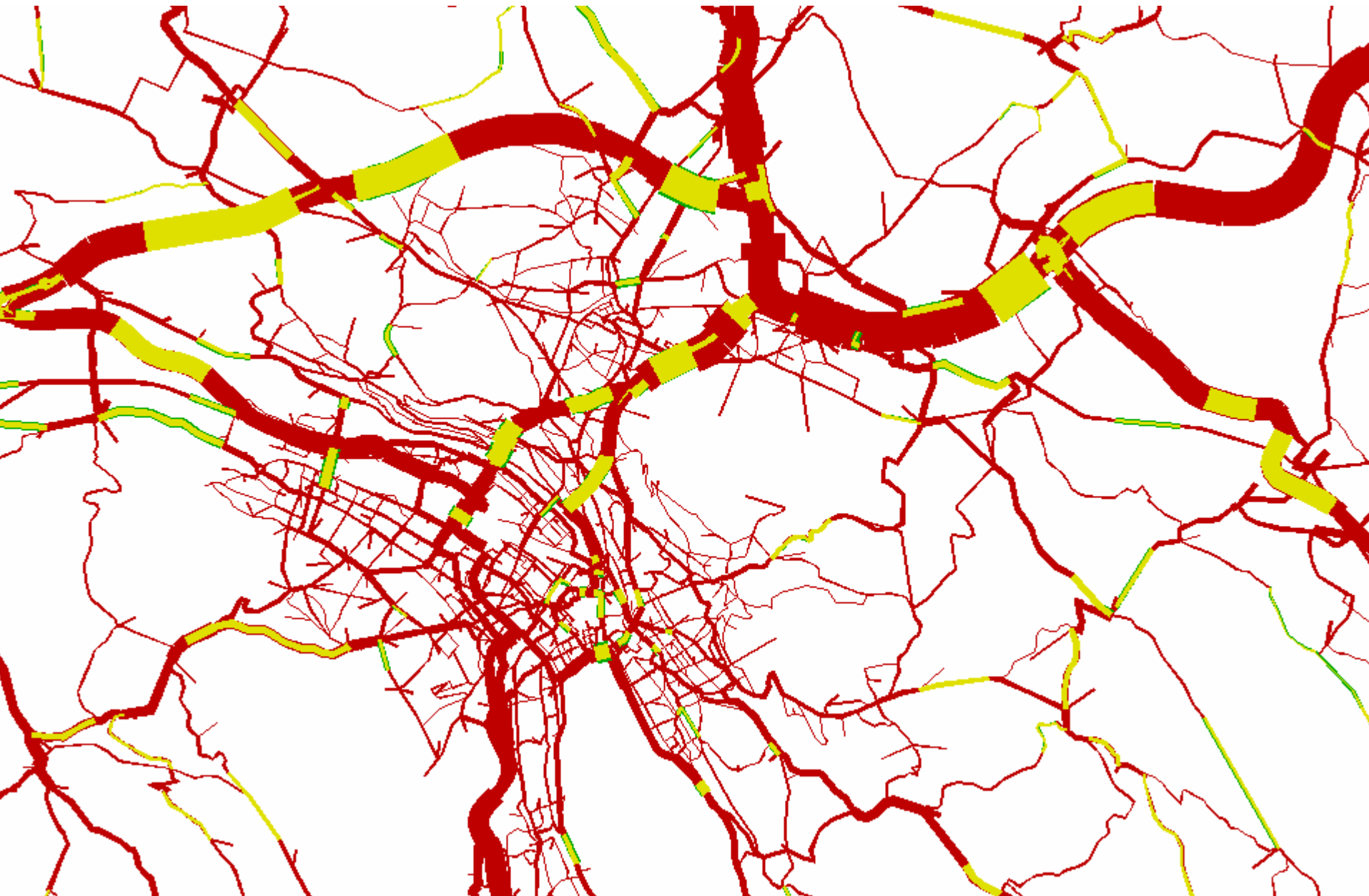
Umlegungsergebnisse: MIV-Matrix (ohne Kalibration)



Umlegungsergebnisse: MIV-Matrix (ohne Kalibration)



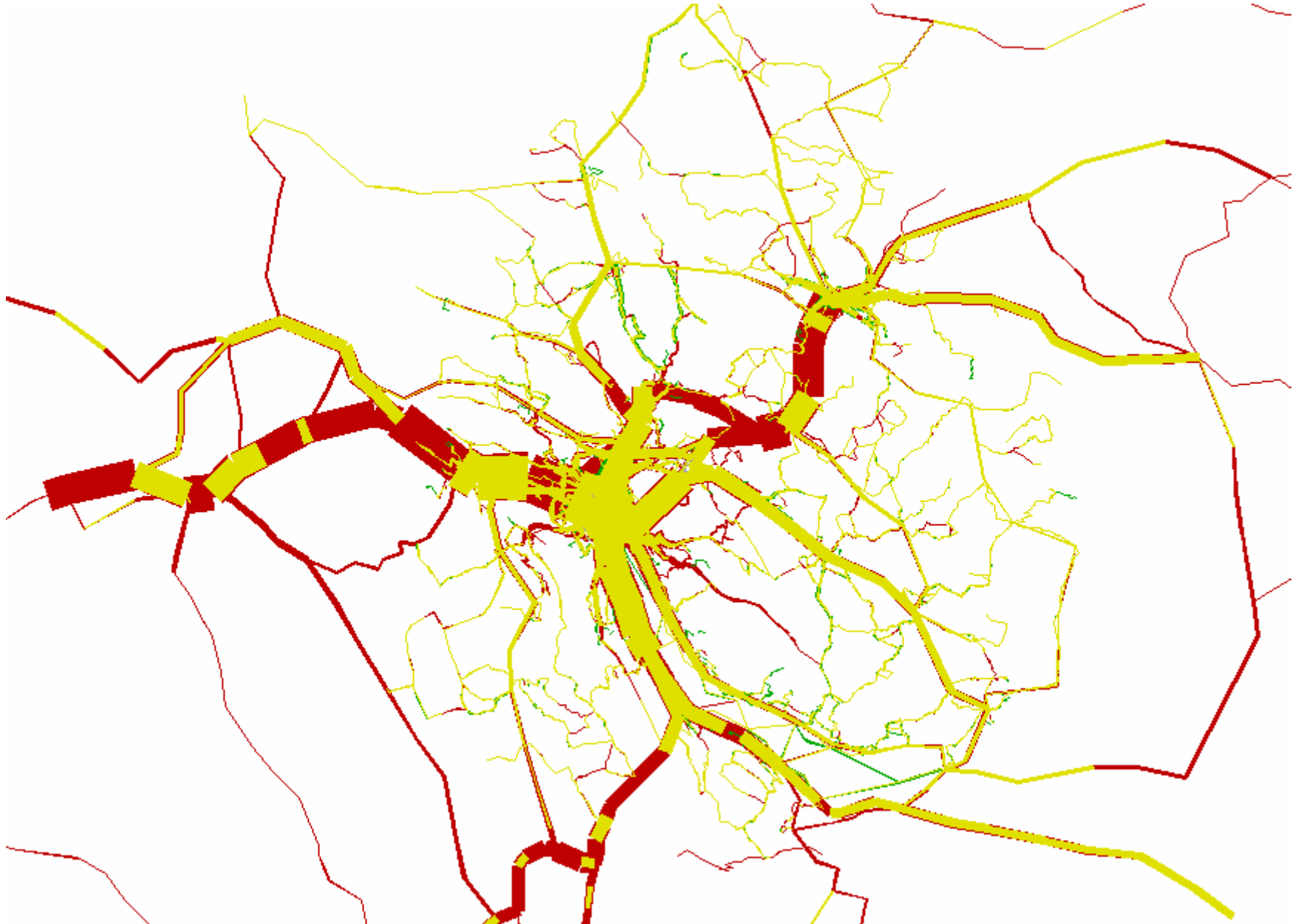
Umlegungsergebnisse: MIV-Matrix (ohne Kalibration)



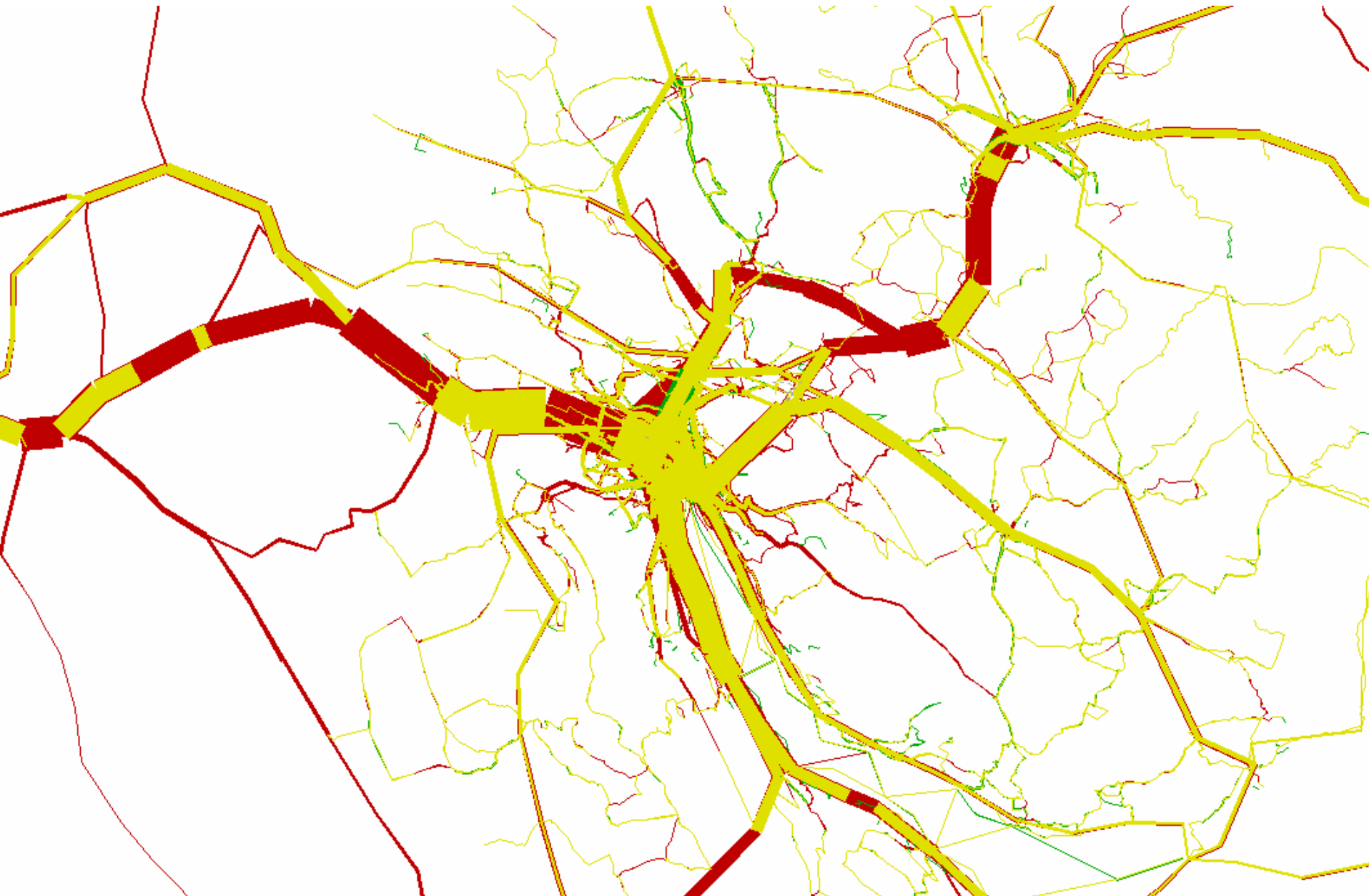
Umlegungsergebnisse: MIV-Matrix (ohne Kalibration)



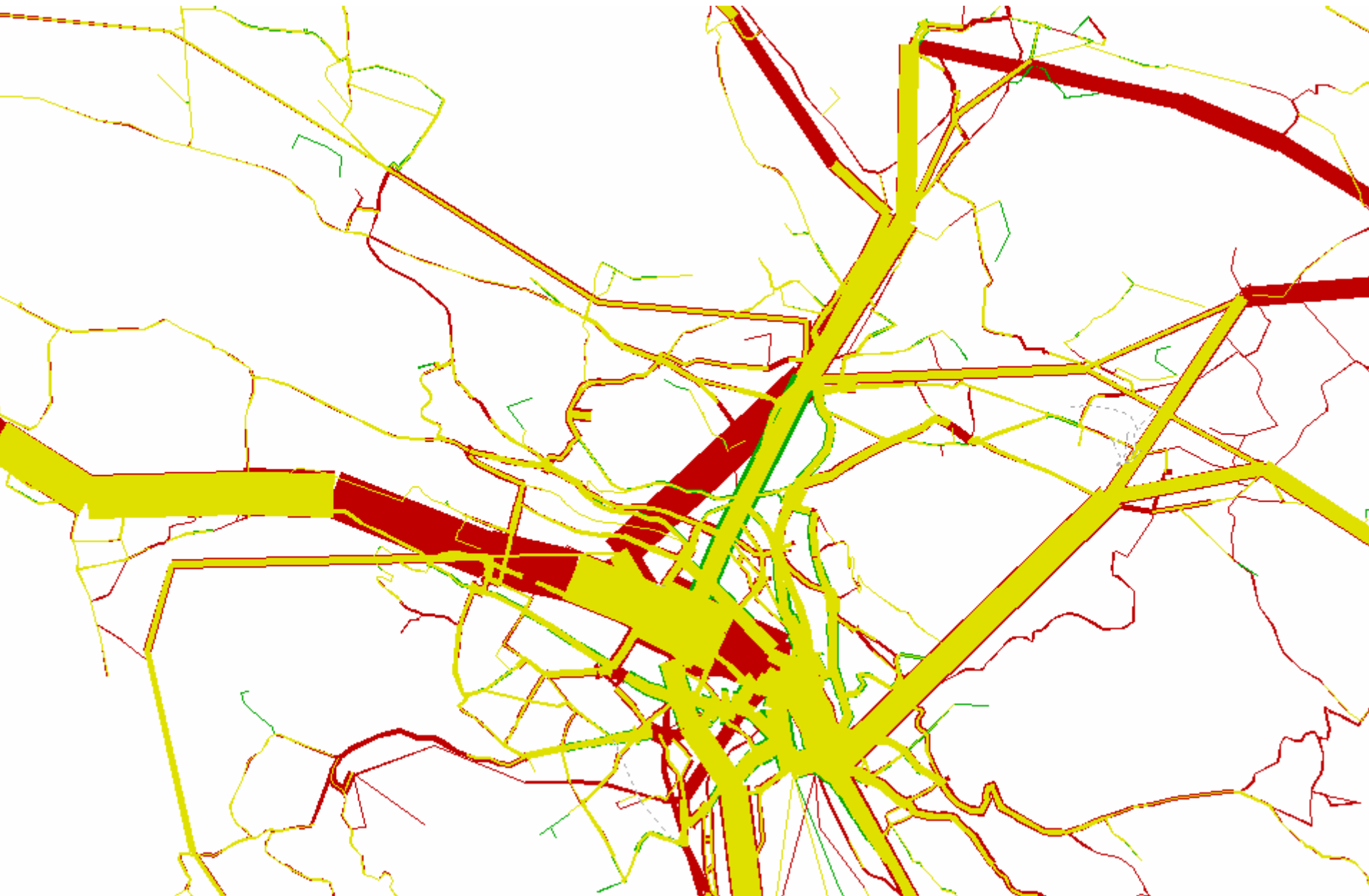
Umlegungsergebnisse: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



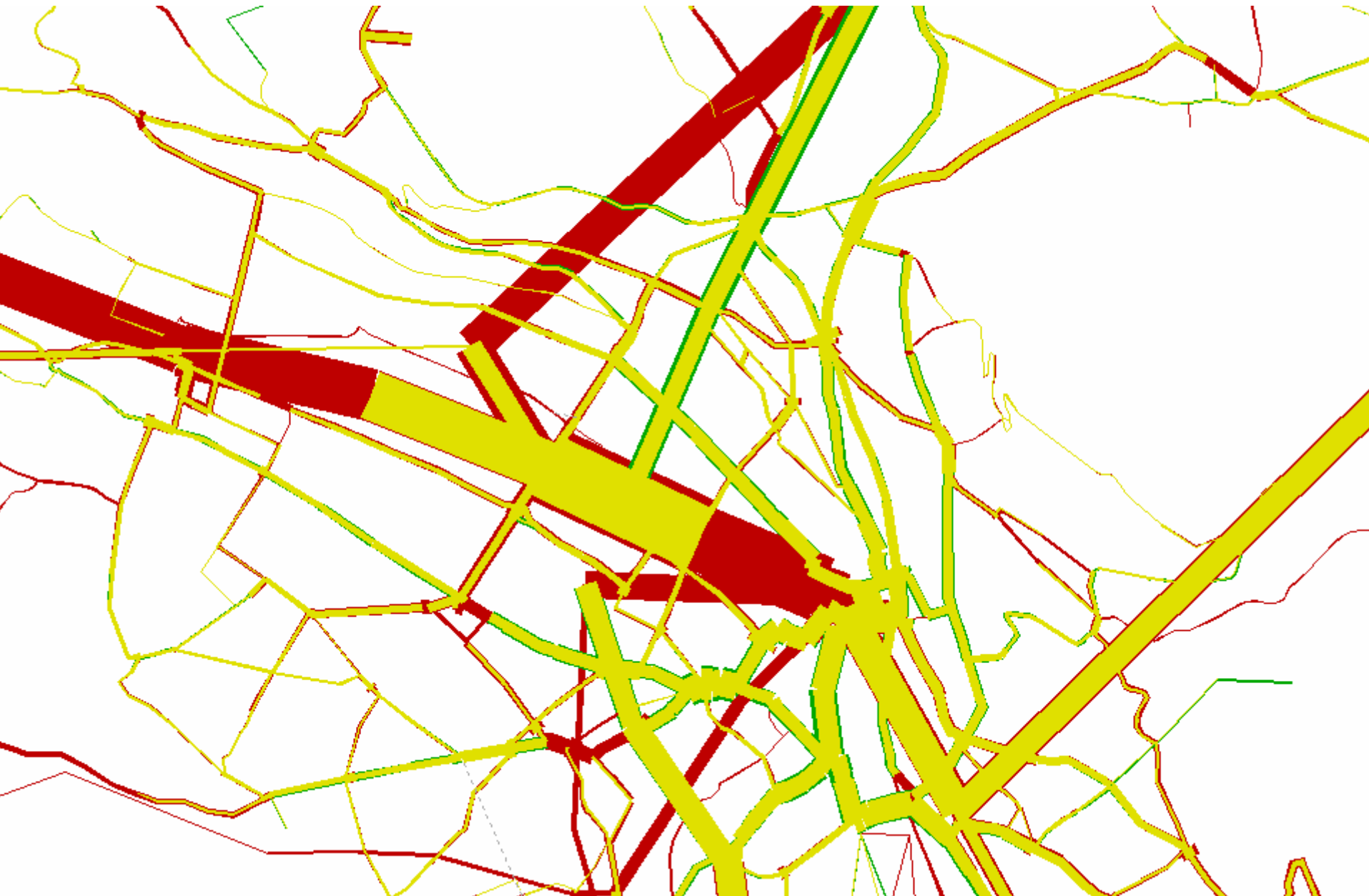
Umlegungsergebnisse: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



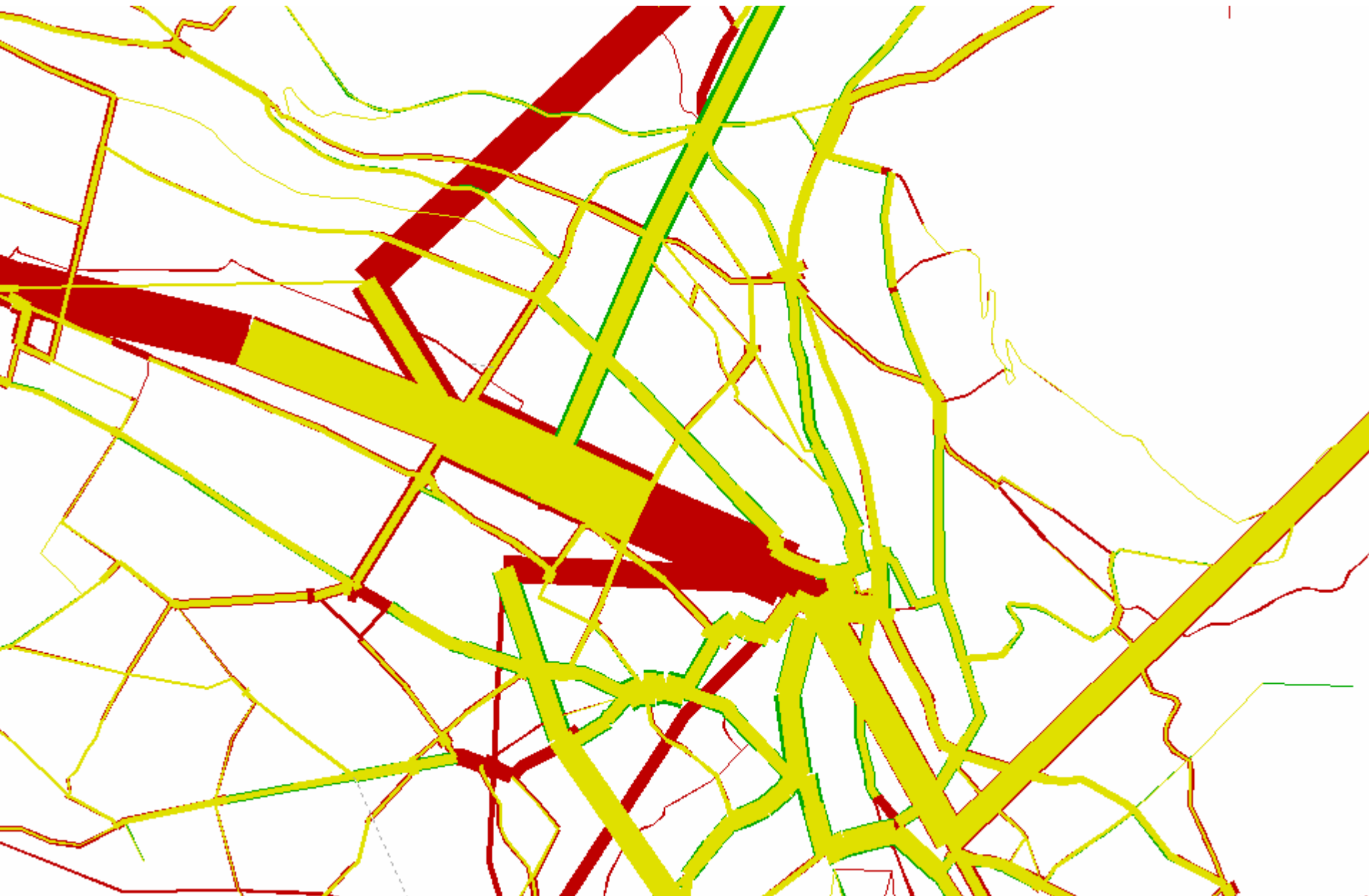
Umlegungsergebnisse: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



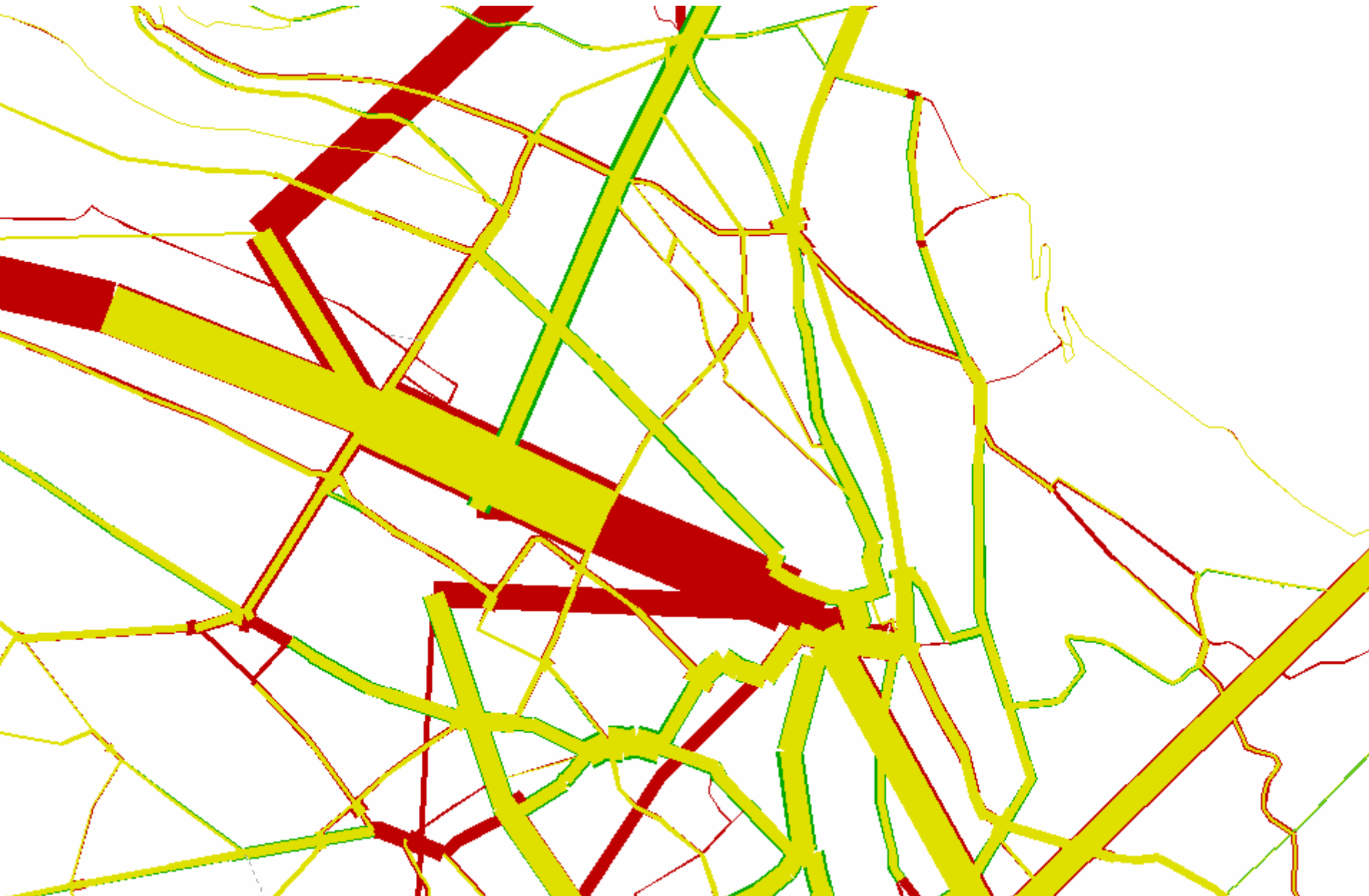
Umlegungsergebnisse: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



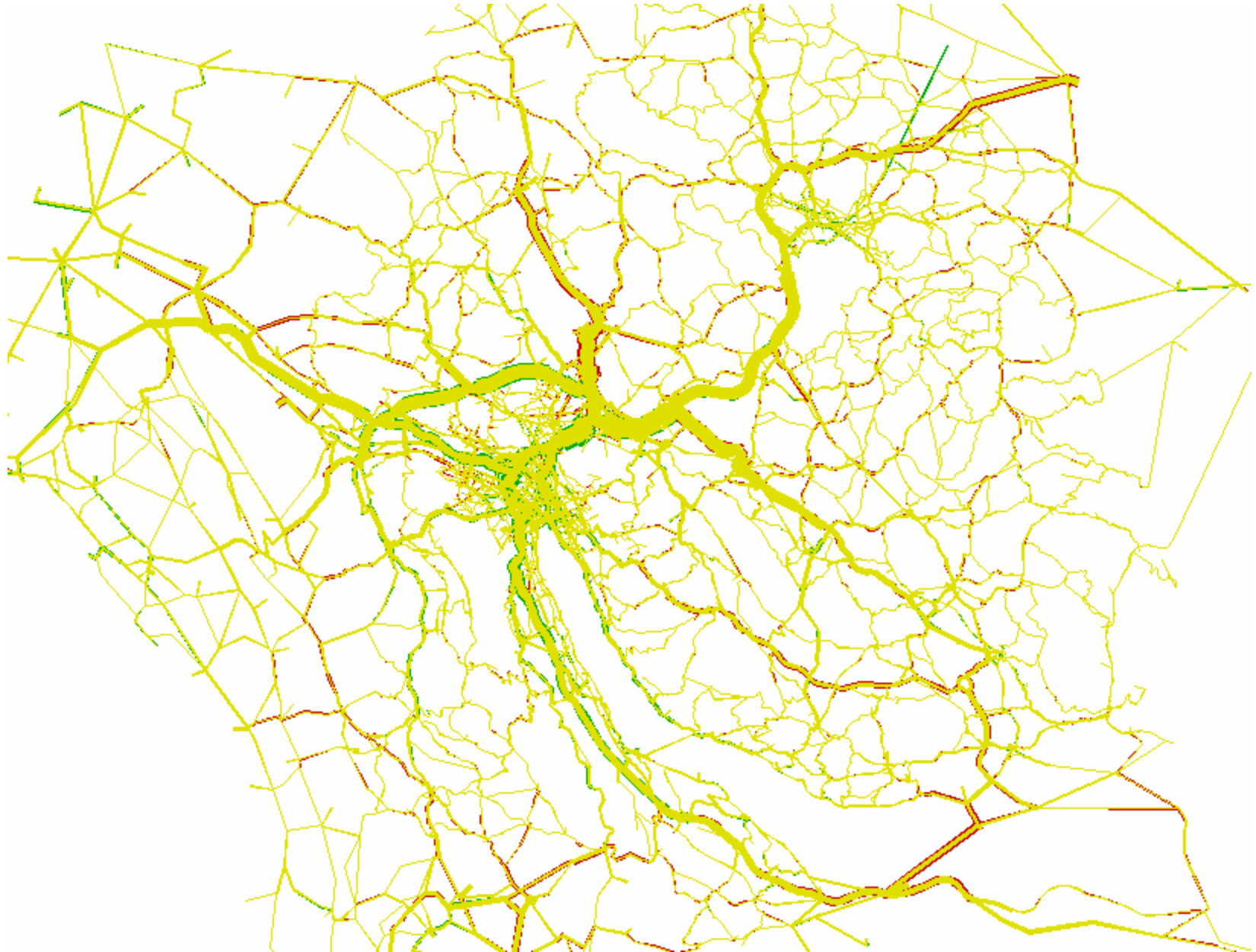
Umlegungsergebnisse: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



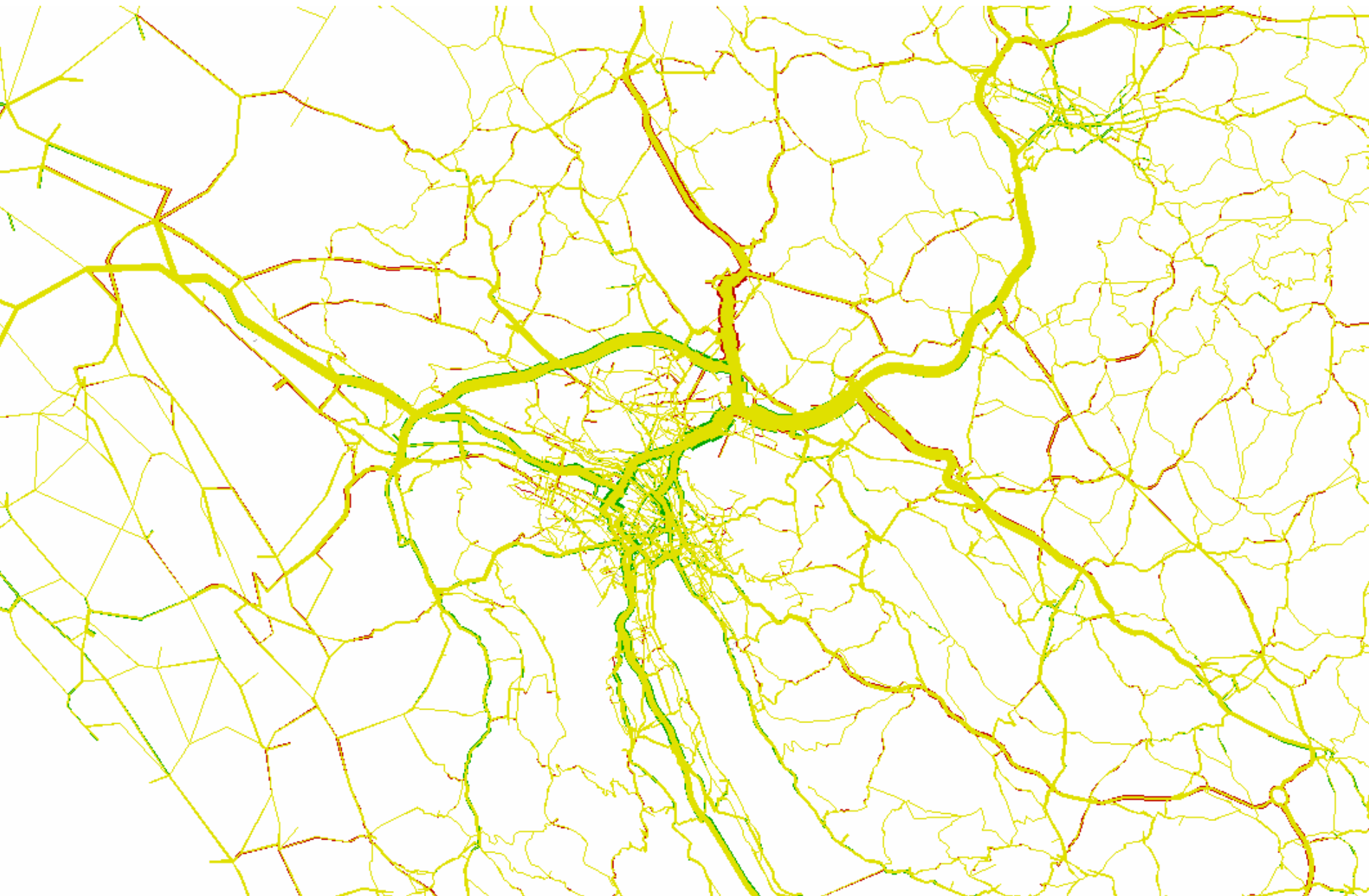
Umlegungsergebnisse: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



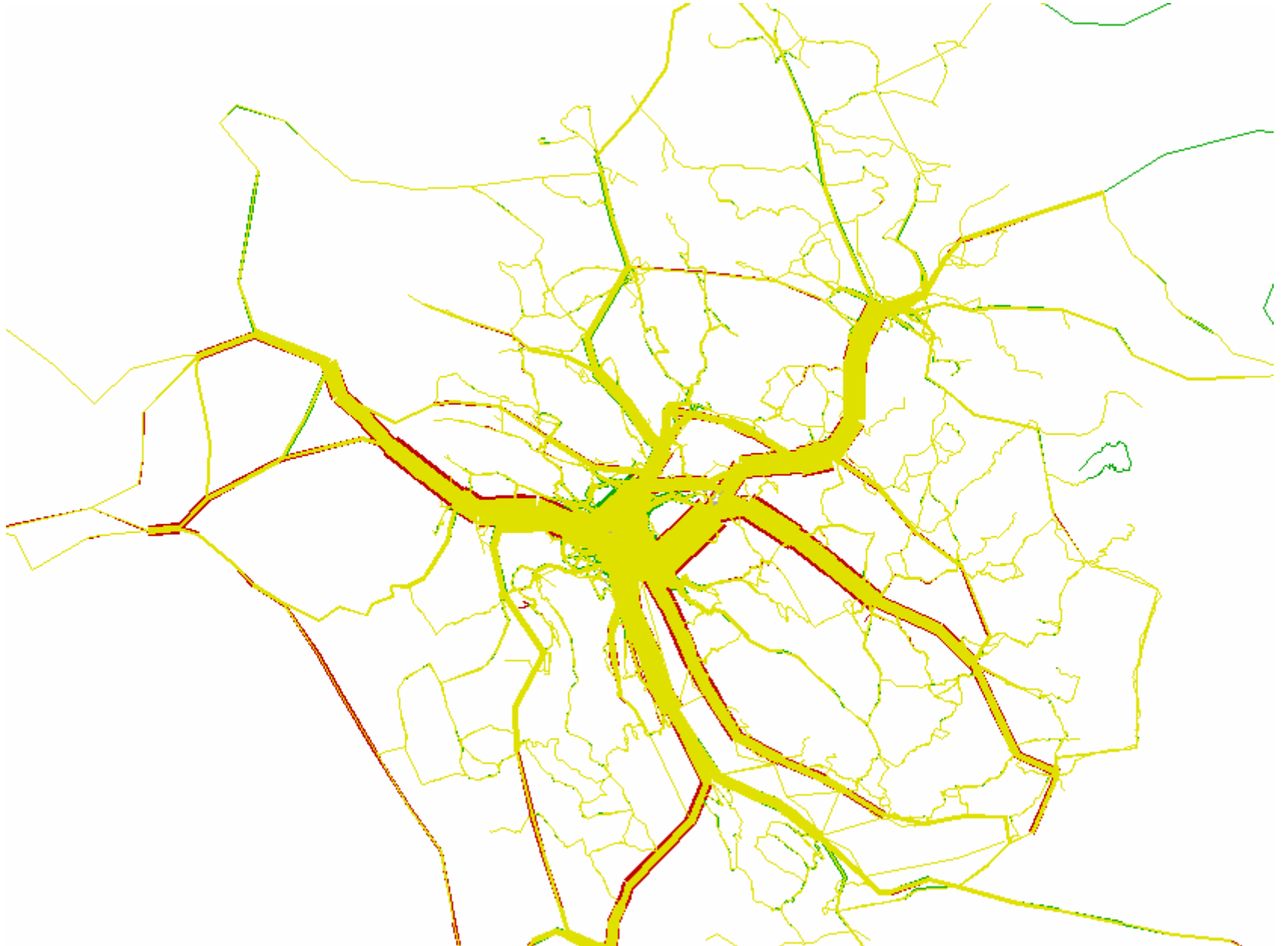
Vergleich Modell/Volkszählung: Streckenbelastungen aus der MIV-Matrix



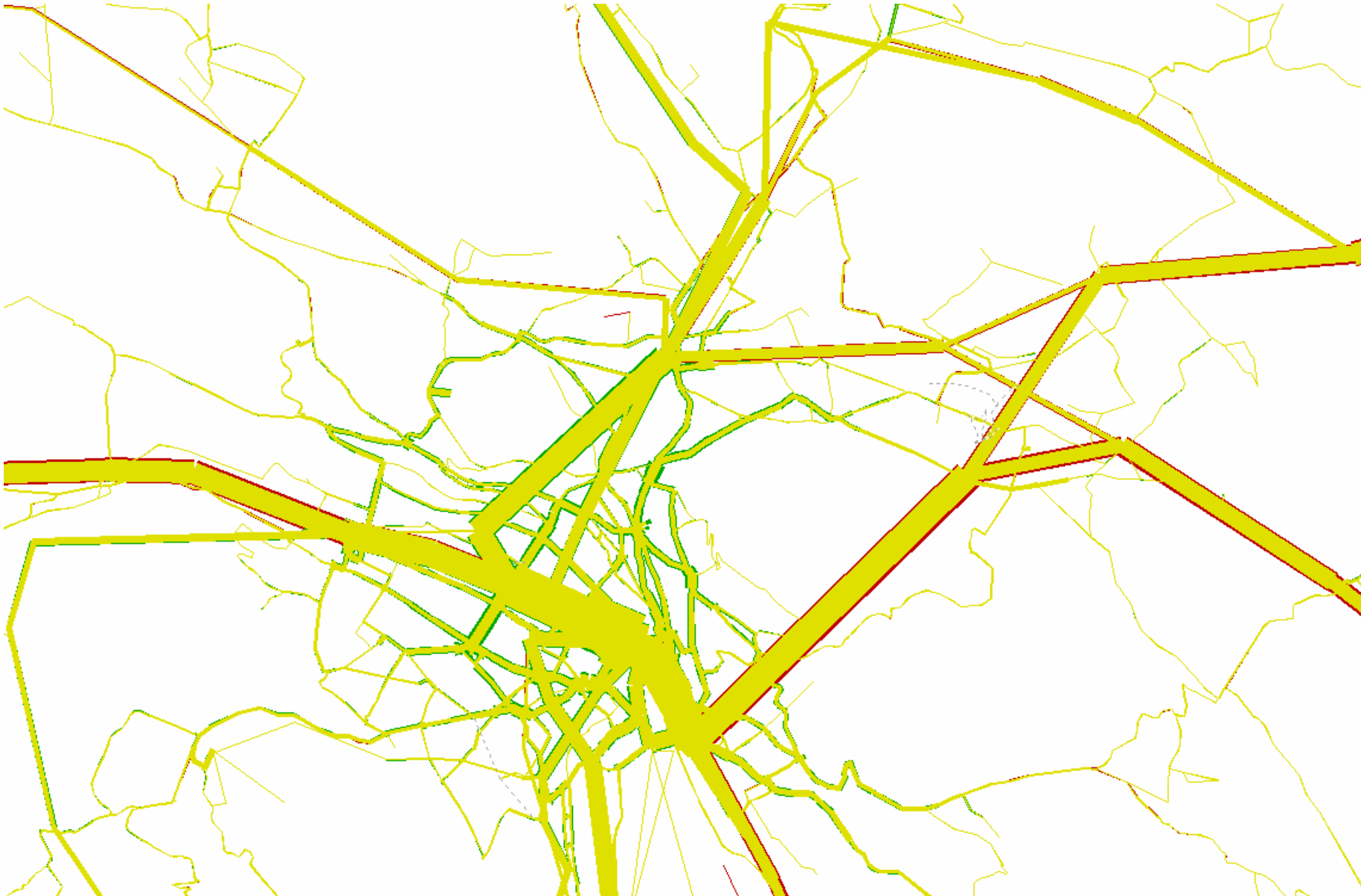
Vergleich Modell/Volkszählung: Streckenbelastungen aus der MIV-Matrix



Vergleich Modell/Volkszählung: Streckenbelastungen aus der ÖV-Matrix

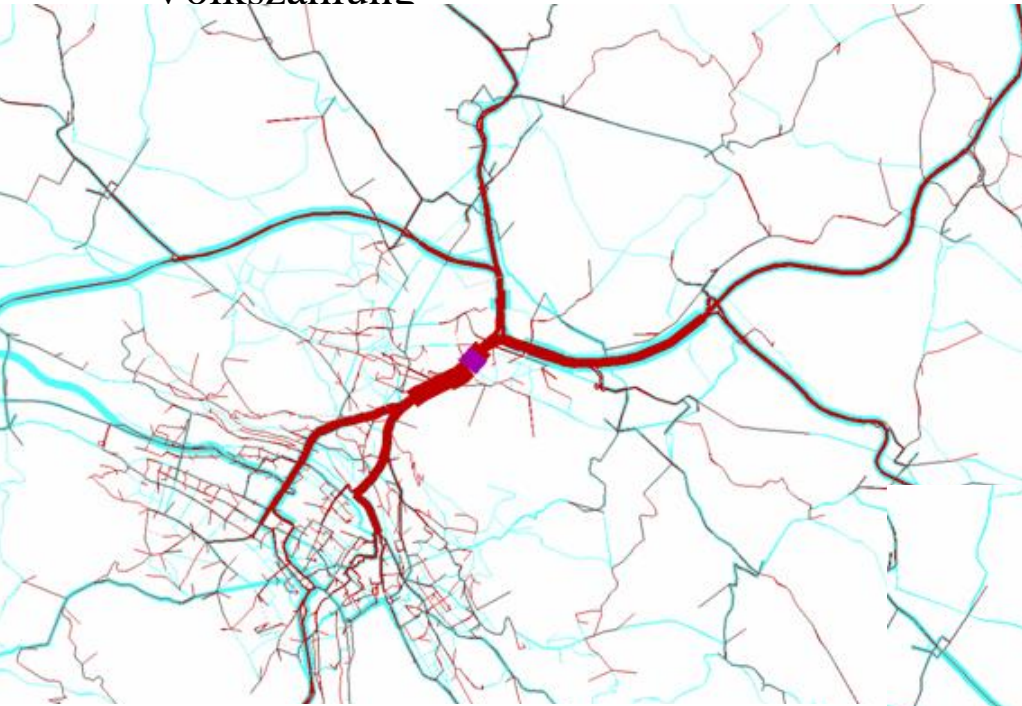


Vergleich Modell/Volkszählung: Streckenbelastungen aus der ÖV-Matrix

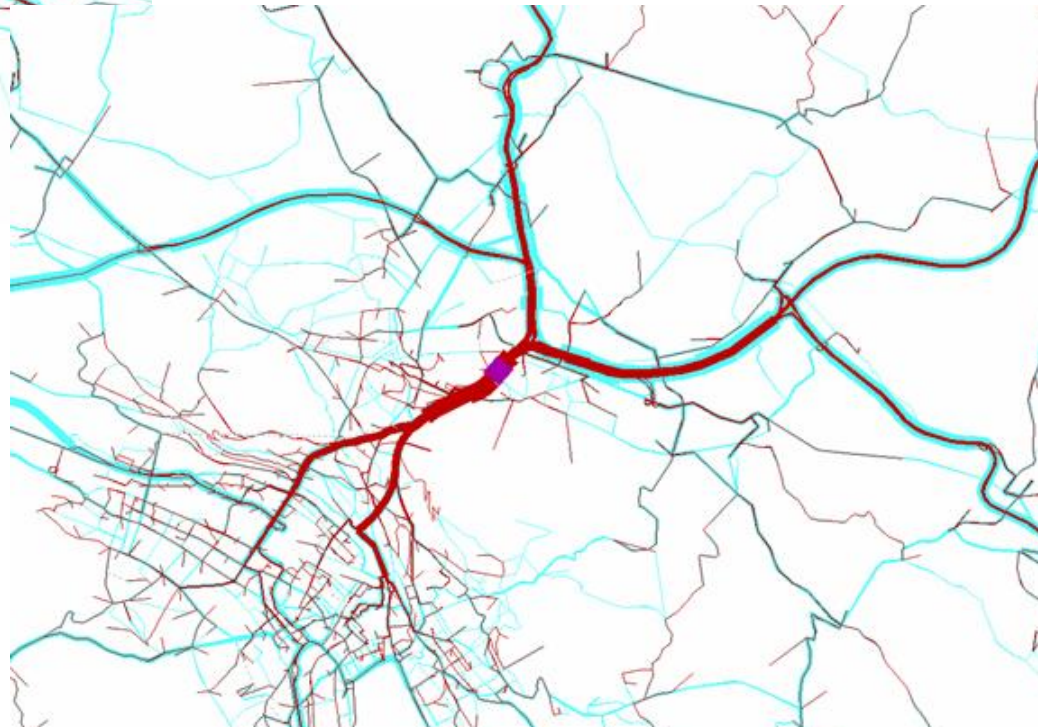


Vergleich Pendlerströme MIV Volkszählung/Modell

Volkszählung

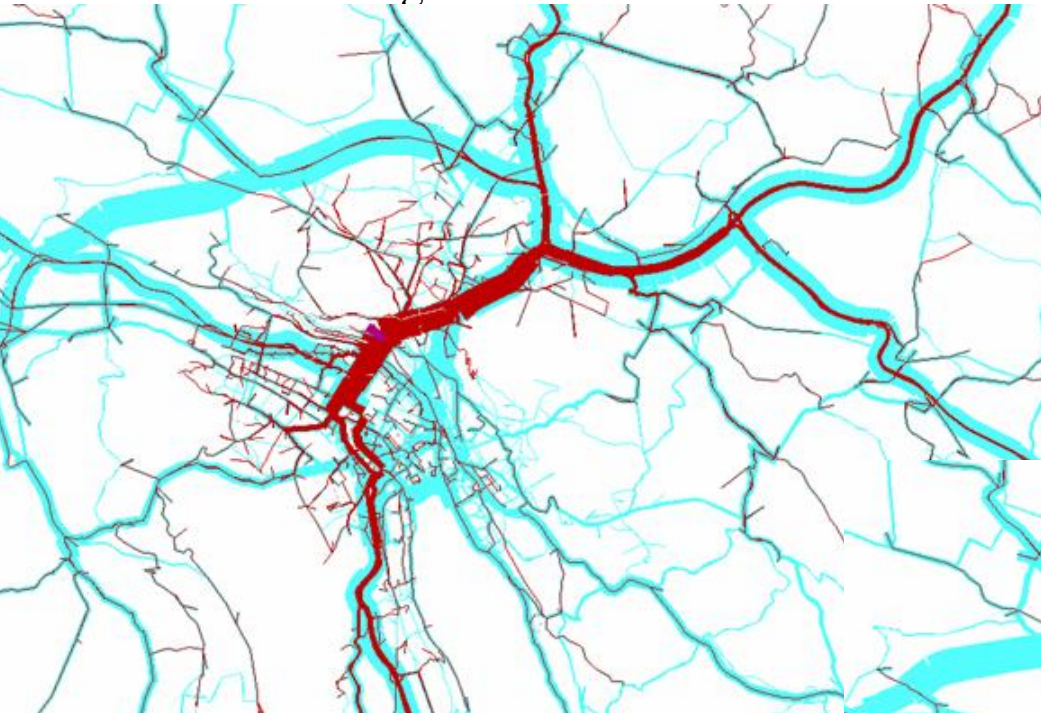


Modell

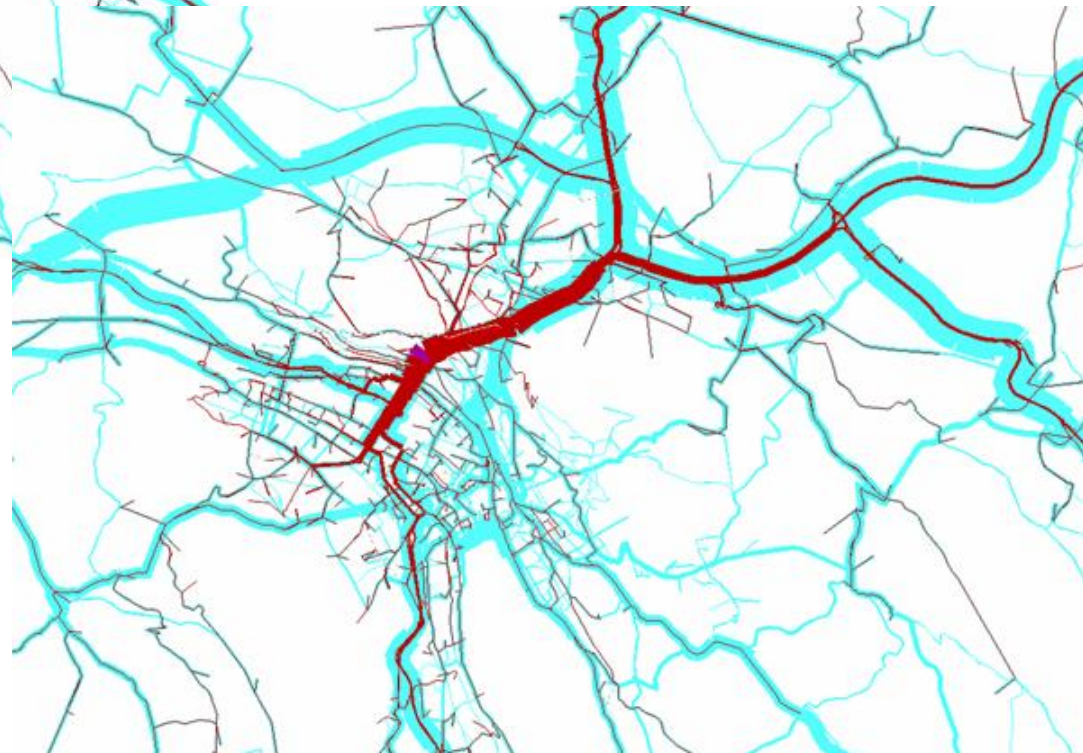


Vergleich Pendlerströme MIV Volkszählung/Modell

Volkszählung

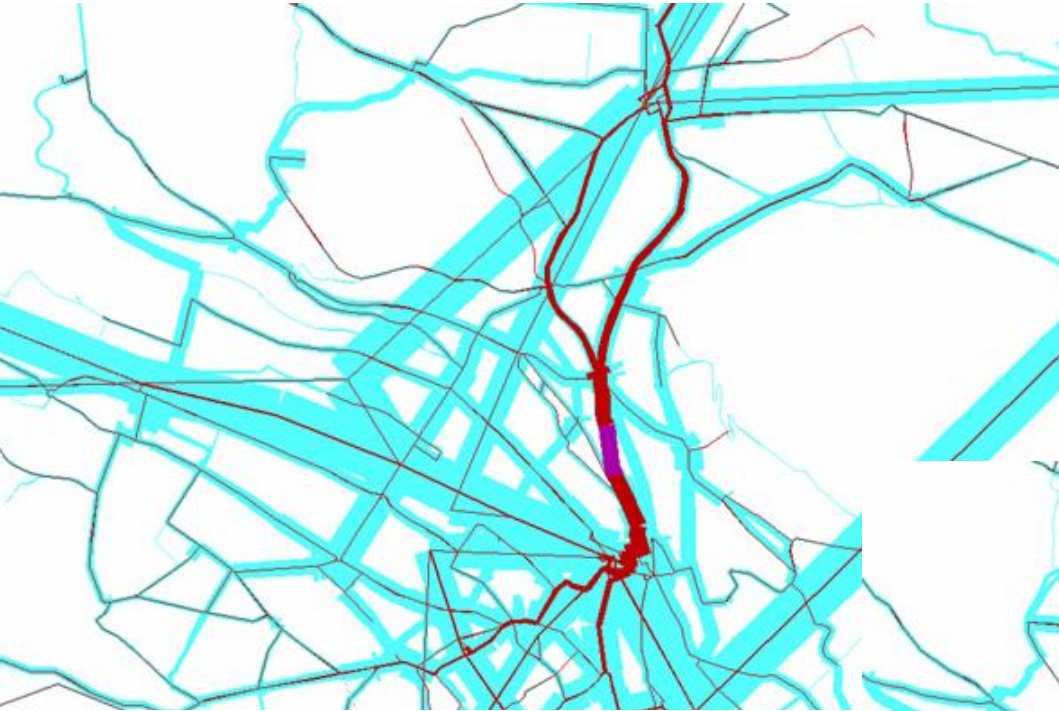


Modell

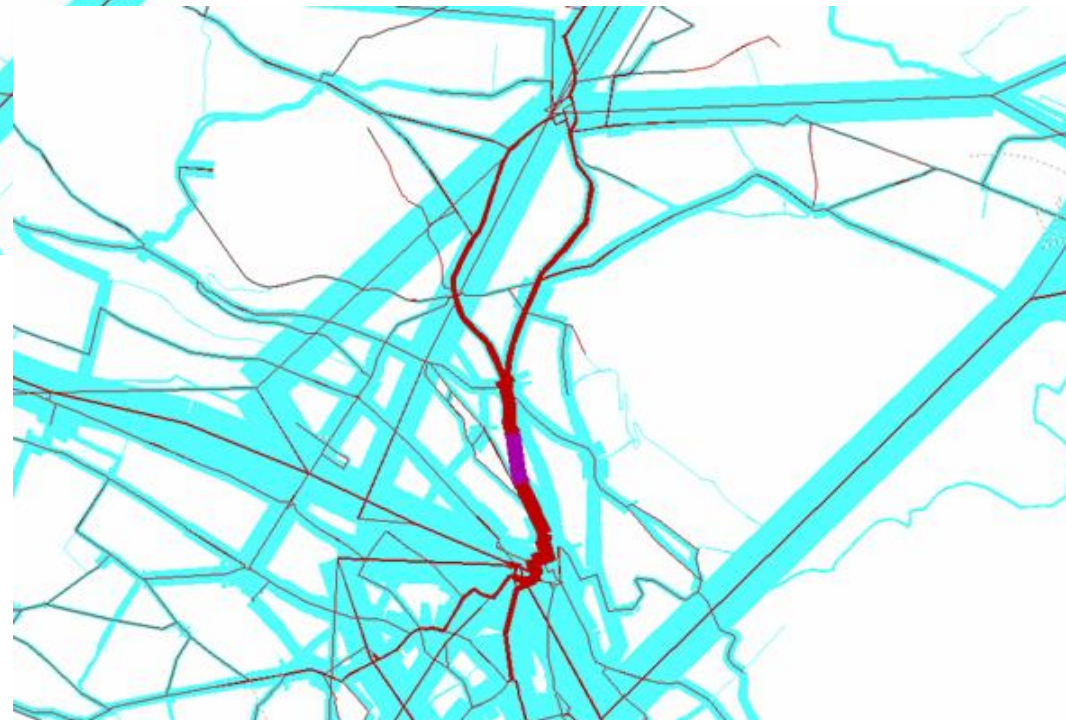


Vergleich Pendlerströme ÖV Volkszählung/Modell

Volkszählung

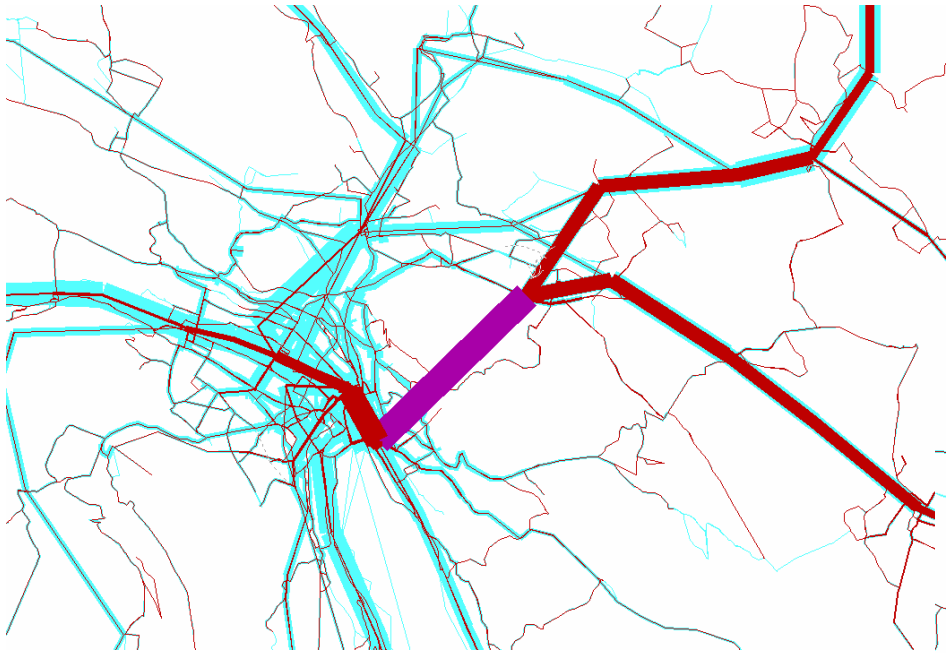


Modell

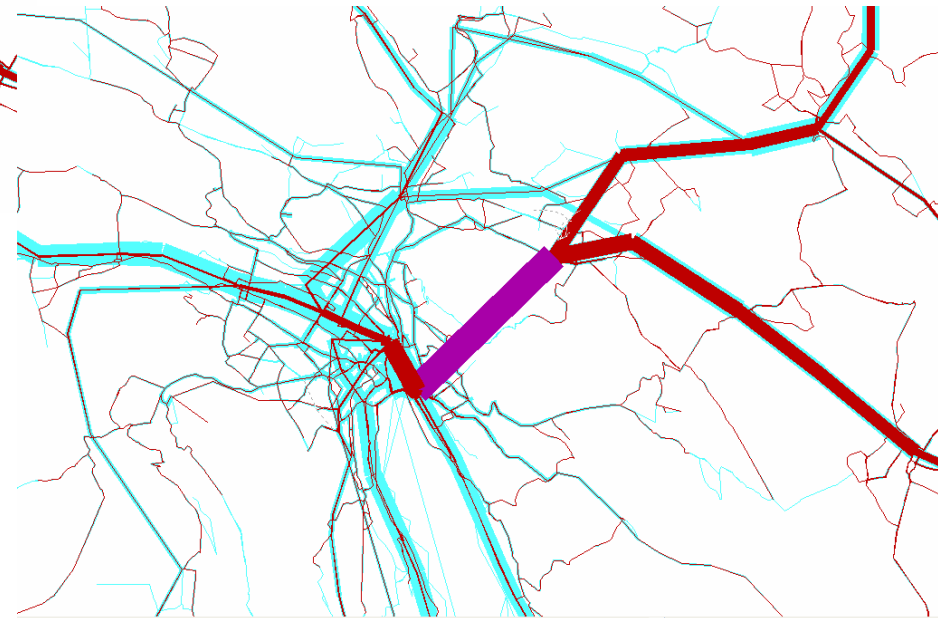


Vergleich Pendlerströme ÖV Volkszählung/Modell

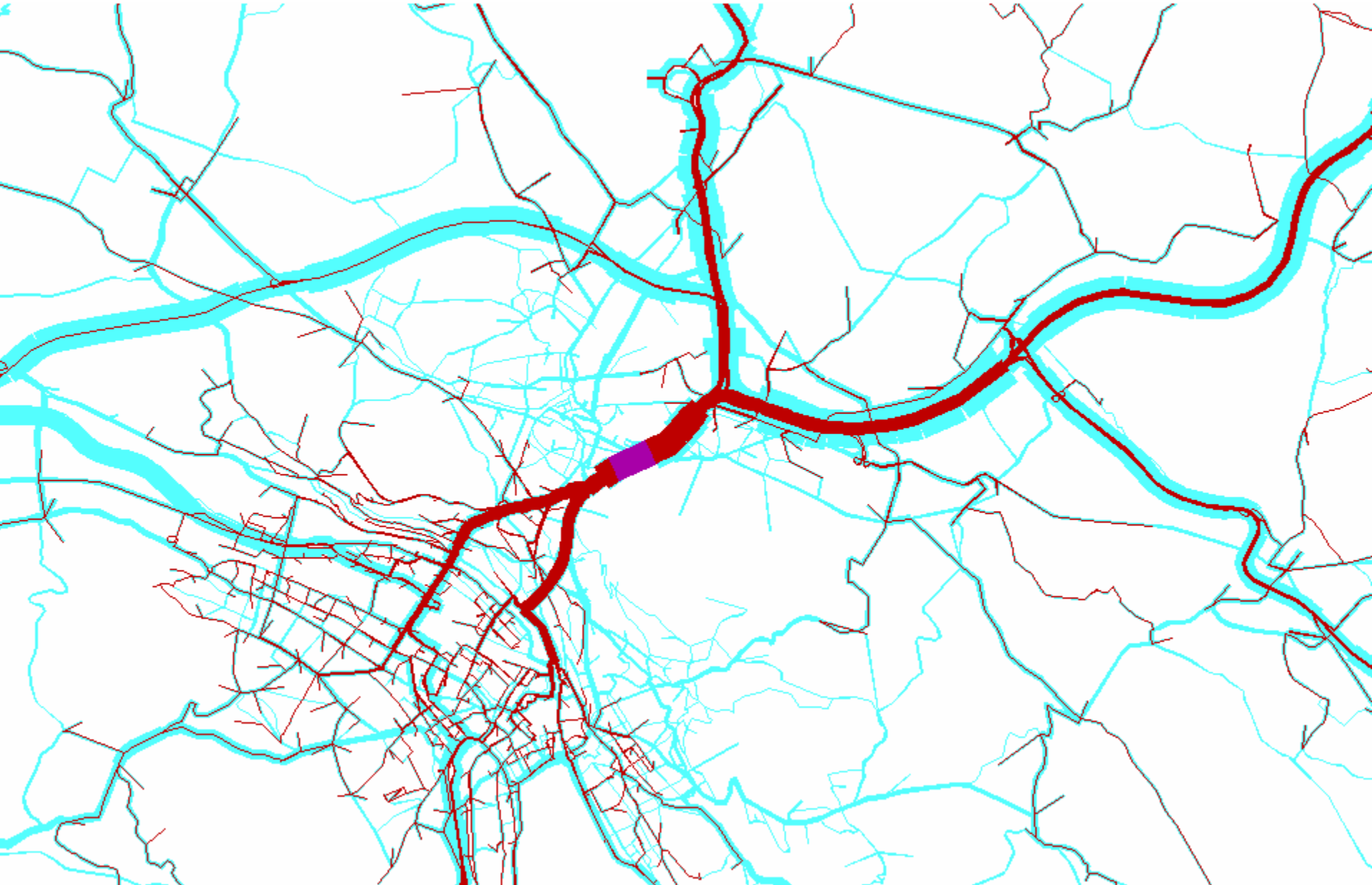
Volkszählung



Modell



Spinnenanalyse: MIV-Ausgangsmatrix (Schöneichtunnel)



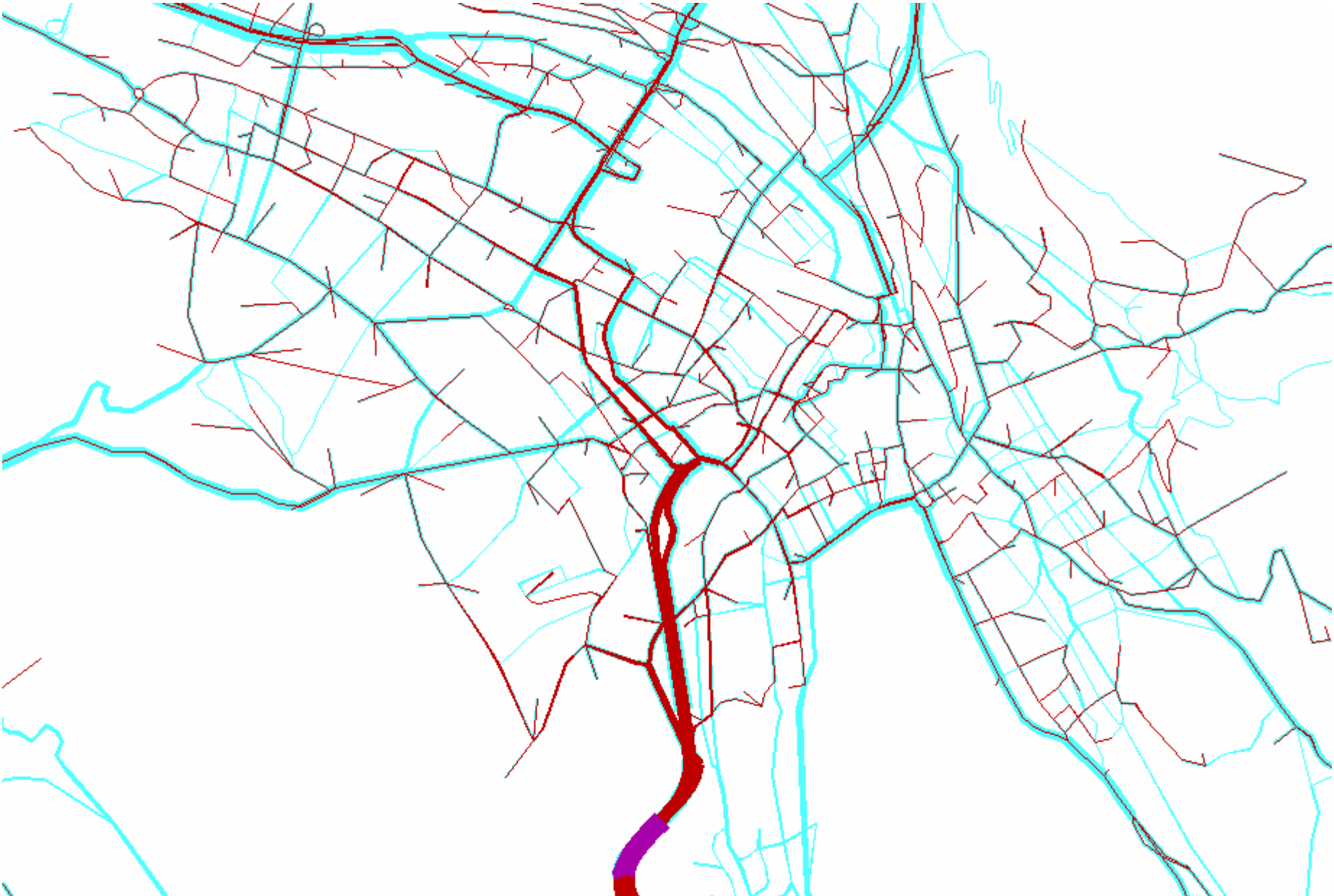
Spinnenanalyse: MIV-Ausgangsmatrix (A1 bei Dietikon)



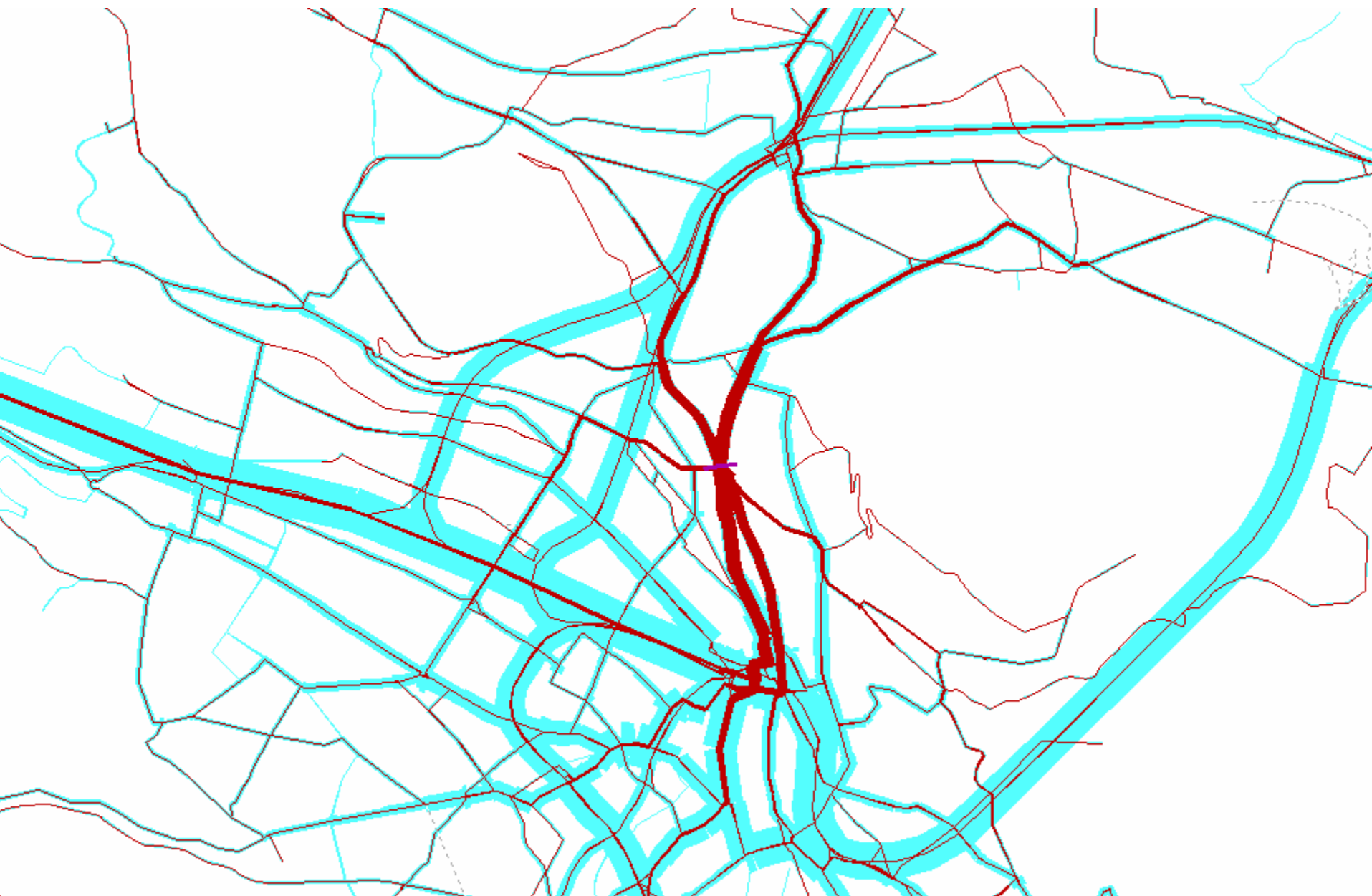
Spinnenanalyse: MIV-Ausgangsmatrix (Rosengartenstrasse)



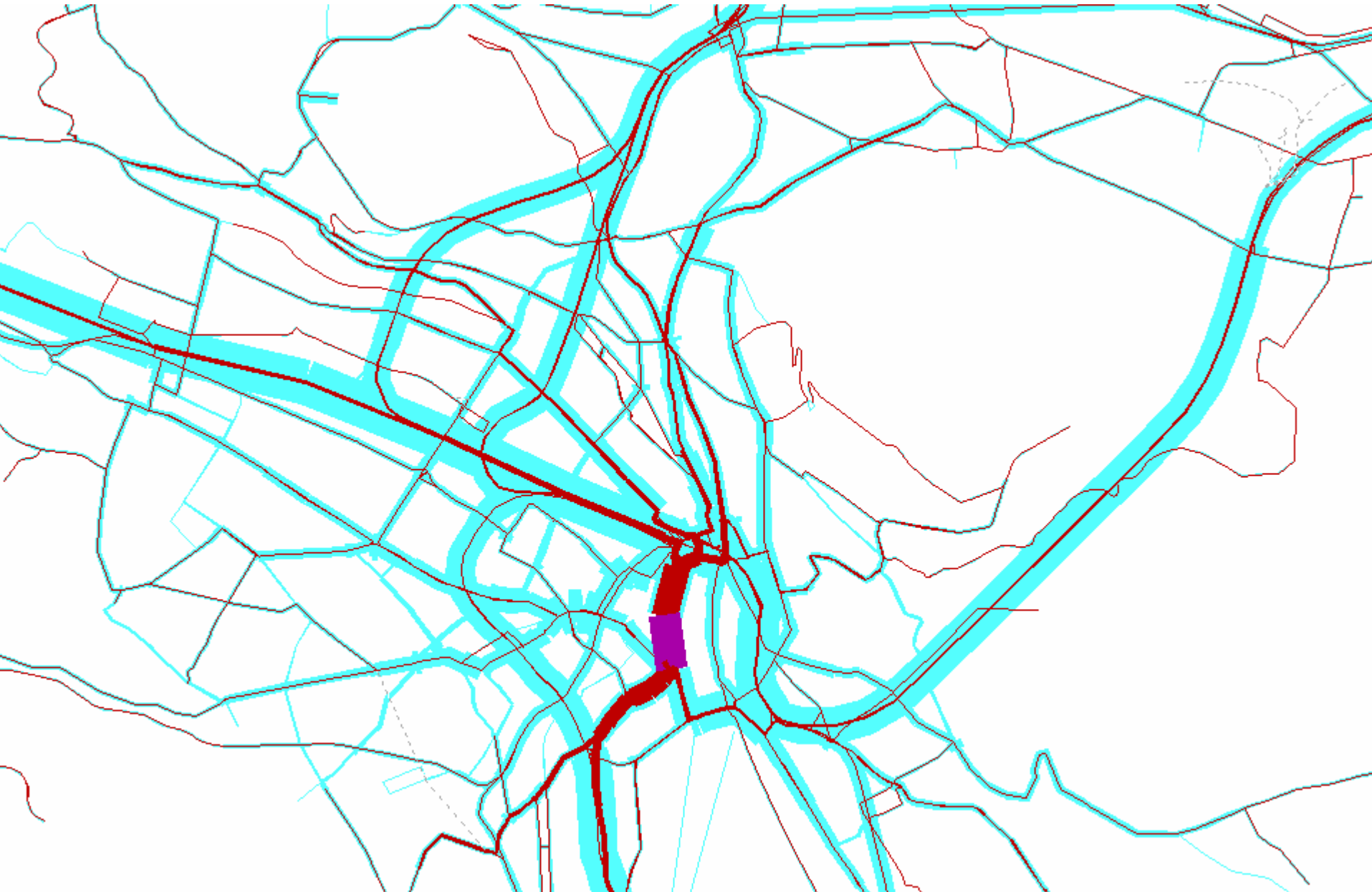
Spinnenanalyse: MIV-Ausgangsmatrix (.....)



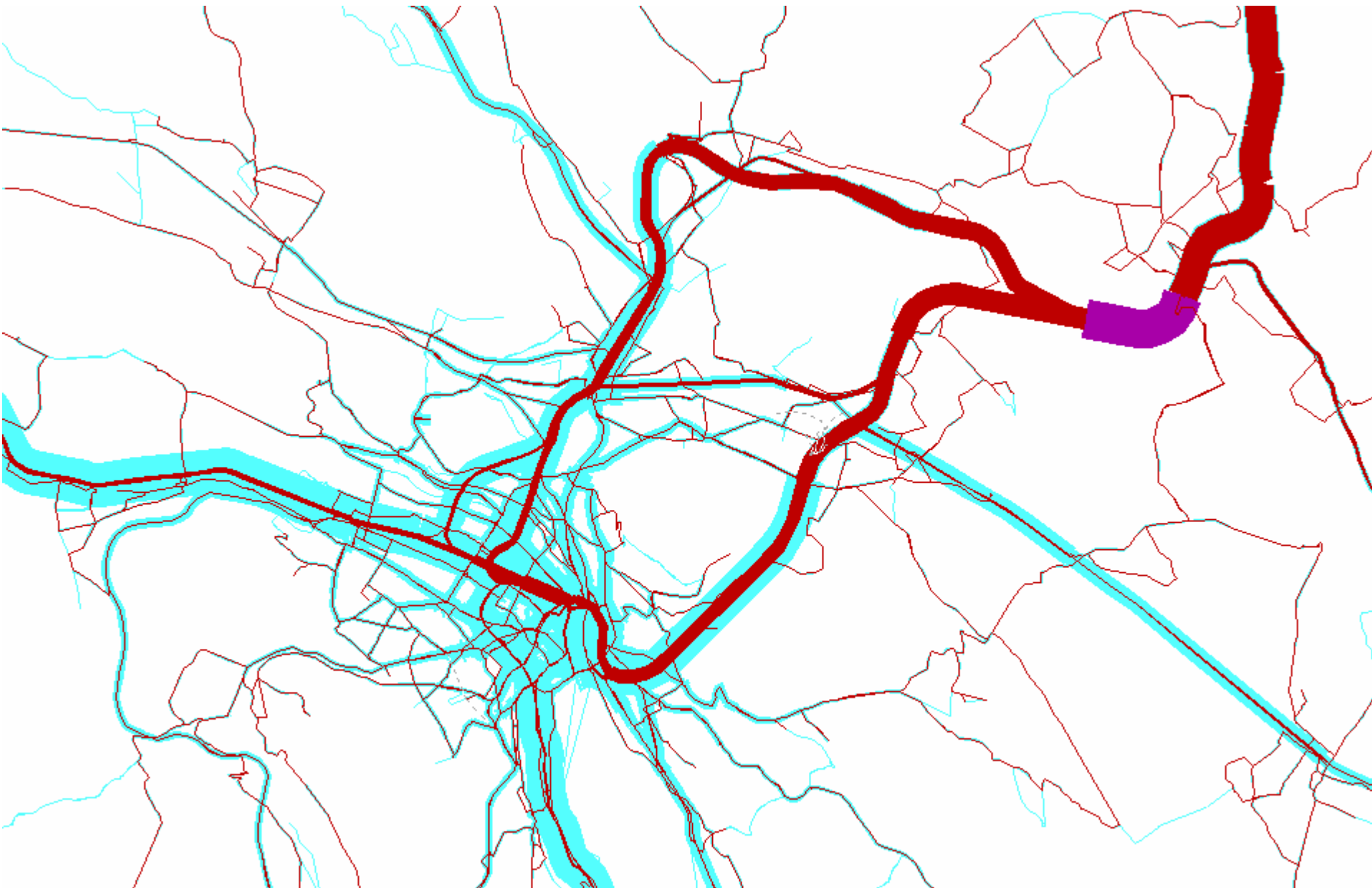
Spinnenanalyse: ÖV-Matrix (Schaffhauserplatz)



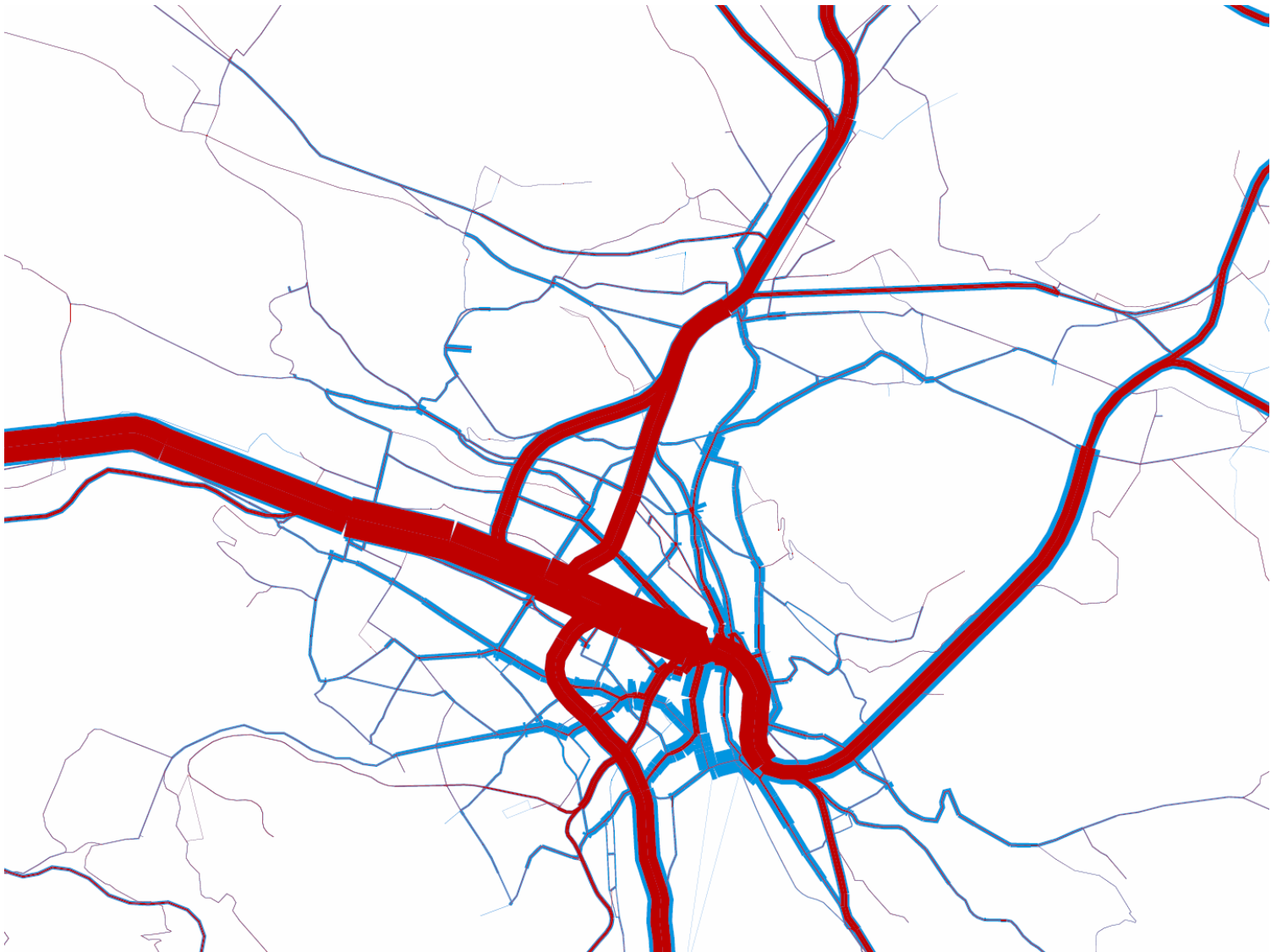
Spinnenanalyse: ÖV-Matrix (Rennweg-Paradeplatz)



Spinnenanalyse: ÖV-Matrix (Effretikon-Abzweigung Hürlistein)



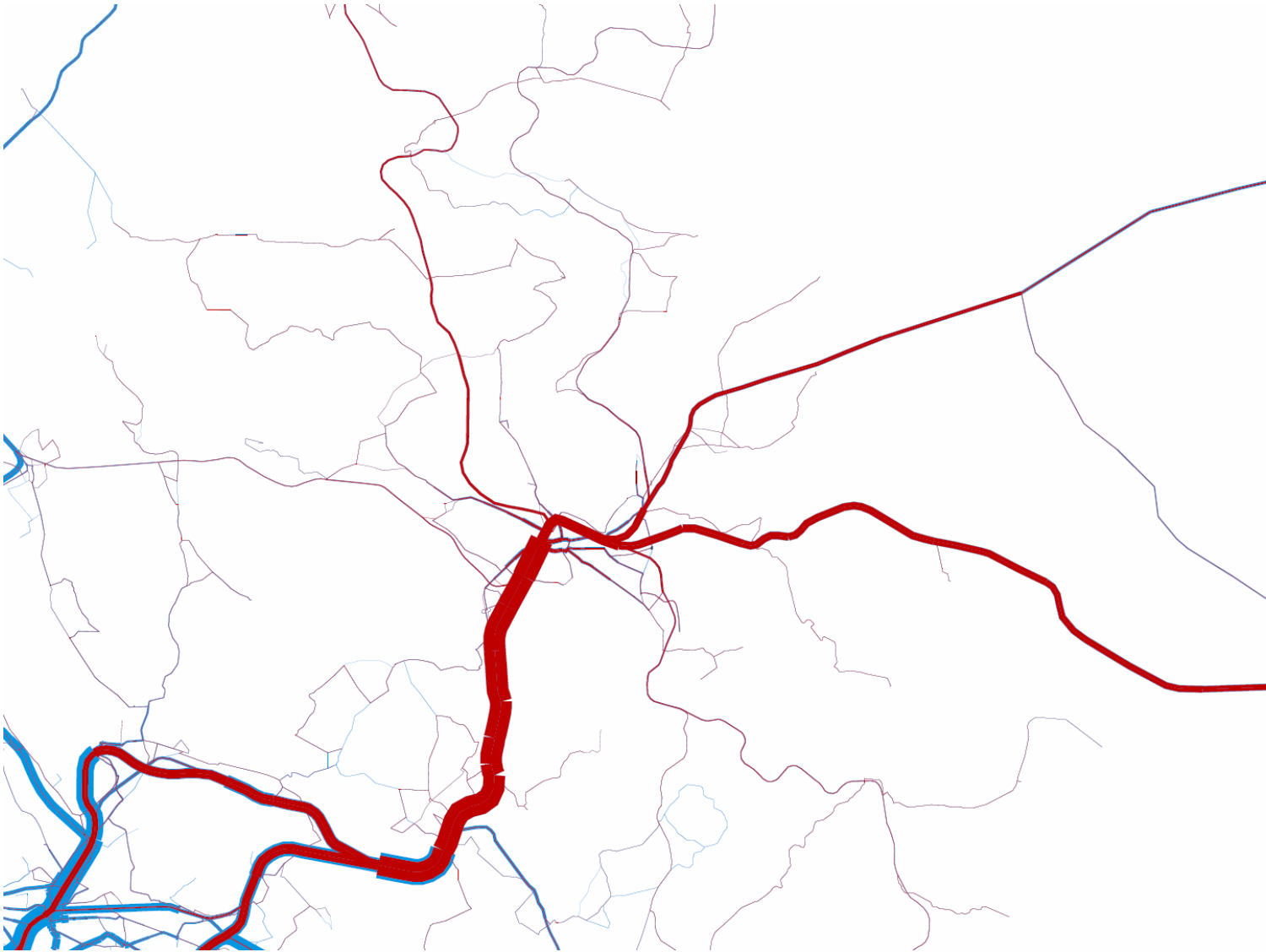
Knotenspinne Zürich HB Stadtansicht



Knotenspinne Bahnhof Zürich-Oerlikon



Knotenspinne Bahnhof Winterthur



Kalibration auf die Querschnittszählung: ÖV-Modell

Vor der Kalibration:

- Überprüfung / Korrektur
 - Zonenanbindungen / Anbindungszeiten
 - Verkehrsangebot (Fahrplanfehler und Netzattribute)
 - Routenwahlverhalten
 - Zähldaten (Konsistenz)
- Keine automatische Kalibration
- Manuelle Eichung der Matrix durch ein sukzessives Vorgehen

Zähldaten

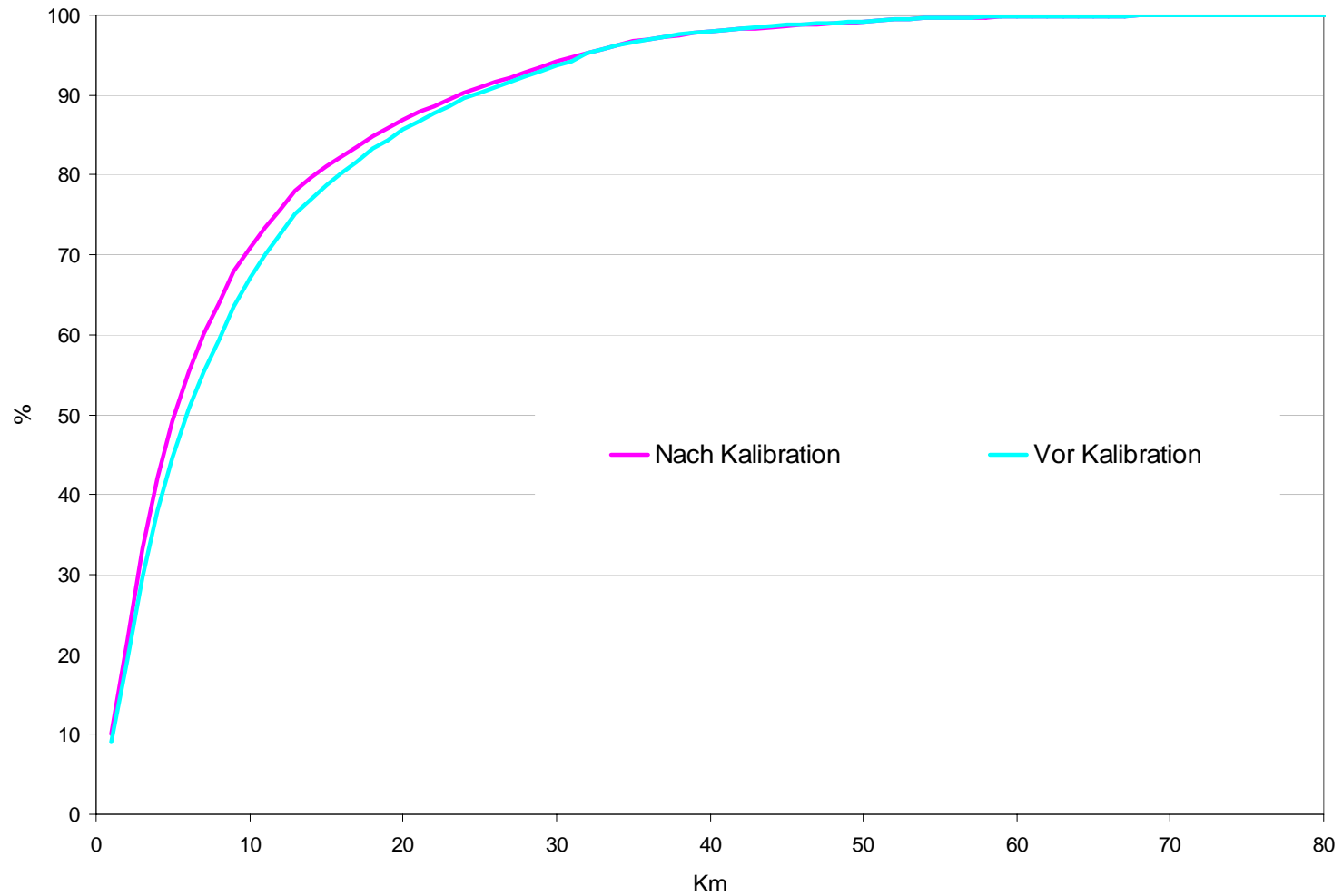
- Zähldaten
 - SBB (Fern- und Regionalverkehr)
 - ZVV (übrige Strecken)
- Die Eichung der Matrix wurde nur für die Binnenströme durchgeführt
- Voraussetzung: Die Matrixstruktur soll unverändert bleiben

Quell-Zielmatrizen vor und nach der Kalibration

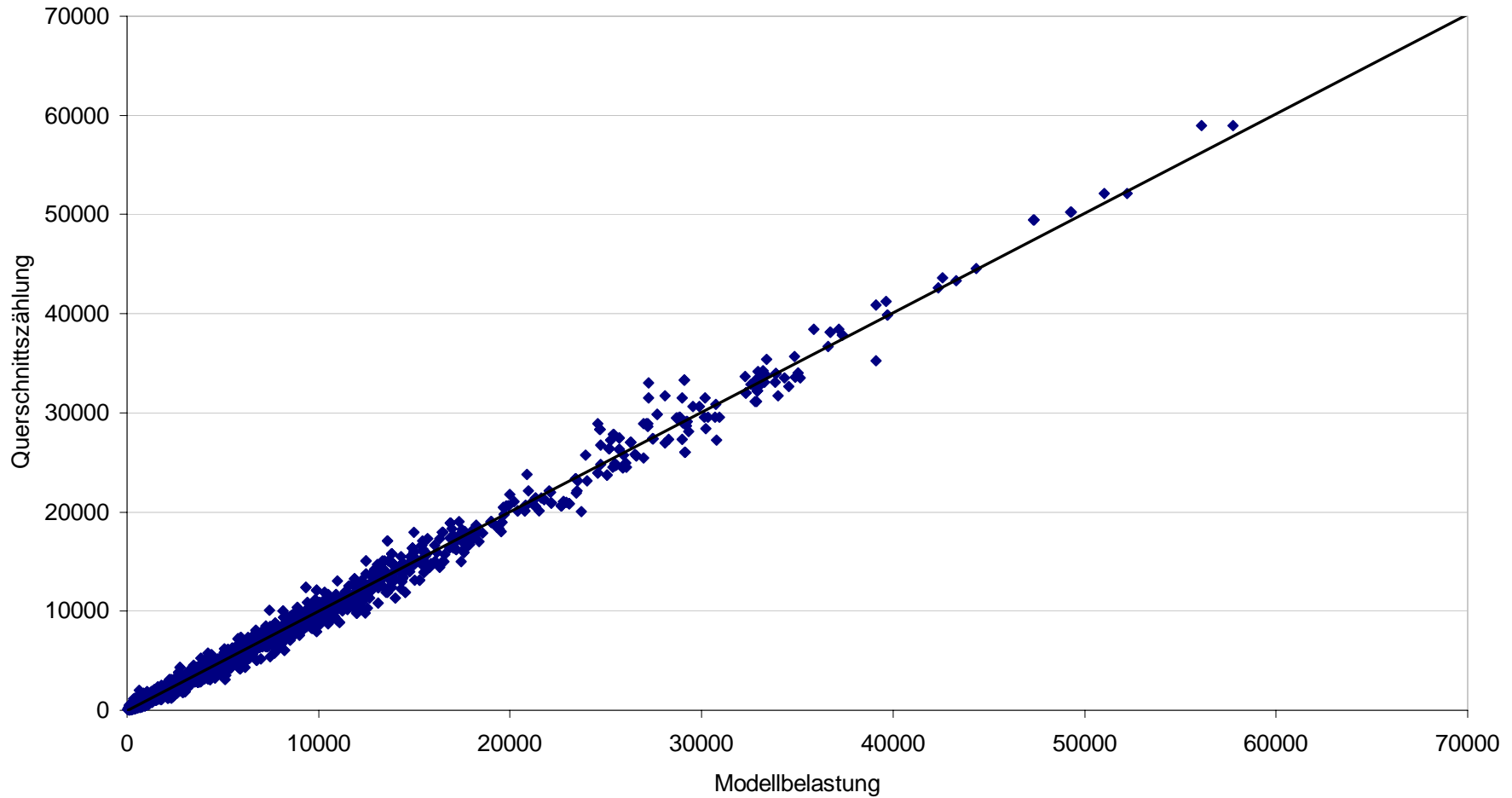
ÖV-Matrix	Ausgangsmatrix aus VISEVA	nach Kalibration	Veränderung
		In Wege	
Binnenströme	1'239'586	1'118'844	- 9.8%
Gesamte Matrix*	1'402'295	1'281'553	- 9.8%

(*) Mit Aussenströmen aus dem nationalen Modell

Veränderung der Reiseweiteverteilung: Alle Fahrtzwecke



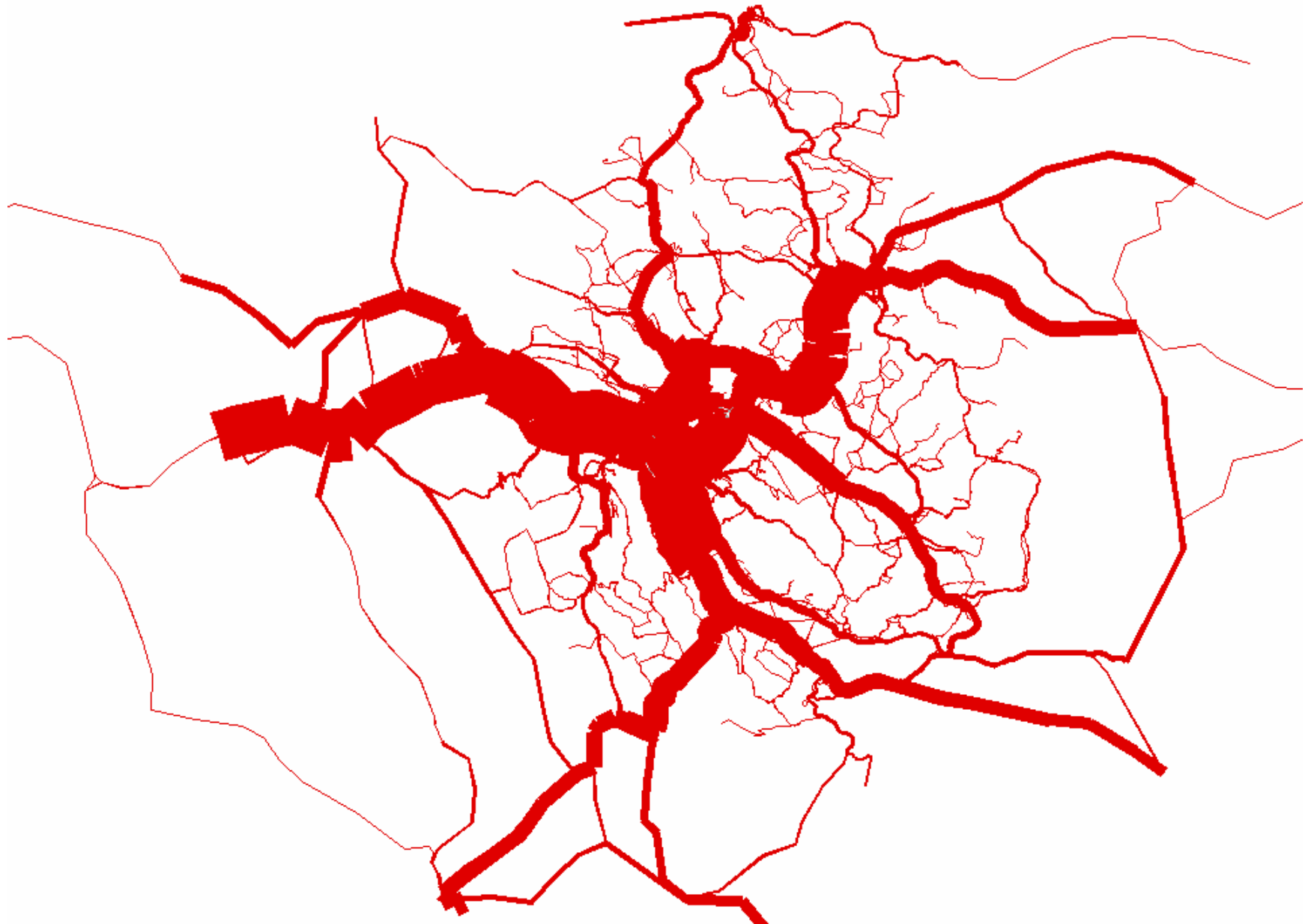
Vergleich der Streckenbelastungen aus Modell und Zählung - ÖV



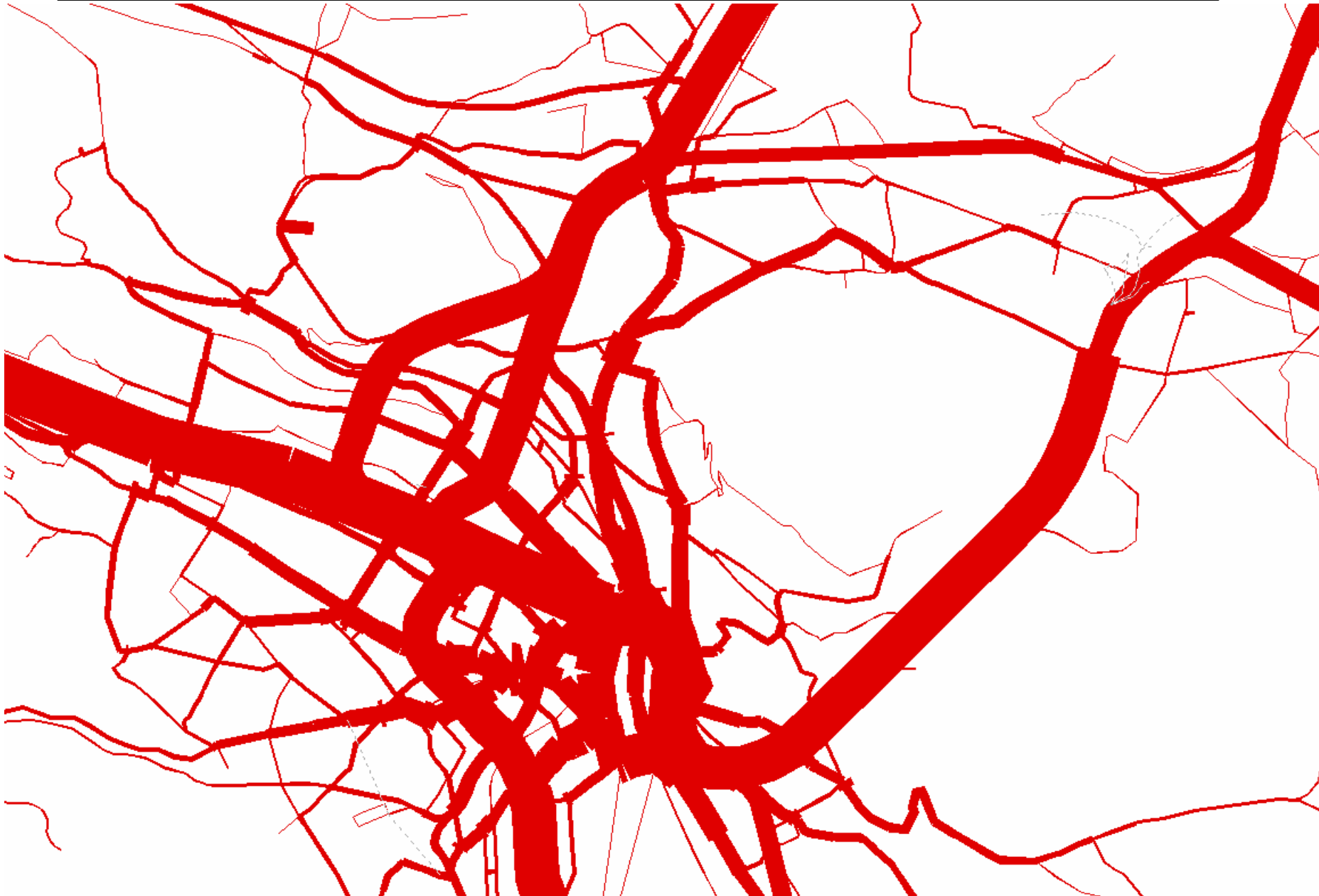
Vergleich der Streckenbelastungen aus Modell und Zählung - ÖV

	ÖV-Modell
Anzahl Zählstellen	5916
Mittlere gewichtete Abweichung der Absolutwerte in %	8.2%
Korrelationskoeffizient	0.996

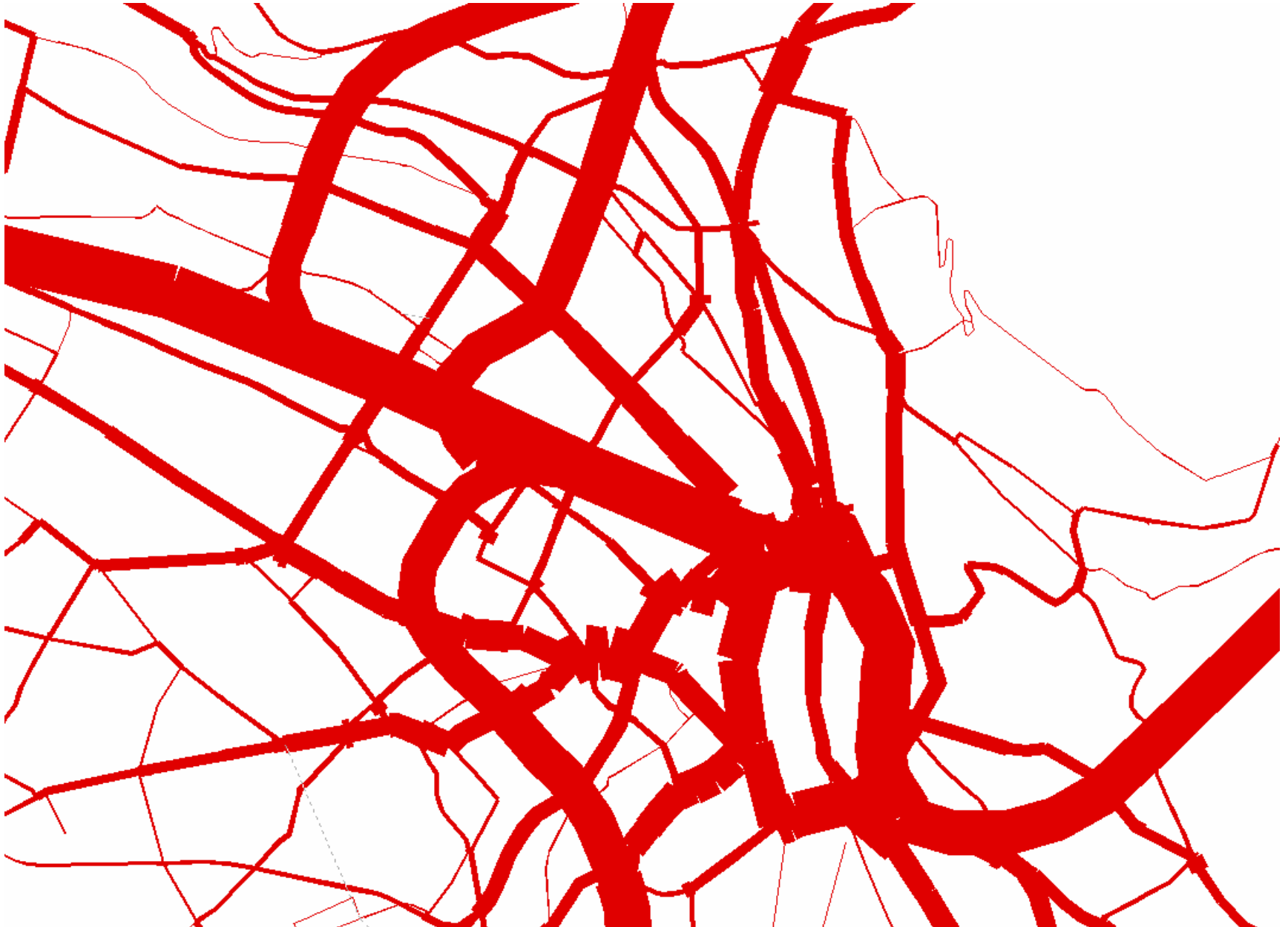
Netzbelastung – ÖV Modell



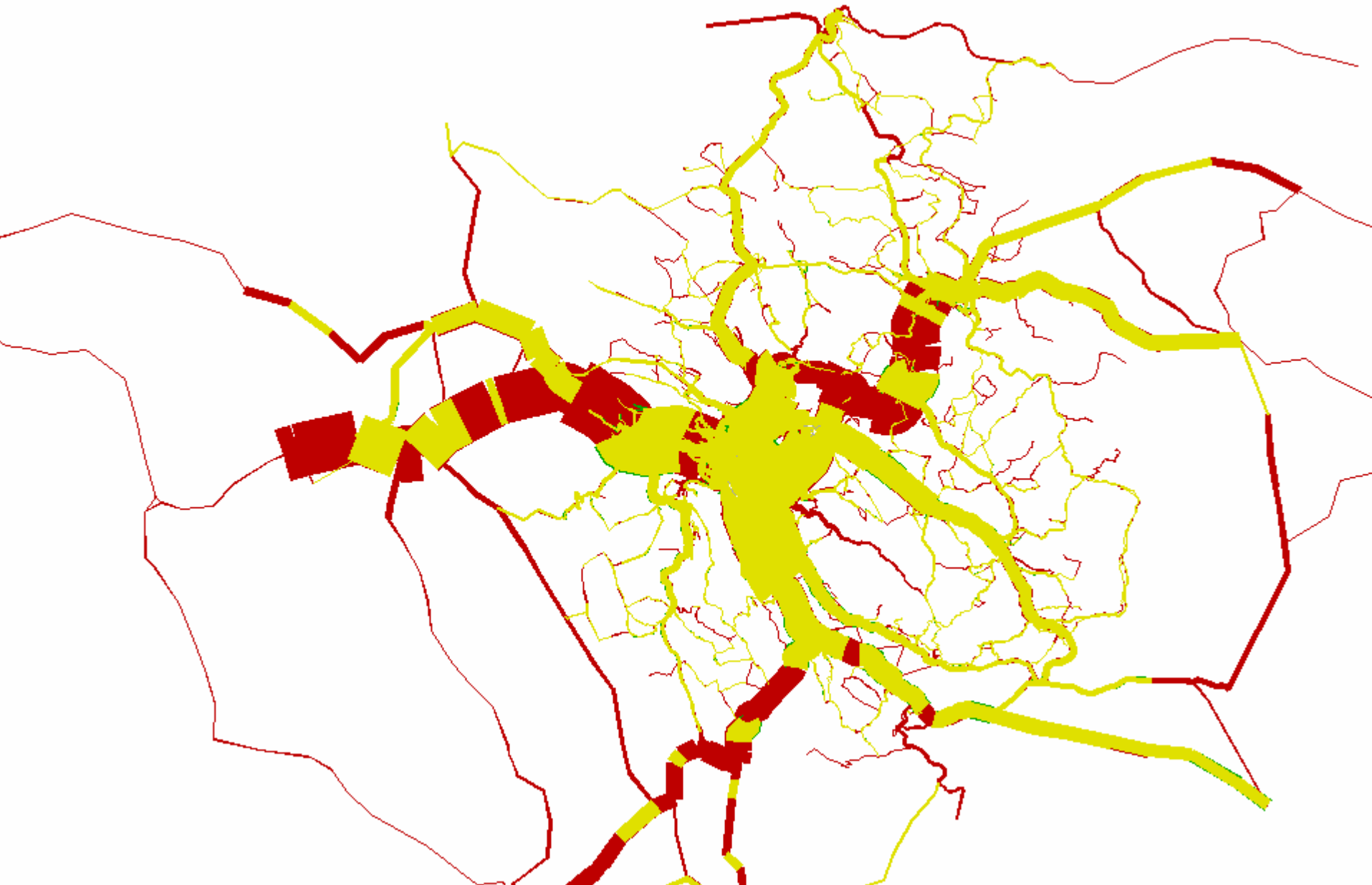
Netzbelastung – ÖV Modell



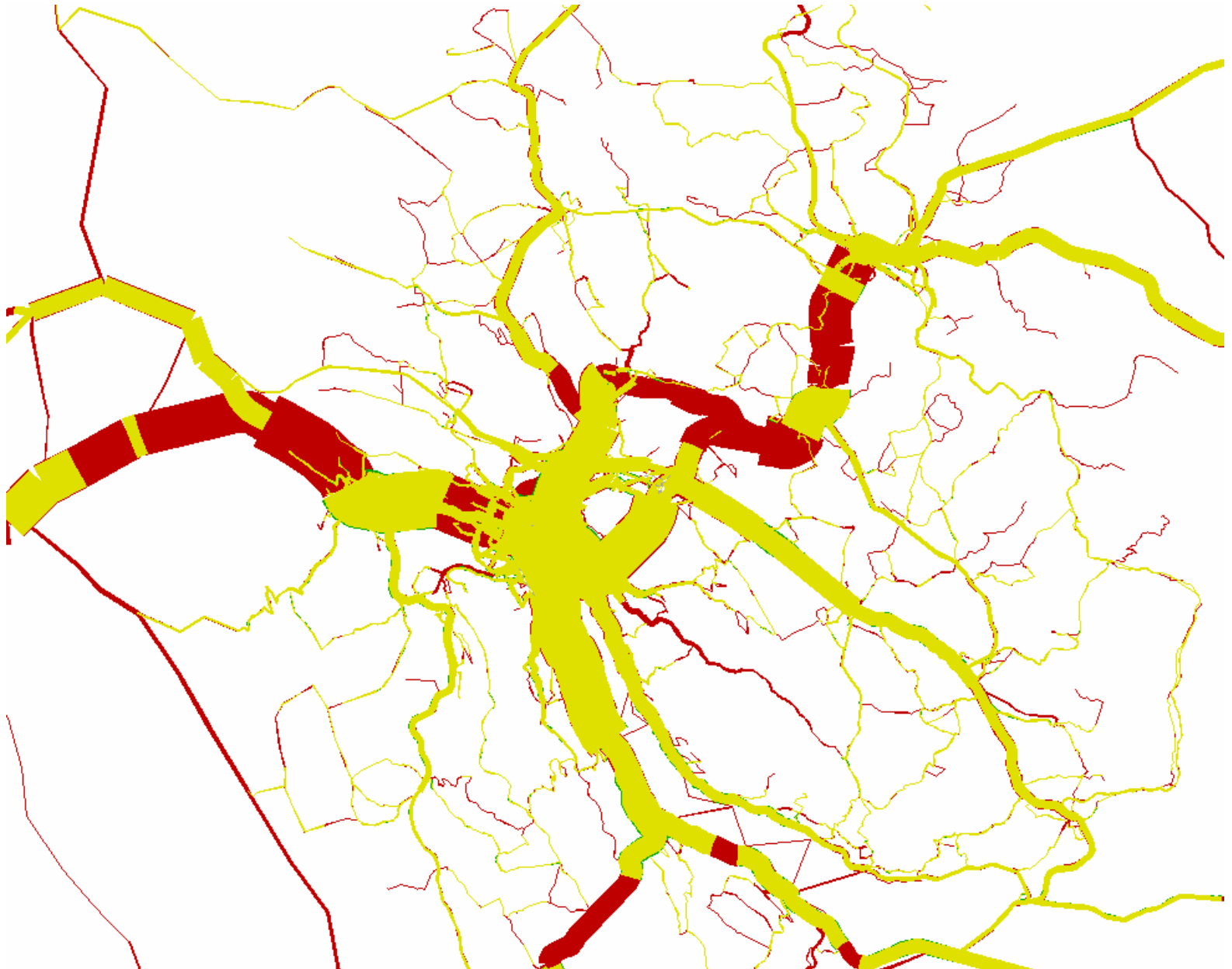
Netzbelastung – ÖV Modell



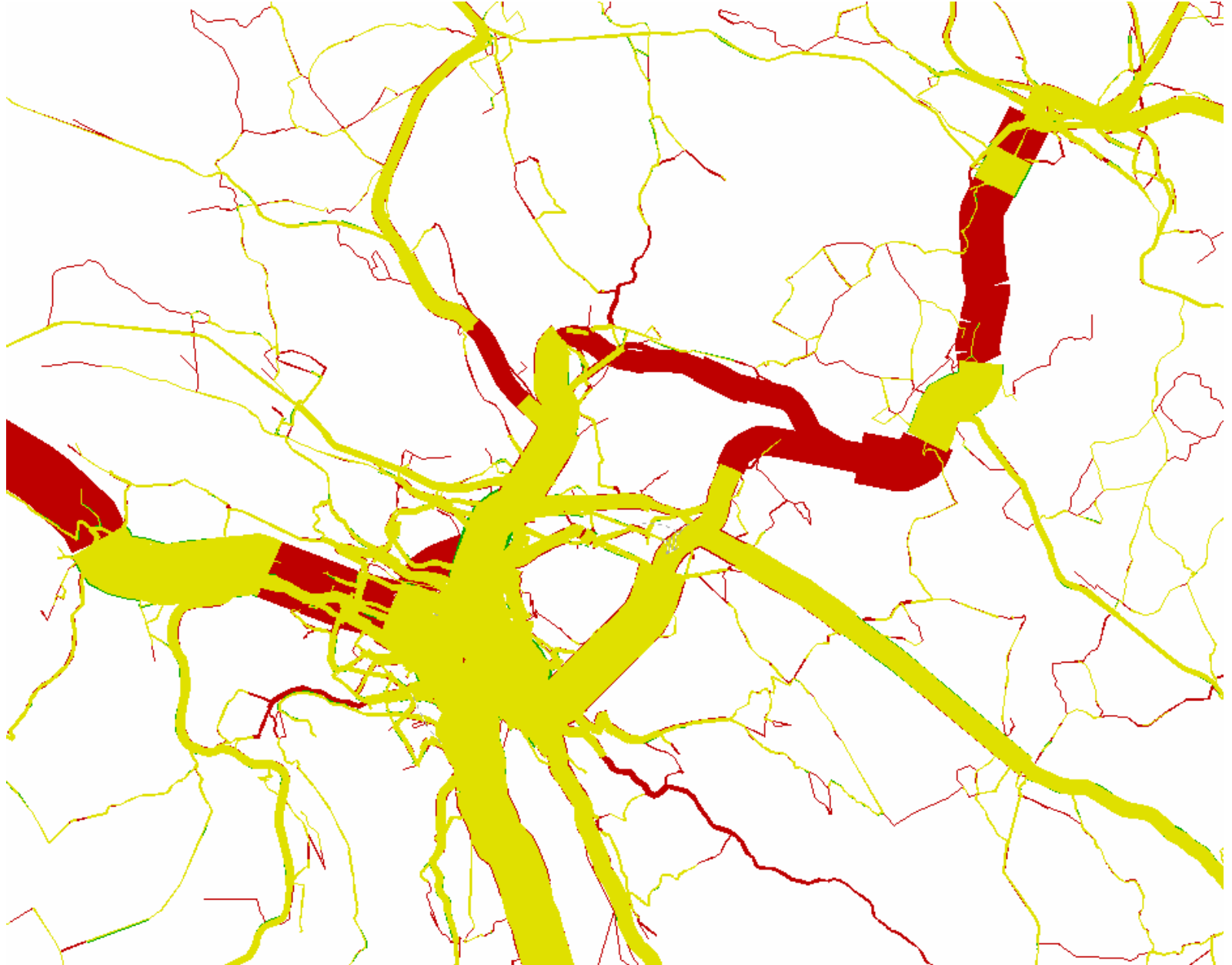
Umlegung / Zählung



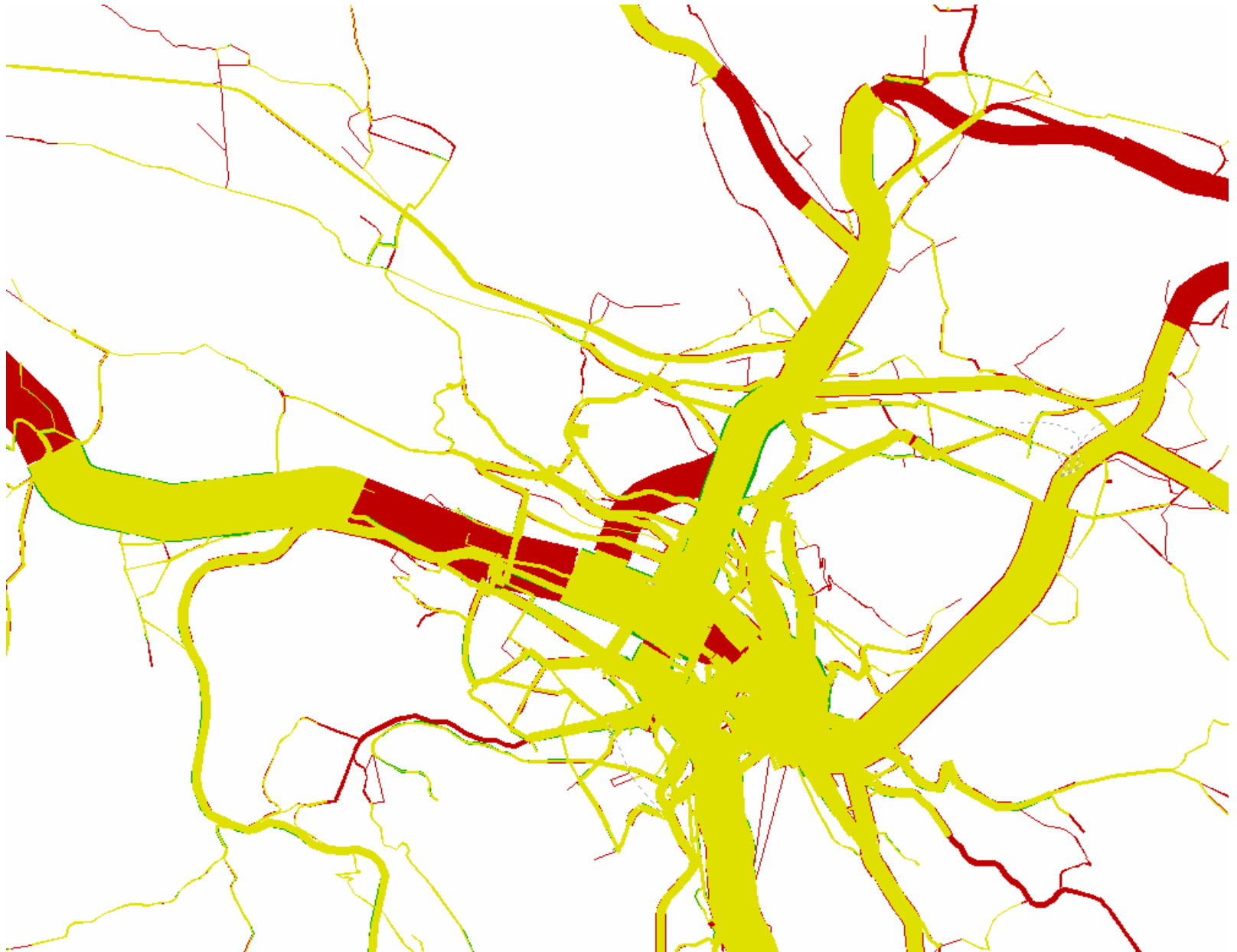
Umlegung / Zählung



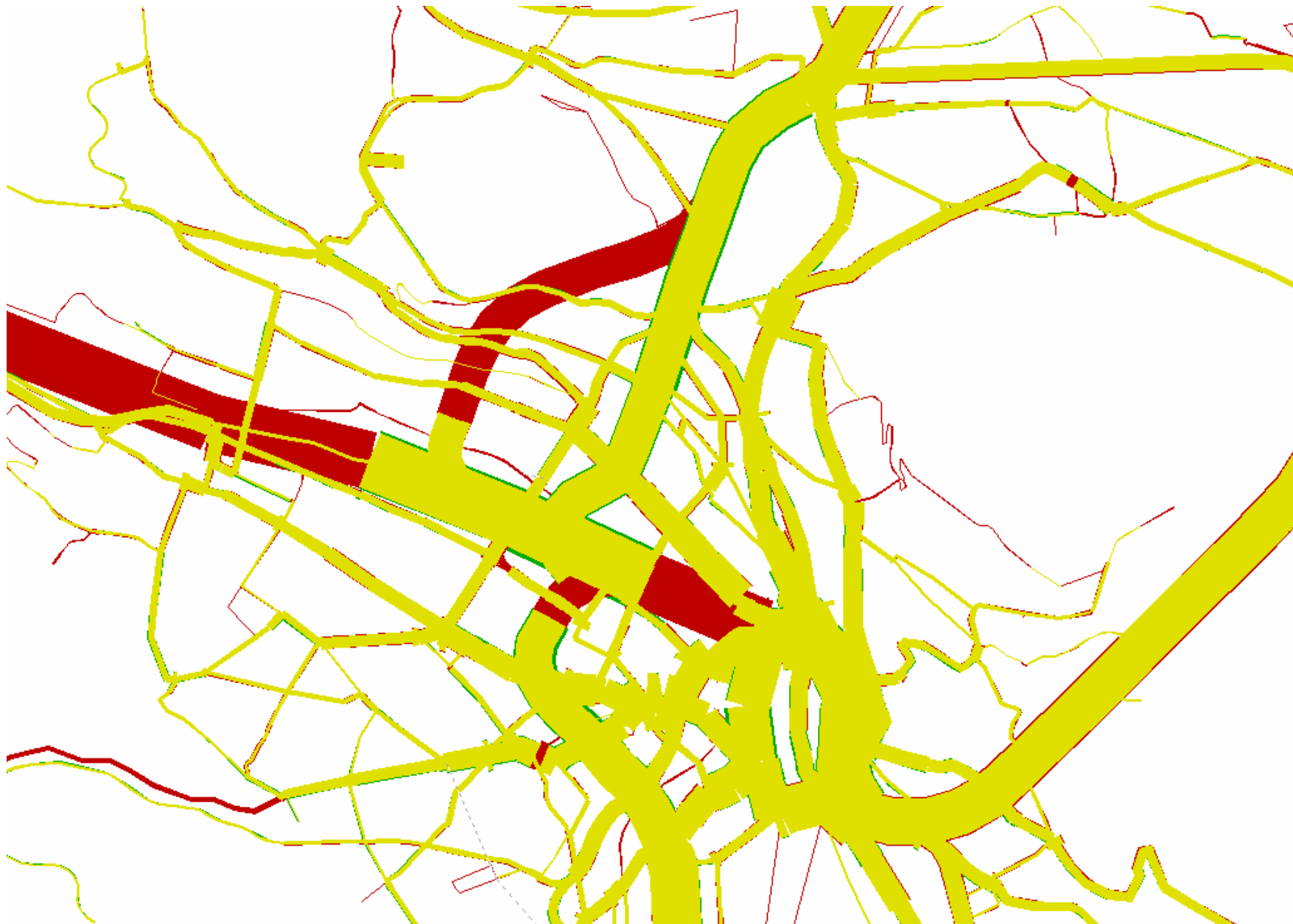
Umlegung / Zählung



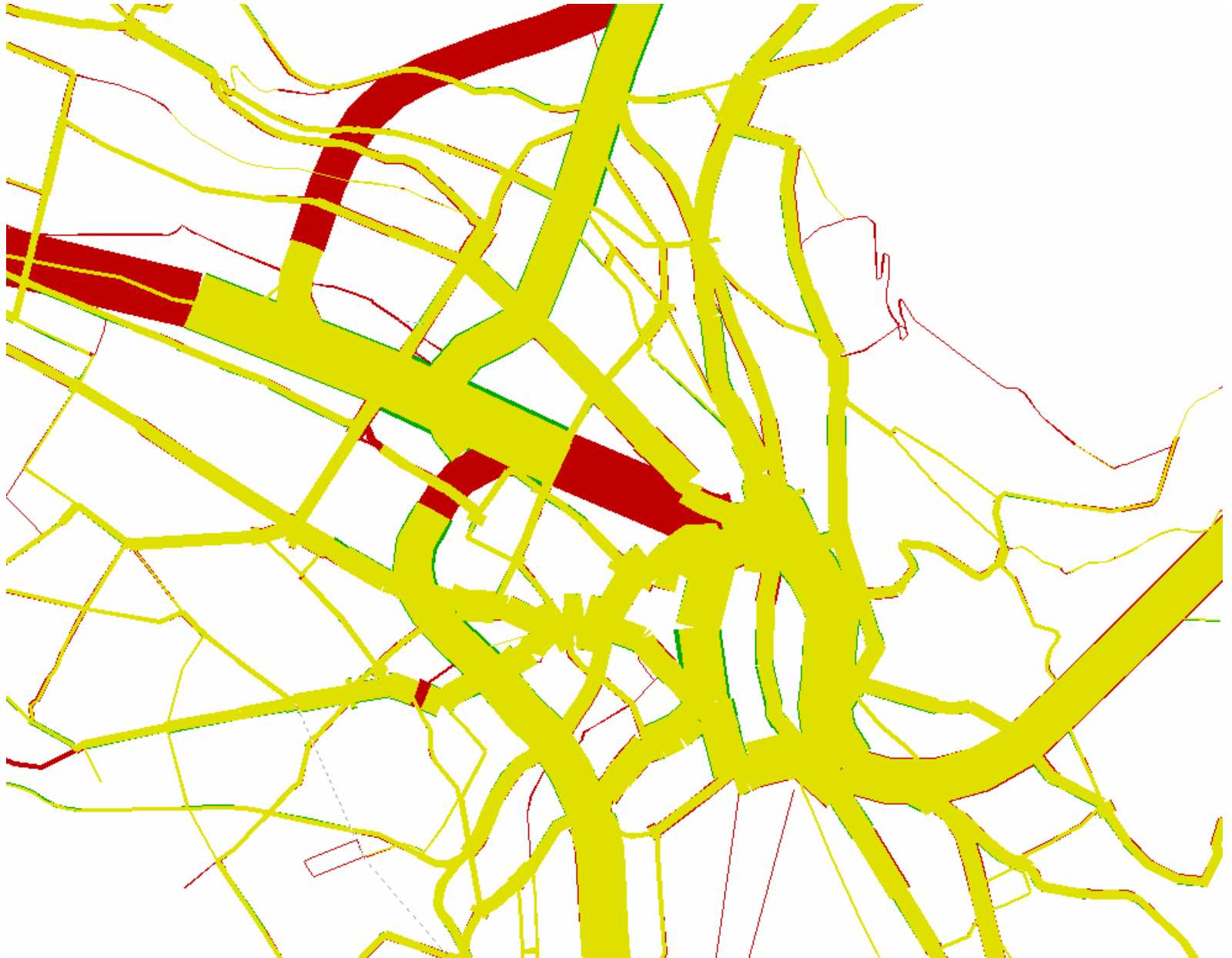
Umlegung / Zählung



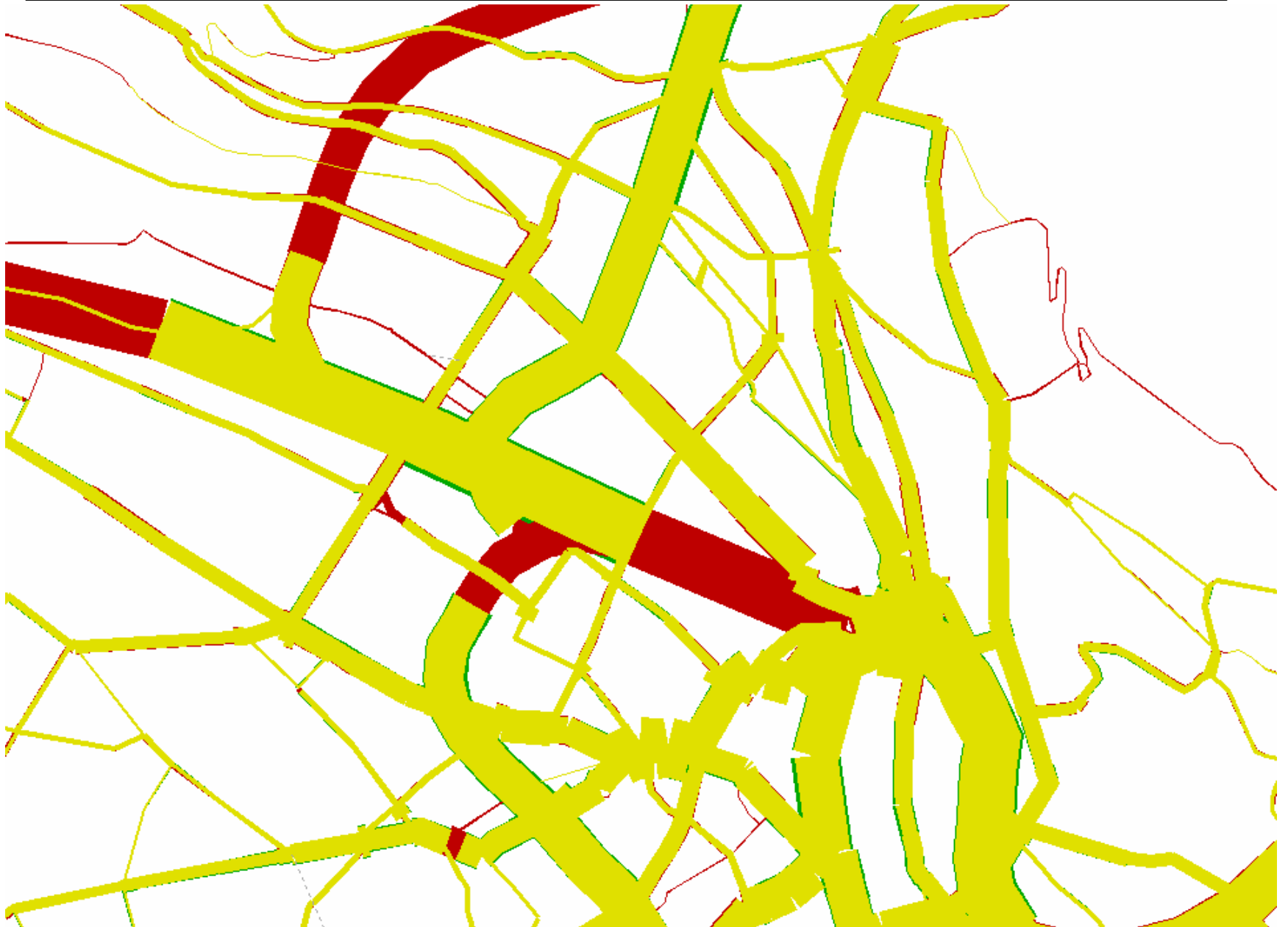
Umlegung / Zählung



Umlegung / Zählung



Umlegung / Zählung



Umlegung / Zählung



Umlegung / Zählung



Umlegung / Zählung



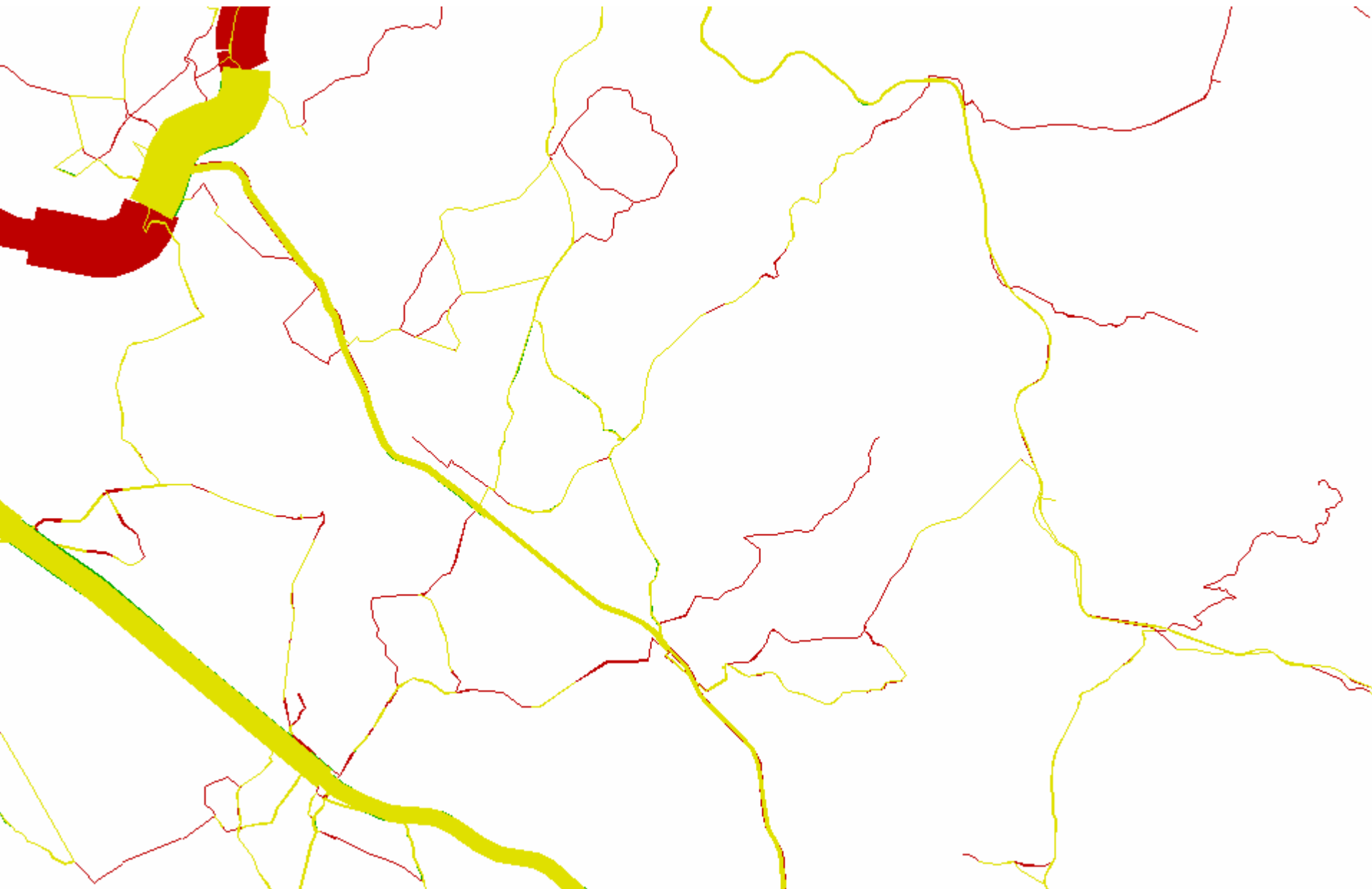
Umlegung / Zählung



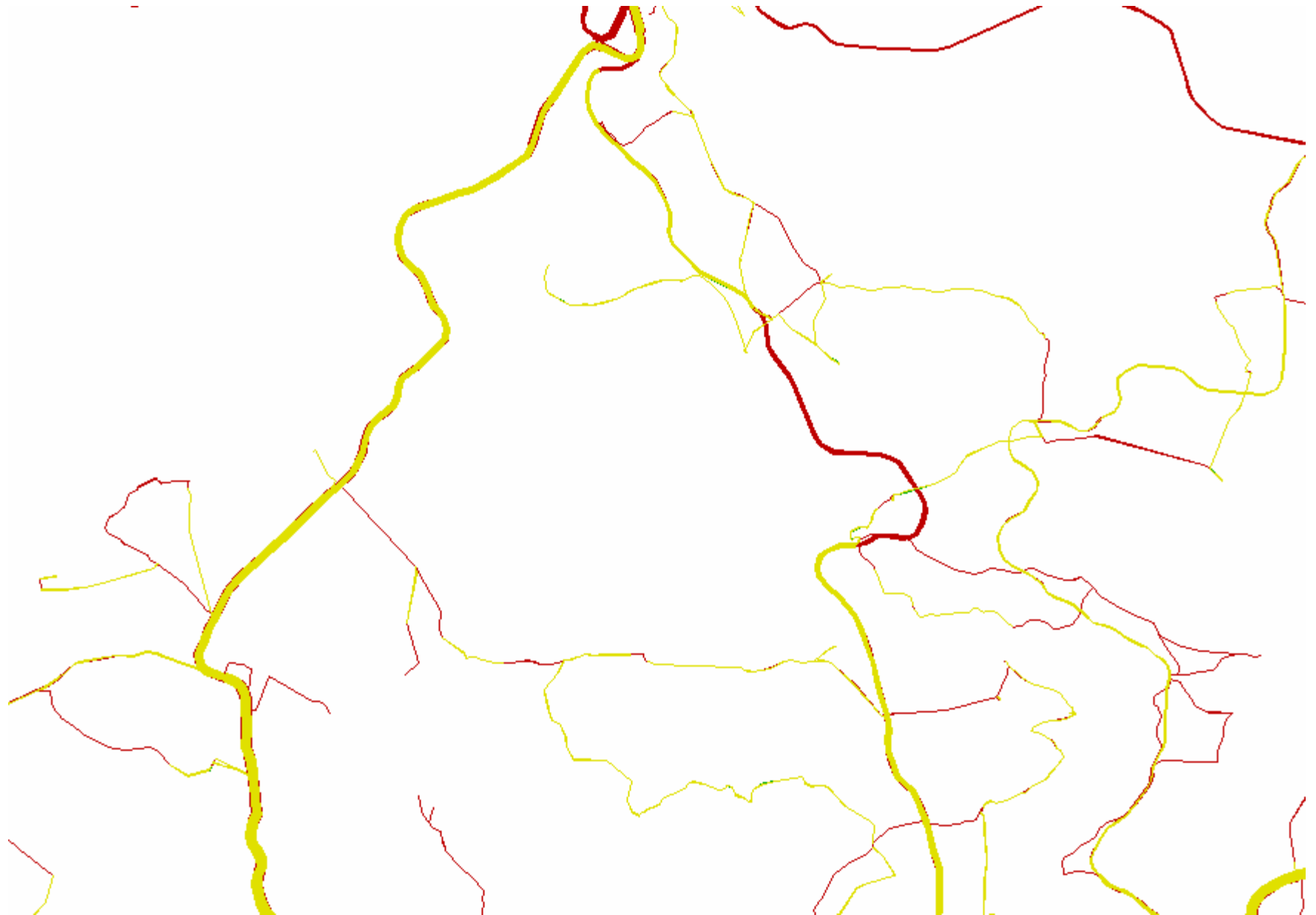
Umlegung / Zählung



Umlegung / Zählung



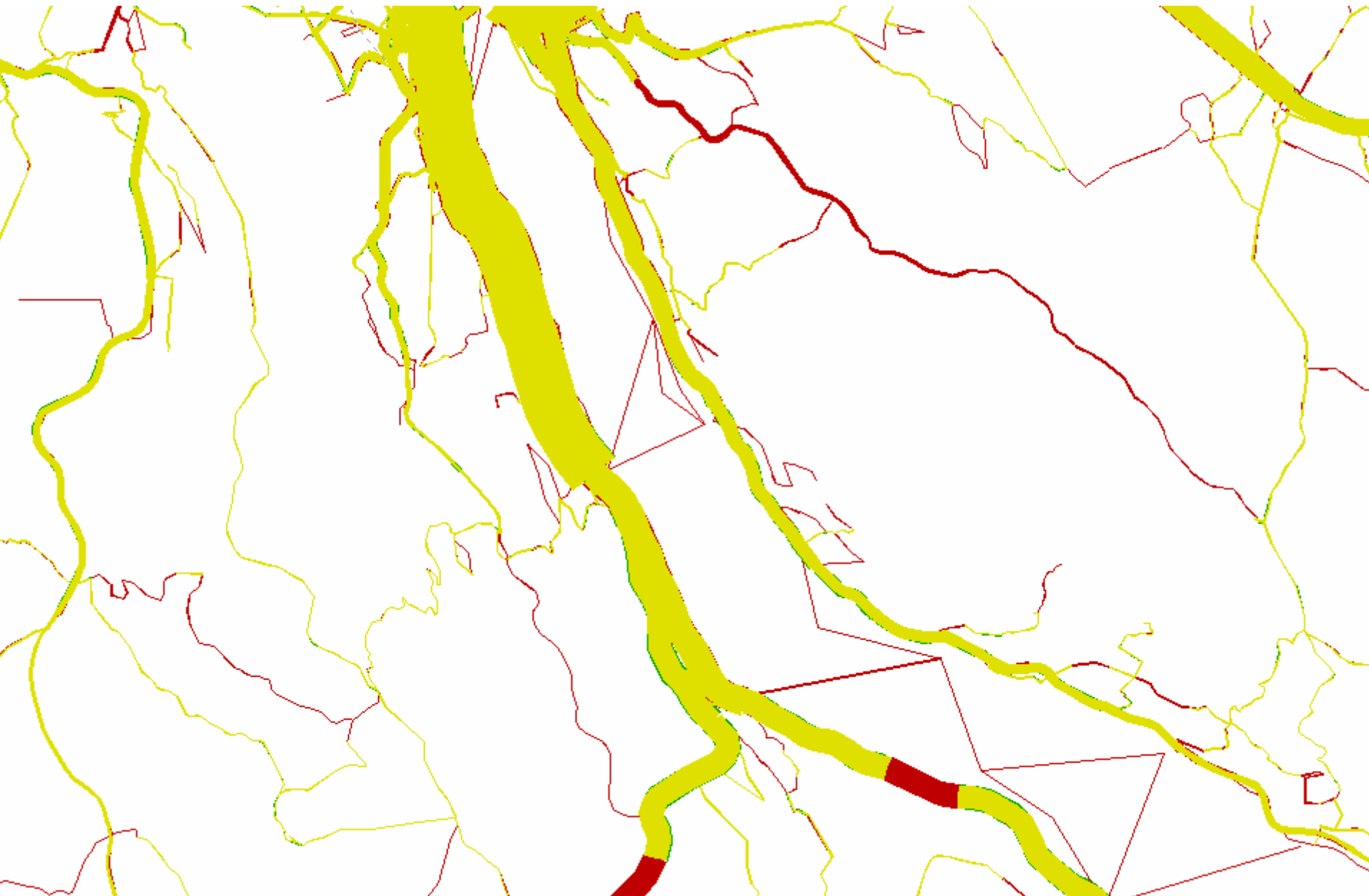
Umlegung / Zählung



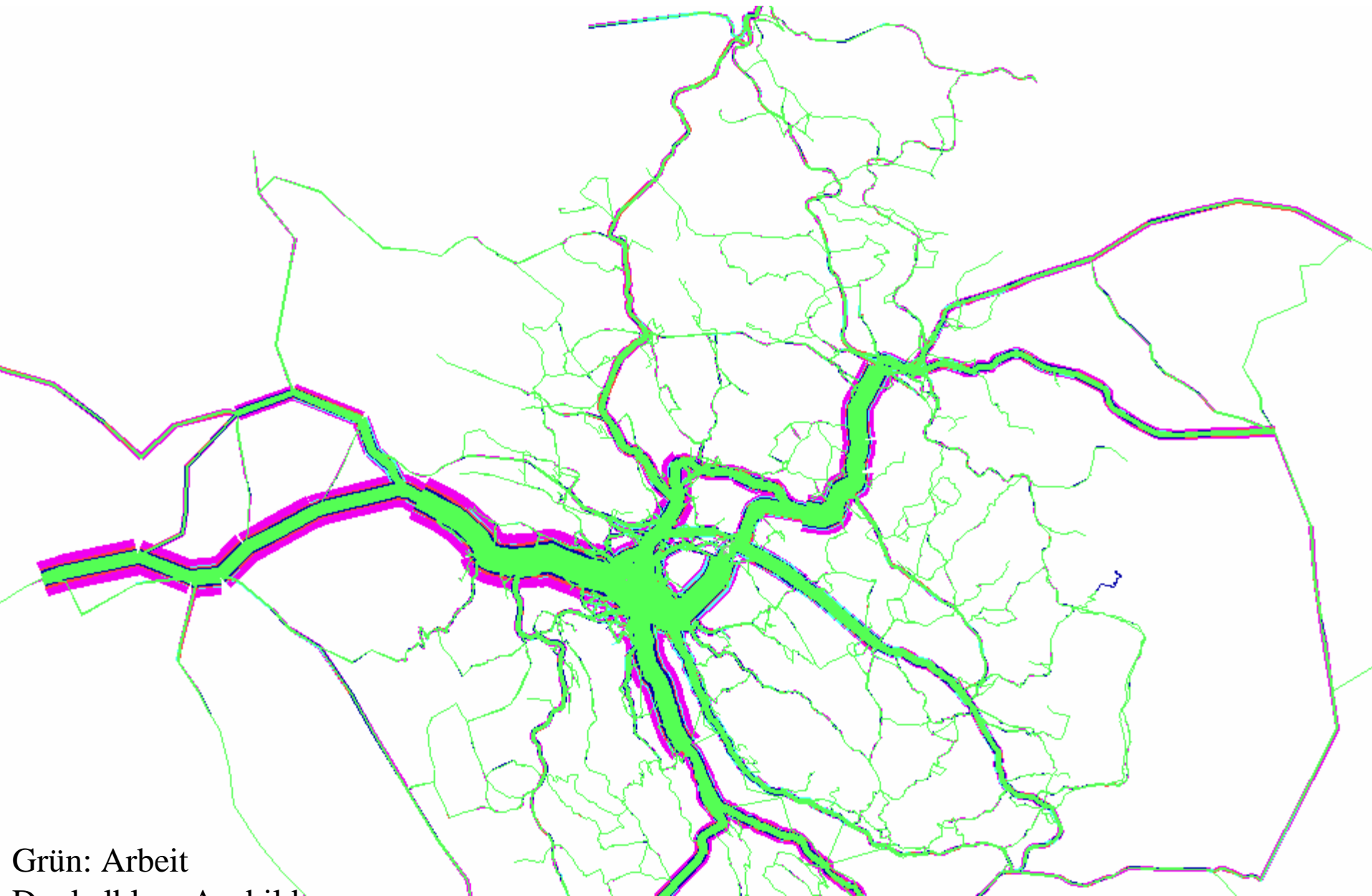
Umlegung / Zählung



Umlegung / Zählung

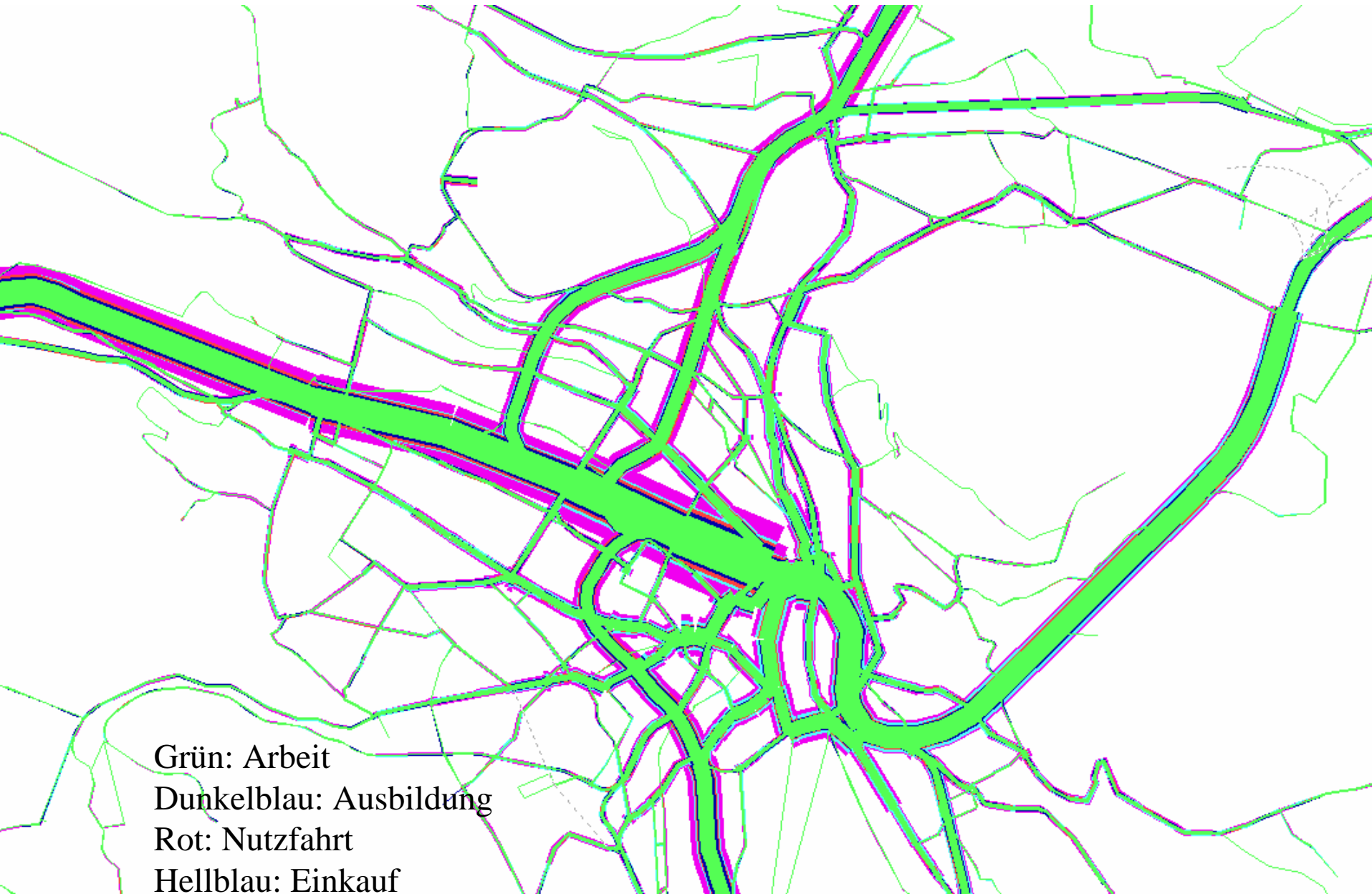


Netzbelastungen nach Fahrzweck



Grün: Arbeit
Magenta: Freizeit

Netzbelastungen nach Fahrzweck



Schlussfolgerungen

- Die Projektziele
 - die Erstellung eines prognosefähigen und massnahmensensitiven kantonalen ÖV-Modells

und
 - die Grundlagen für ein Verkehrsmittelwahlmodell

sind erreicht
- Damit wurden die fehlenden Grundlagen für die Berechnung von Verkehrsnachfrage-Veränderungen und -Prognosen im Kanton Zürich geschaffen

Schlussfolgerungen

- Modellstruktur (Verkehrsangebot, Quell-Zielmatrizen und Verhaltenparametern) entspricht den vorhandenen Erhebungsdaten
- Geeichte Quell-Zielmatrix auf der Ebene der Matrixstruktur und Querschnittsbelastungen
- Durch die SP-Befragungen und Modellschätzungen sind die Grundlage für die ÖV-Routenwahl, die Verkehrsmittelwahl und die Zielwahl gestellt
- Durch ein der Realität entsprechendes Verkehrsangebot, die Matrixstruktur sowie durch minimale Abweichungen gegenüber den Erhebungsdaten ist die **Prognosefähigkeit des Modell gewährleistet**

Schlussfolgerungen

Die höhere **Genauigkeit** ist vor allem auf

- eine sehr detaillierte Segmentierung des Modells (Quell-Ziel-Gruppen)
- entsprechende Erzeugungs-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Modelle
- und die Überprüfung und Eichung des Modells anhand von vorhandenen Erhebungsdaten

zurückzuführen.

Schlussfolgerungen: Möglichkeiten

Veränderungen von:

Verkehrsangebot
soziodemographischen und
räumlichen Charakteristiken
(alle im Modell berücksichtigten Variablen)

Auswirkungen auf die

Verkehrserzeugung,
Routen-,
Verkehrsmittel- und
Zielwahl.

Voraussetzung ist, dass das bestehende MIV-Modell (KVM) konsistent, prognosefähig und massnahmensensitiv ist (war nicht Gegenstand dieser Untersuchung)

Weiterentwicklung / Empfehlungen

- Überprüfung und Weiterentwicklung des **MIV-Modells**, Eichung der in diesem Projekt erstellten MIV-Matrix auf die Querschnittszählungen
- Erstellung eines **Prognosenmodells mit soziodemographischen und räumlichen Veränderungen** als Grundlage für die konkreten Massnahmenanwendungen
- **Dynamisierung** der Quell-Zielmatrizen (Stundenfein)
- Analyse und Pflege der vorhandenen und notwendigen **Datengrundlage** (Angebotsdaten, MZ, KEP, Volkszählung, Zählraten, Spinnenerhebungen usw.)

Diskussion
