

Bevorzugter Zitierstil für diesen Vortrag

Vrtic, M. (2005) Das Schweizer Nationale Verkehrsmodell: Ansatz und Umsetzung, Vortrag, IVT-Seminar „Aktuelle nationale und grossräumige Verkehrsmodelle“, Zürich, Juni 2005.

Das Schweizer Nationale Verkehrsmodell: Ansatz und Umsetzung

M Vrtic

Juni 2005

 Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Hintergründe und Ziele

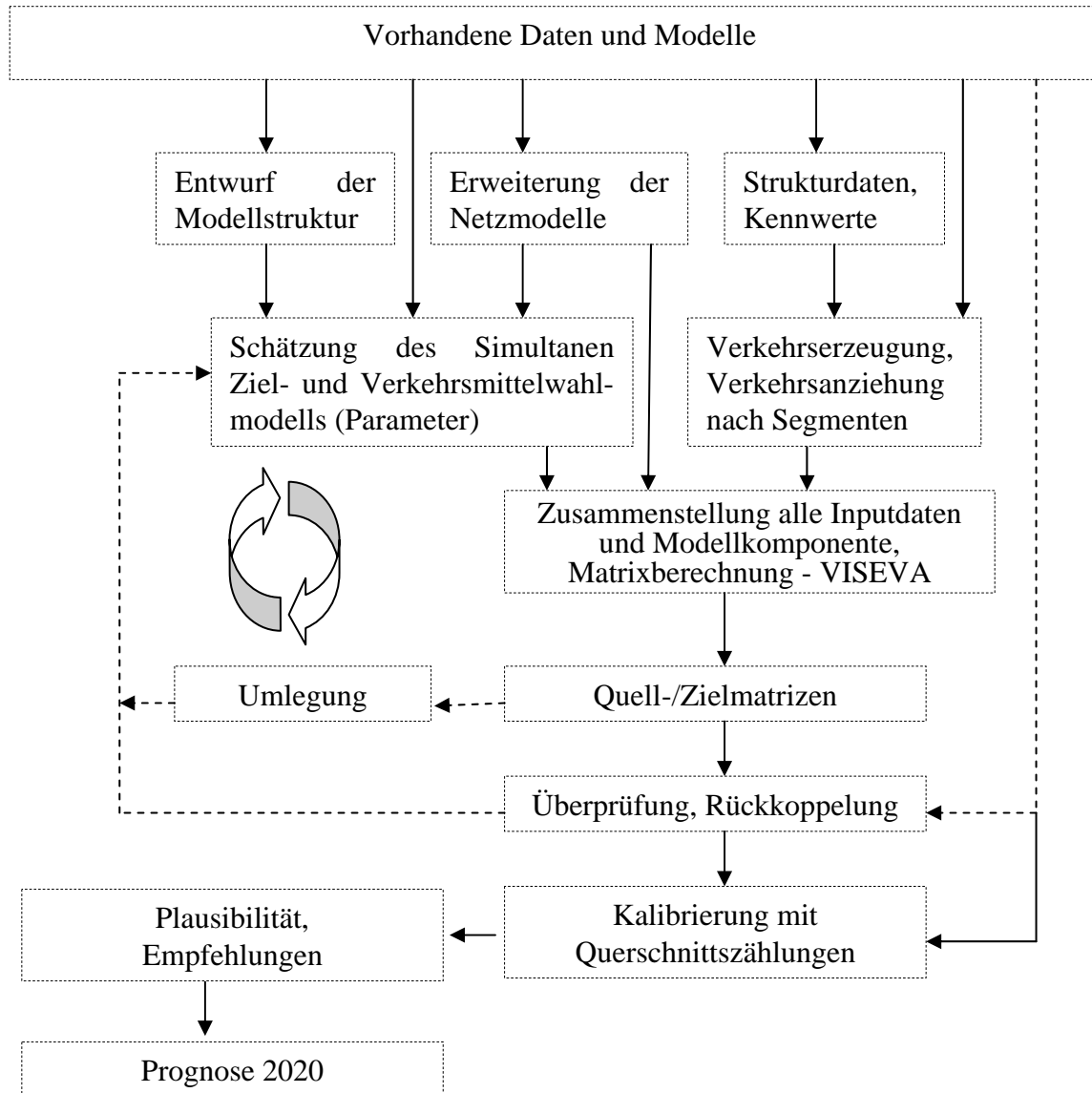
Hintergründe:

- Verbesserung der Matrixstruktur und Modellverfeinerung
- Erstellung von netzbasierten, bimodalen Verkehrsmodellen

Ziele:

- Fahrtzweckspezifische Quell-/Zielmatrizen des Strassen- und Schienenverkehrs für einen Ist-Zustand (2000)
- Quell-/Zielmatrizen für das Jahr 2030

Vorgehen



Systemabgrenzung

- Modell für ein DWV
- Basisjahr 2000
- Untersuchungsgebiet (Schweiz und Ausland)
- Zonierung
 - Schweiz: Gemeindefein (Grossstädte nach Quartieren)
 - Ausland: NUT3 (Grenznahe),
NUT2, NUT1, NUT0 (Weiteres Ausland)

Angebotserweiterungen: Ziel

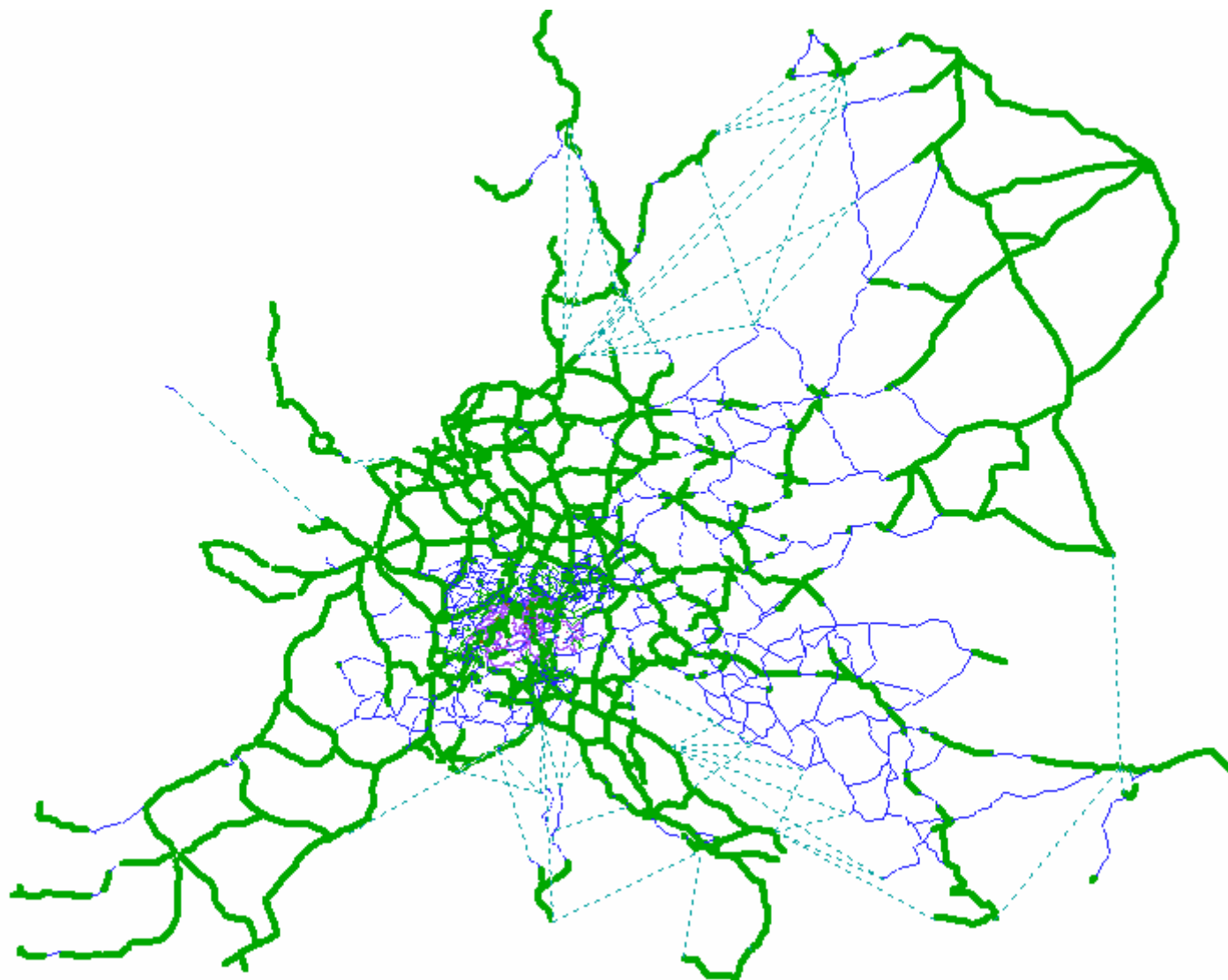
Erstellung eines Modells welches :

- im Binnenverkehr alle Fahrten zwischen Gemeinden, und
- im Aussenverkehr alle potentiellen Fahrten durch die Schweiz, berücksichtigt.

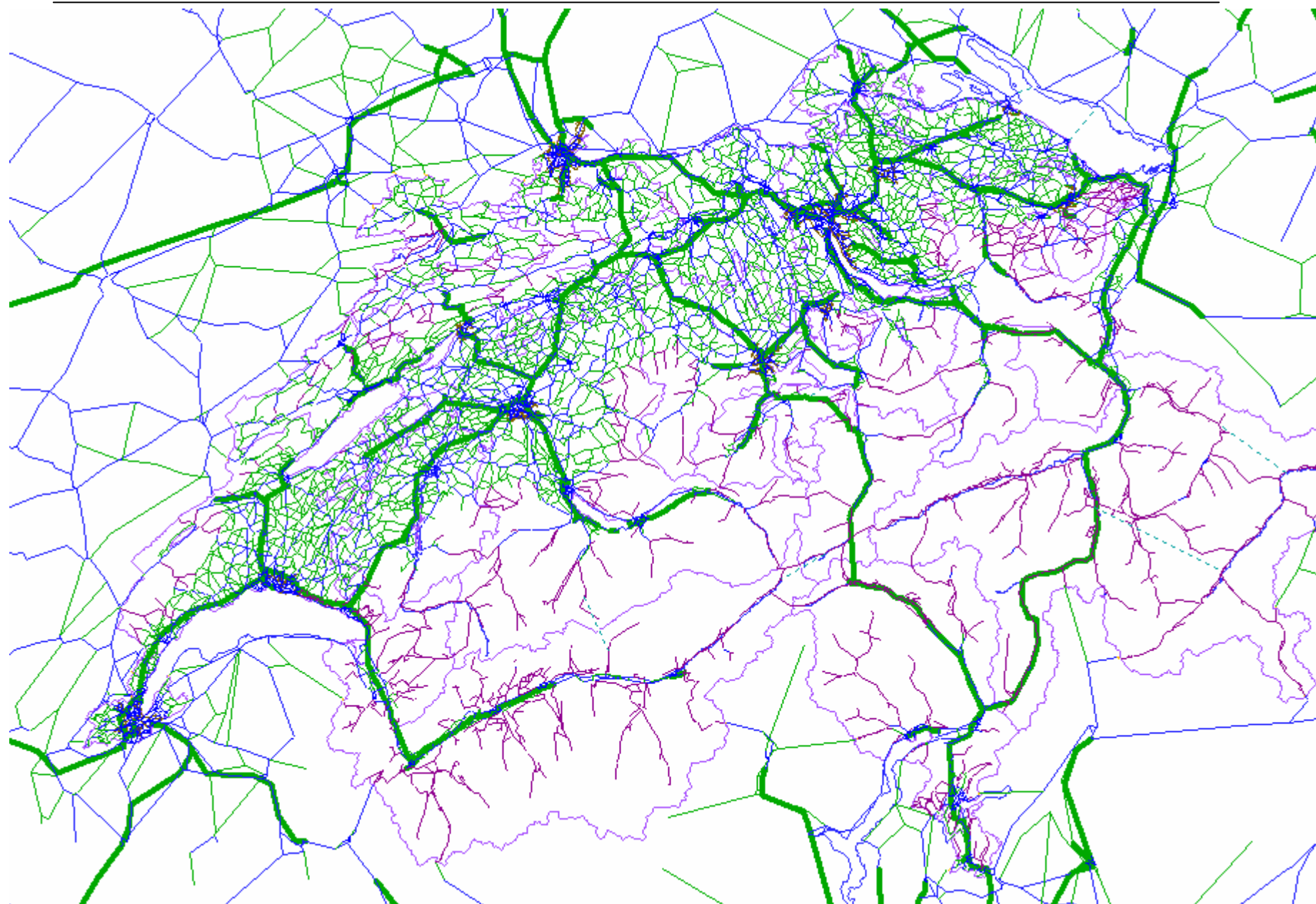
Netze und Fahrpläne

- Strassennetz (CH + Ausland)
 - Erweiterung Ausland
 - Attributierung
 - Grenzübergänge
- Fahrplanfeines ÖV-Netz
 - SBB Fahrplan 2000/01
 - Erweiterungen Bus und Privatbahnen
(Bahnhof - Gemeinde ohne Bahnanschluss)
 - Ausländische Bahnlinien
 - Abgrenzungen
- Datengrundlage
 - IVT Modelle
 - ICN-Studie und HAFAS

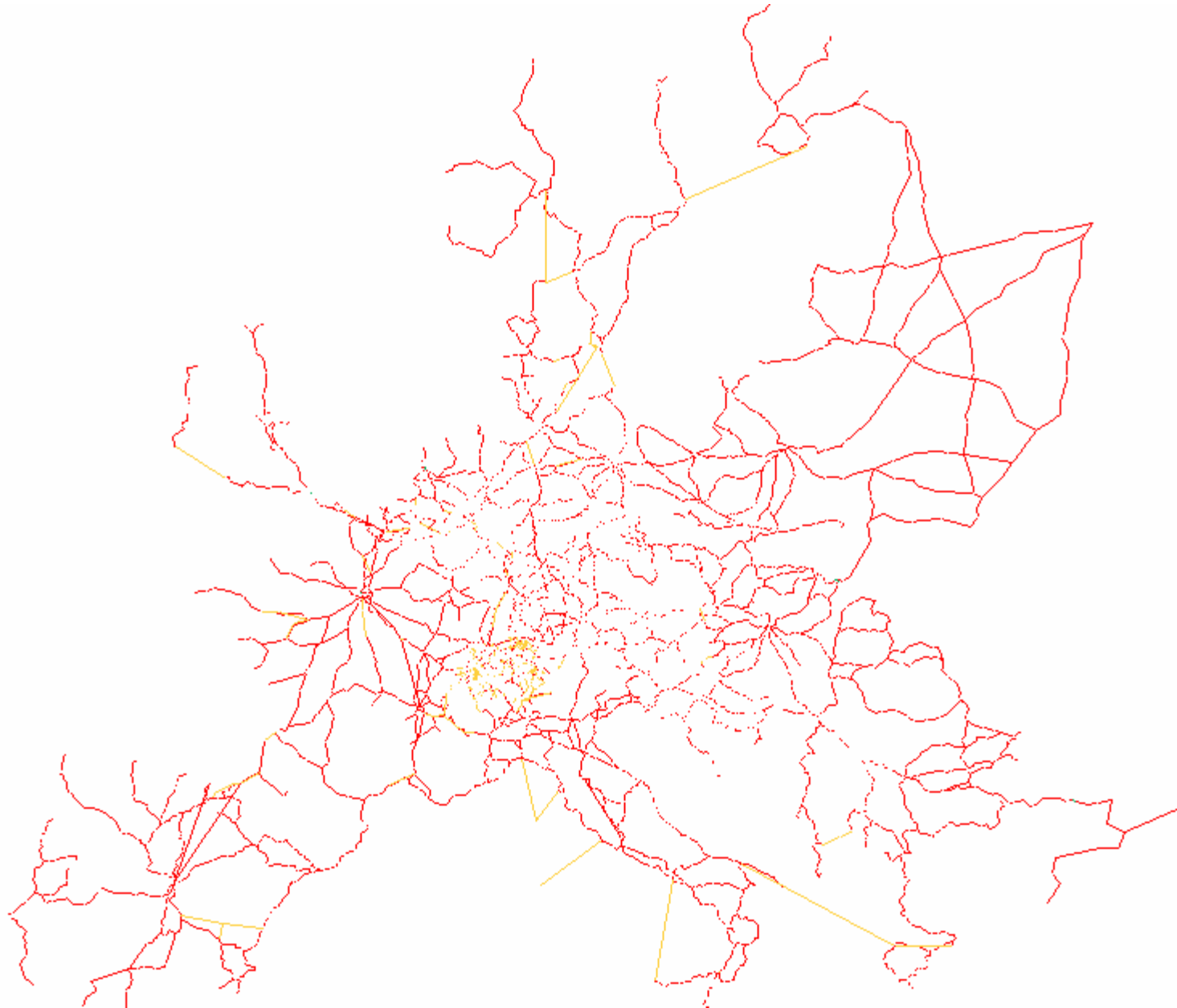
Strassennetz



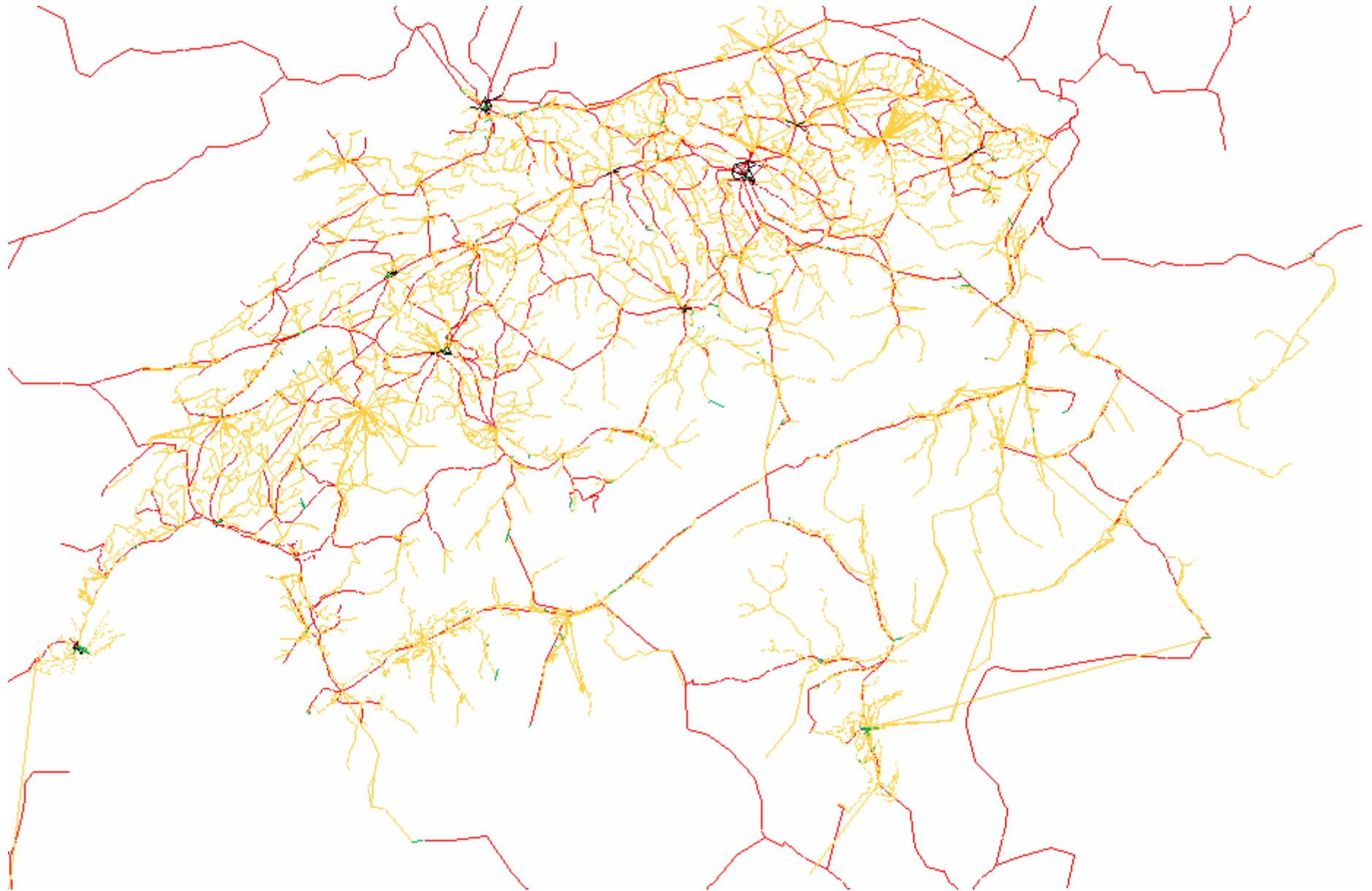
Strassennetz - CH



ÖV - Netz



ÖV-Netz CH



Struktur- und Verhaltensdaten

- Soziodemographische und räumliche Charakteristiken
 - IVT Raumstruktur Datenbank (Schweiz und Ausland)
 - Volkszählung 2000
 - weitere Statistiken
- Verhaltensdaten: Die Kennwerte zum spezifischen Verkehrsaufkommen pro QZG und VHG
 - Mikrozensus 2000
 - Andere Studie

Erzeugung

	Wohnen	Arbeit	Bildung	Nutzfahrt	Einkauf	Sonstiges
Wohnen	-	WA	WB	WN	WE	WS
Arbeit	AW	-	AS			
Bildung	BW	SA	SS			<i>BS</i>
Nutzfahrt	NW					NS
Einkauf	EW					ES
Sonstiges	SW		<i>SB</i>	SN	SE	

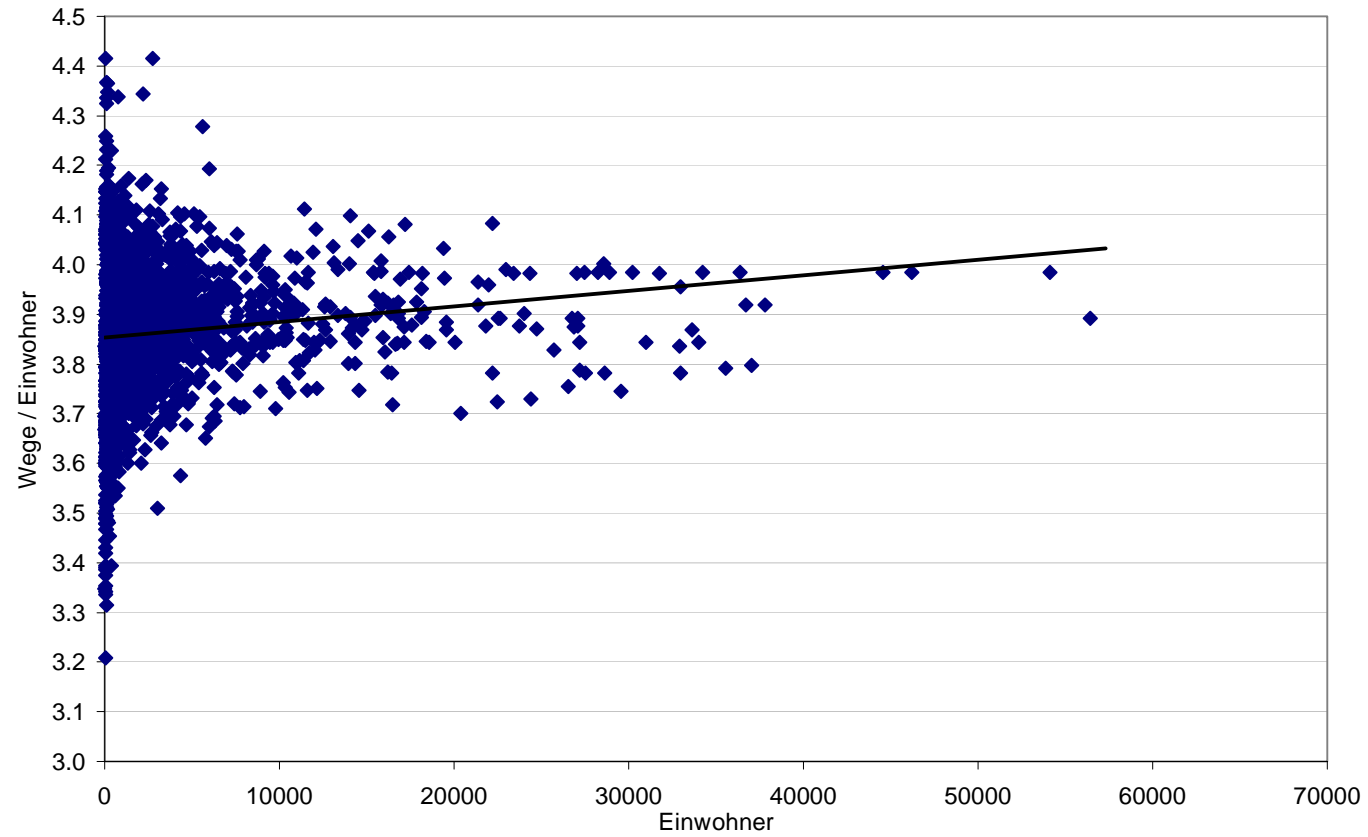
Erzeugungsmodell

QZG	Strukturgröße SQ_i des Quellverkehrsbezirks i	Strukturgröße SZ_j des Zielverkehrsbezirk j
WA	Erwerbstätige Einwohner Erwerbstätige Einwohner nach Alterskat. Einwohner nach Alterskat.	Arbeitsplätze Ausbildungsplätze Arbeitsplätze Verkaufsfläche, Einkaufszentren Einwohner, Kultureinr., Erholungs- und Grünanlagen, Grosseinrichtg.,
WB		
WN		
WE		
WS		
AW	Arbeitsplätze Ausbildungsplätze Arbeitsplätze Verkaufsfläche, Einkaufszentren Einwohner, Kultureinr., Erholungs- und Grünanla- gen, Grosseinrichtg.,	Erwerbstätige Einwohner Erwerbstätige Einwohner nach Alterskat. Einwohner nach Alterskat.
BW		
NW		
EW		
SW		
AS	Arbeitsplätze	Erwerbstätige
SA	Erwerbstätige	Arbeitsplätze
ES	Verkaufsfläche, Einkaufszentren	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche
SE	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche	Verkaufsfläche, Einkaufszentren
NS	Arbeitsplätze	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche
SN	Arbeitsplätze, Einwohner, Verkaufsfläche	Arbeitsplätze
SS	Einwohner, Arbeitsplätze, Verkaufsfläche	Einwohner, Arbeitsplätze, Verkaufsfläche

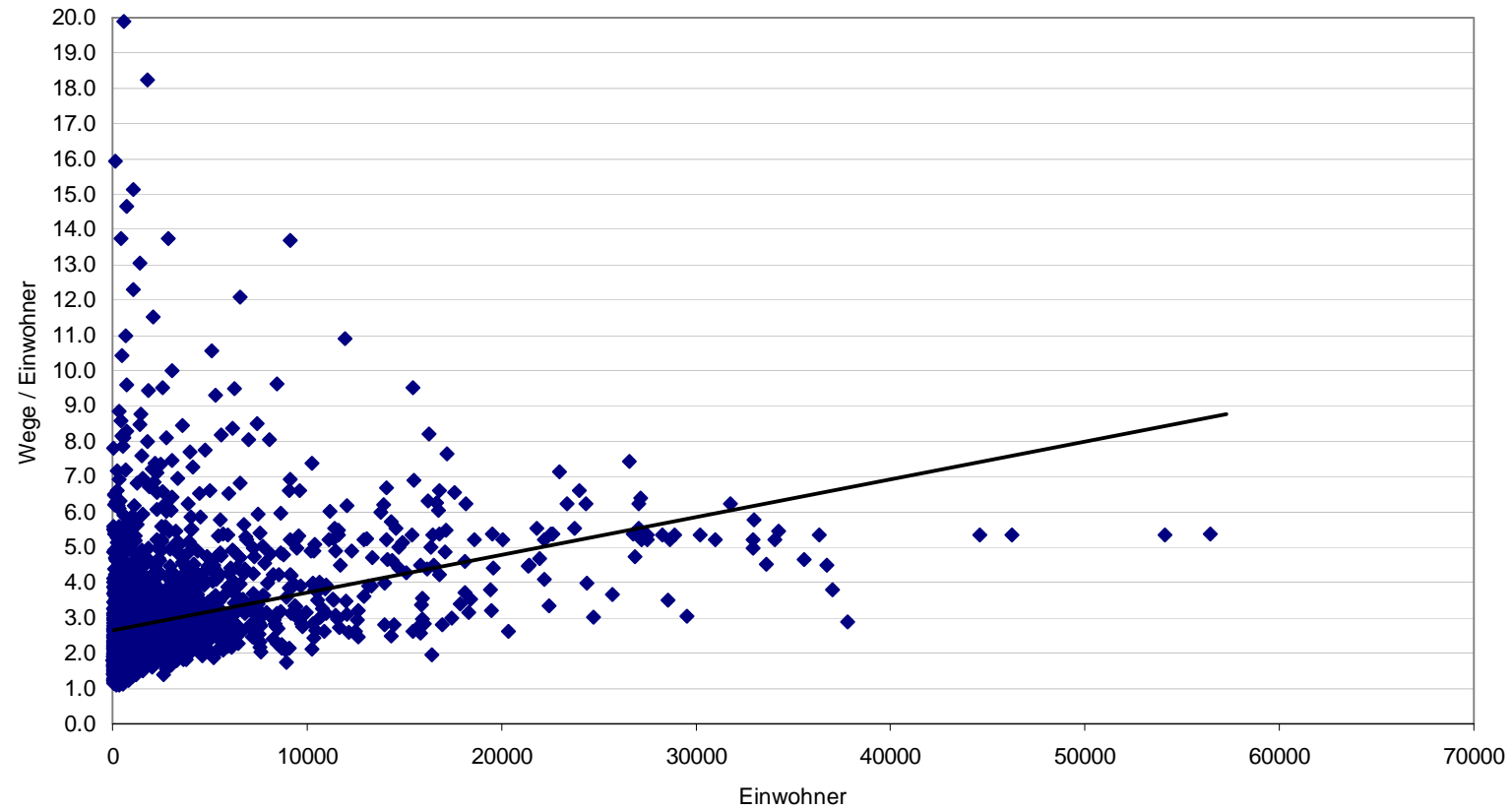
Erzeugungsmodell

	Berechnete Wege in Mio. und [%]	MZ 2000 [%]
Arbeit	7,98 Mio. [28.1 %]	28.2
Ausbildung	2,91 Mio. [10.3 %]	10.3
Nutzfahrt	1,78 Mio. [6.3 %]	5.1
Einkauf	4,91 Mio. [17.3 %]	17.9
Freizeit, Sonstiges	10,80 Mio. [38.0 %]	38.5
Total	28,39 Mio. [100 %]	[100 %]

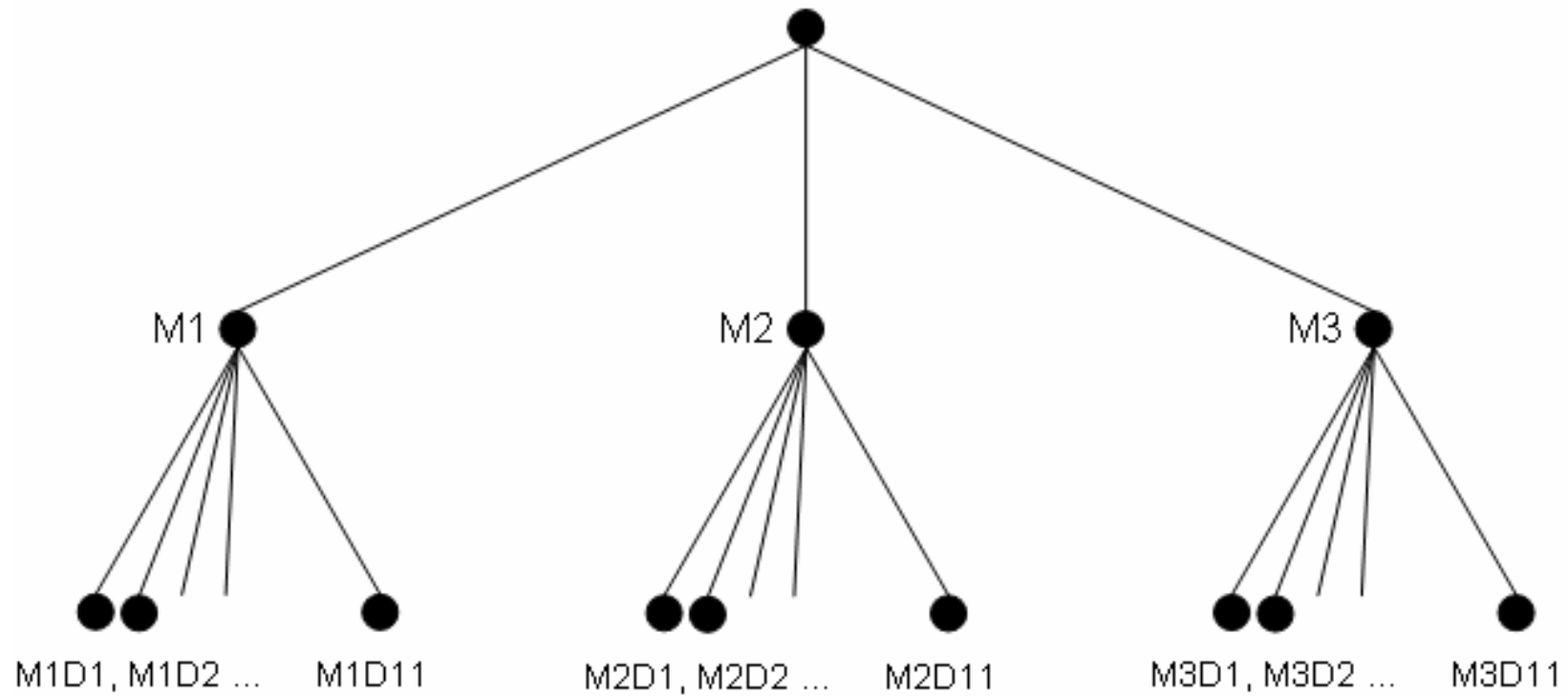
Verkehrserzeugung: Ergebnisse



Verkehrserzeugung: Ergebnisse



Simultaneous Goal- and Vehicle Choice Model (Nested-Logit)



Simultanes Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Modell

- Festlegung der Gesetzmässigkeiten für die Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Nachfrageverteilung und -aufteilung)
- Datengrundlage:
 - ICN-Studie (Verkehrsmittelwahl-Parameter)
 - Mikrozensus 2000
 - Netzmodelle
- Nutzenfunktion:

$$V_{ij} = const + \beta_{1j} \cdot X_{1j} + \dots \beta_{i1} \cdot X_{i1} \dots \dots \dots$$

Verkehrsangebot Attraktion

Einflussgrößen: Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell

- Verkehrsmittelwahl (Parameter aus SP-Befragung, ICN-Studie)
 - Fahrtzeit
 - Preis
 - Zugangszeit
 - Umsteigezahl
 - Bedienungshäufigkeit
 - Personendaten: Alter, PW Verfügbarkeit, GA, Halbtax
- Zielwahl
 - Einwohner
 - Beschäftigte
 - Auszubildende
 - Einkaufszentren, Verkaufsflächen
 - Freizeiteinrichtungen, Übernachtungen, Kulturangebot,
 - Erholungs- und Grünanlagen, usw.
- Nested-Logit-Modell

Matrixerstellung

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

Mit harten und weichen Randsummenbedingungen

Matrixerstellung: Schritte

- Erstellung der Quell-Zielströme
- Eichung der Matrixstruktur
- Eichung auf die Querschnittszählungen

Matrixerstellung: Verkehrsaufkommen

	MIV-Wege	ÖV - Wege	LIV – Wege	Summe
Alle Wege [Mio.]				
Arbeit	4,698	1,838	1,443	7,979
Ausbildung	0,201	0,766	1,948	2,915
Nutzfahrt	1,364	0,112	0,308	1,785
Einkauf	2,409	0,510	1,990	4,909
Freizeit	5,385	1,069	4,354	10,801
Summe	14,056	4,290	10,043	28,390
Interzonale Wege [Mio.]				
Arbeit	3,769	1,368	0,190	5,327
Ausbildung	0,095	0,561	0,144	0,800
Nutzfahrt	0,949	0,086	0,056	1,092
Einkauf	1,678	0,346	0,371	2,395
Freizeit	4,142	0,853	1,046	6,042
Summe	10,633	3,214	1,808	15,656

Plausibilisierung der Matrixstruktur

- Querschnittszählungen
 - Strasse (ASTRA, SSVZ, kantonale Zählungen)
 - ÖV (SBB, Privat-Bahnen, andere ÖV-Unternehmen, Kantone)
- Quell-/Ziel-Erhebungen
 - Pendlermatrix 2000 (Volkszählung)
 - Alpen- und grenzquerender Personenverkehr 2001
 - ICN-Studie (SBB-Erhebungen)
 - Reiseweitenverteilung und andere Gesetzmässigkeiten: MZ 2000
 - Spinnenanalyse
- Rückkoppelungen

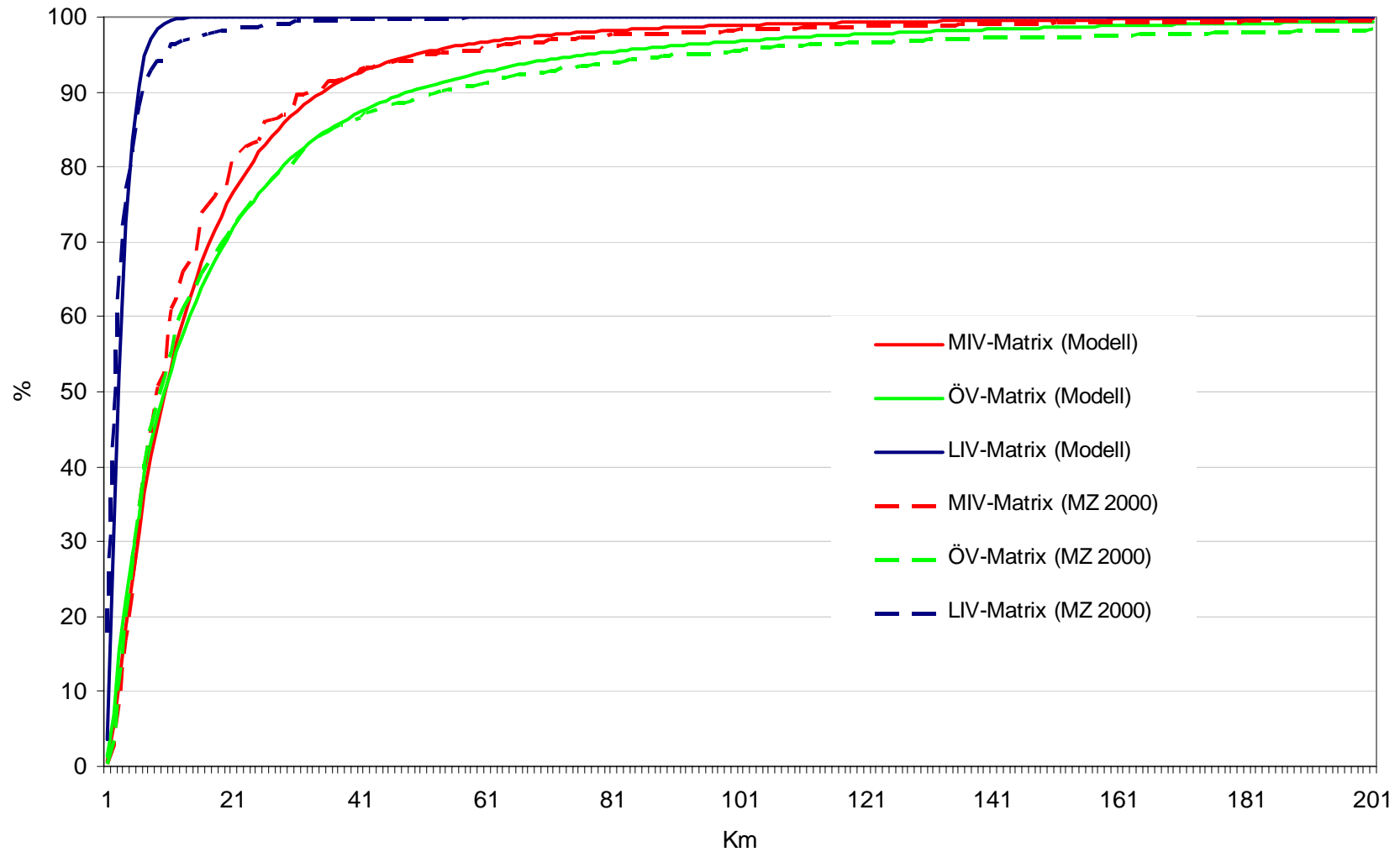
Modell / Volkszählung 2000

	MIV – Wege		ÖV – Wege		LIV – Wege		Alle – Wege	
	VZ	Modell	VZ	Modell	VZ	Modell	VZ	Modell
Alle Wege [in Mio.]								
Arbeit	4,576	4,698	1,810	1,838	1,416	1,443	7,802	7,979
Ausbildung	0,219	0,201	0,835	0,766	2,124	1,948	3,178	2,915
Interzonale Wege [Mio.]								
Arbeit	3,334	3,769	1,213	1,368	0,186	0,190	4,733	5,634
Ausbildung	0,082	0,095	0,504	0,561	0,157	0,144	0,744	1,082

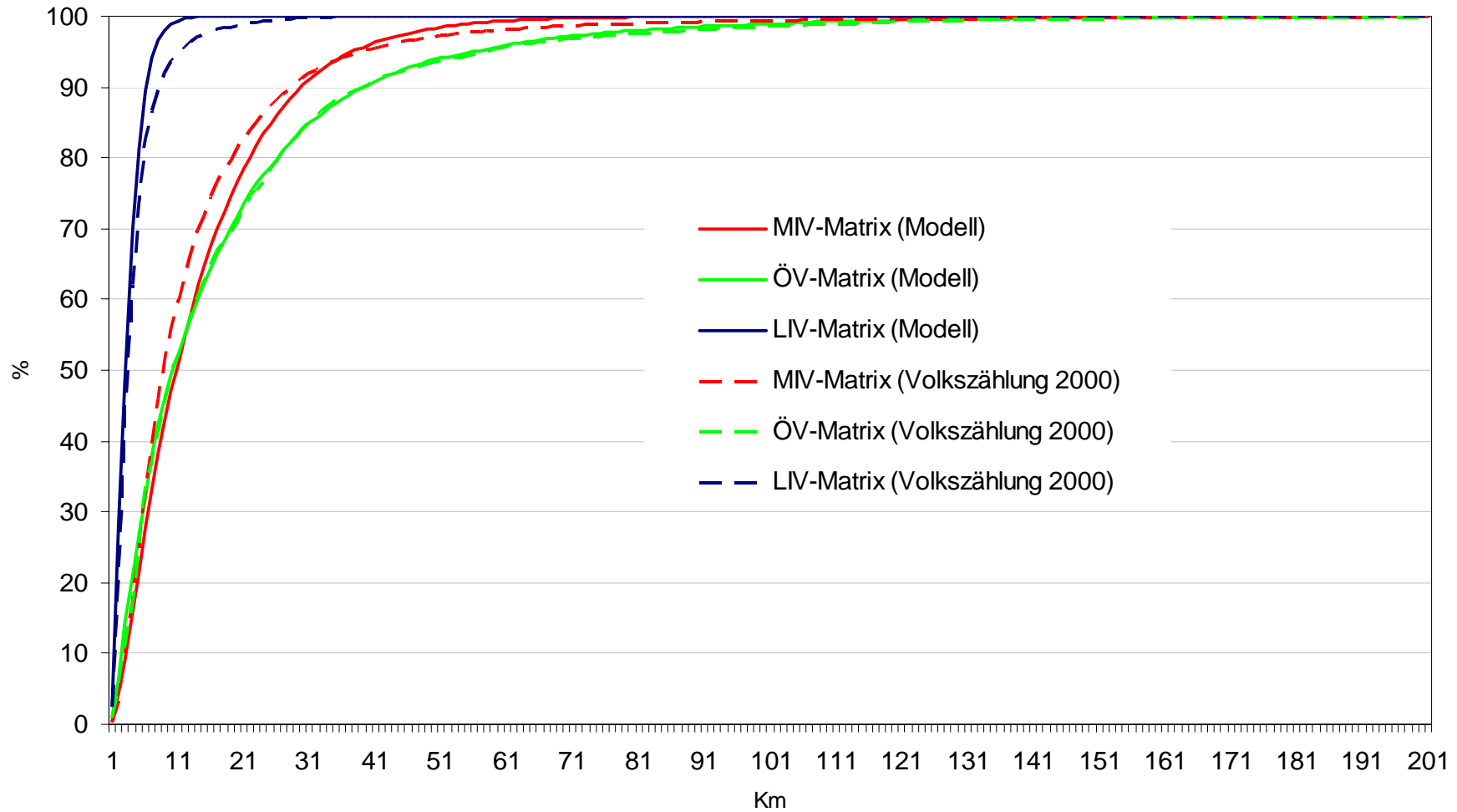
Vergleich mit dem Mikrozensus 2000

	MIV -Wege		ÖV - Wege		MIV + ÖV - Wege	
	MZ	Modell	MZ	Modell	MZ	Modell
	Interzonale Wege [in Mio.]					
Arbeit	3,851	3,769	1,031	1,368	4,882	5,137
Ausbildung	0,253	0,095	0,538	0,561	0,792	0,656
Nutzfahrt	0,911	0,949	0,096	0,086	1,007	1,035
Einkauf	1,622	1,677	0,409	0,346	2,031	2,024
Freizeit	3,885	4,142	0,891	0,853	4,775	4,995
Summe	10,522	10,633	2,965	3,214	13,487	13,847

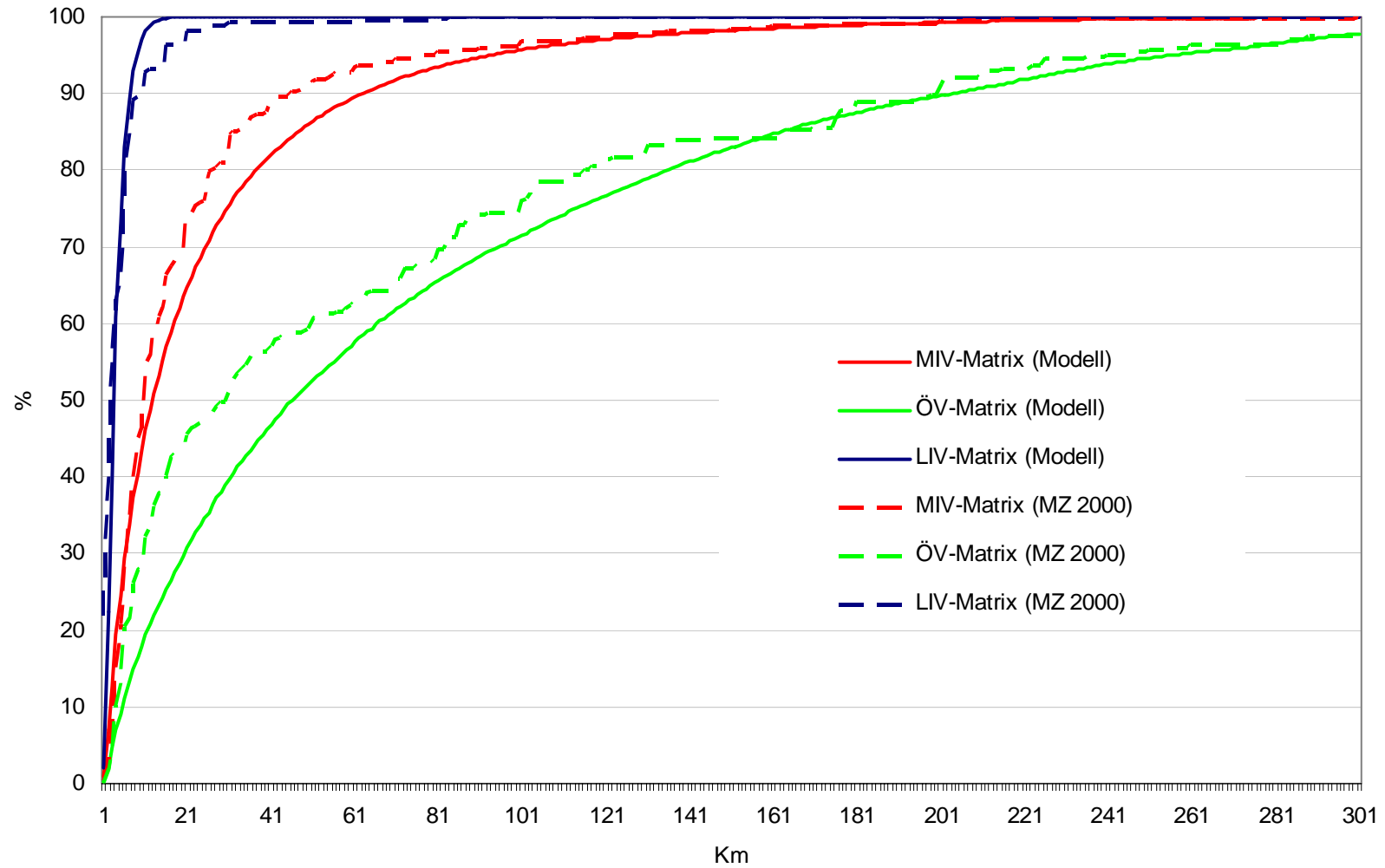
Reiseweiteverteilung: Alle Zwecke



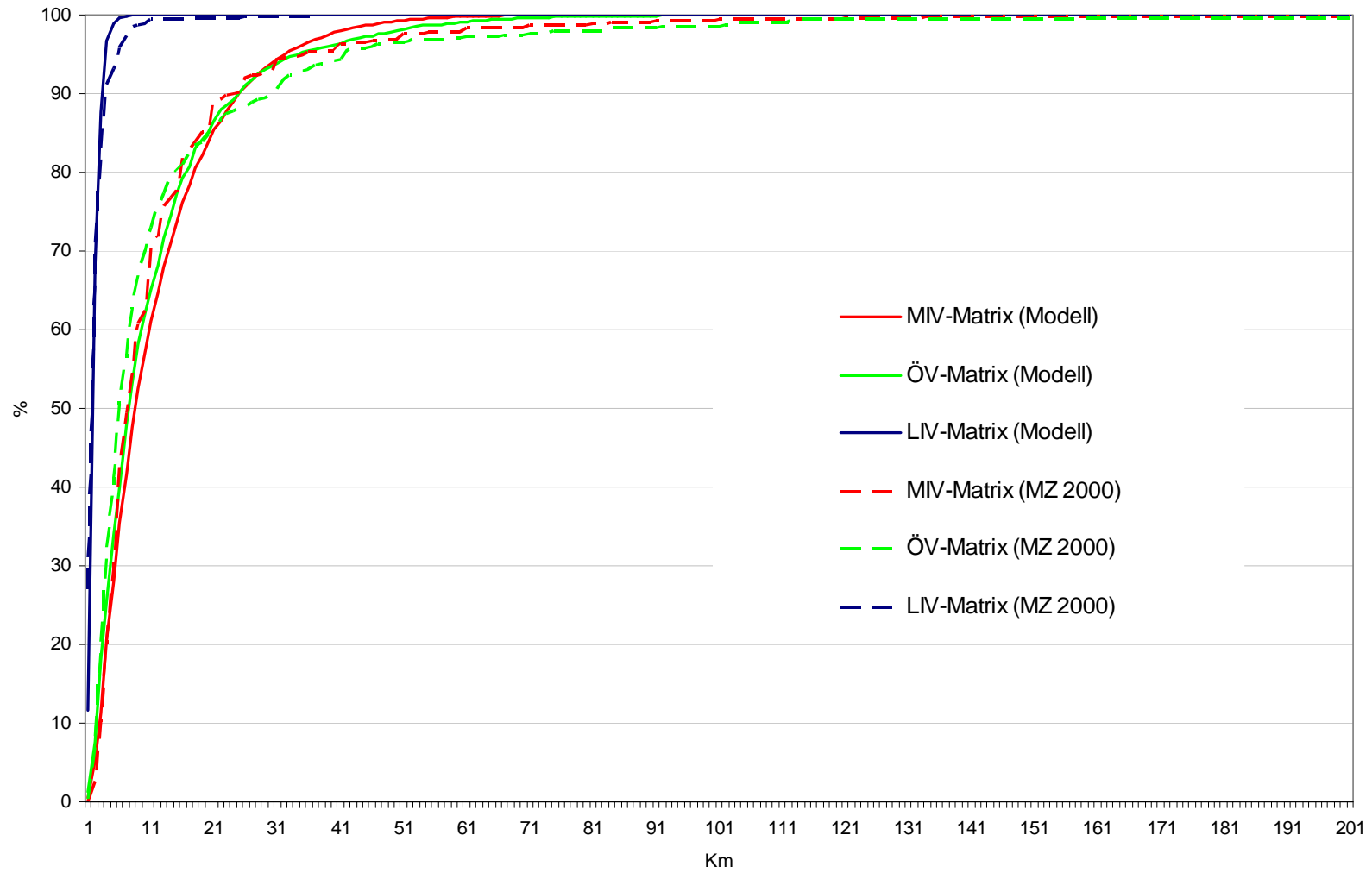
Reiseweiteverteilung: Pendler



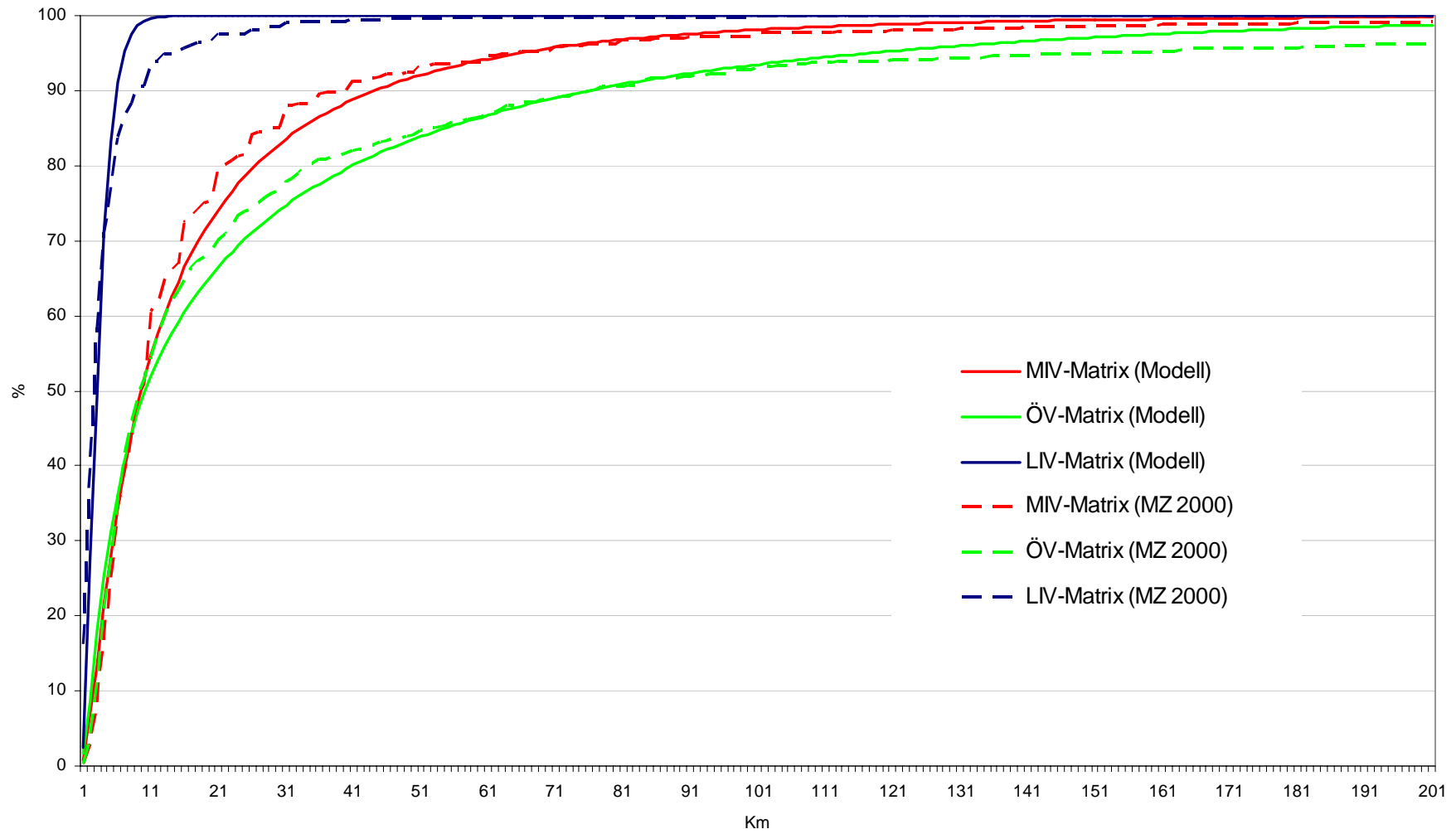
Reiseweiteverteilung: Nutzfahrt



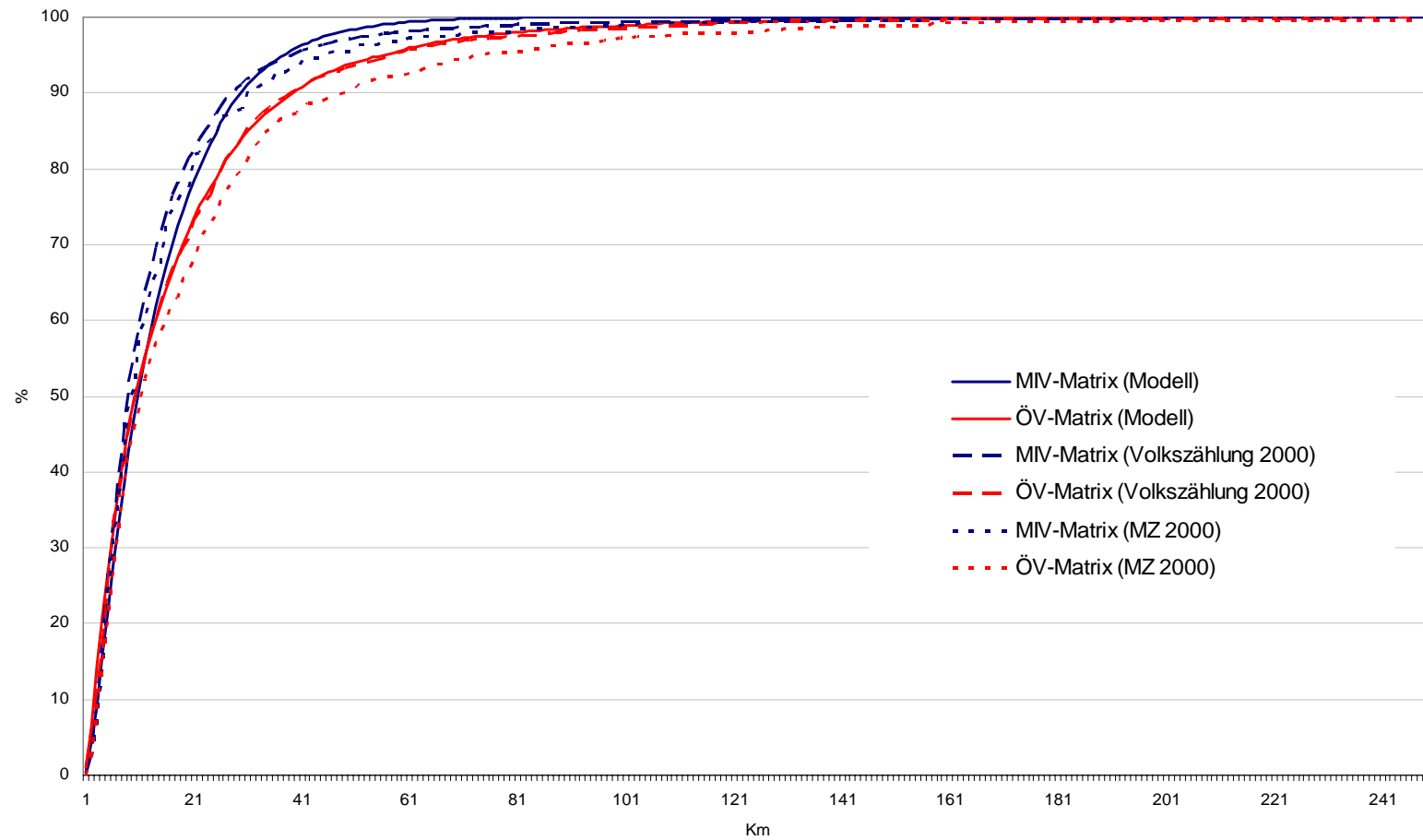
Reiseweiteverteilung: Einkauf



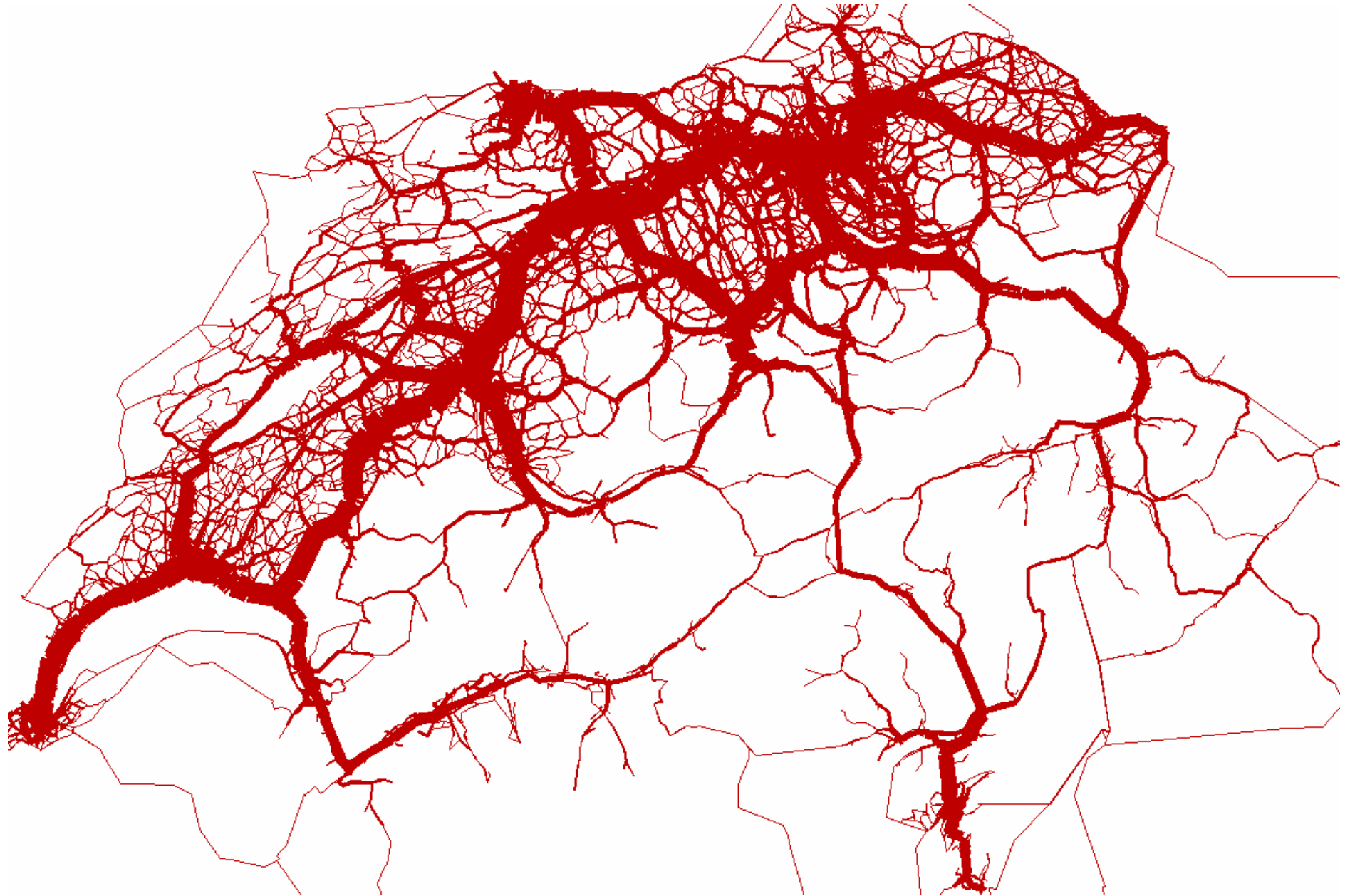
Reiseweiteverteilung: Freizeit



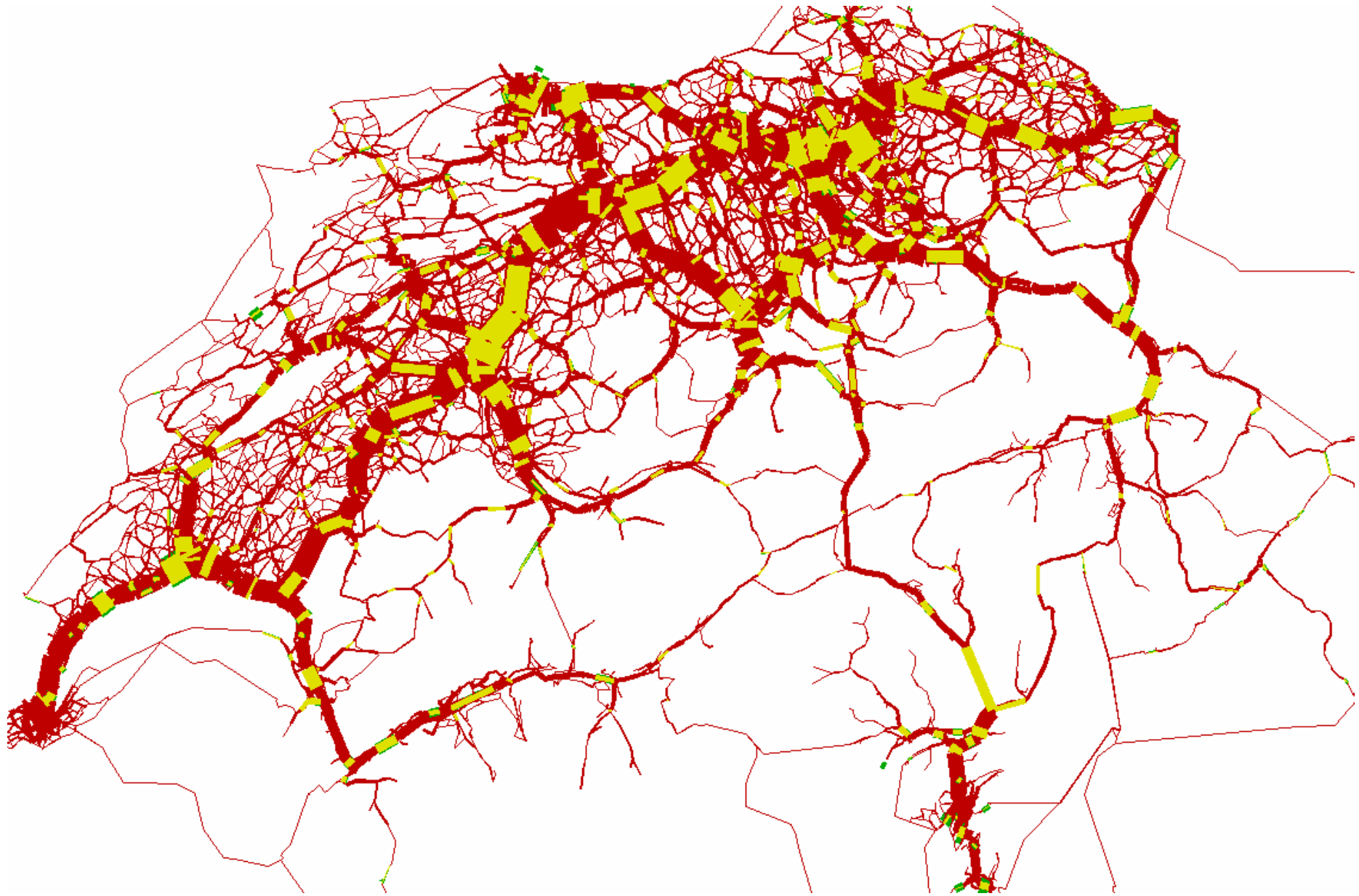
Reiseweiteverteilung: Pendler (MZ / Volkszählung)



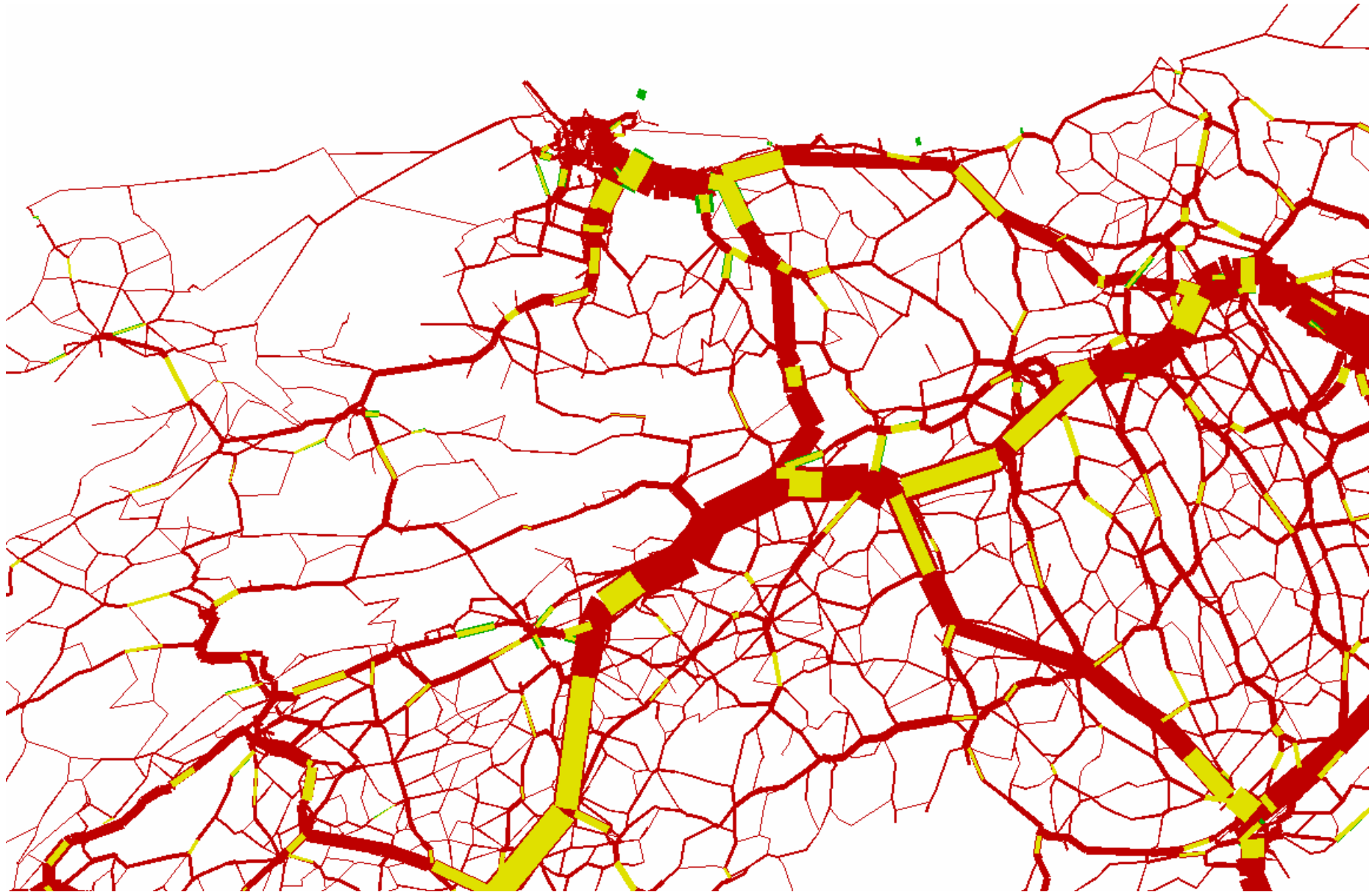
Netzbelastung: MIV-Matrix (ohne Kalibration)



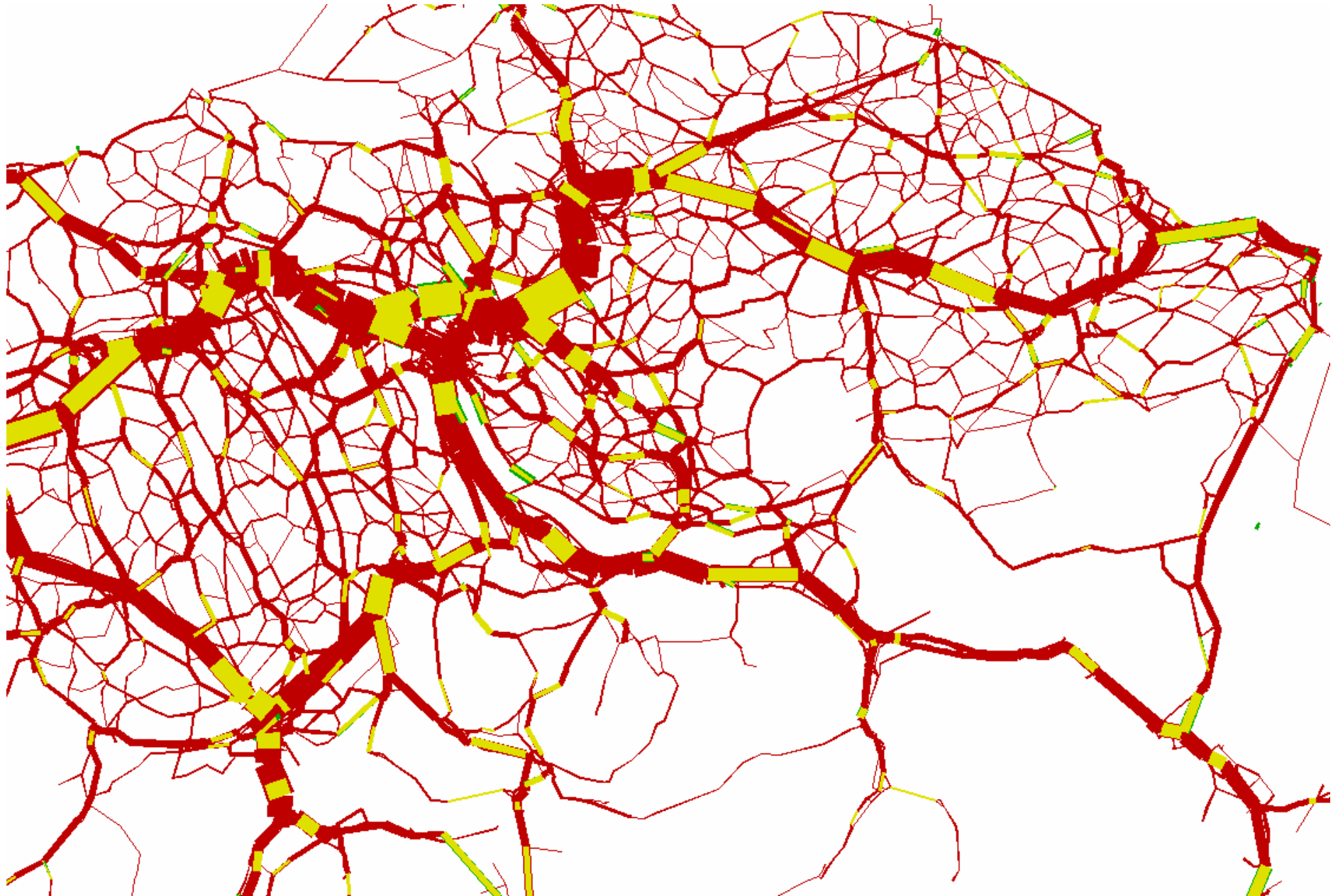
Netzbelastung: MIV-Matrix (ohne Kalibration)



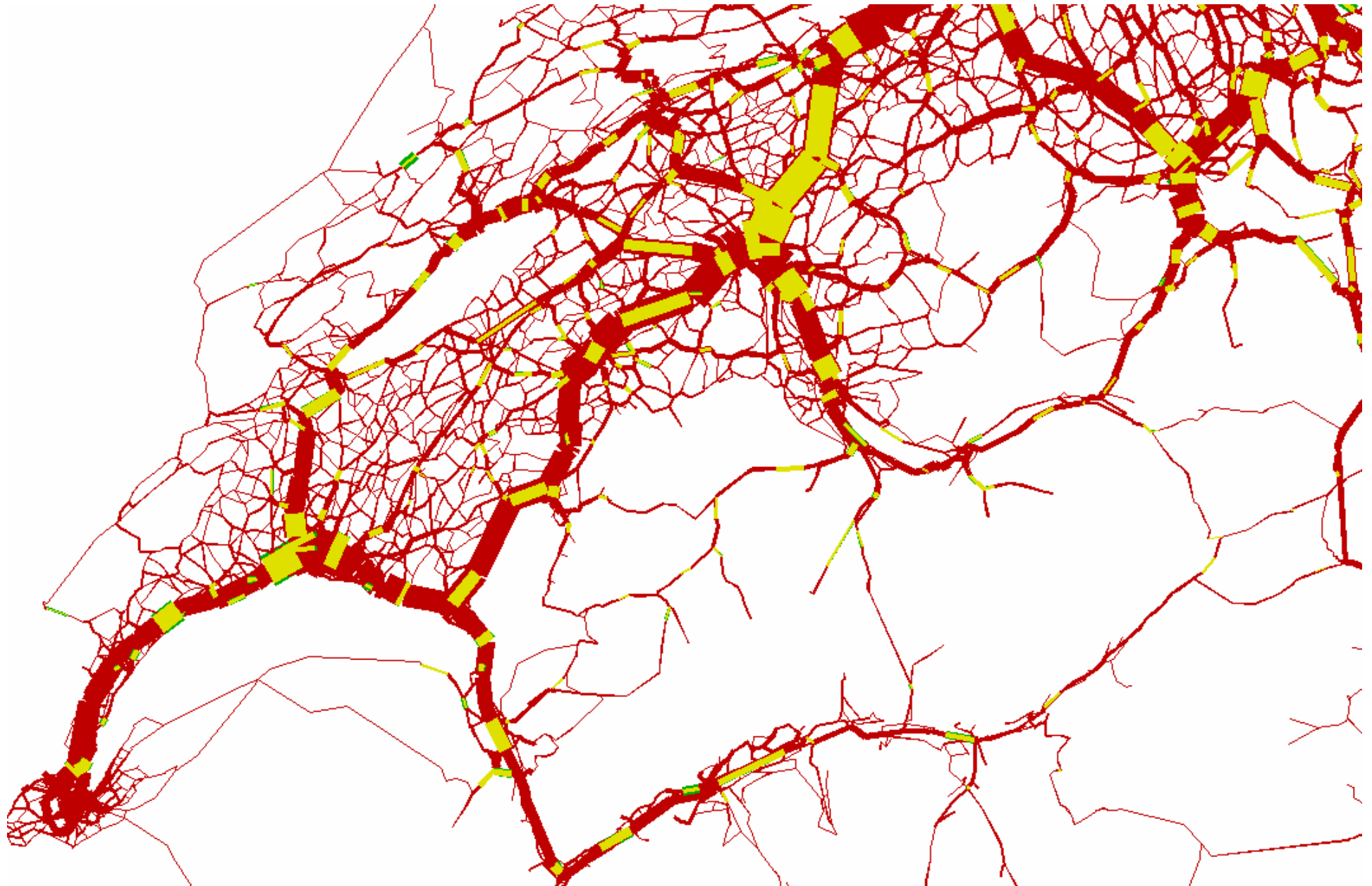
Netzbelastung: MIV-Matrix (ohne Kalibration)



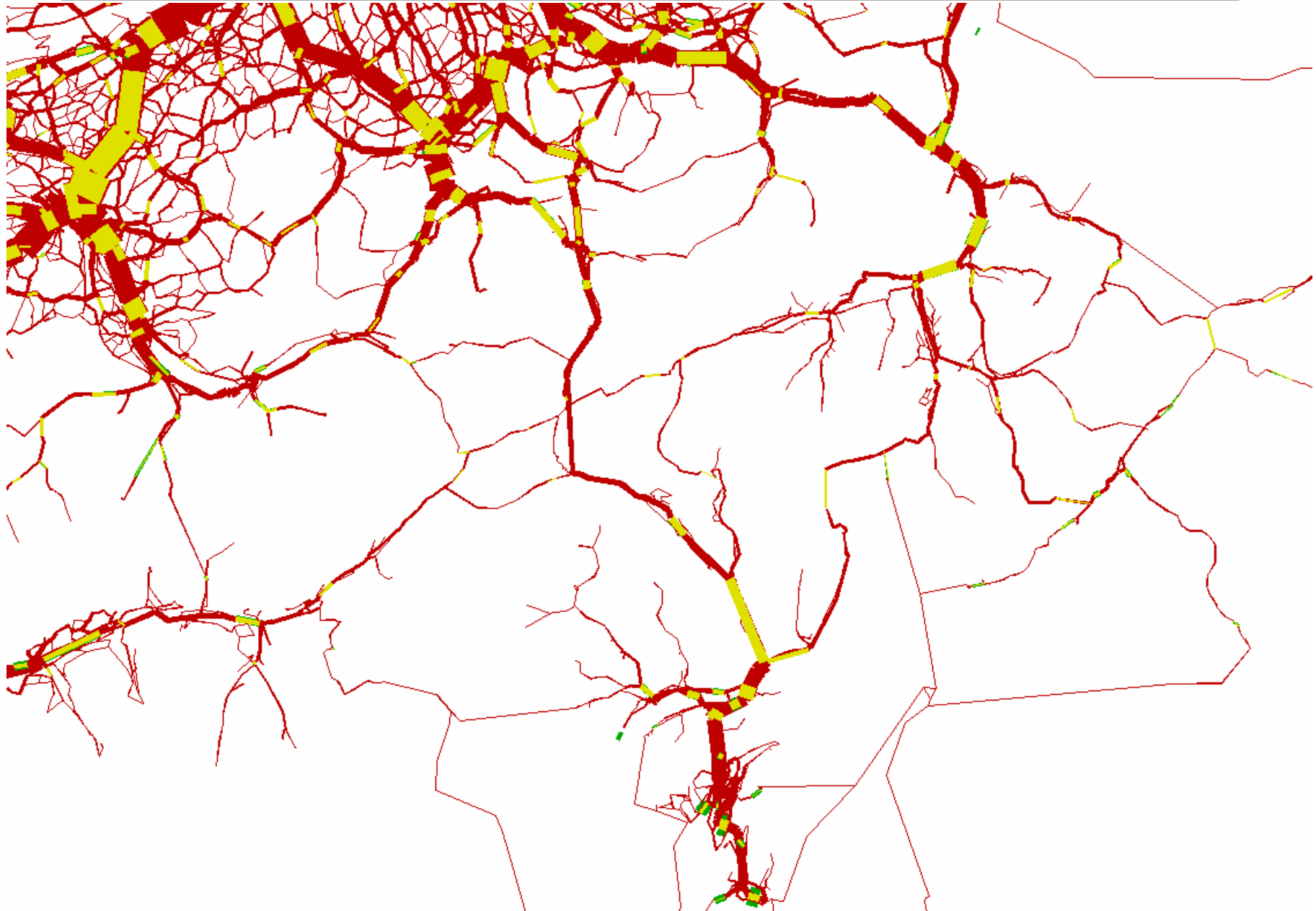
Netzbelastung: MIV-Matrix (ohne Kalibration)



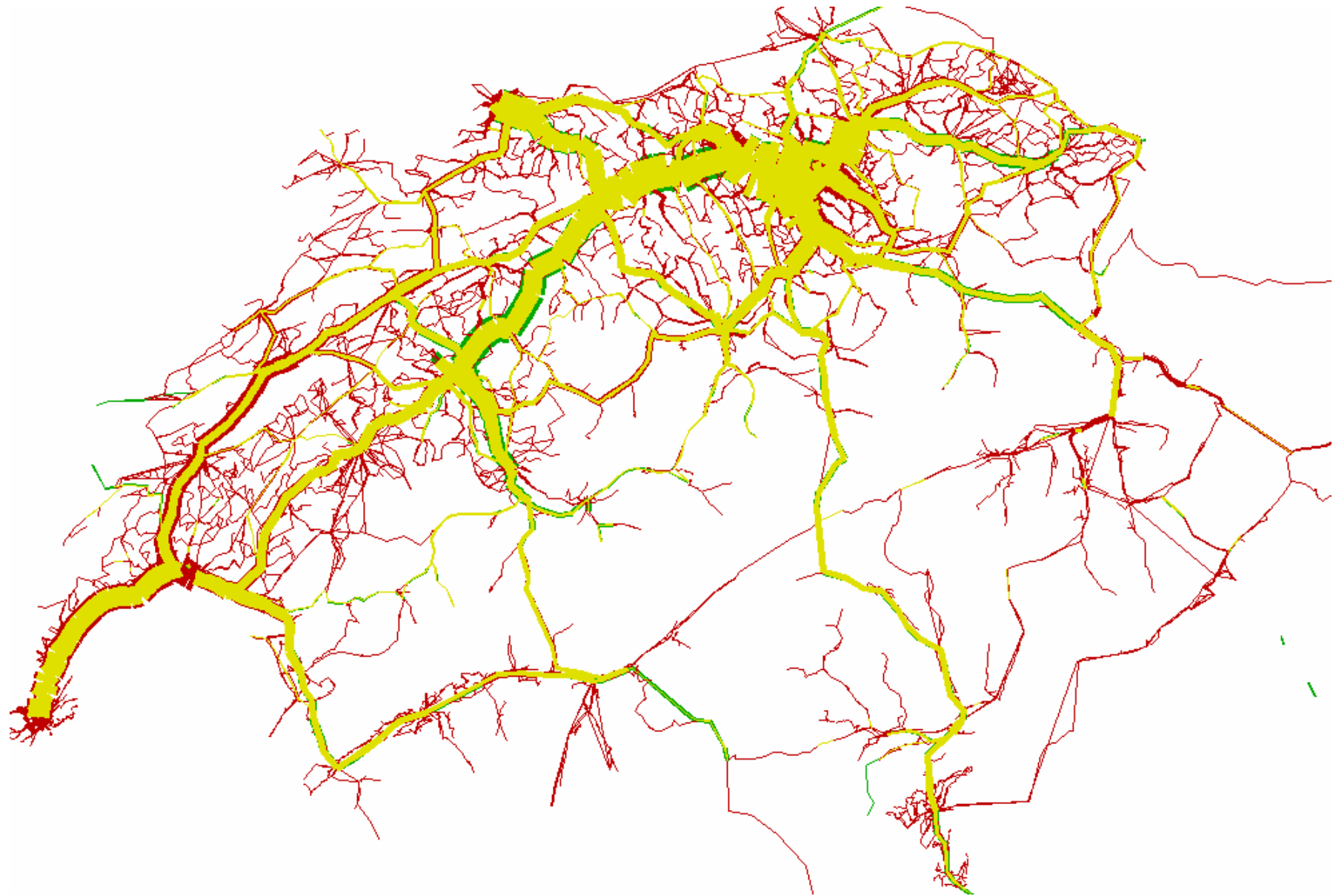
Netzbelastung: MIV-Matrix (ohne Kalibration)



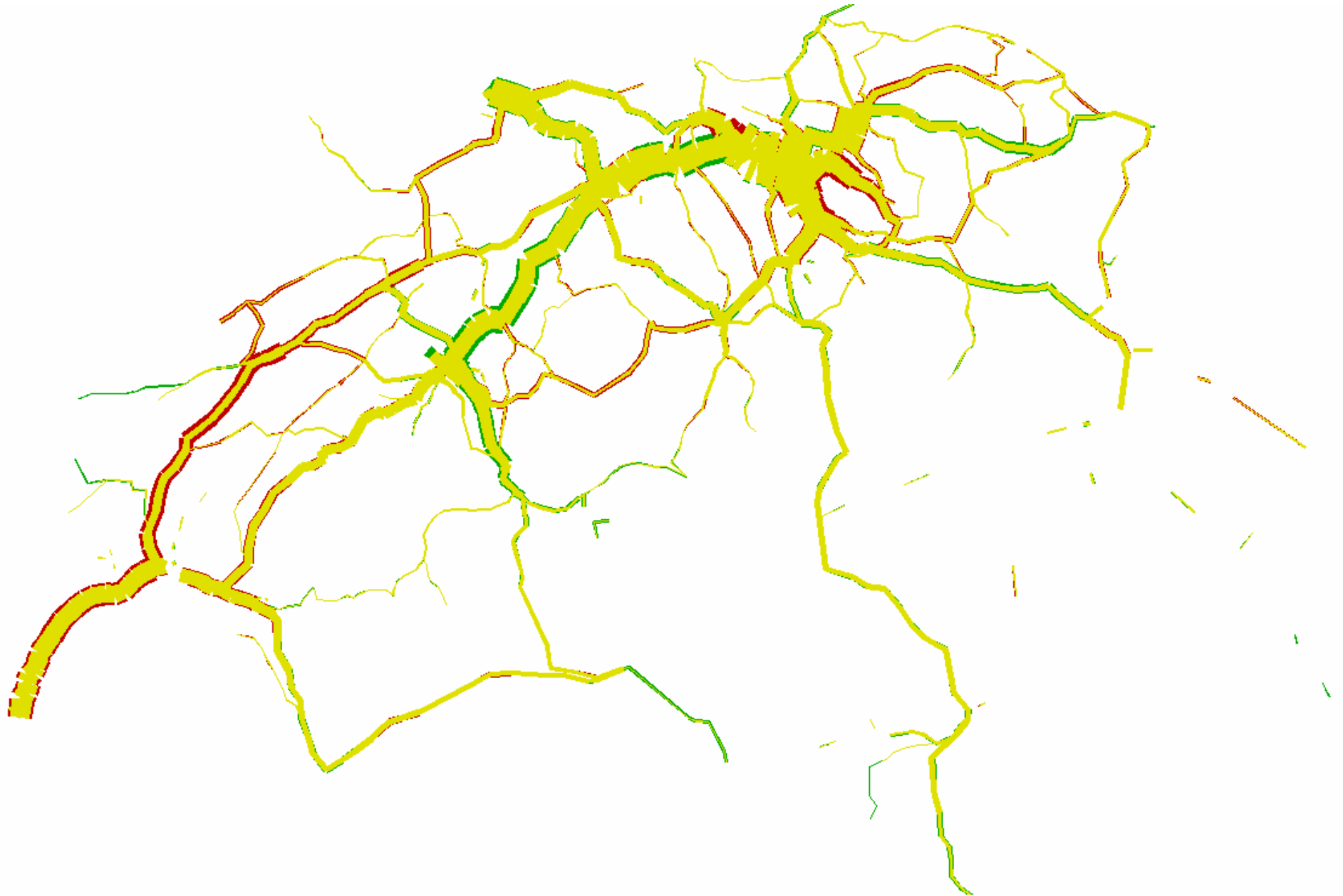
Netzbelastung: MIV-Matrix (ohne Kalibration)



Netzbelastung: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



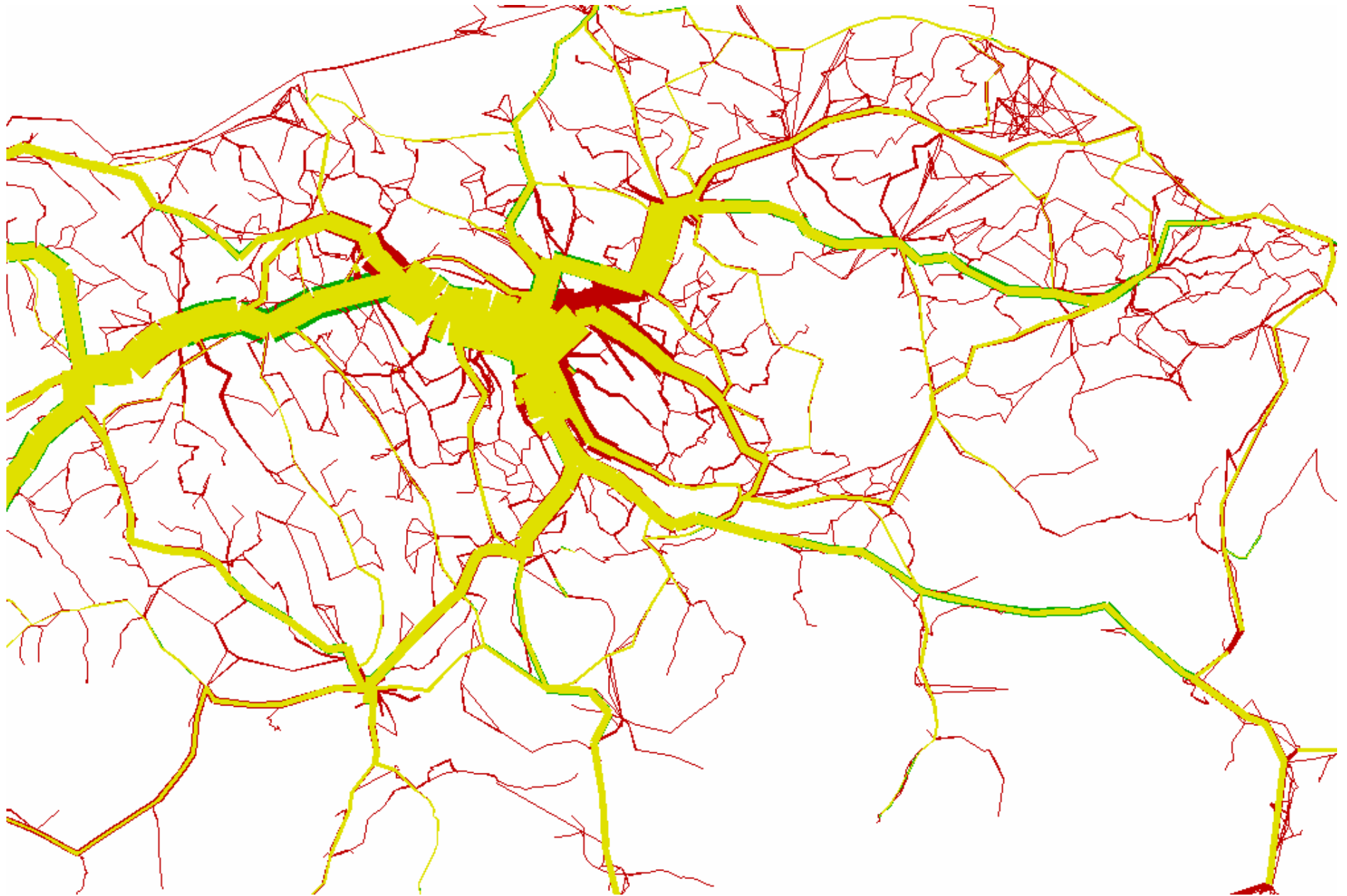
Netzbelastung: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



Netzbelastung: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



Netzbelastung: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



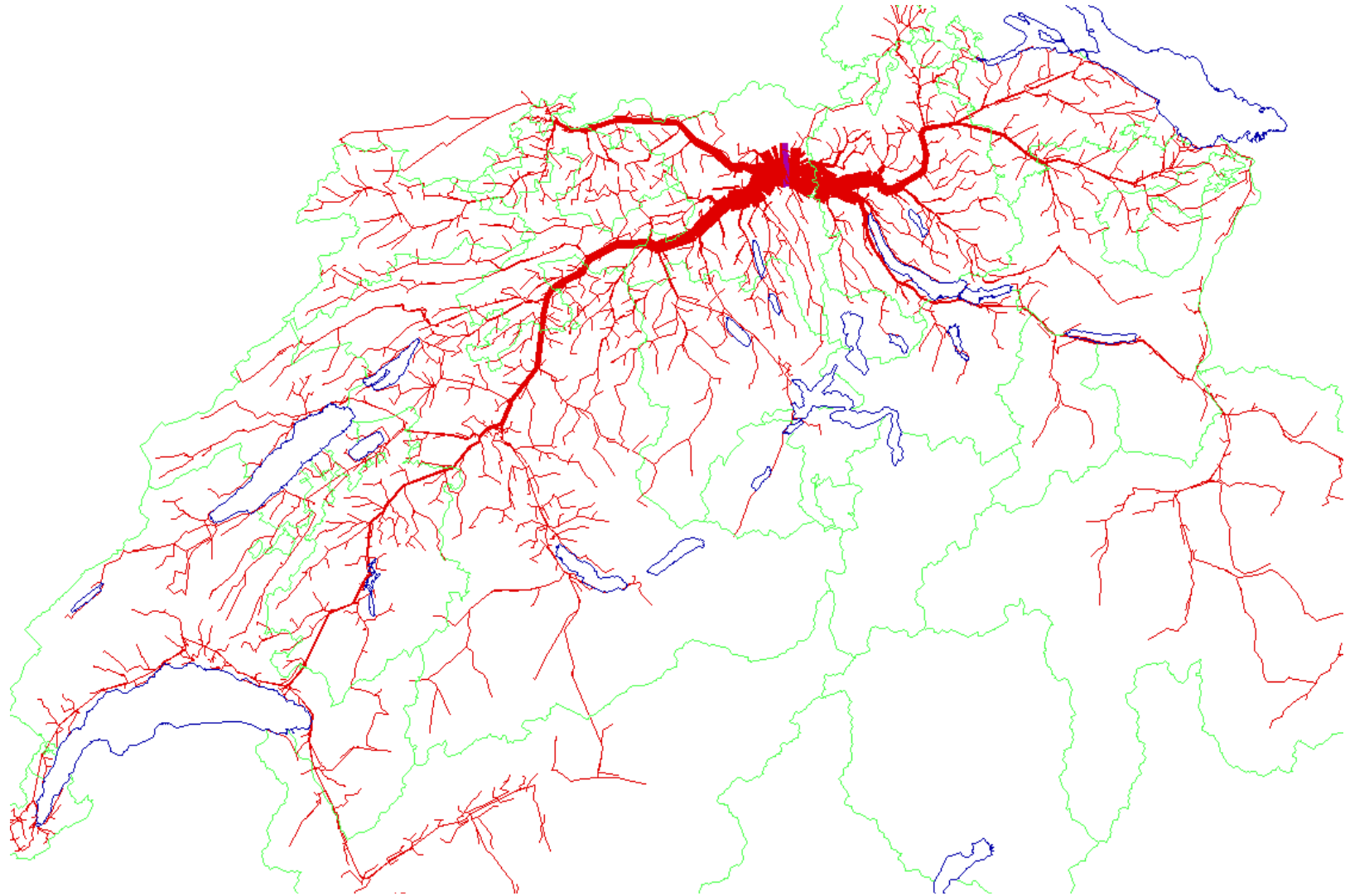
Netzbelastung: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



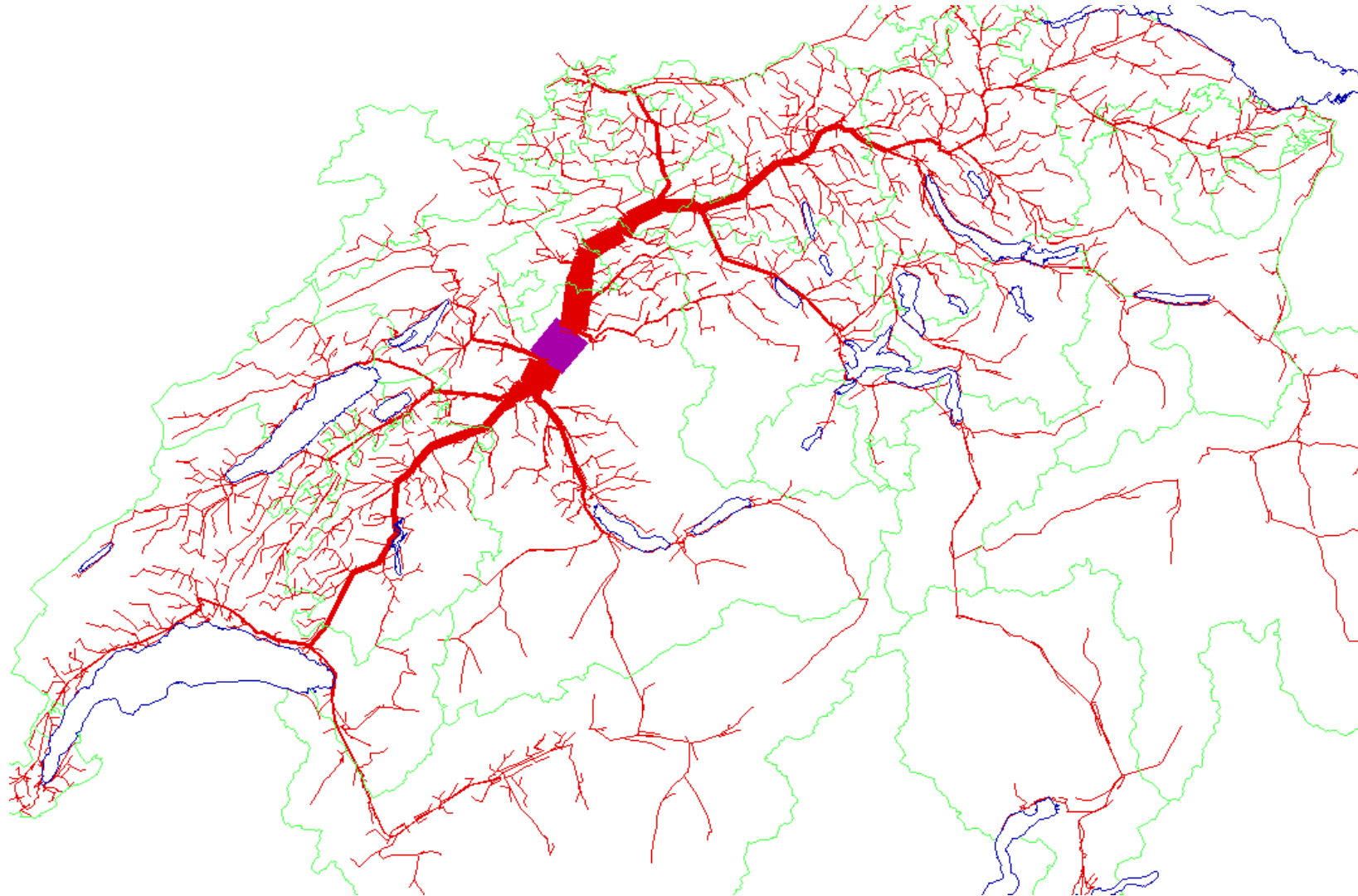
Netzbelastung: ÖV-Matrix (ohne Kalibration)



MIV-Spinne Baregg (Ohne Kalibration)

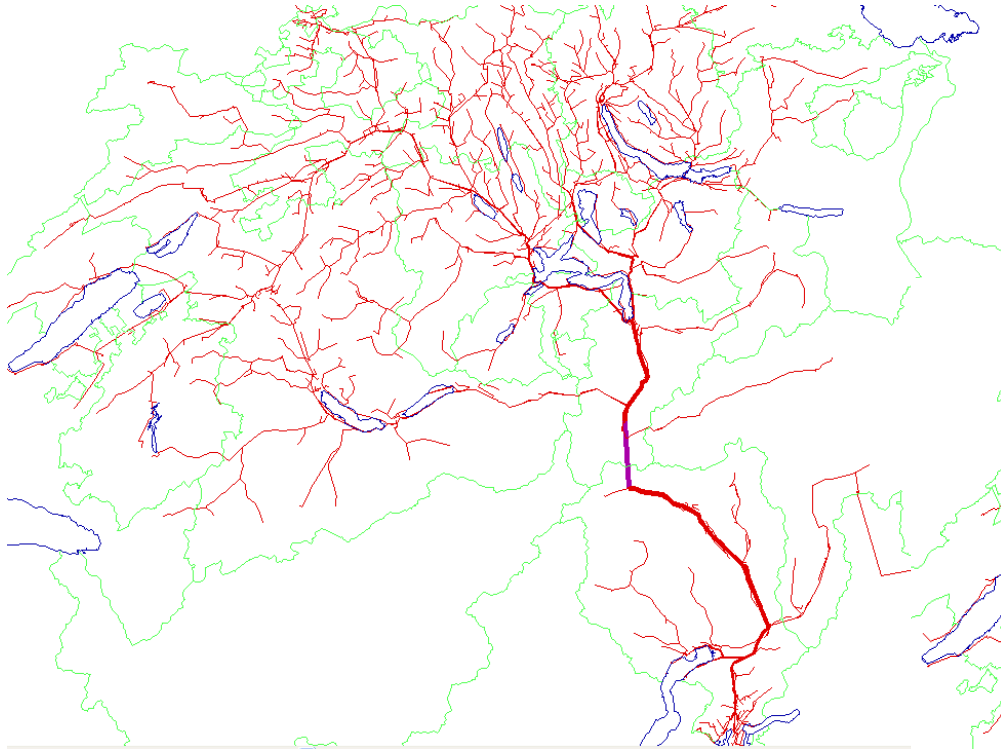


MIV-Spinne Schönbühl – Kirchberg (Ohne Kalibration)

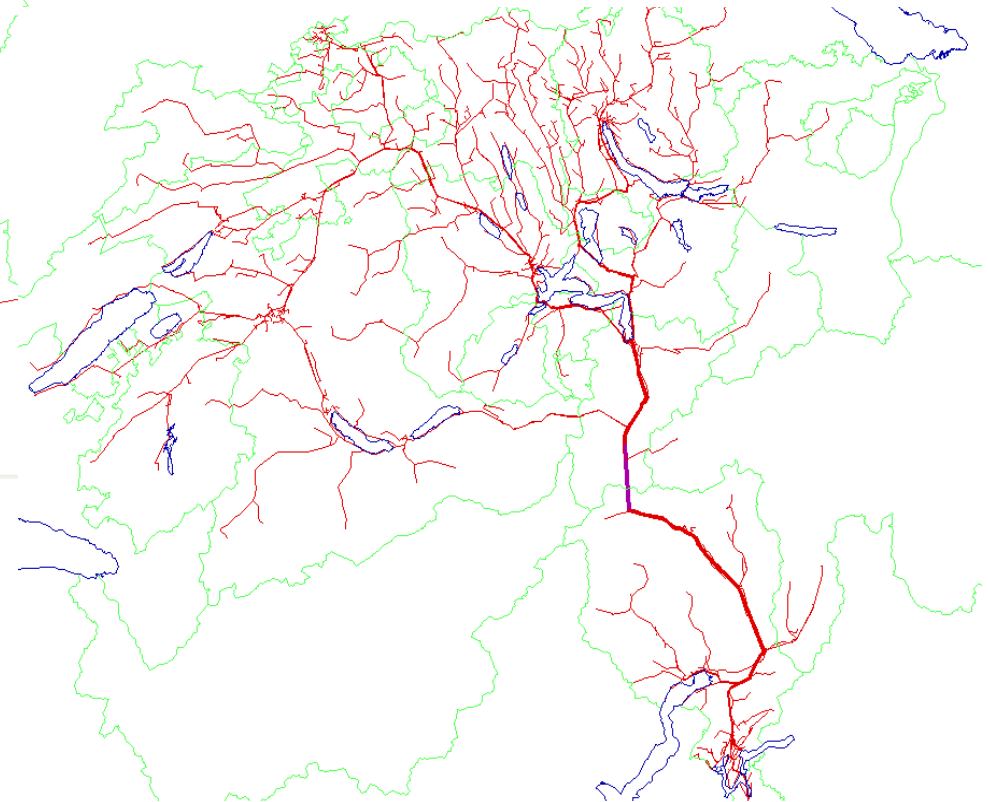


MIV-Spinnenanalyse Gotthard: Vergleich Modell/Erhebung (A+GQPV)

Modell

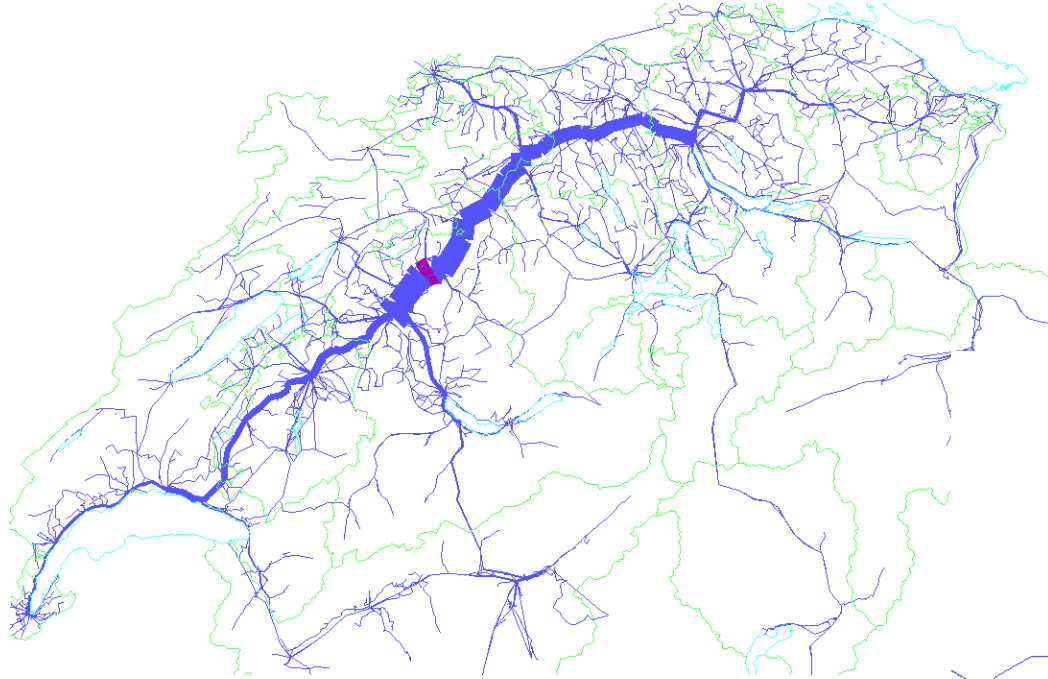


AQPV



ÖV-Spinnenanalyse : Vergleich Modell/Erhebung

Modell Matrix (ohne Quell-, Ziel- und Transitströme)

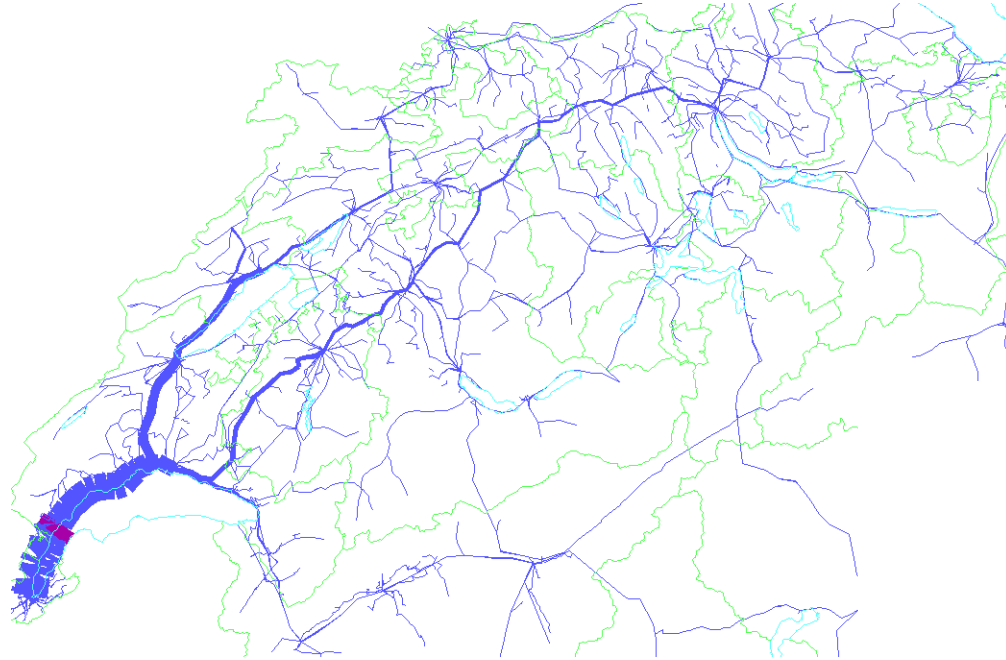


ICN-Matrix mit 1108 Zonen
(inkl. Quell-, Ziel- und Transitströme)



ÖV-Spinnenanalyse : Vergleich Modell/Erhebung

Modell Matrix (ohne Quell-, Ziel- und Transitströme)

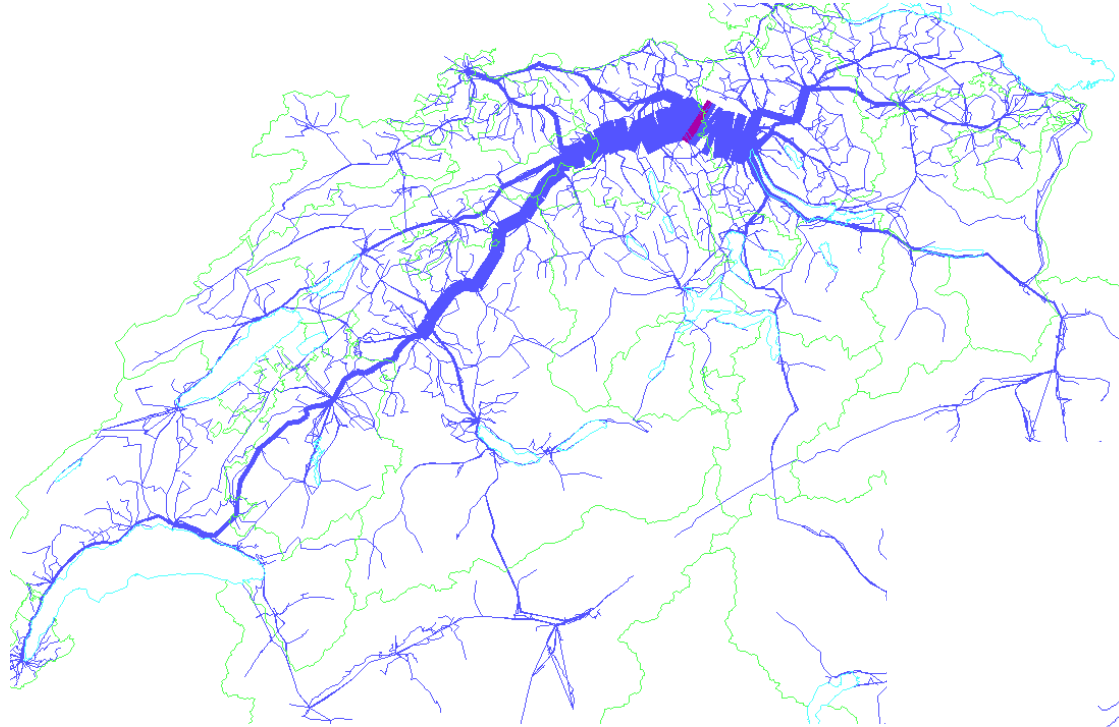


ICN-Matrix mit 1108 Zonen
(inkl. Quell-, Ziel- und Transitströme)

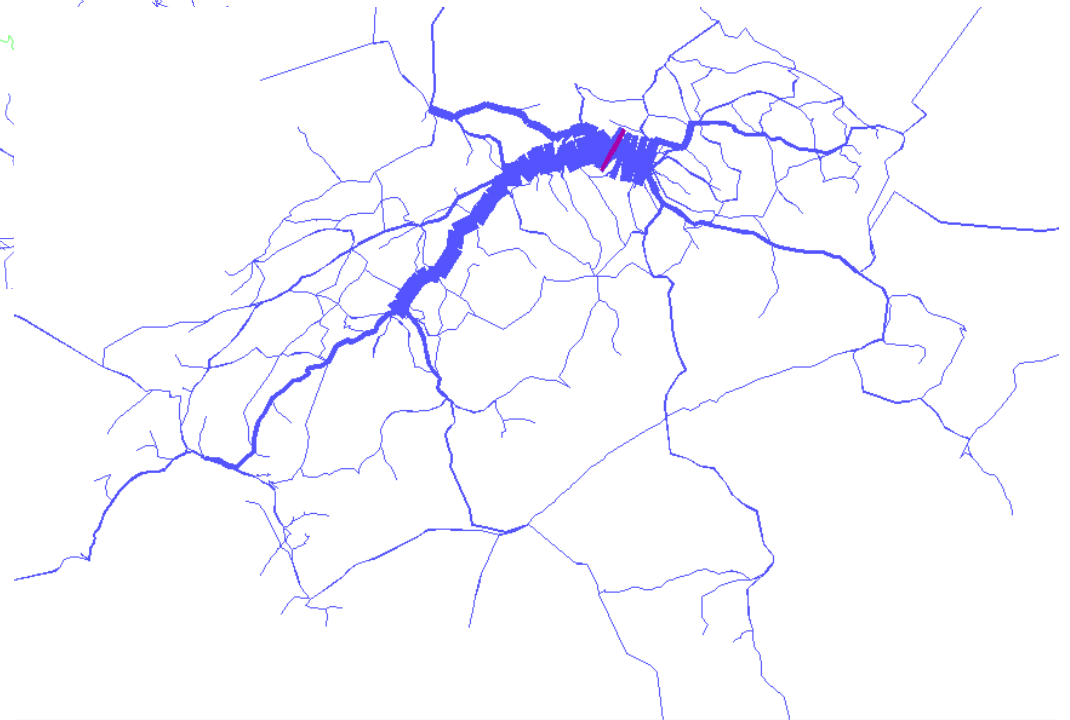


ÖV-Spinnenanalyse : Vergleich Modell/Erhebung

Modell Matrix (ohne Quell-, Ziel- und Transitströme)

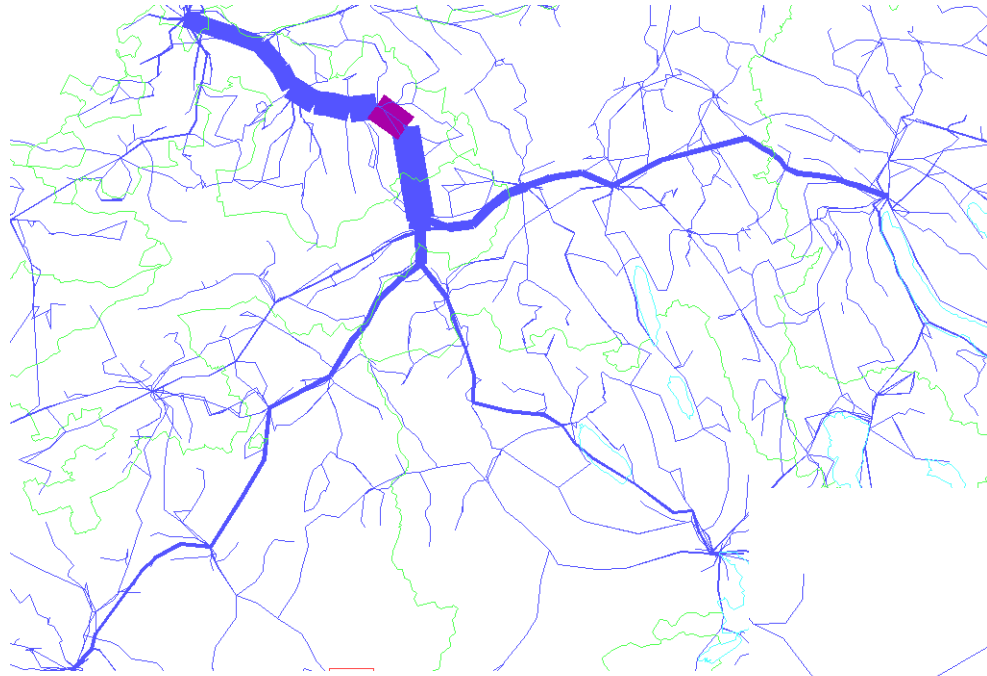


ICN-Matrix mit 1108 Zonen
(inkl. Quell-, Ziel- und Transitströme)

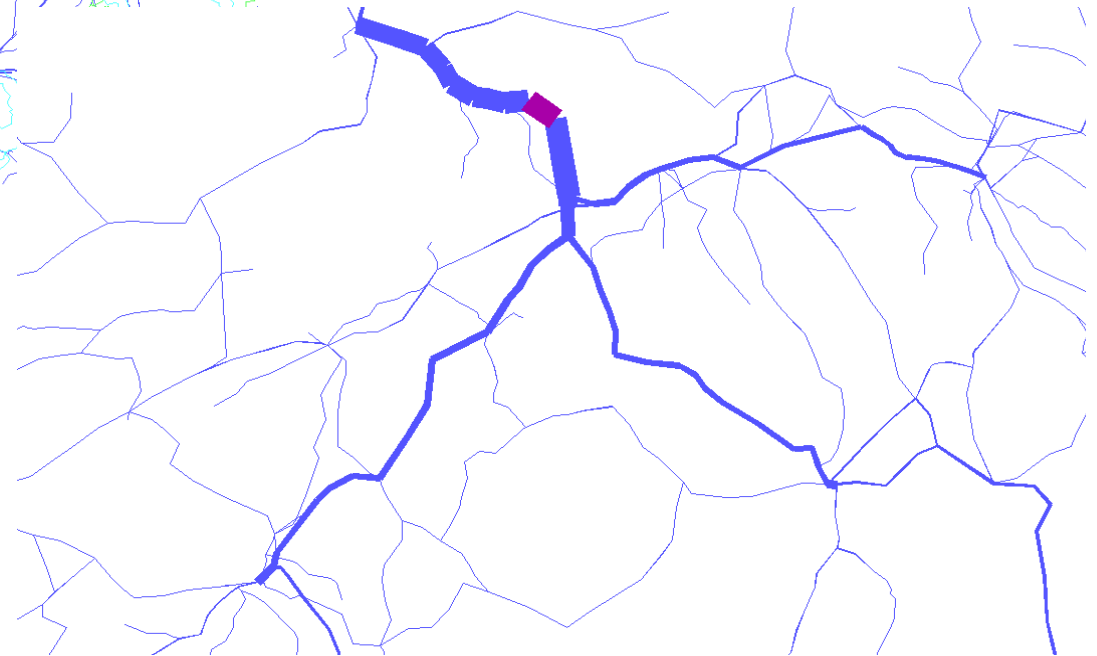


ÖV-Spinnenanalyse : Vergleich Modell/Erhebung

Modell Matrix (ohne Quell-, Ziel- und Transitströme)

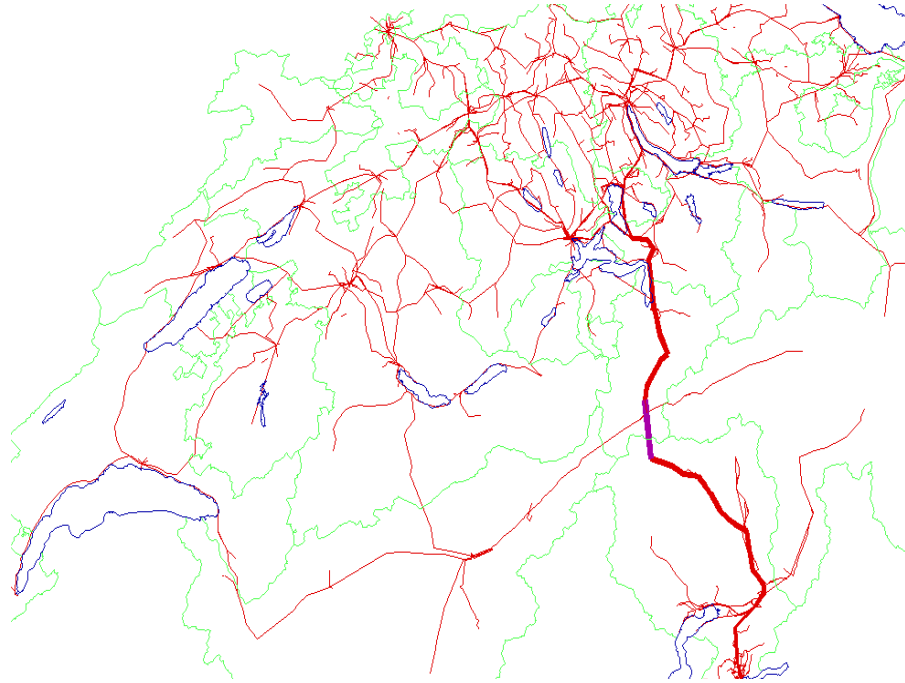


ICN-Matrix mit 1108 Zonen
(inkl. Quell-, Ziel- und Transitströme)

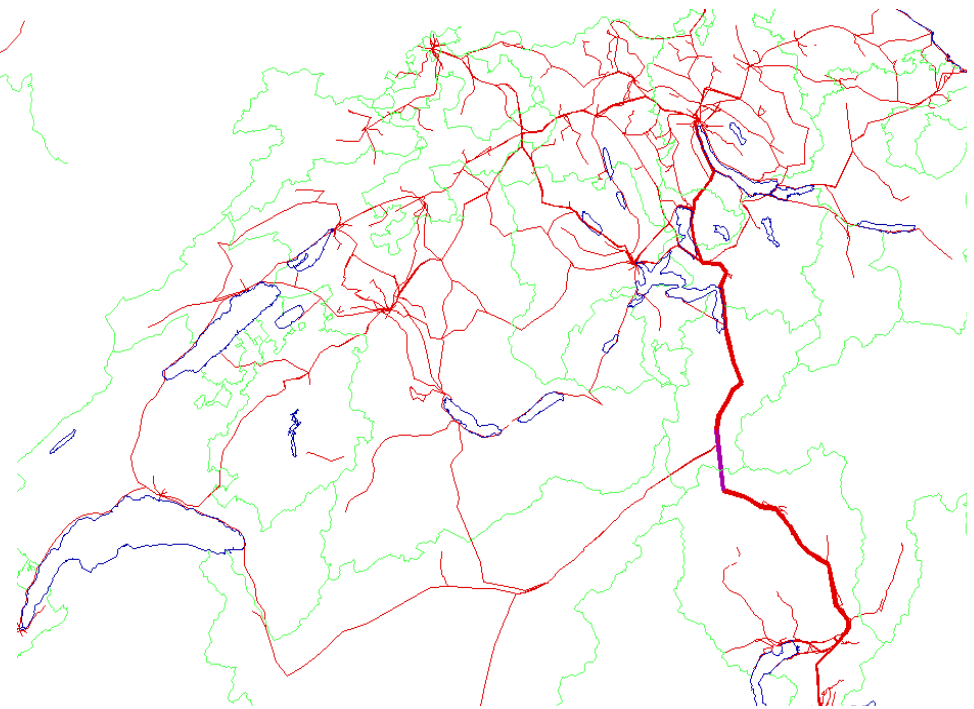


ÖV-Spinnenanalyse : Vergleich Modell/Erhebung

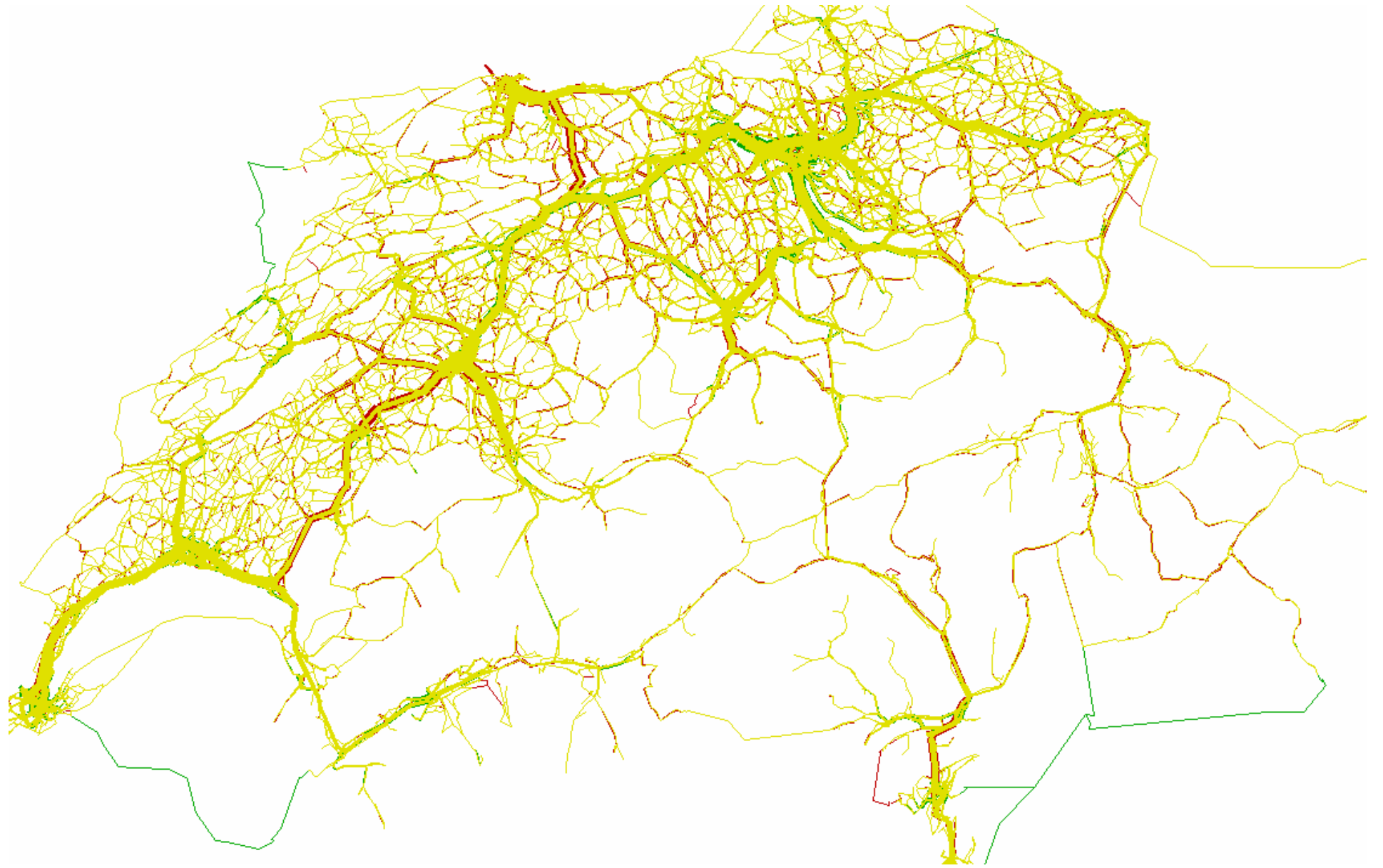
Modell Matrix



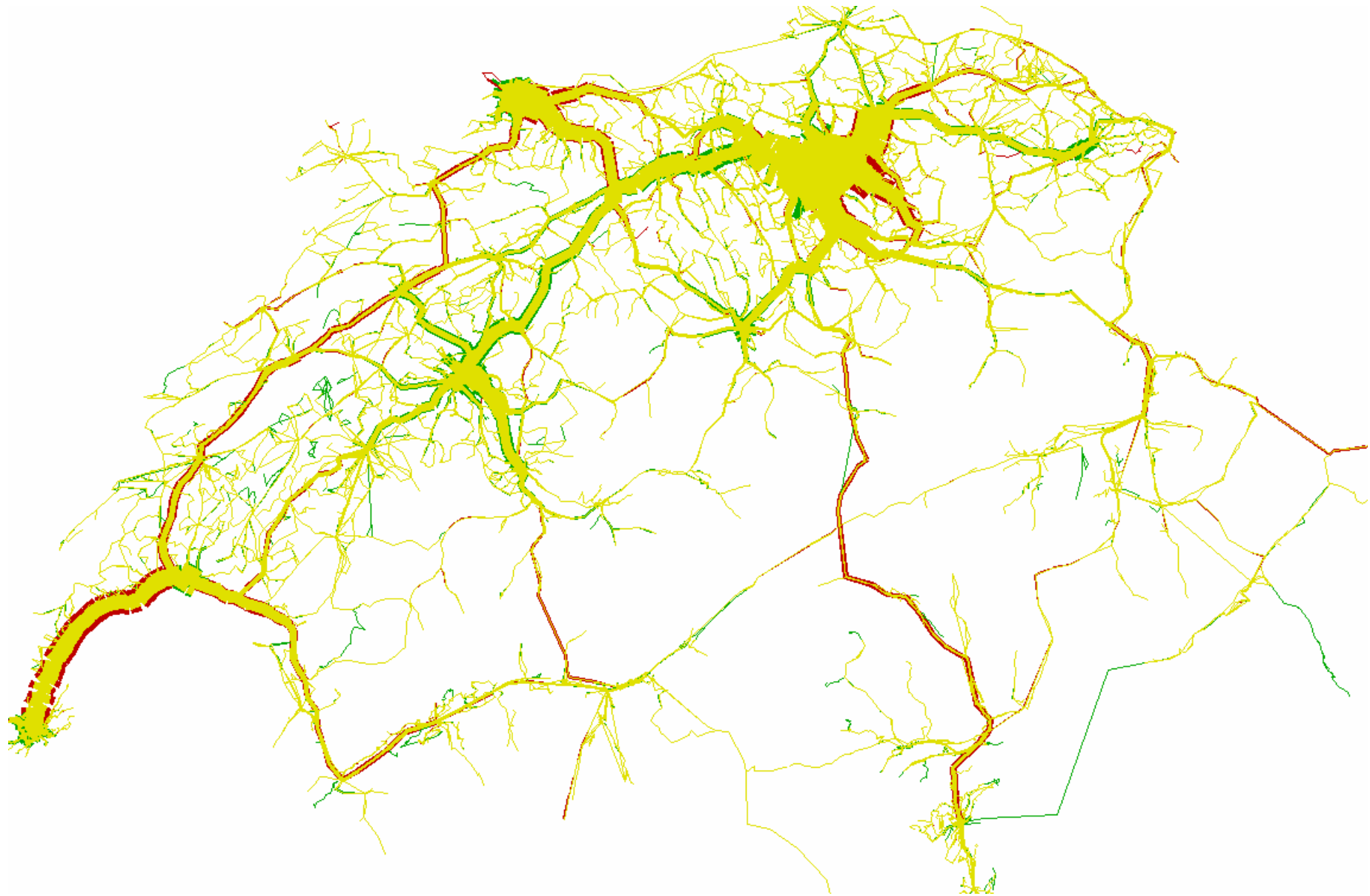
AQPV



Vergleich Modell/Volkszählung: MIV-Matrix

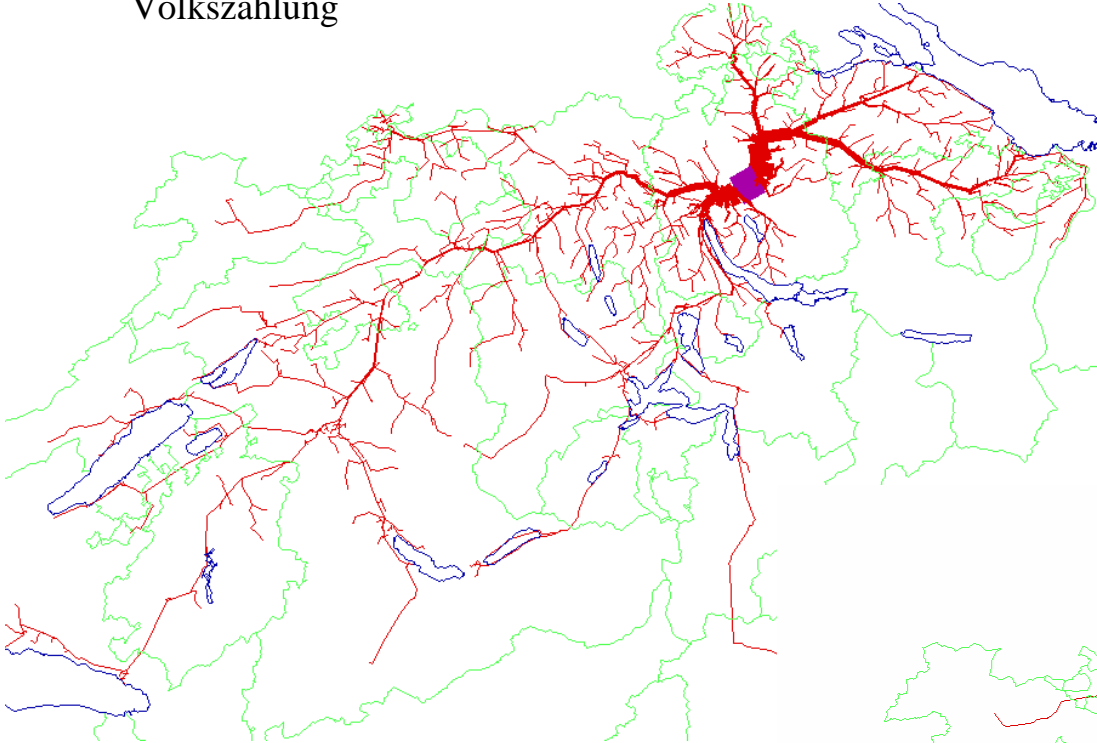


Vergleich Modell/Volkszählung: MIV-Matrix

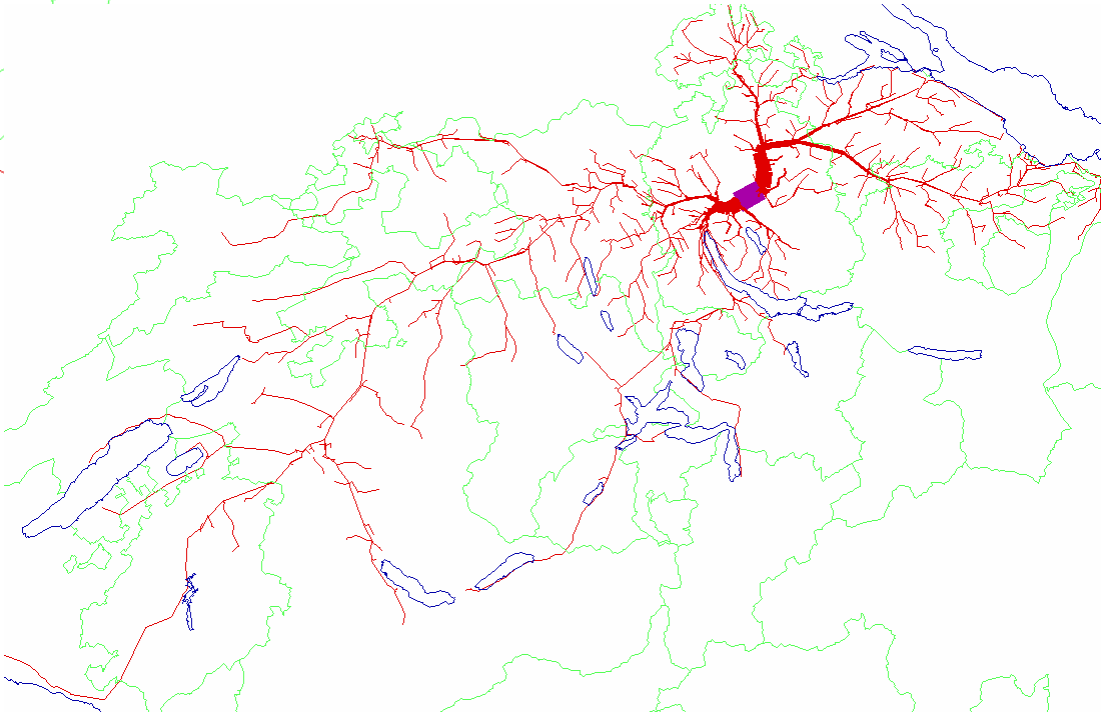


Pendlerströme Volkszählung/Modell: MIV-Spinnenanalyse

Volkszählung



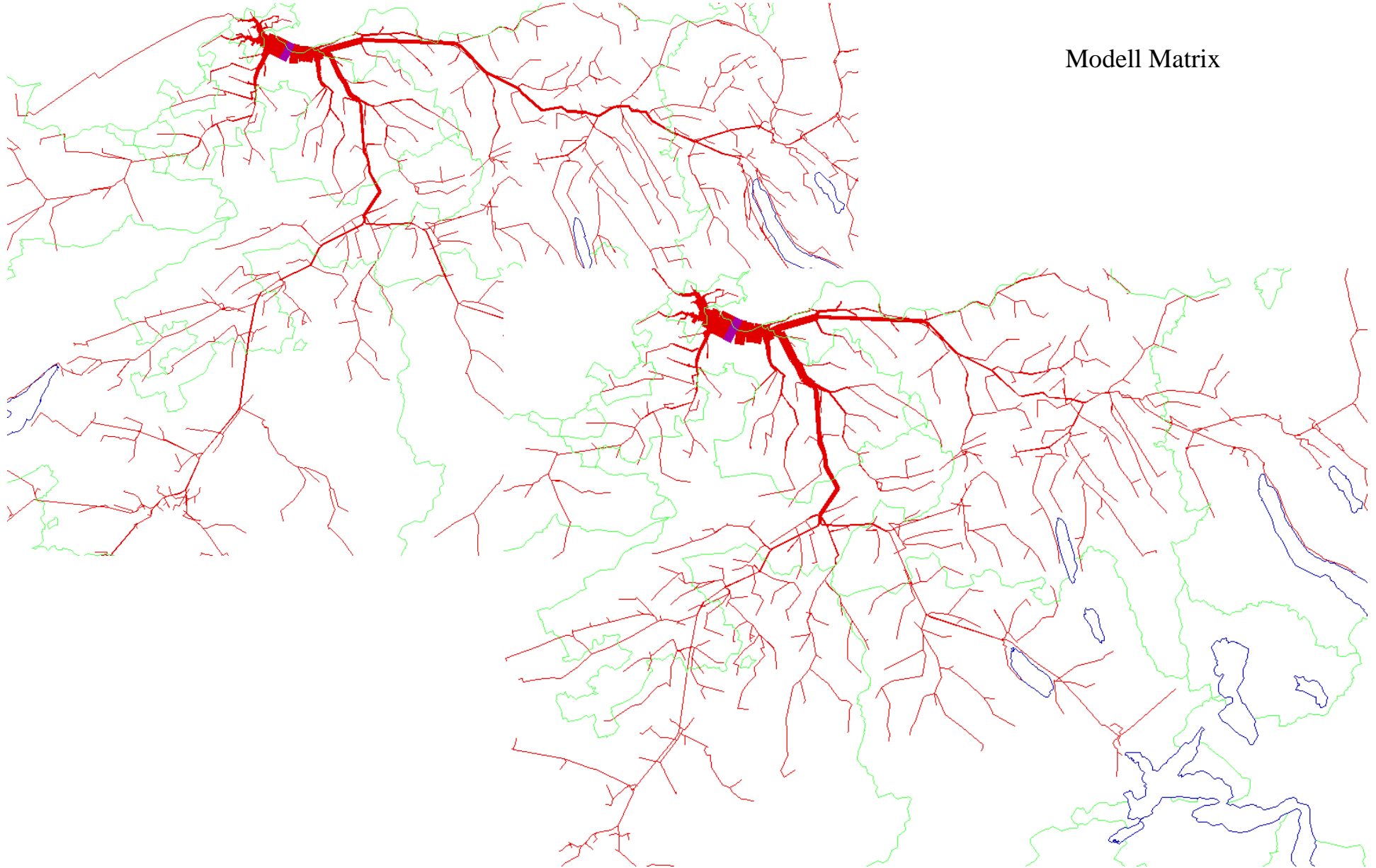
Modell Matrix



Pendlerströme Volkszählung/Modell: MIV-Spinnenanalyse

Volkszählung

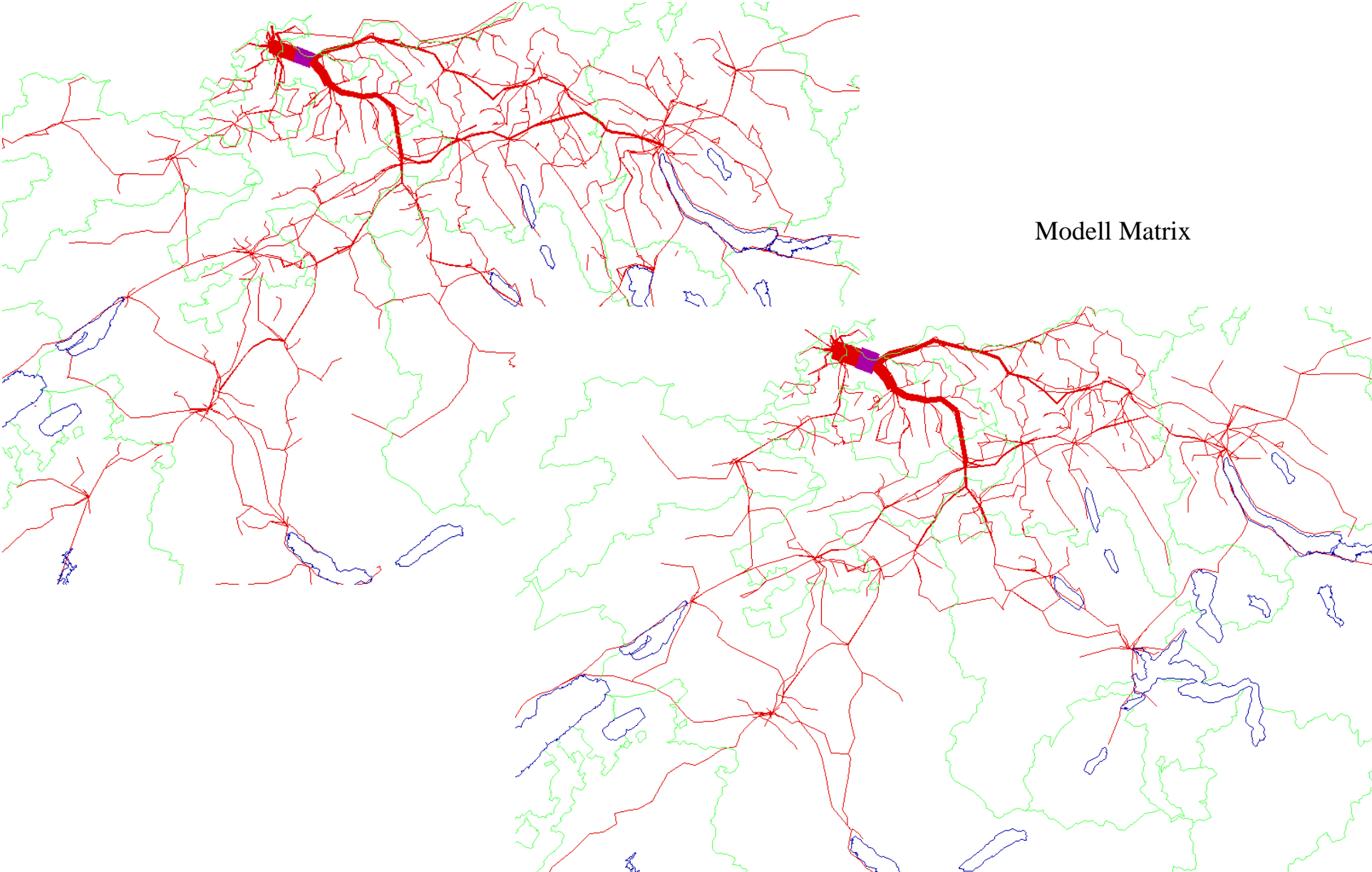
Modell Matrix



Pendlerströme Volkszählung/Modell: ÖV-Spinnenanalyse

Volkszählung

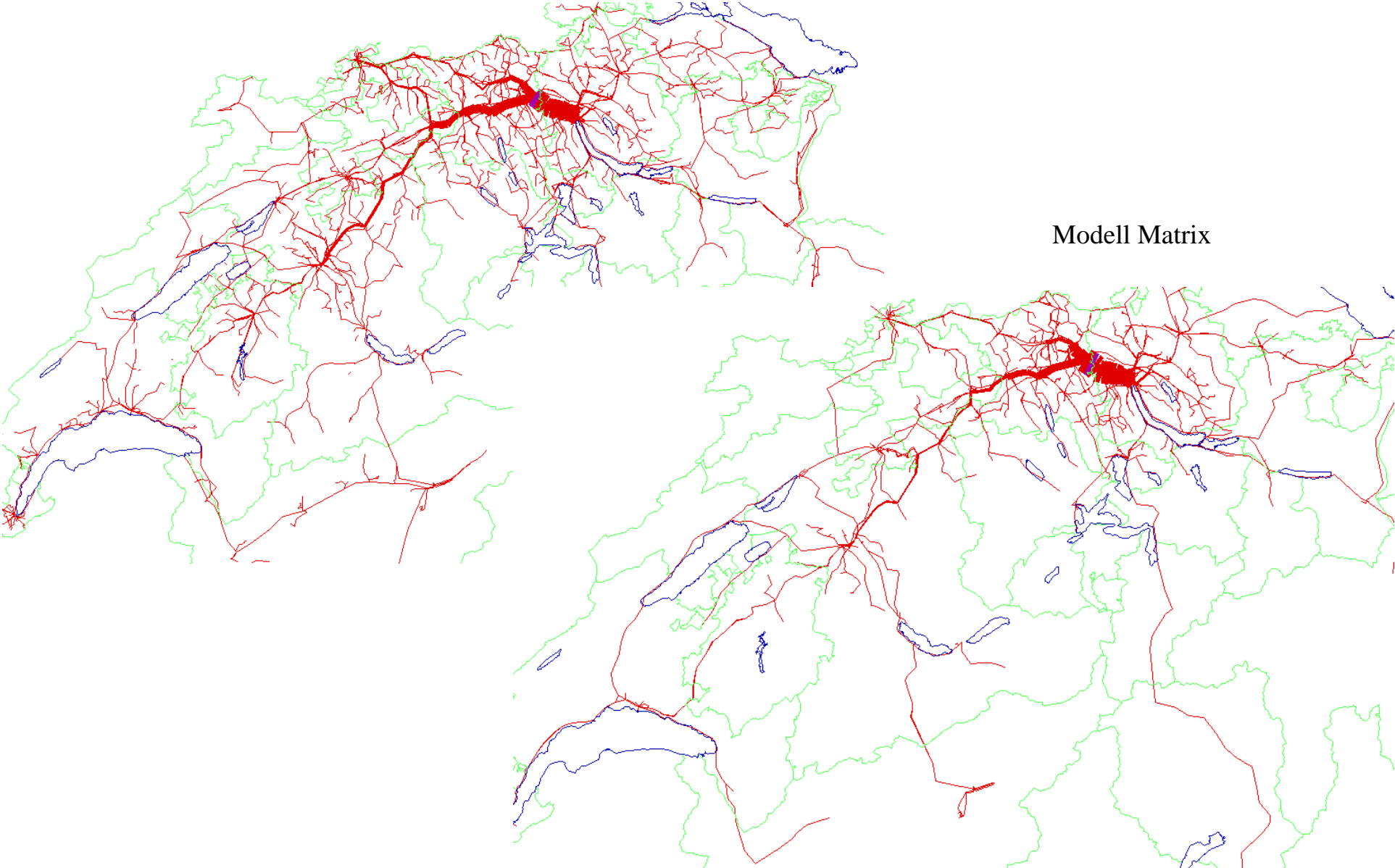
Modell Matrix



Pendlerströme Volkszählung/Modell: ÖV-Spinnenanalyse

Volkszählung

Modell Matrix



Aussenströme

- Aussenmodelle für:
 - Quell-Ziel-Ströme
 - Transit- und Umfahrungsströme
- Eichung mit Strömen aus A+GQPV - Erhebung
- Quell-Ziel-und Transitströme aus A+GQPV - Erhebung
- Umfahrungsströme aus Modell

Kalibration

- Plausibilität der
 - Zählraten
 - Zonenanbindungen
 - Verkehrsangebot (Fahrplanfehler und Netzattribute)
- Keine automatische Kalibration
- Manuelle Eichung der Matrix durch ein sukzessives Vorgehen

Überprüfung von Veränderungen

- Eckwerte der einzelnen Matrizen
- Reiseweiteverteilungen vor und nach der Kalibration
- Netzbelastungen und Abweichungen gegenüber der Querschnittszählung
- Analyse der Quell-Ziel-Ströme
- Spinnenanalyse auf einzelnen Querschnitten

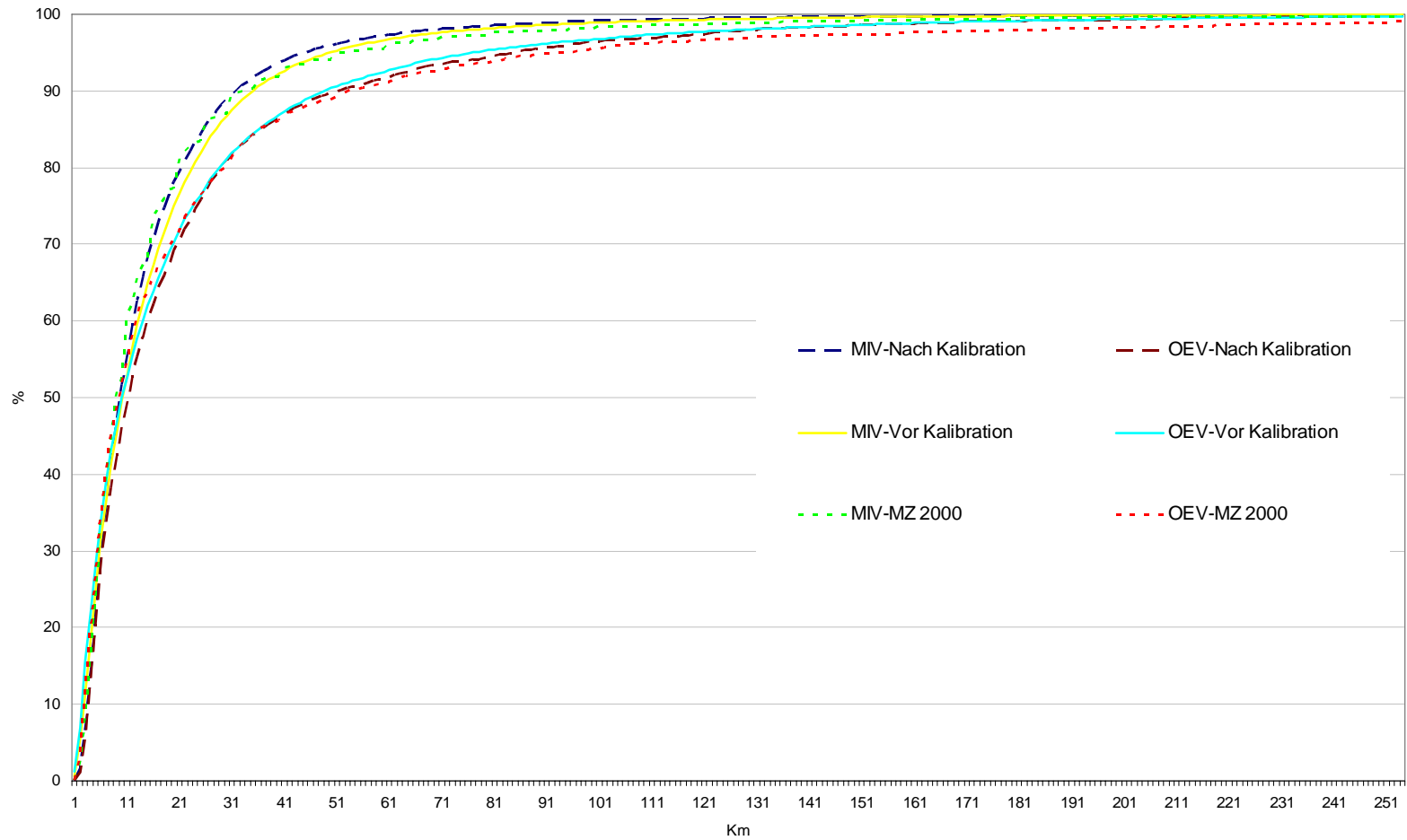
Quell-Ziel-Matrizen vor und nach der Kalibration

	Vor Kalibration	Nach Kalibration	Veränderung in %
		In Mio. Wege	
MIV-Matrix	10,184	10'060	1,2%
ÖV-Matrix*	2,133	1,797	15,7%
Summe	12,317	11,857	3,7%

Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung der kalibrierten Quell-Ziel-Matrix

	Mio. Personen Wege		Mio. Personen-km		Mitt. Reiseweite (km)	
	MIV	ÖV	MIV	ÖV	MIV	ÖV
Binnenverkehr						
Pendler	3,0	1,1	39,5	20,7	13,4	18,6
Nutzfahrt	0,7	0,0	16,0	3,3	22,8	73,0
Einkauf	1,5	0,2	18,6	1,9	12,1	11,8
Freizeit	4,9	0,5	81,8	15,2	16,8	32,2
Summe	10,1	1,8	155,9	41,2	15,5	22,9
Binnen- und Aussenverkehr						
Pendler	3,2	1,1	56,0	20,8	17,5	18,6
Nutzfahrt	0,8	0,0	27,9	5,5	36,3	111,1
Einkauf	1,7	0,2	29,8	2,1	17,1	13,1
Freizeit	5,3	0,5	138,3	26,4	26,3	52,1
Summe	11,0	1,8	252,0	54,9	23,0	29,9

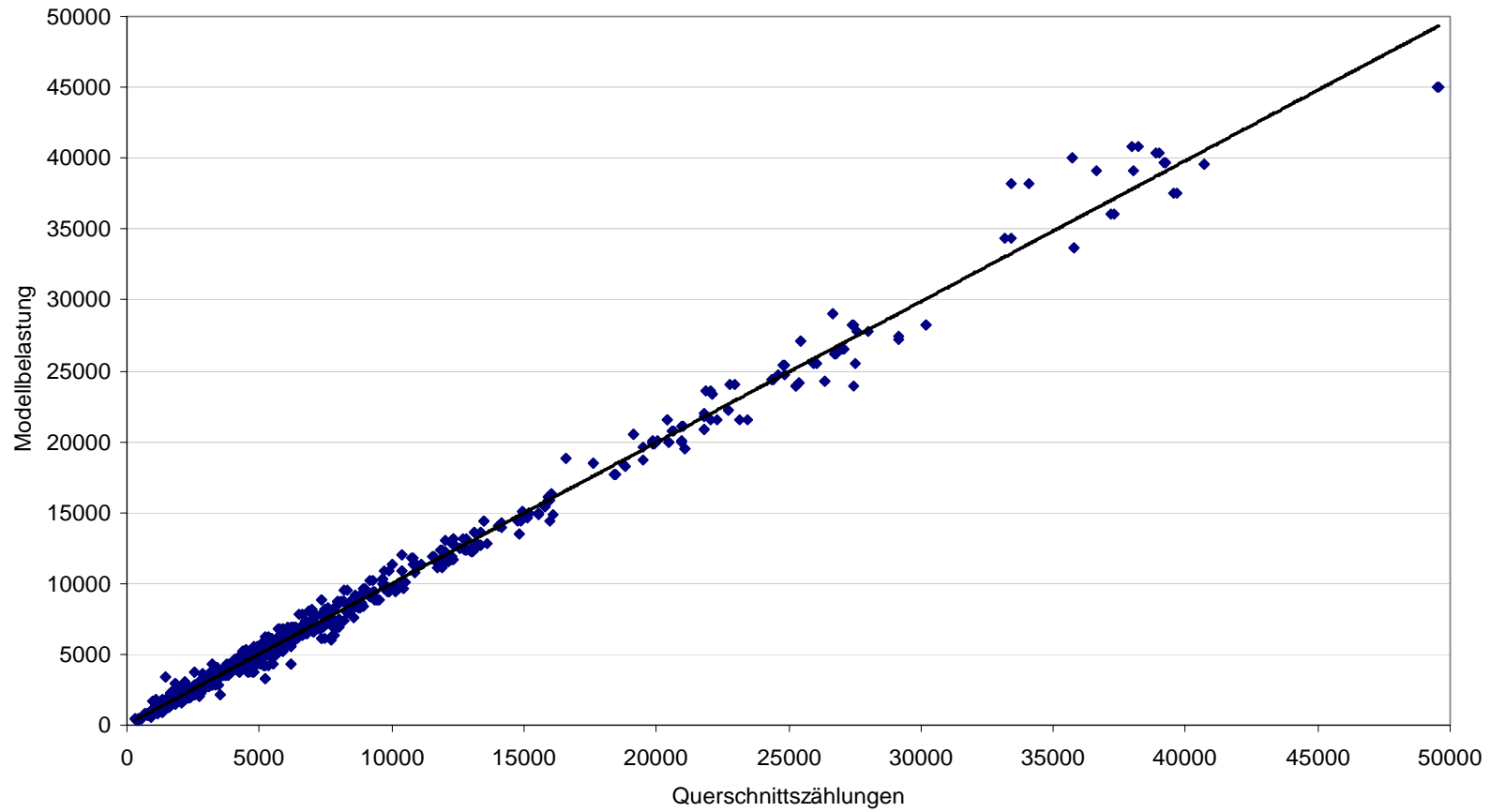
Reiseweiteverteilung Vor-/Nach der Kalibration: Alle Zwecke



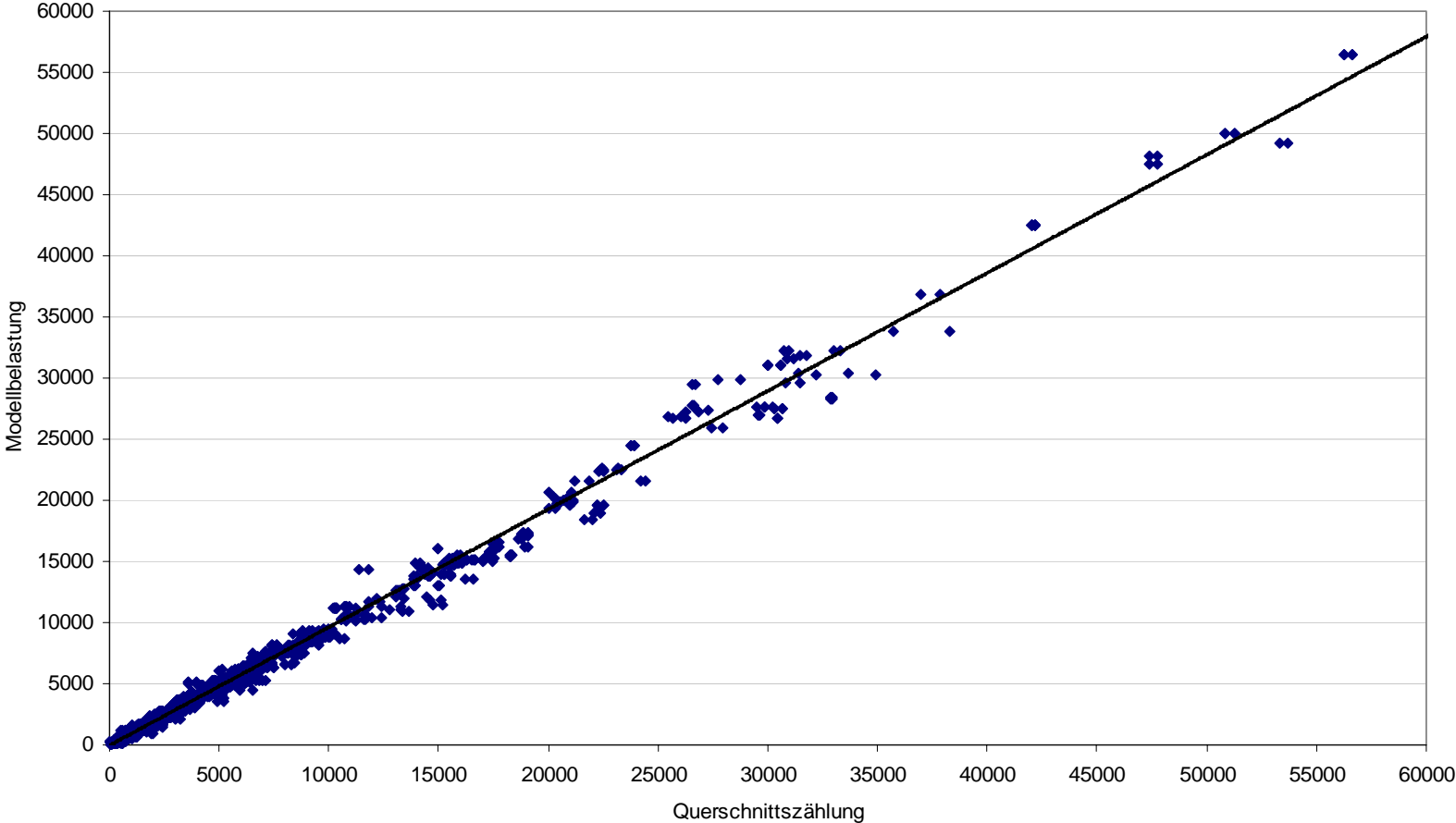
Vergleich: Netzbelastungen/Querschnittszählungen

- Abweichungen:
 - MIV – Modell (602 Querschnitten) **5,97%**
 - ÖV – Modell (1210 Querschnitten) **7,68%**
- Korrelationskoeffizient
 - MIV – Modell **0,9938**
 - ÖV – Modell **0,9968**

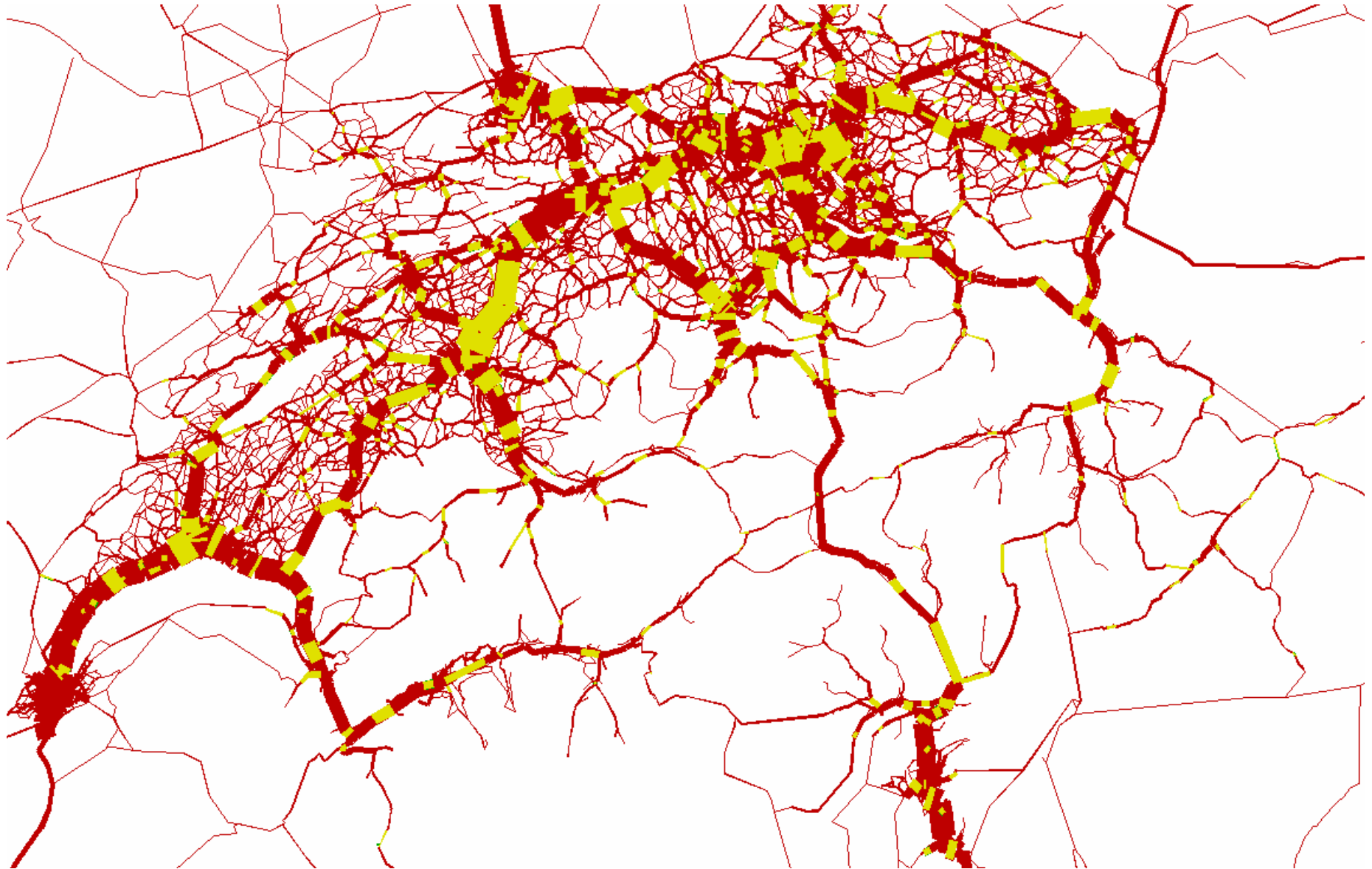
Netzbelastungen/Querschnittszählungen: MIV



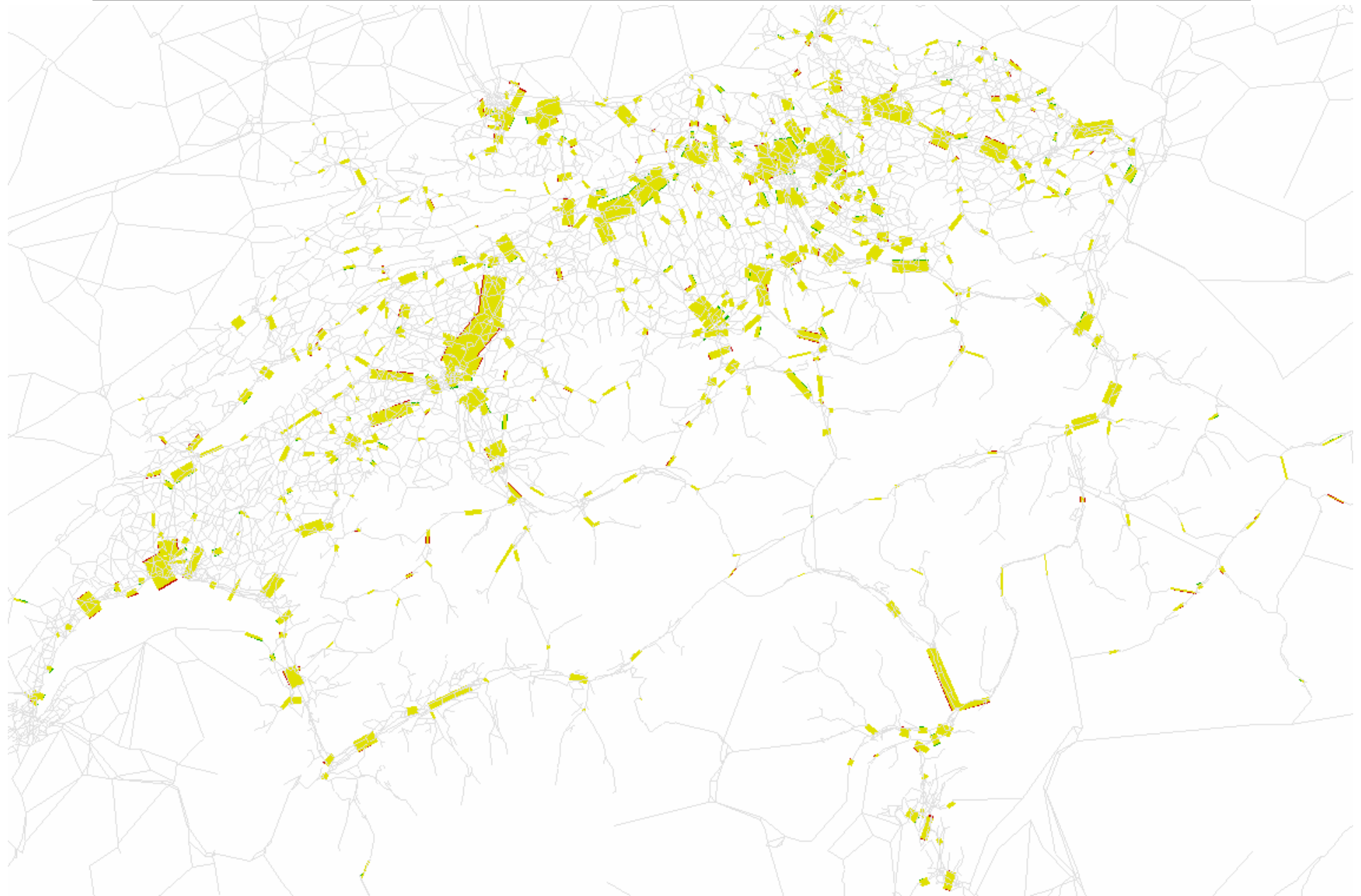
Netzbelastungen/Querschnittszählungen: ÖV



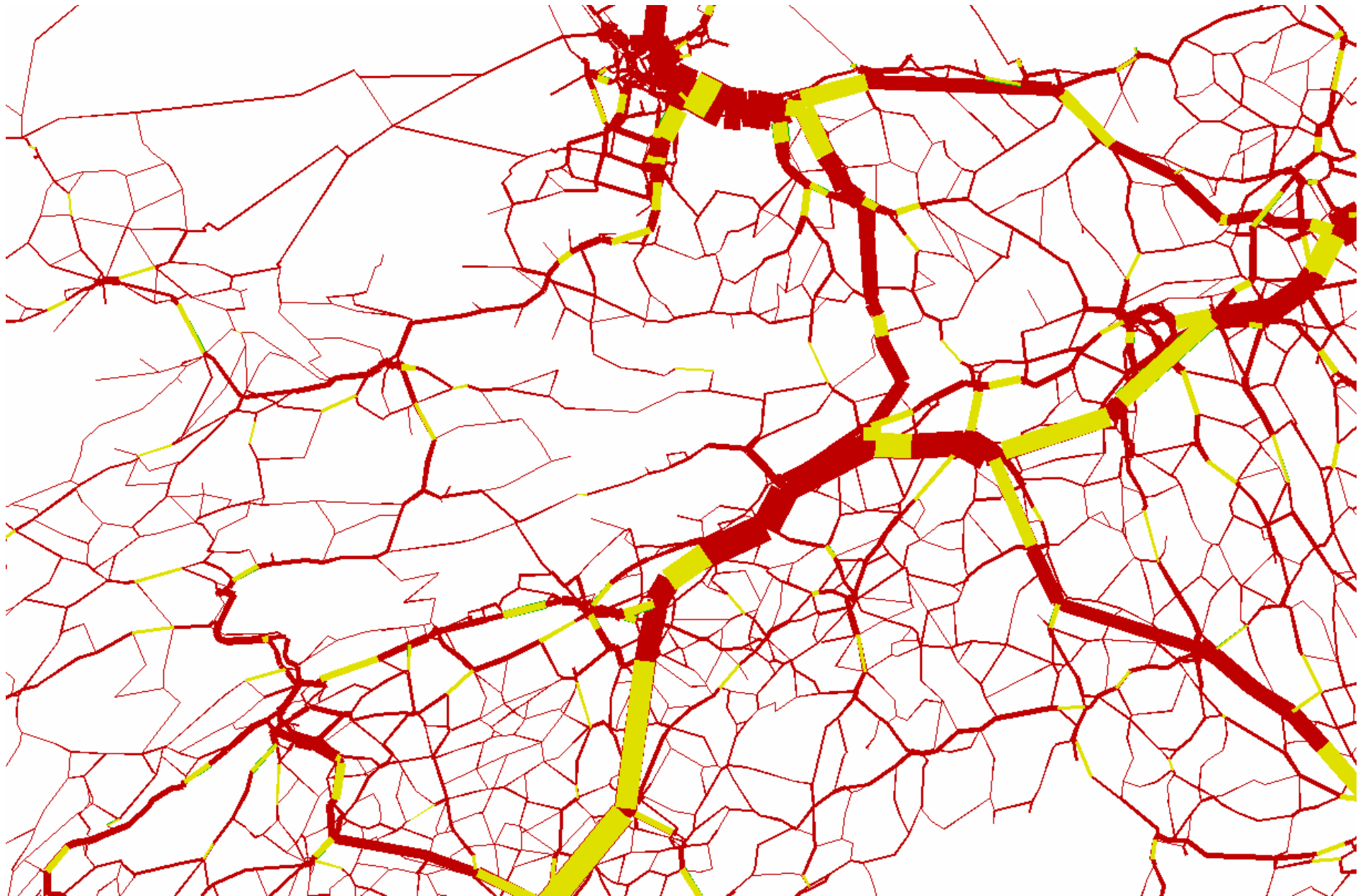
MIV: Umlegung / Zählung



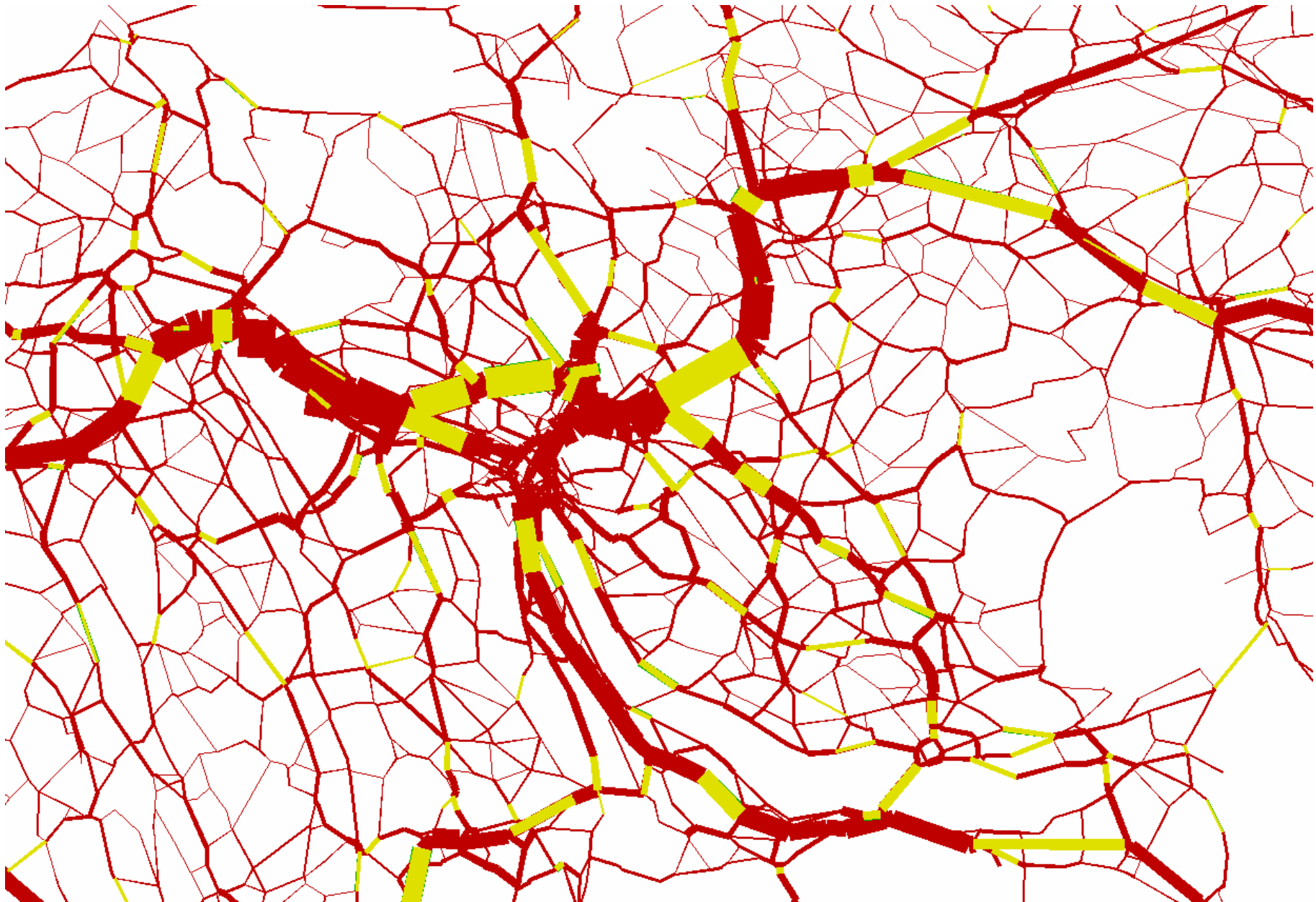
MIV: Umlegung / Zählung



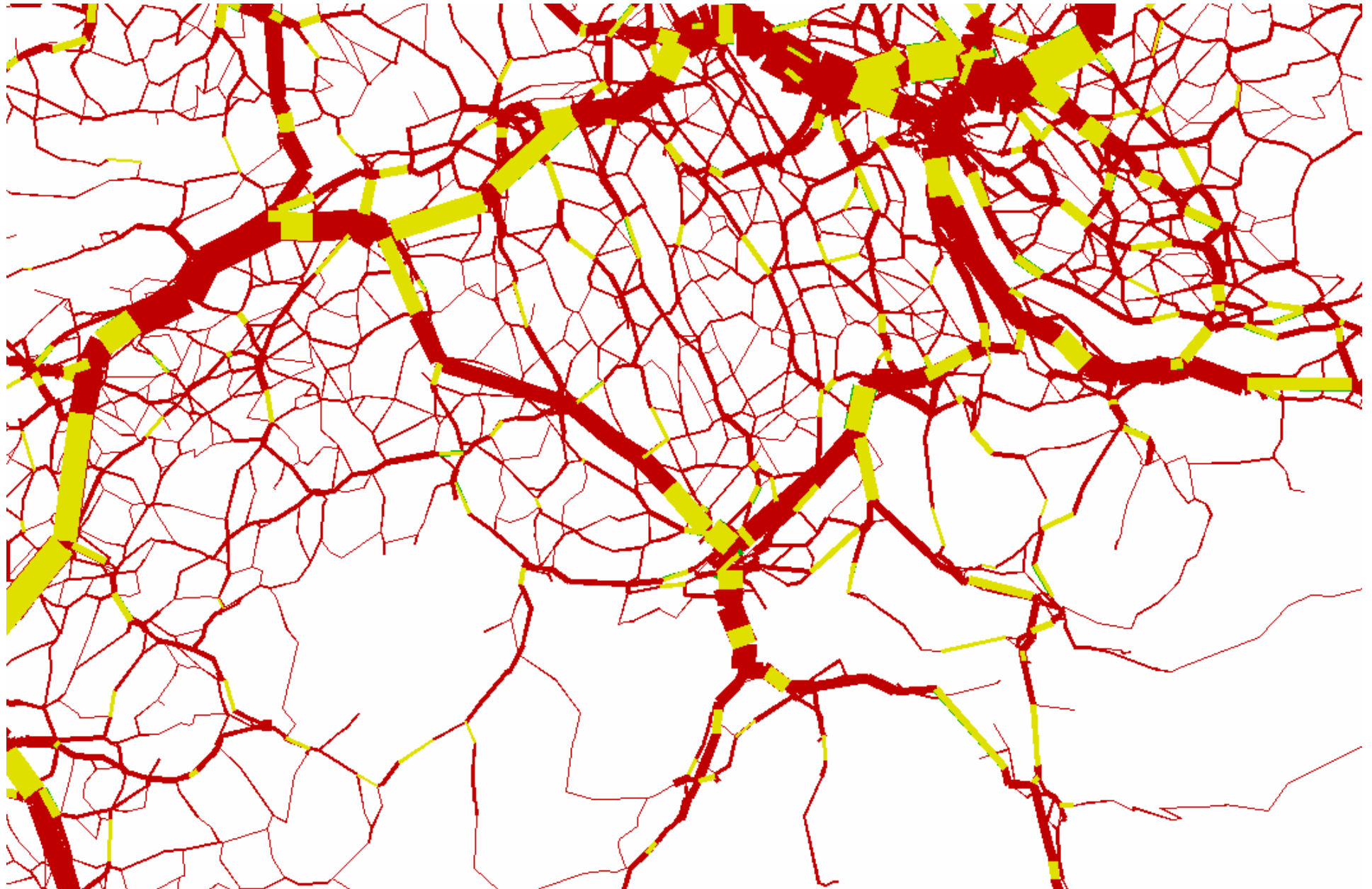
Umlegung / Zählung: MIV (Basel)



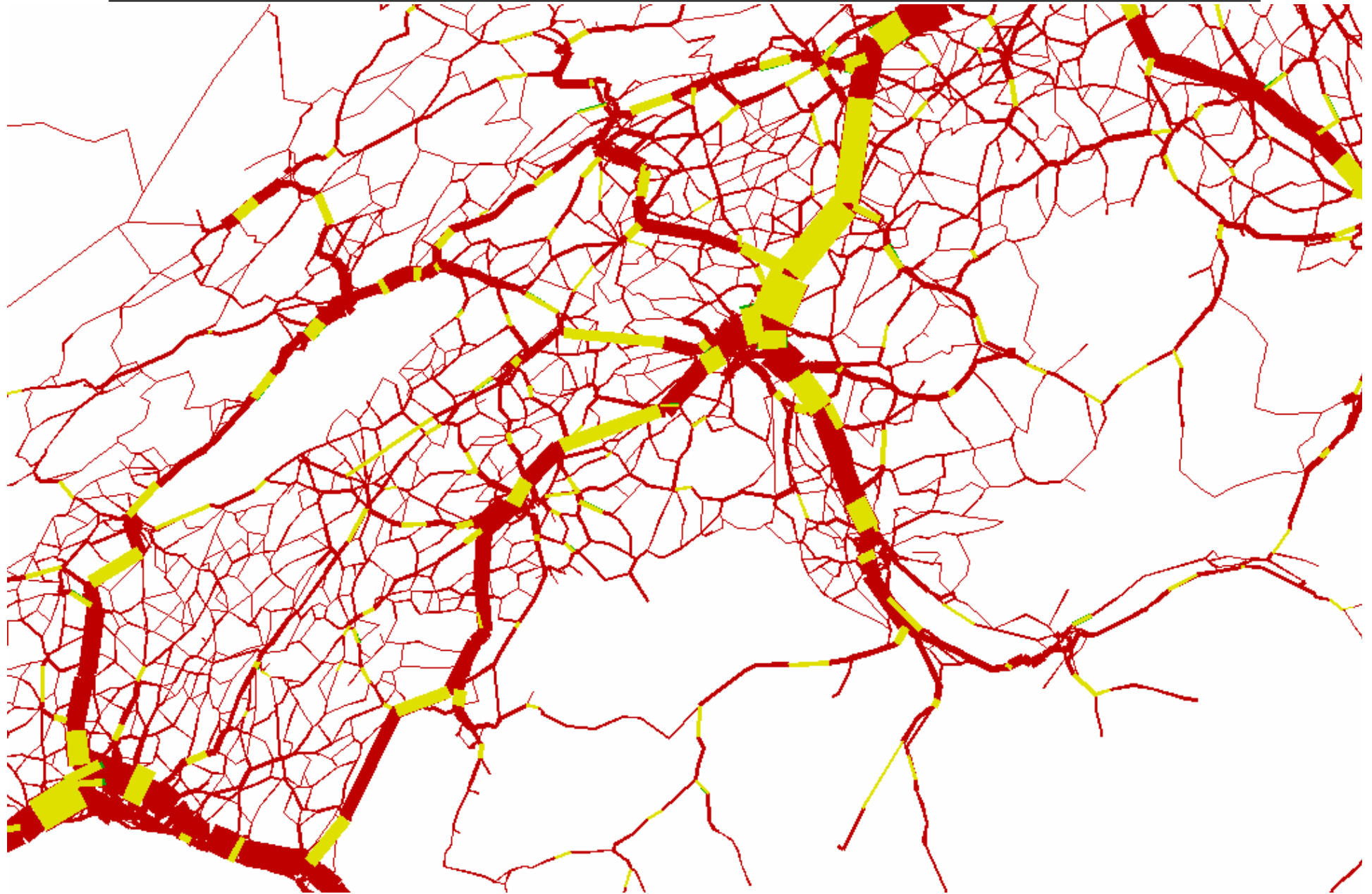
Umlegung / Zählung: MIV (Zürich)



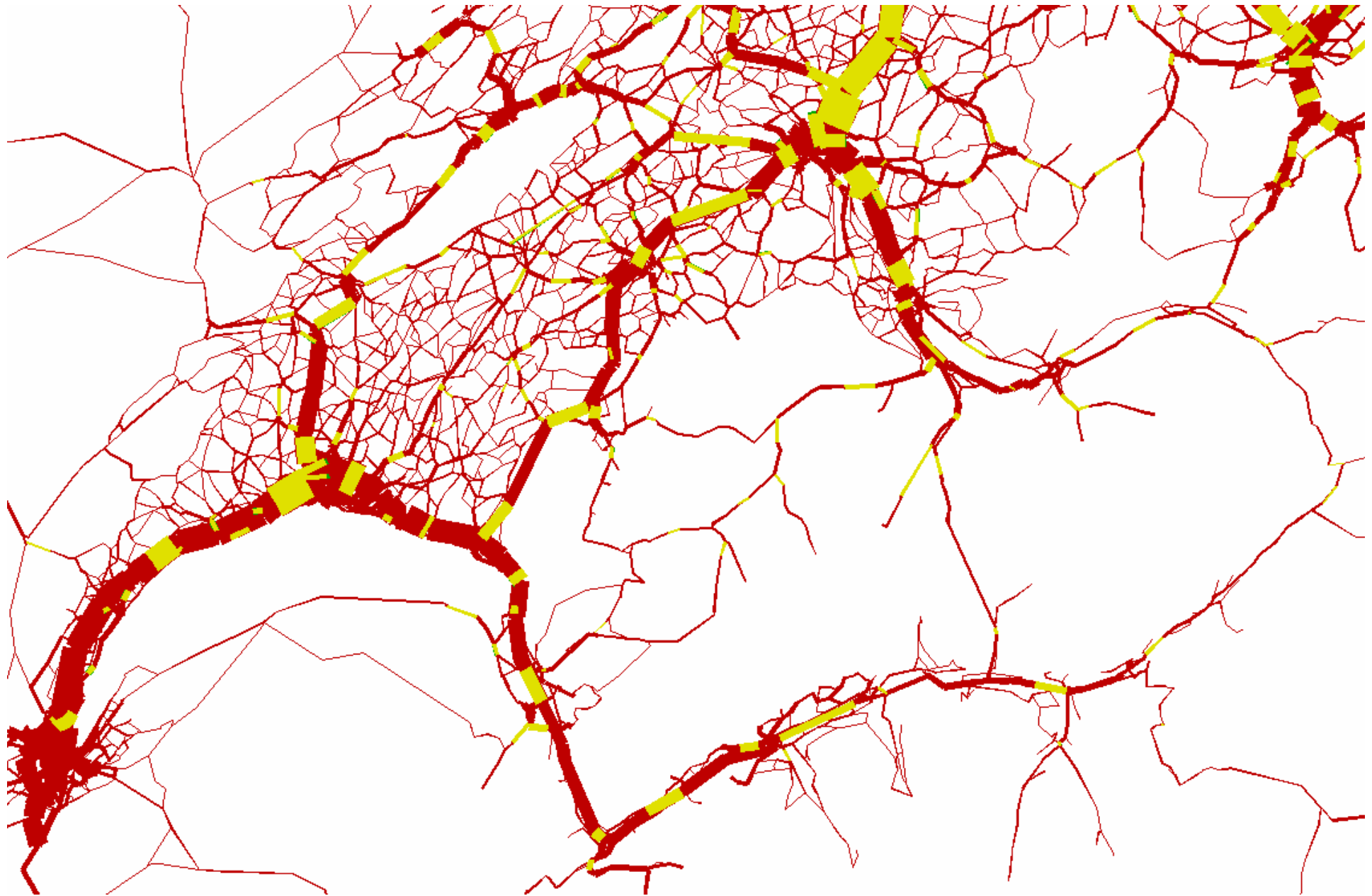
Umlegung / Zählung: MIV (Luzern)



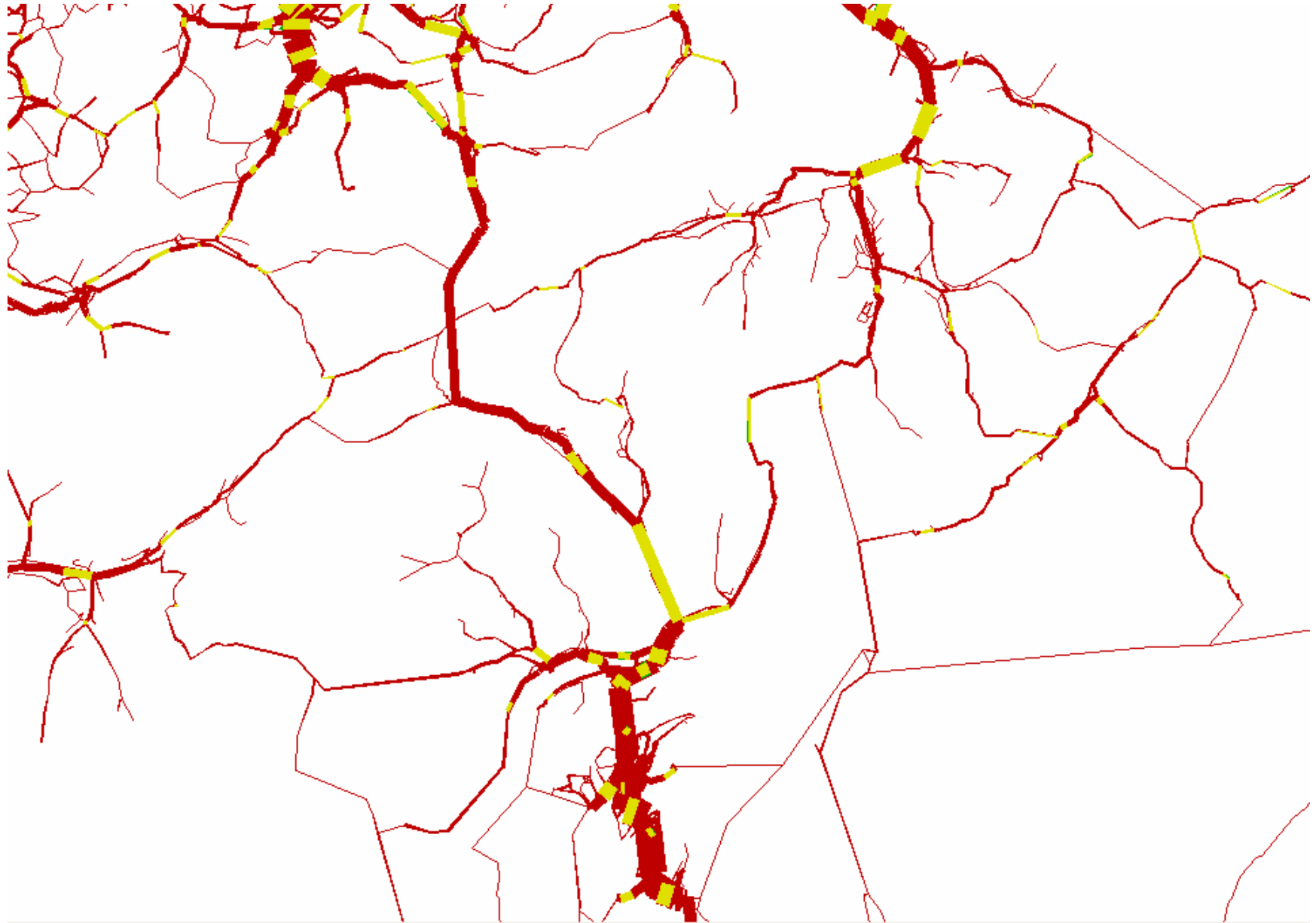
Umlegung / Zählung: MIV (Bern)



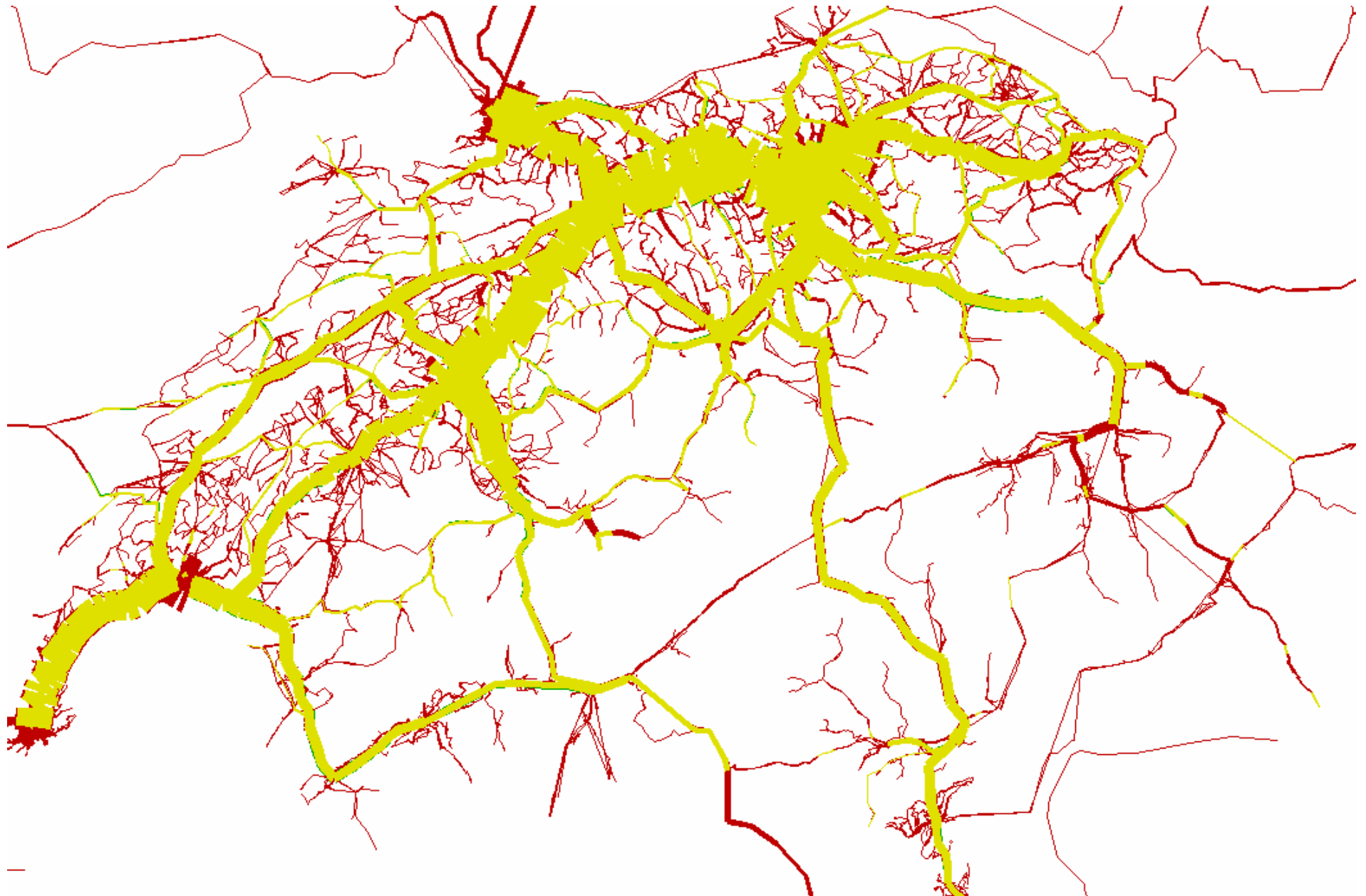
Umlegung / Zählung: MIV (Lausanne)



Umlegung / Zählung: MIV (Tessin)



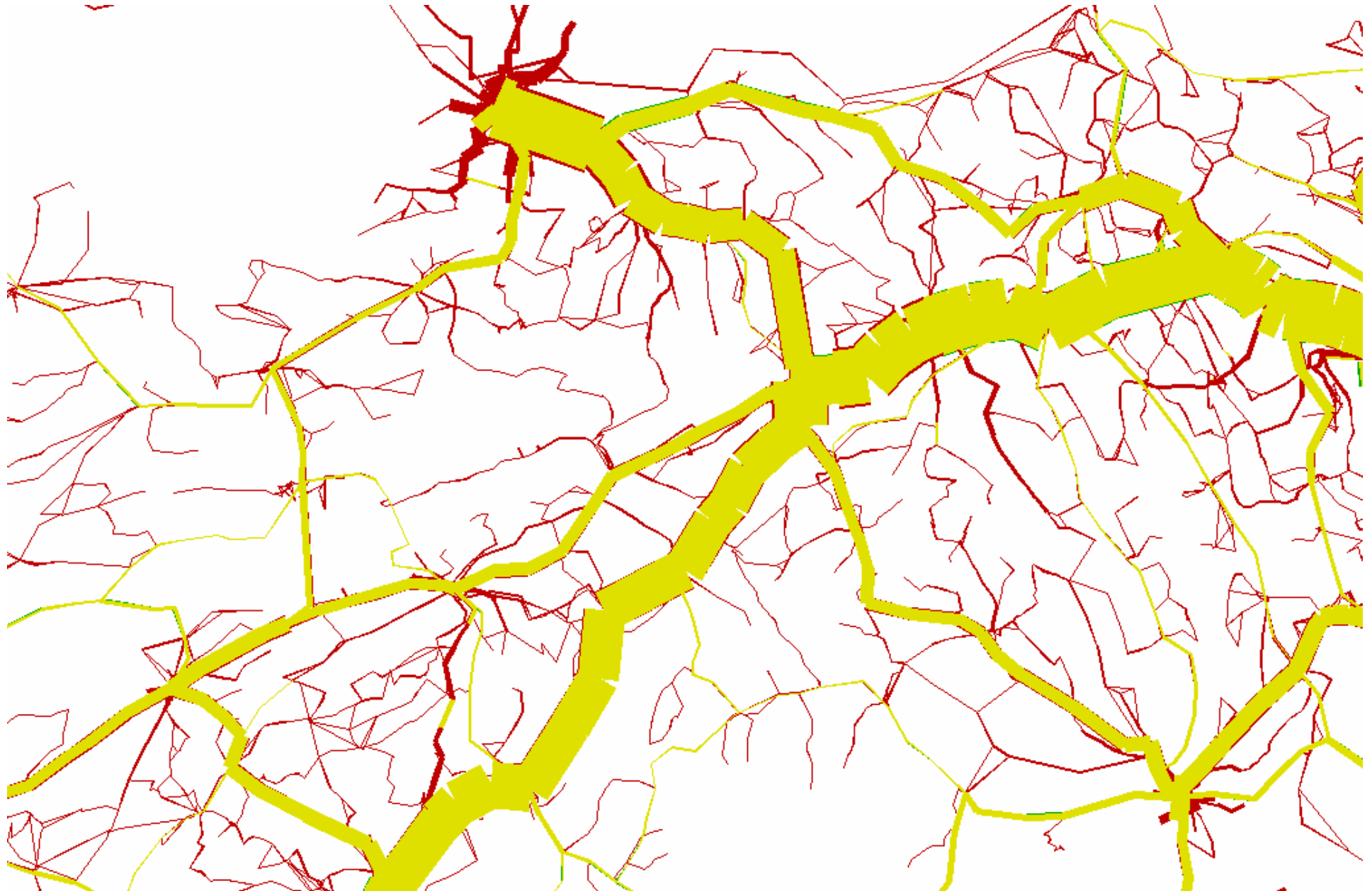
Umlegung / Zählung: ÖV



Umlegung / Zählung: ÖV



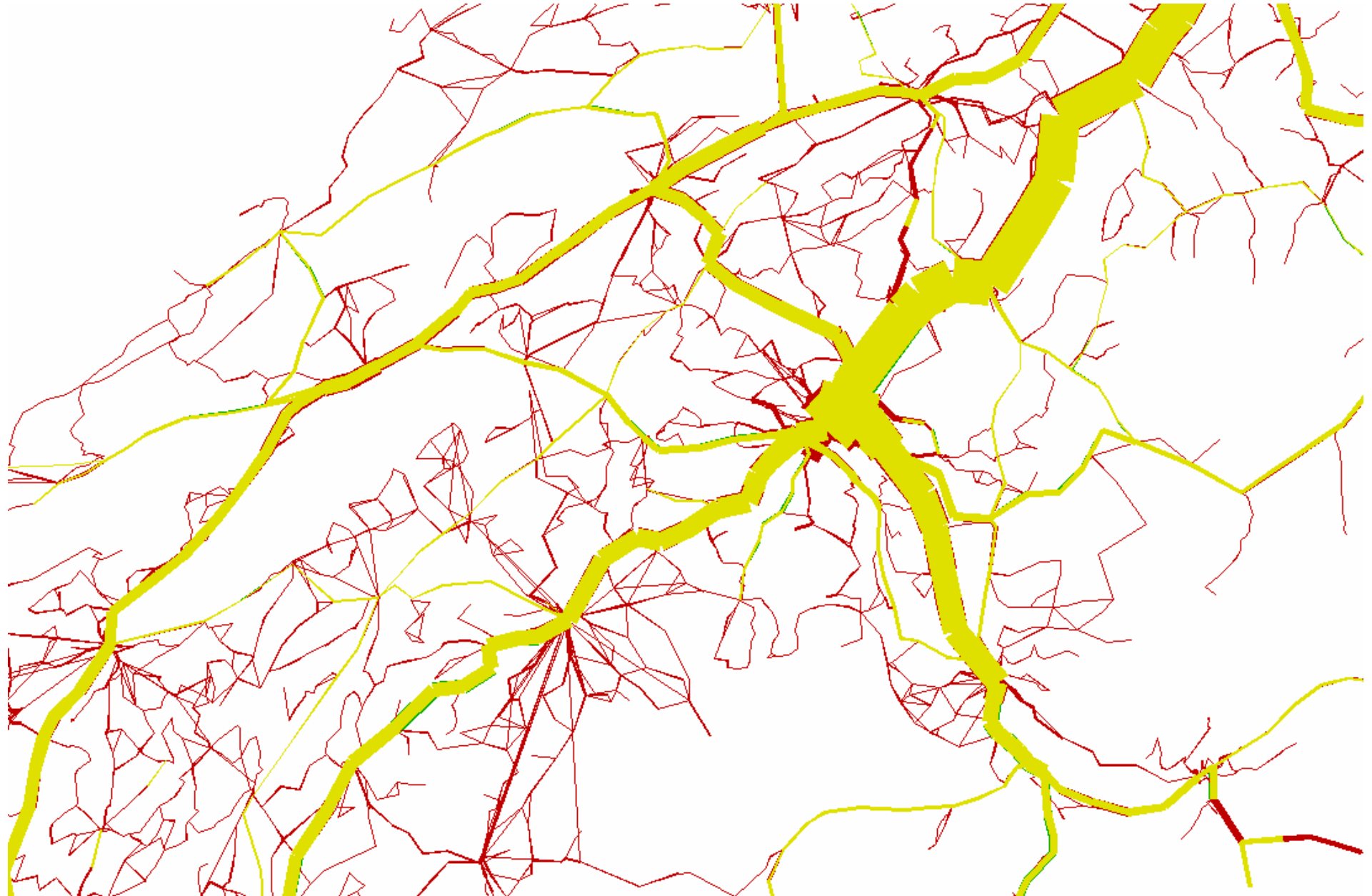
Umlegung / Zählung: ÖV (Basel)



Umlegung / Zählung: ÖV (Zürich)



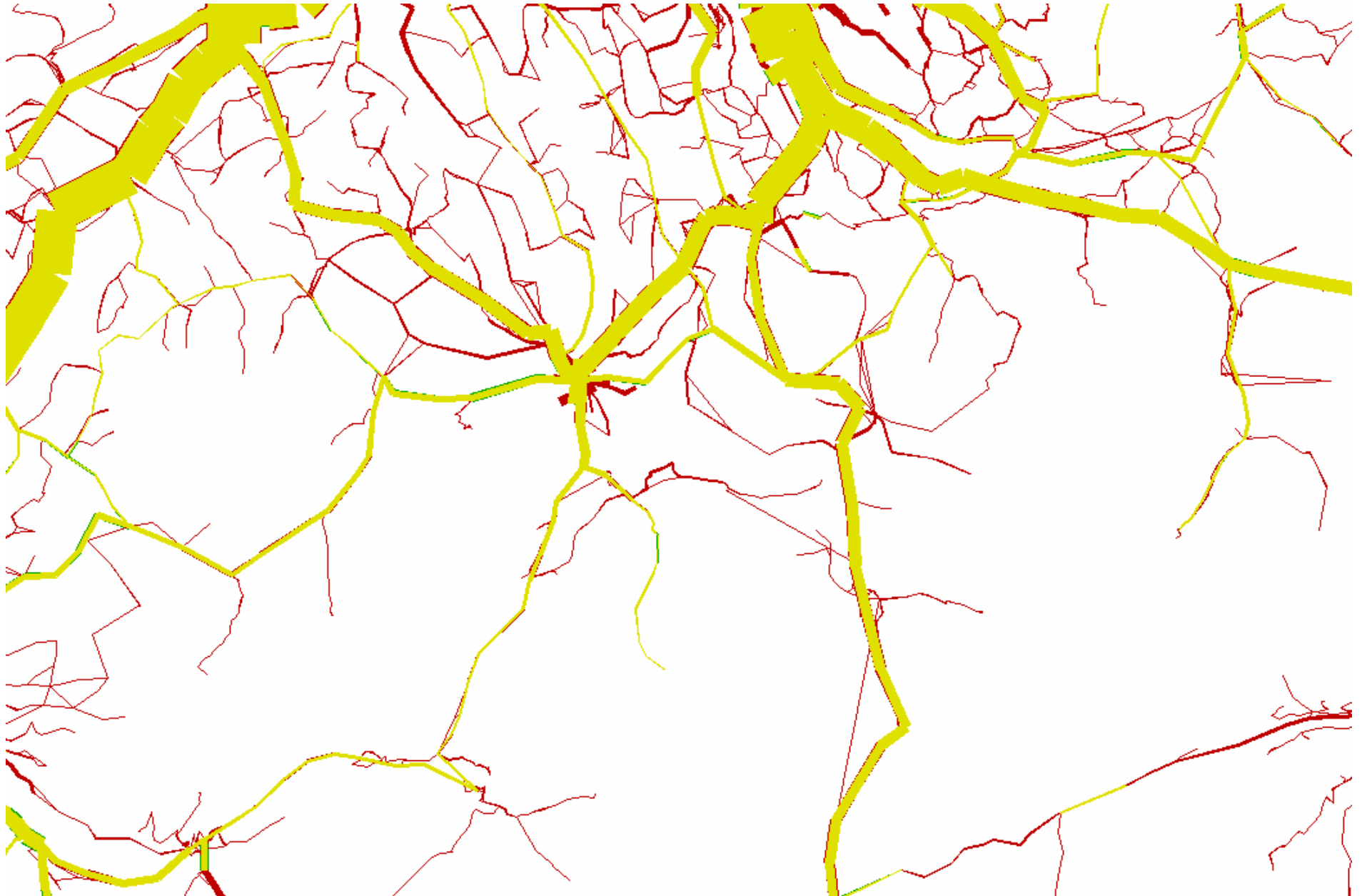
Umlegung / Zählung: ÖV (Bern)



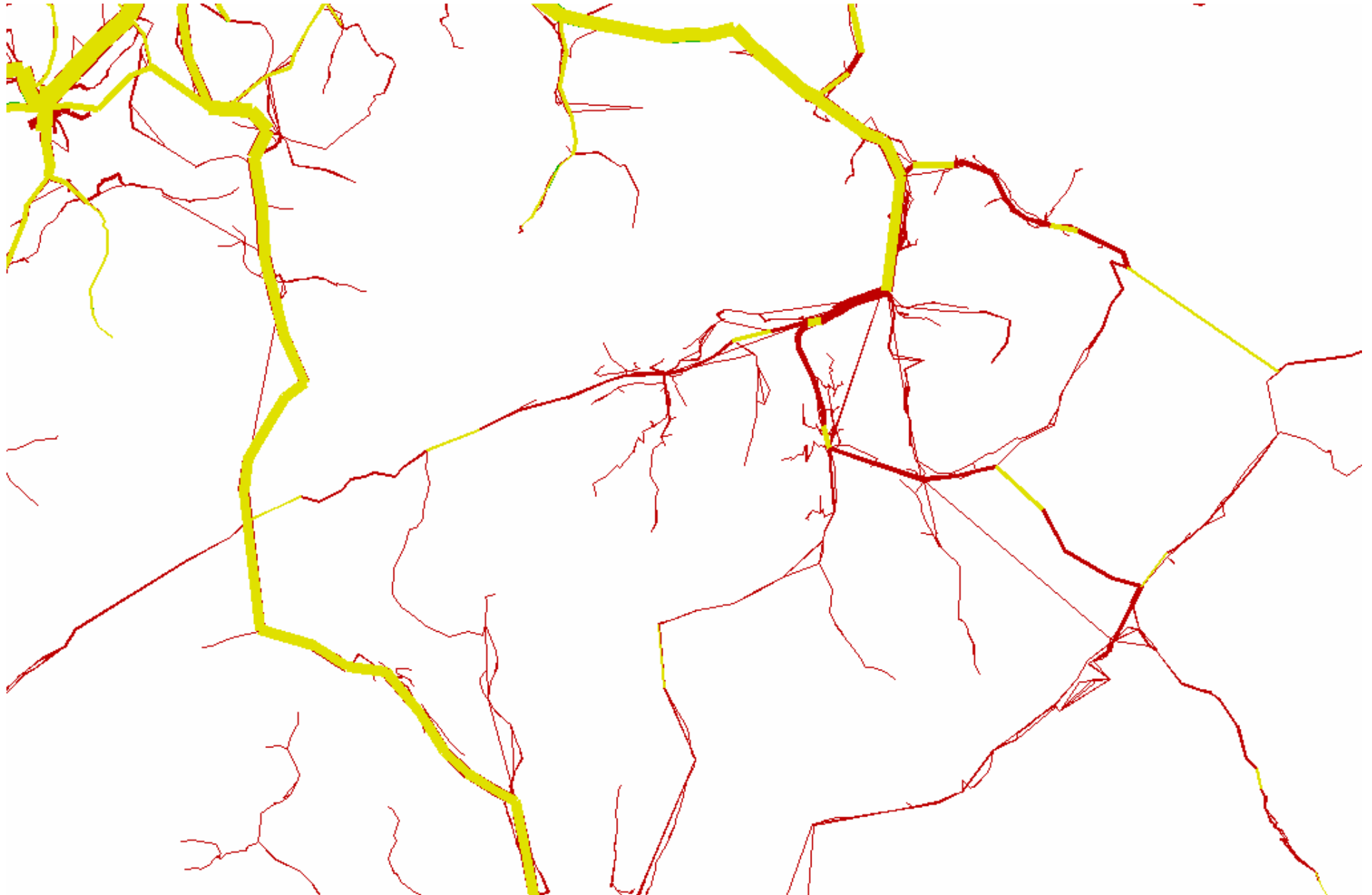
Umlegung / Zählung: ÖV (Lausanne)



Umlegung / Zählung: ÖV (Luzern)



Umlegung / Zählung: ÖV (Chur)



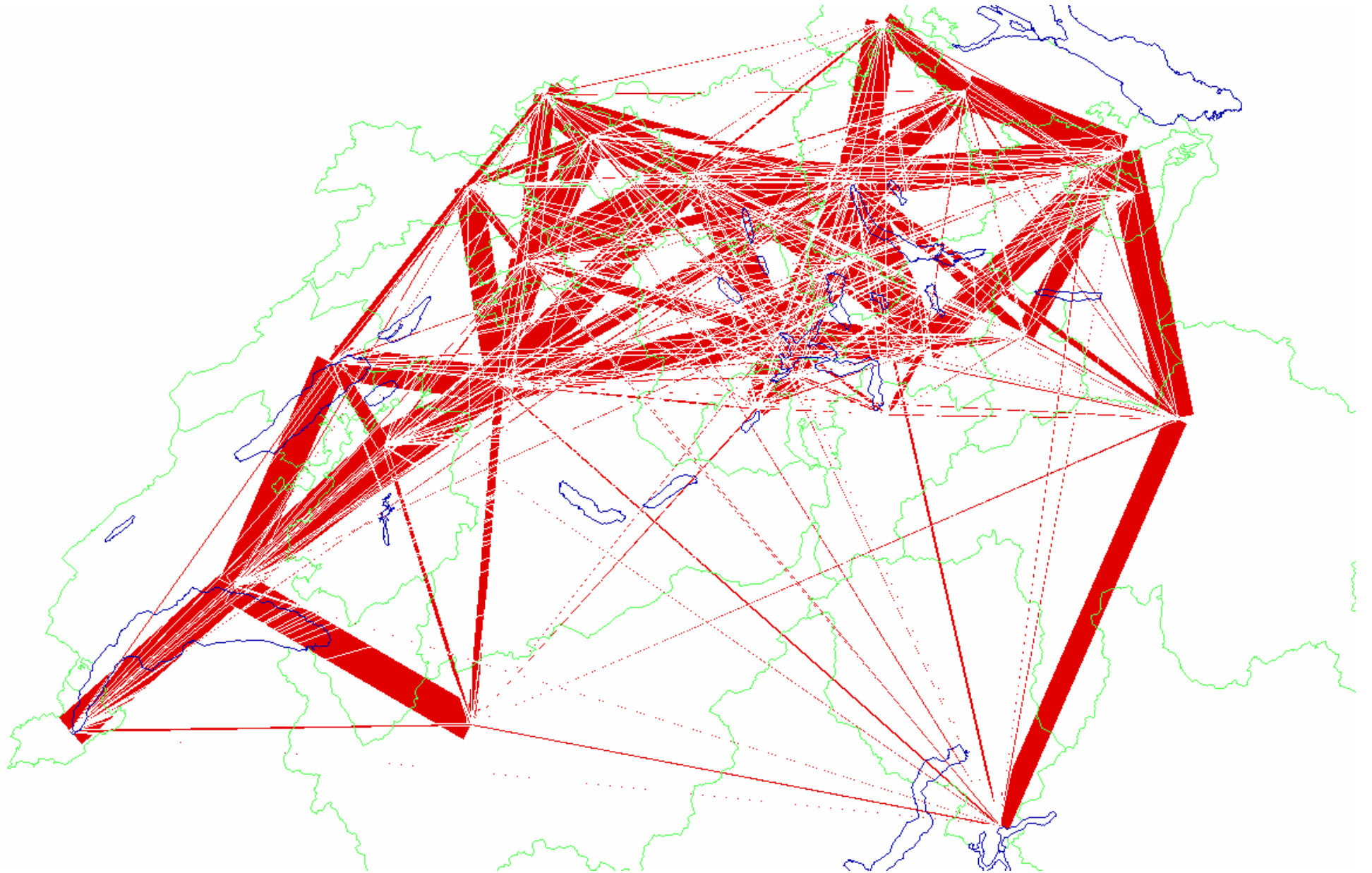
Umlegung / Zählung: ÖV (Basel)



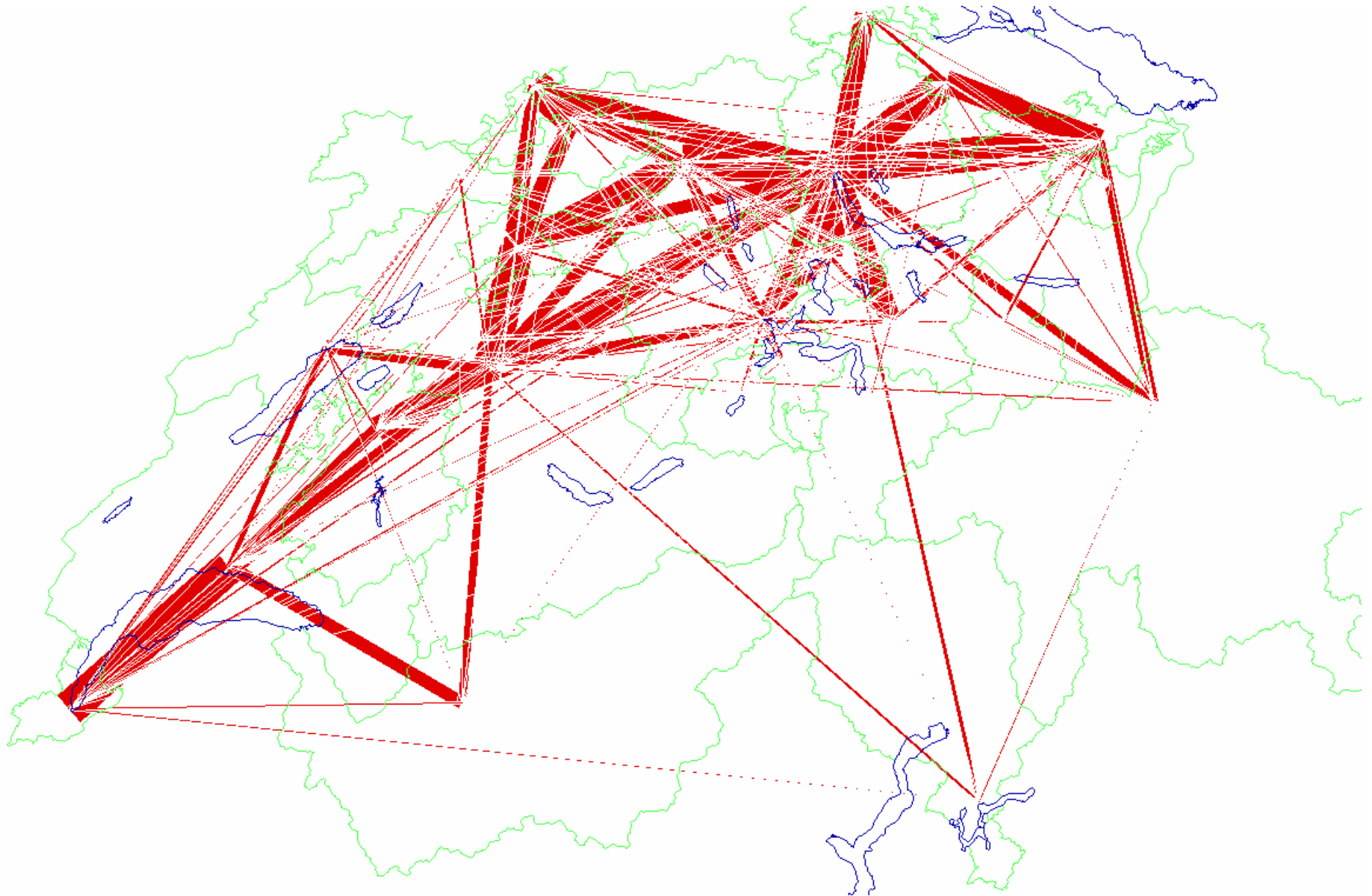
Analyse der Quell-Ziel-Ströme

Von/Nach	Zürich	Basel	Bern	Lausanne	Genf	Winterthur	St. Gallen	Luzern	Biel	Thun
ÖV (In Personenfahrten / Werktag)										
Zürich	0	2934	2666	226	223	10303	1977	2036	302	92
Basel	2934	0	2029	84	73	131	246	377	180	119
Bern	2666	2029	0	579	222	82	191	460	2328	3731
Lausanne	226	84	579	0	3410	16	48	45	178	20
Genf	223	73	222	3410	0	26	38	50	100	22
Winterthur	10303	131	82	16	26	0	314	101	29	15
St. Gallen	1977	246	191	48	38	314	0	116	48	13
Luzern	2036	377	460	45	50	101	116	0	68	56
Biel	302	180	2328	178	100	29	48	68	0	75
Thun	92	119	3731	20	22	15	13	56	75	0
MIV (In PW - Fahrten / Werktag)										
Zürich	0	1530	1274	185	107	5374	1527	1240	207	59
Basel	1530	0	1063	62	31	79	123	383	121	22
Bern	1274	1063	0	643	360	41	95	325	2417	2100
Lausanne	185	62	643	0	3213	40	35	62	89	30
Genf	107	31	360	3213	0	32	33	46	58	18
Winterthur	5374	79	41	40	32	0	477	47	14	8
St. Gallen	1527	123	95	35	33	477	0	127	25	4
Luzern	1240	383	325	62	46	47	127	0	43	23
Biel	207	121	2417	89	58	14	25	43	0	54
Thun	59	22	2100	30	18	8	4	23	54	0

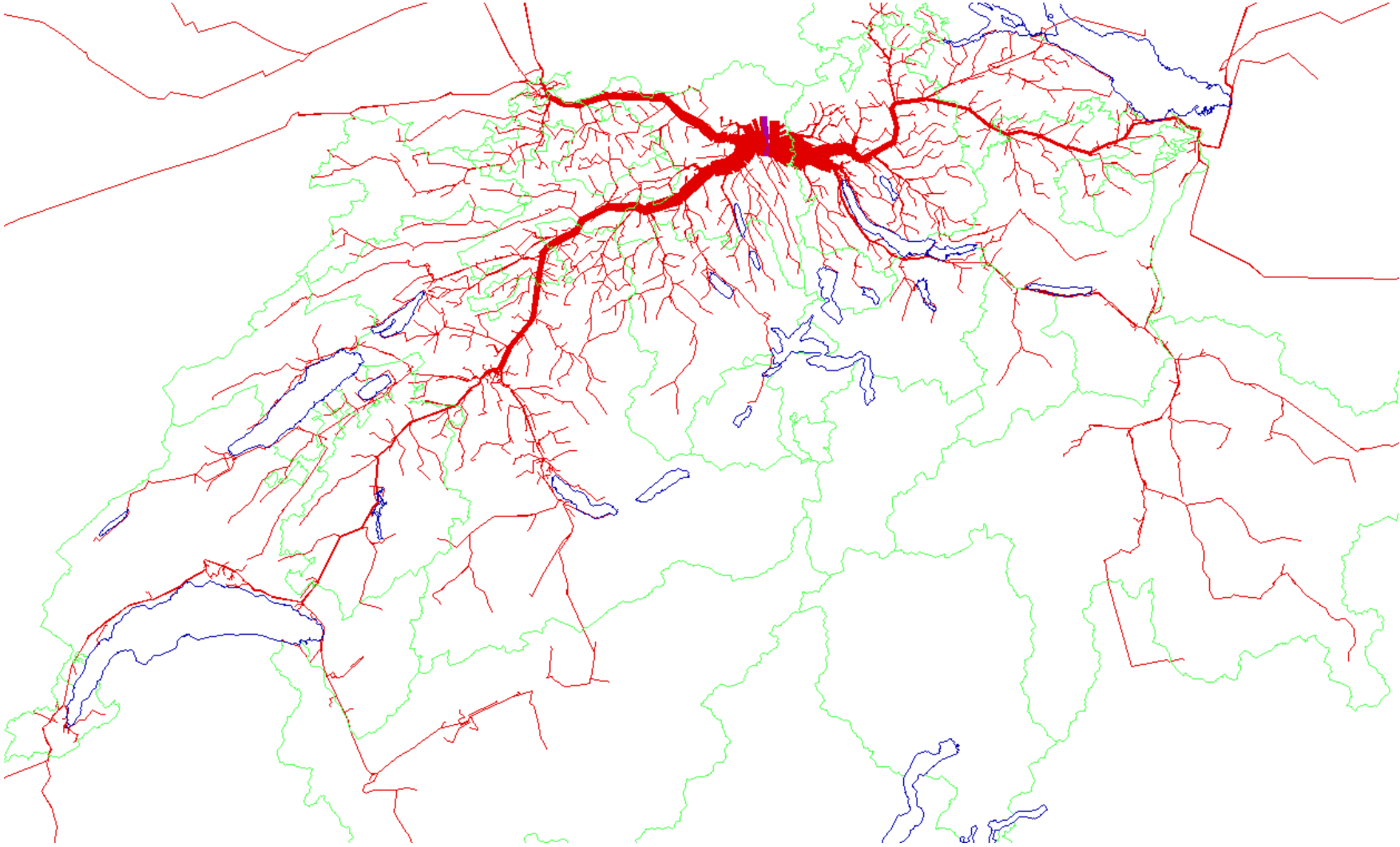
MIV-Verkehrsströme zwischen Kantonen



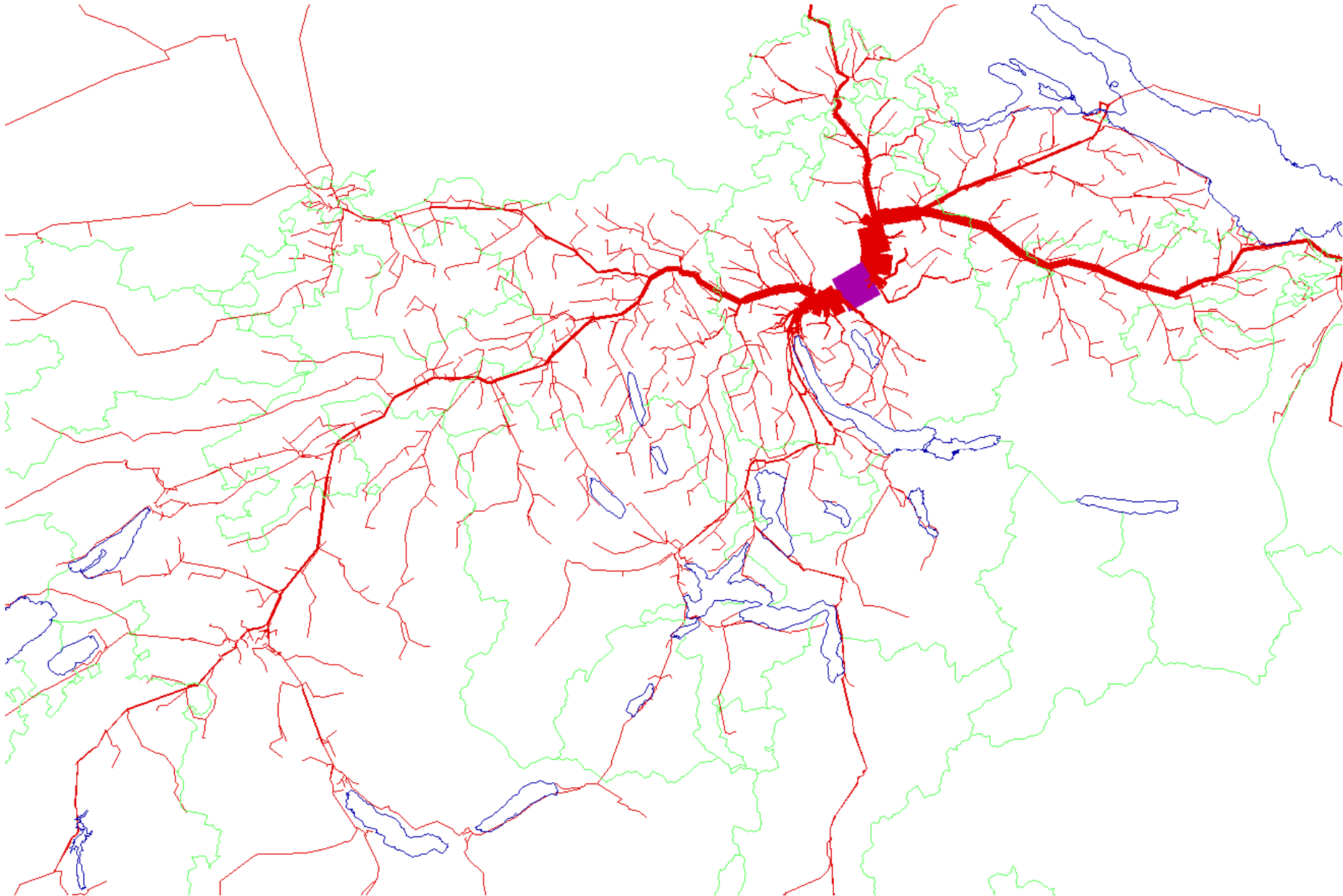
ÖV-Verkehrsströme zwischen Kantonen



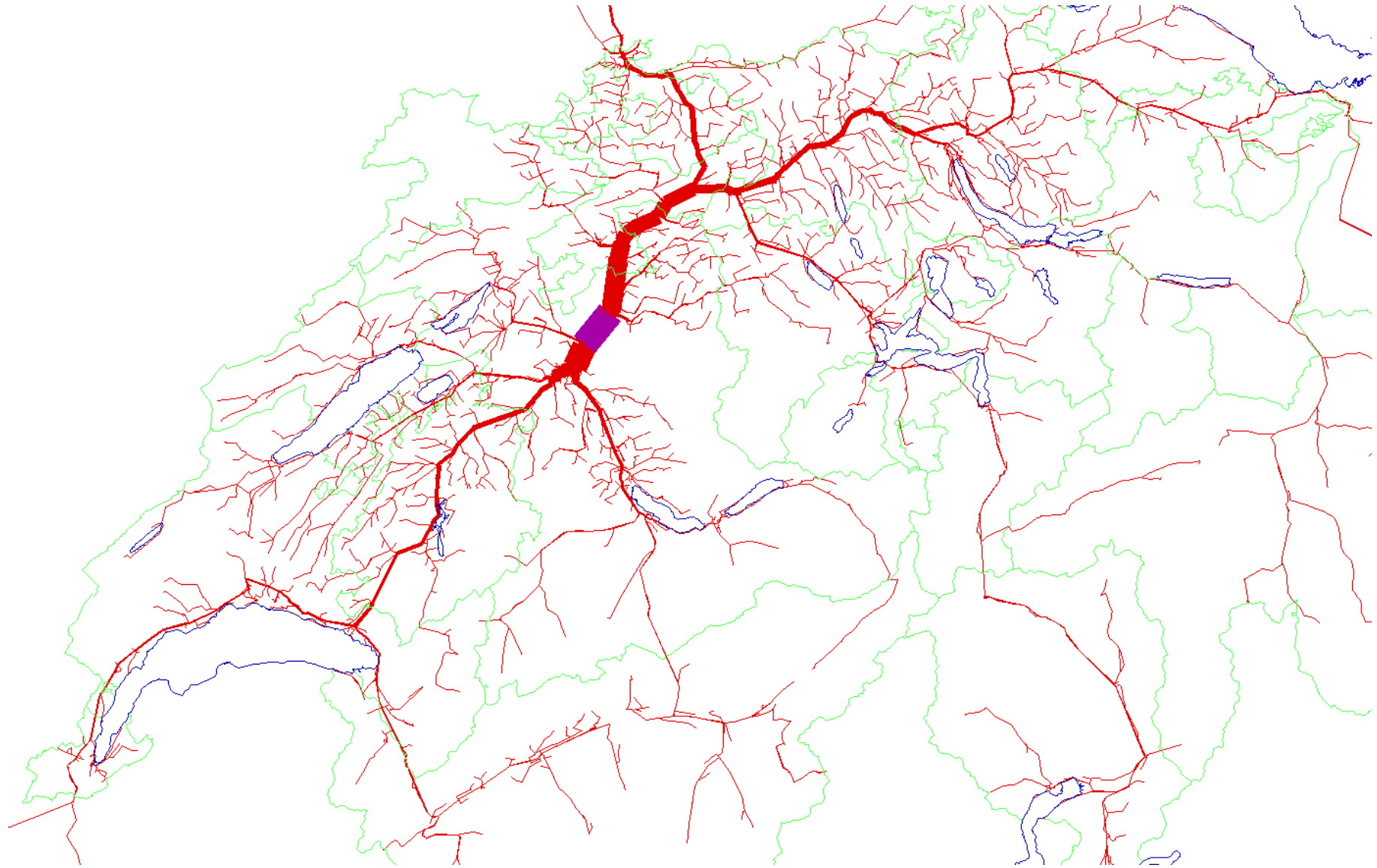
Spinnenanalyse MIV Baregg (39'000 PW/Tag und Richtung)



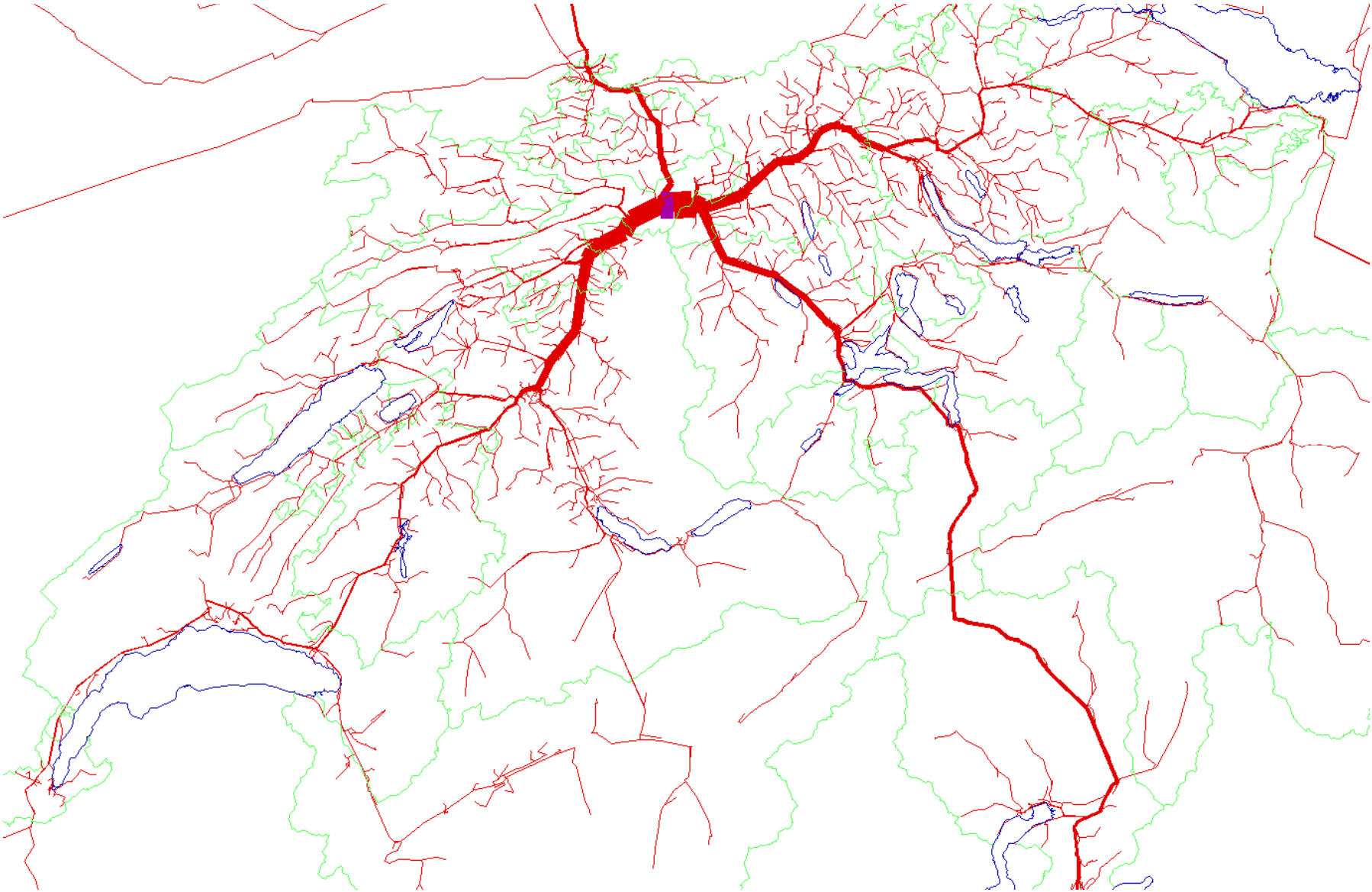
Spinnenanalyse MIV Brüttiselen (39'200 PW/Tag und Richtung)



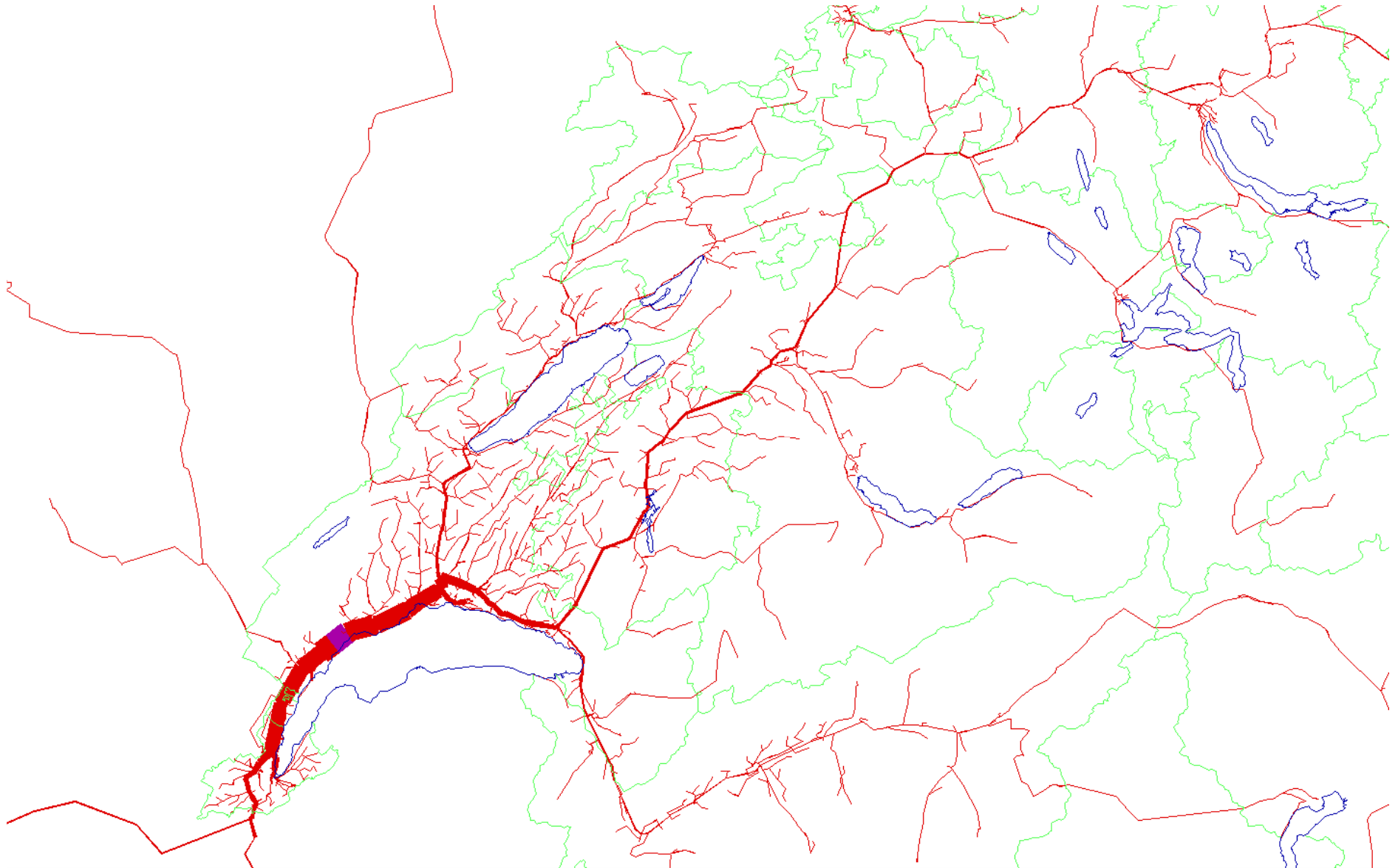
Spinnenanalyse MIV Schönbul-Kirchberg (30'000 PW/Tag und Richtung)



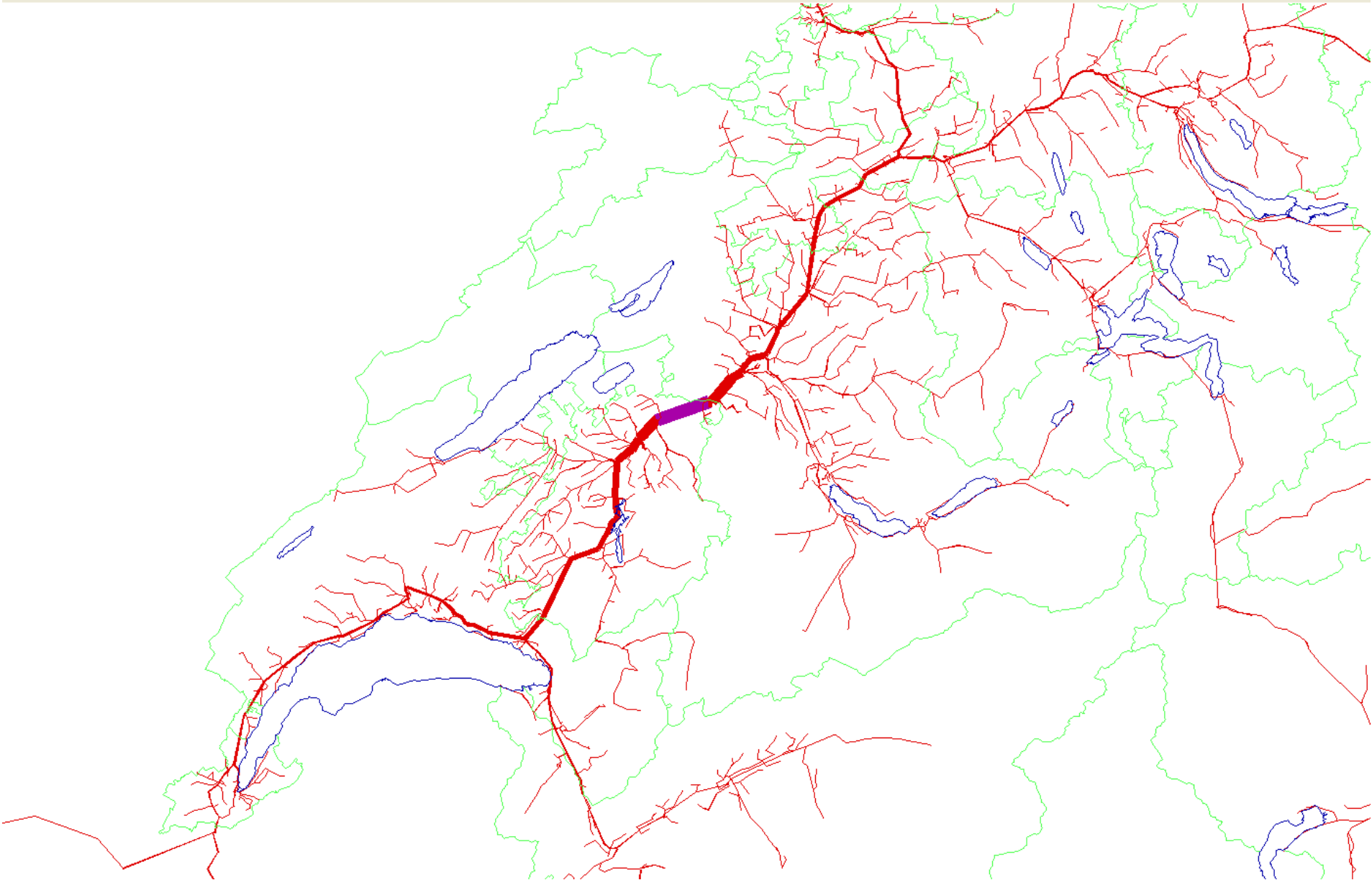
Spinnenanalyse MIV Härkingen (29'000 PW/Tag und Richtung)



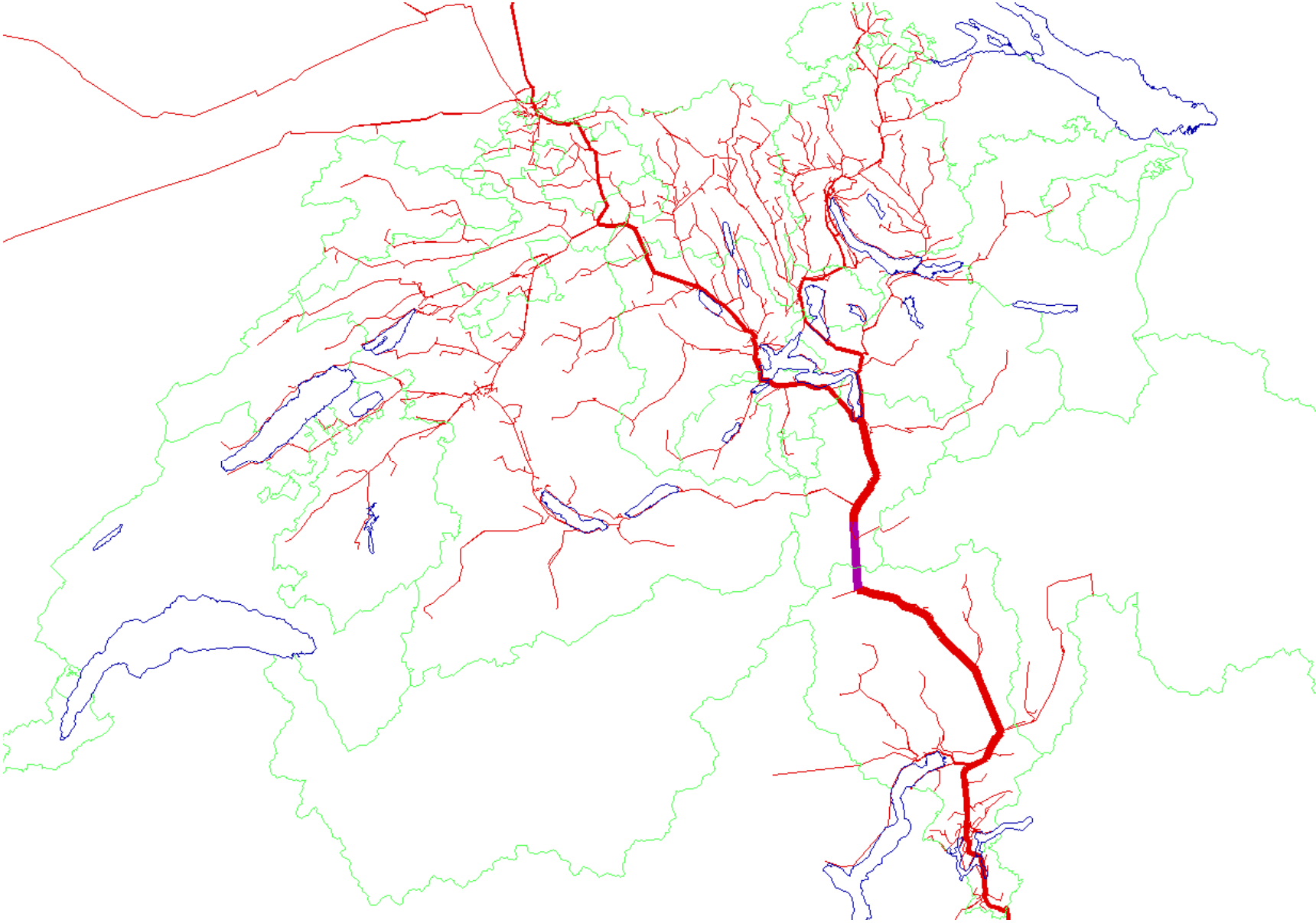
Spinnenanalyse MIV Genf - Lausanne (25'000 PW/Tag und Richtung)



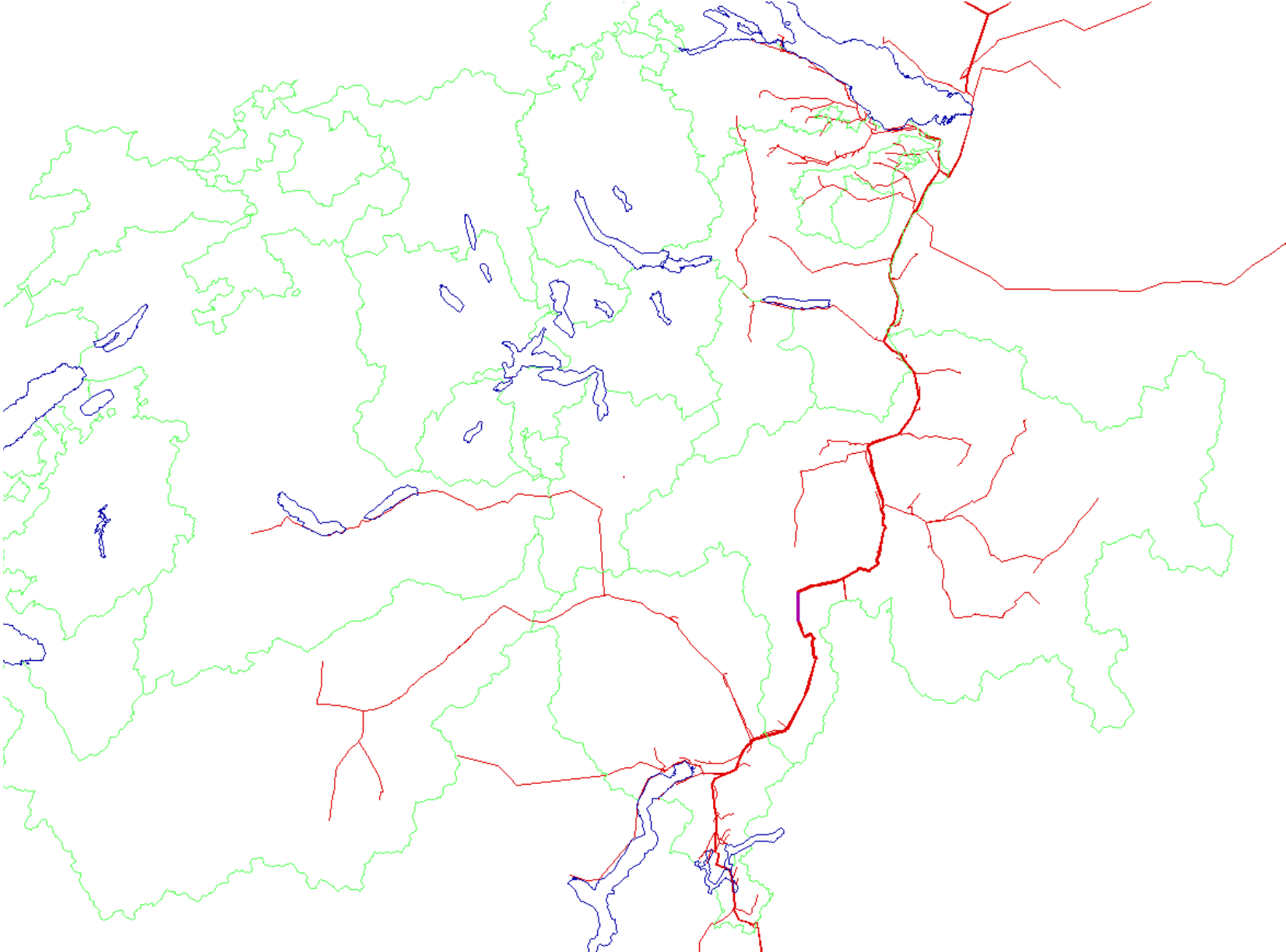
Spinnenanalyse MIV: Bern – Fribourg (13'000 PW/Tag und Richtung)



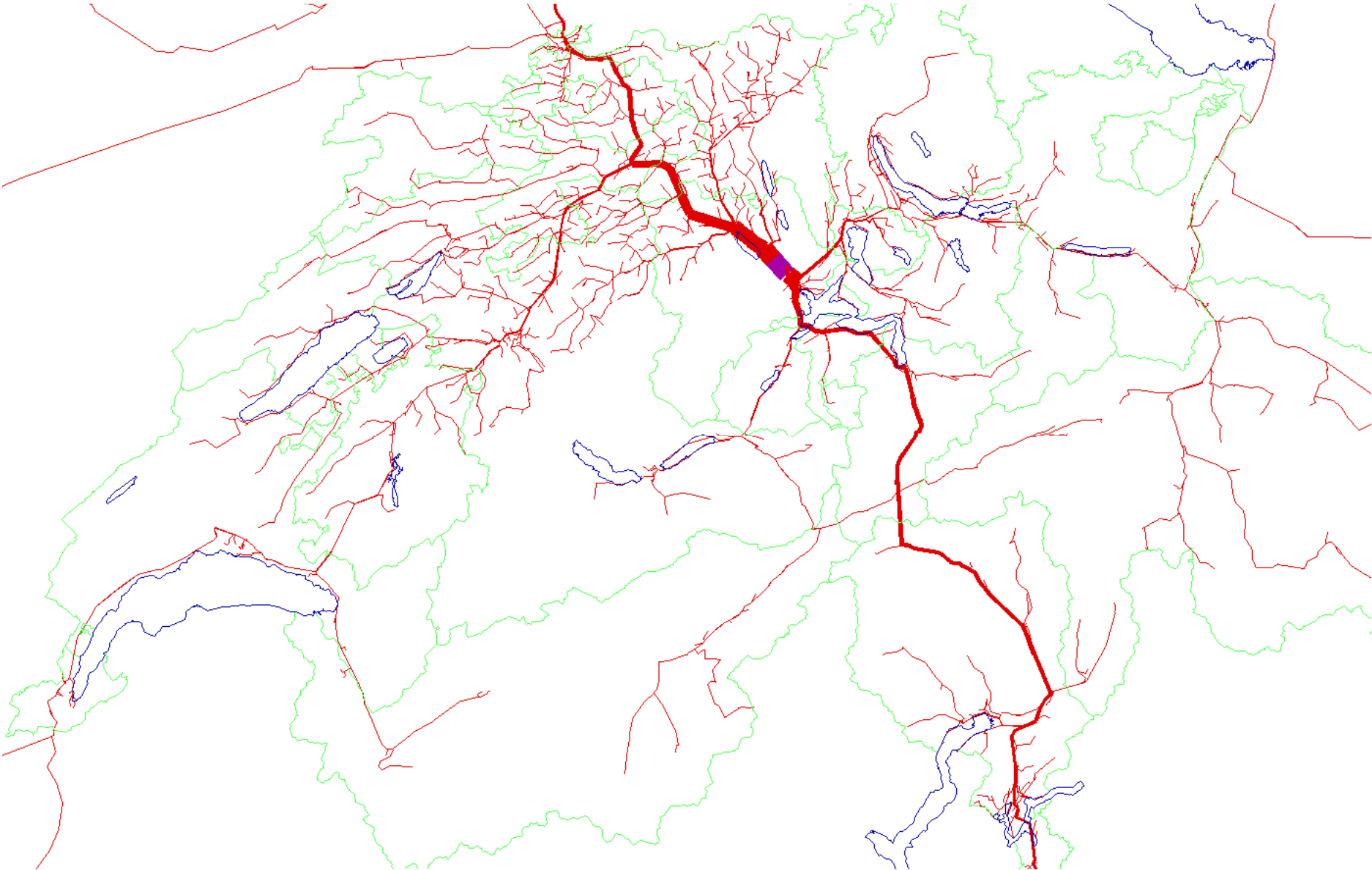
Spinnenanalyse MIV St. Gotthard (7'900 PW/Tag und Richtung)



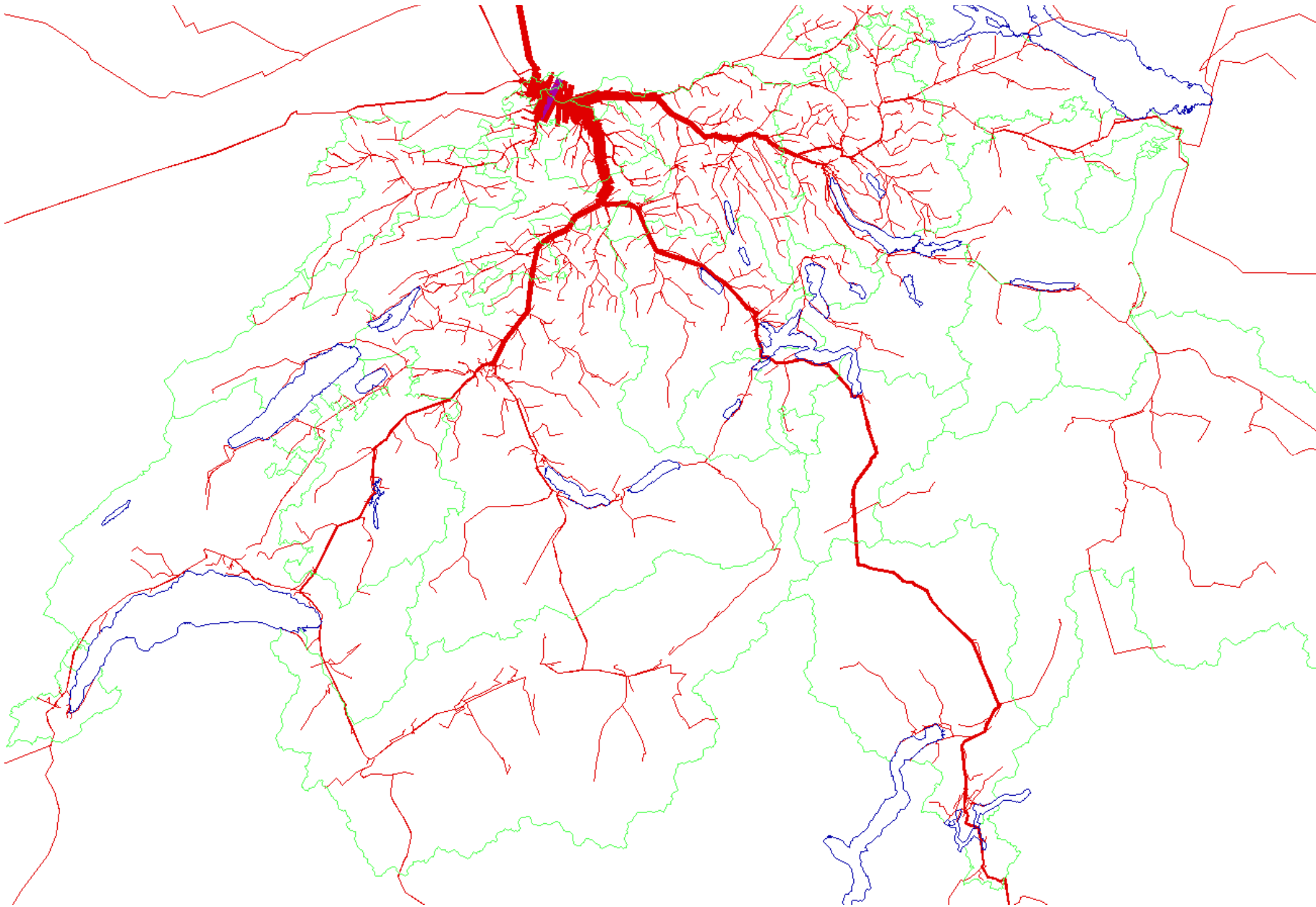
Spinnenanalyse MIV San Bernardino (1'950 PW/Tag und Richtung)



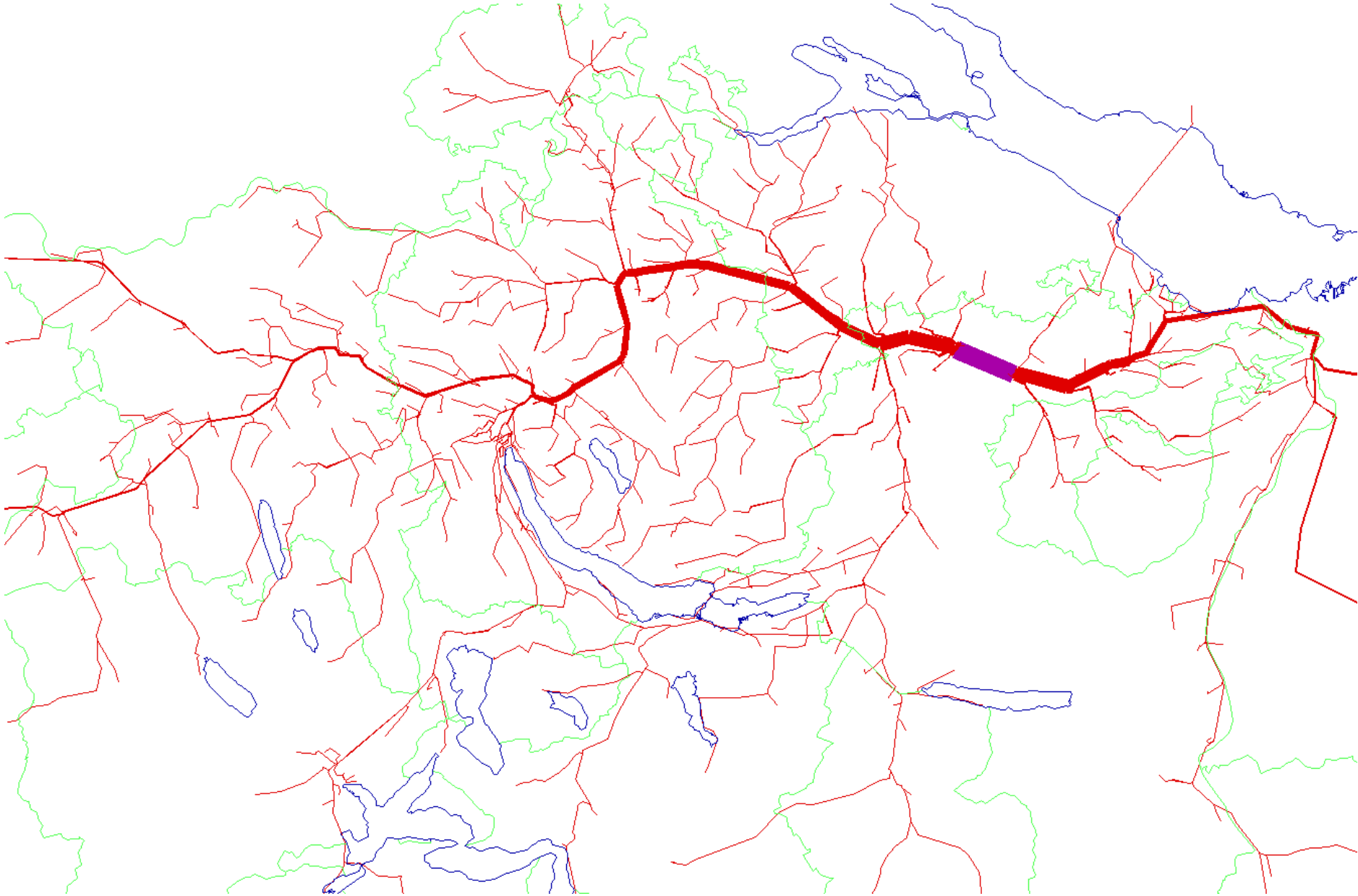
Spinnenanalyse MIV Sempach – Emmen-Nd. (20'000 PW/Tag und Richtung)



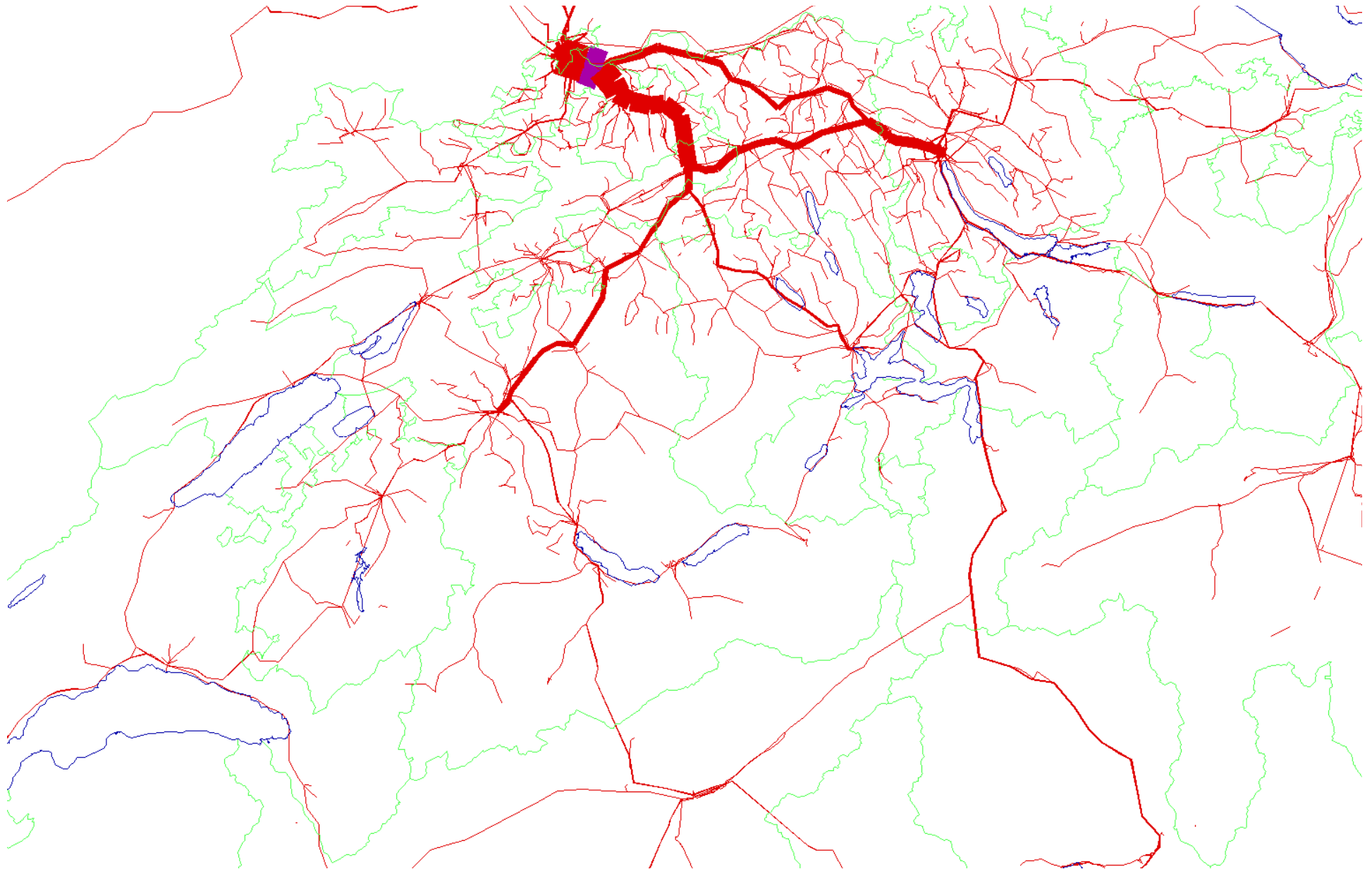
Spinnenanalyse MIV Pratteln (48'000 PW/Tag und Richtung)



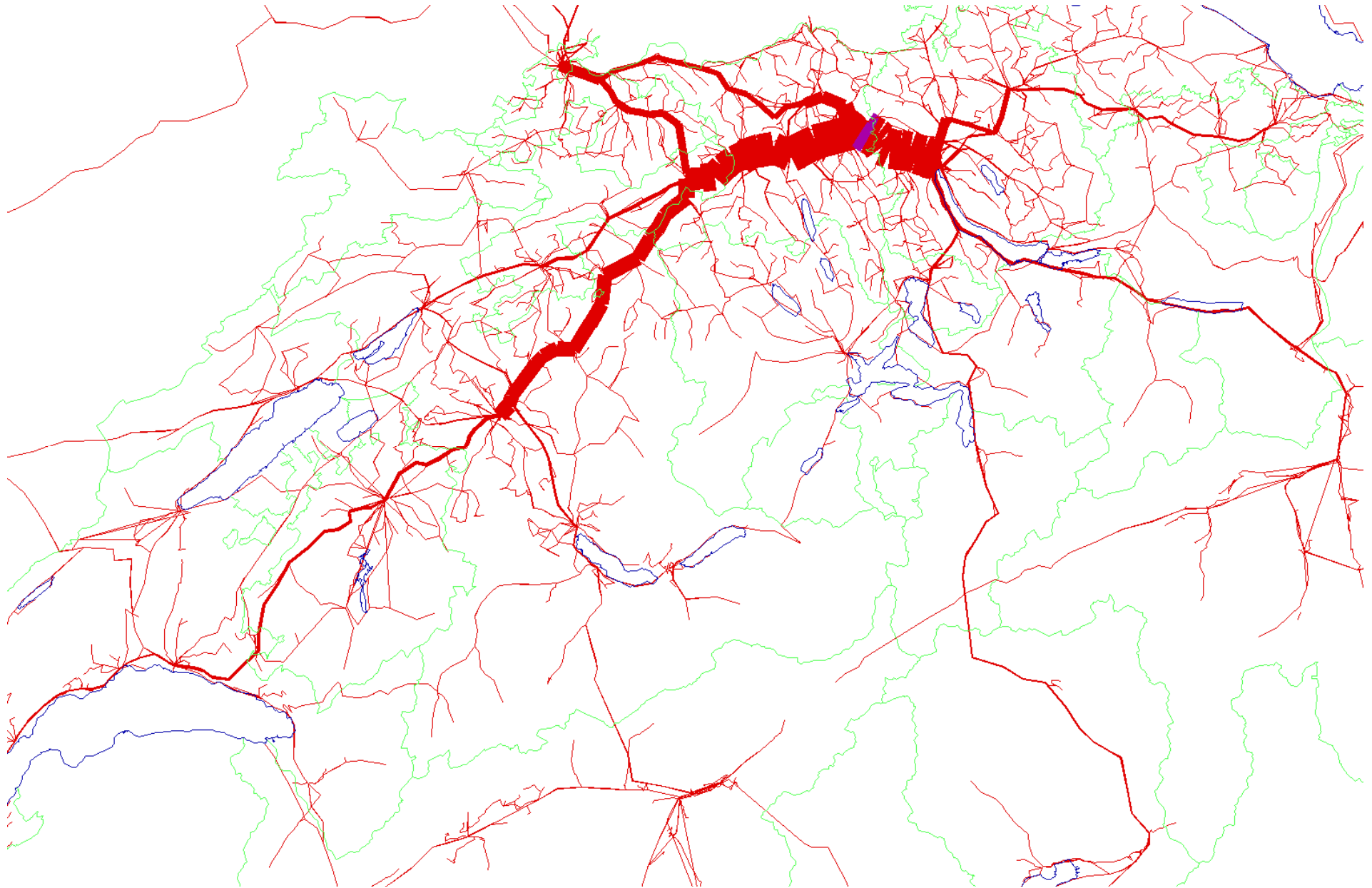
Spinnenanalyse MIV Wil – St. Gallen (18'000 PW/Tag und Richtung)



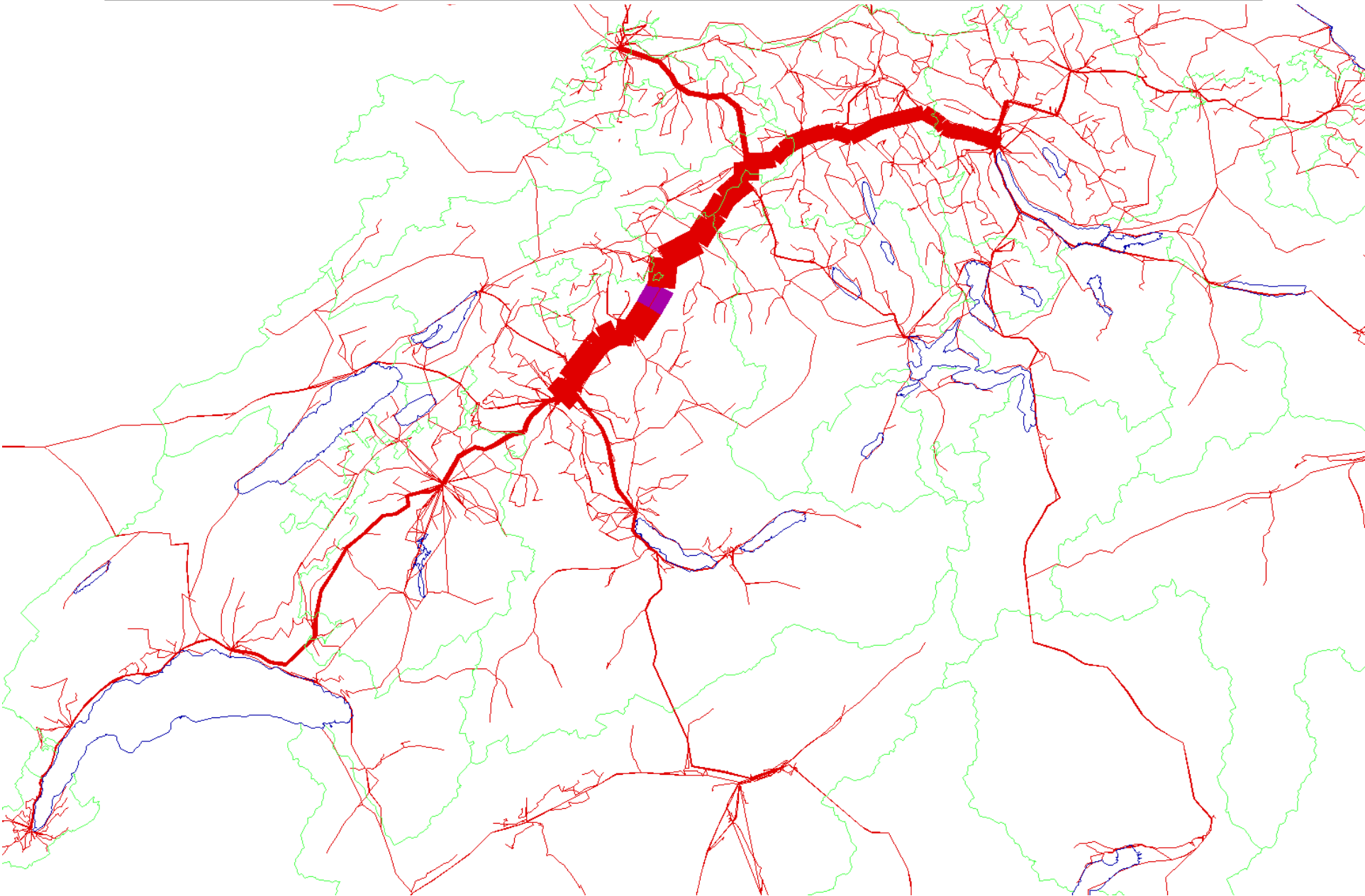
Spinnenanalyse ÖV: Pratteln (29'000 Person/Tag und Richtung)



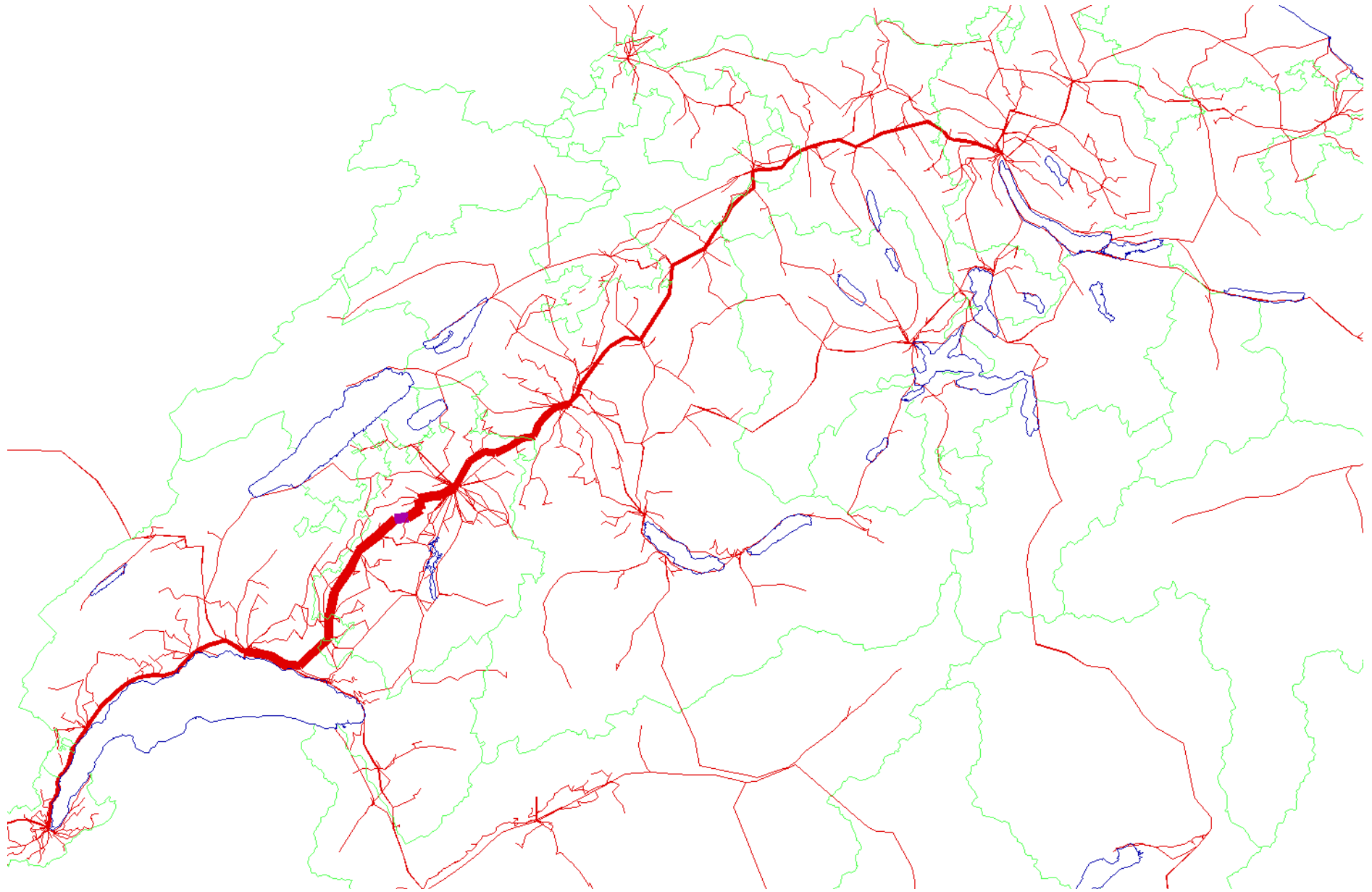
Spinnenanalyse ÖV: Schlieren (42'000 Personen/Tag und Richtung)



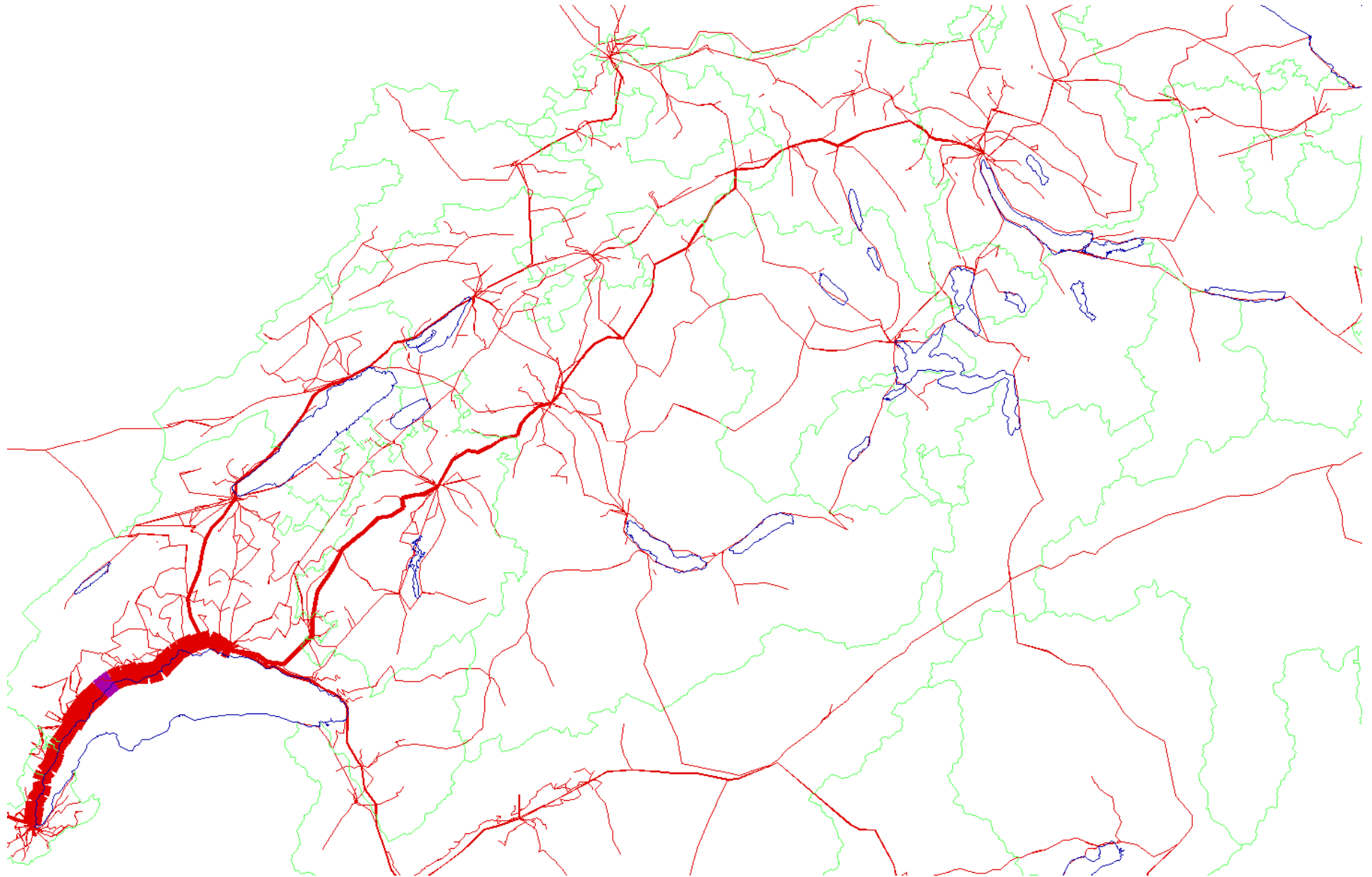
Spinnenanalyse ÖV: Burgdorf - Herzogenbuchsee (20'500 Personen/Tag und Richtung)



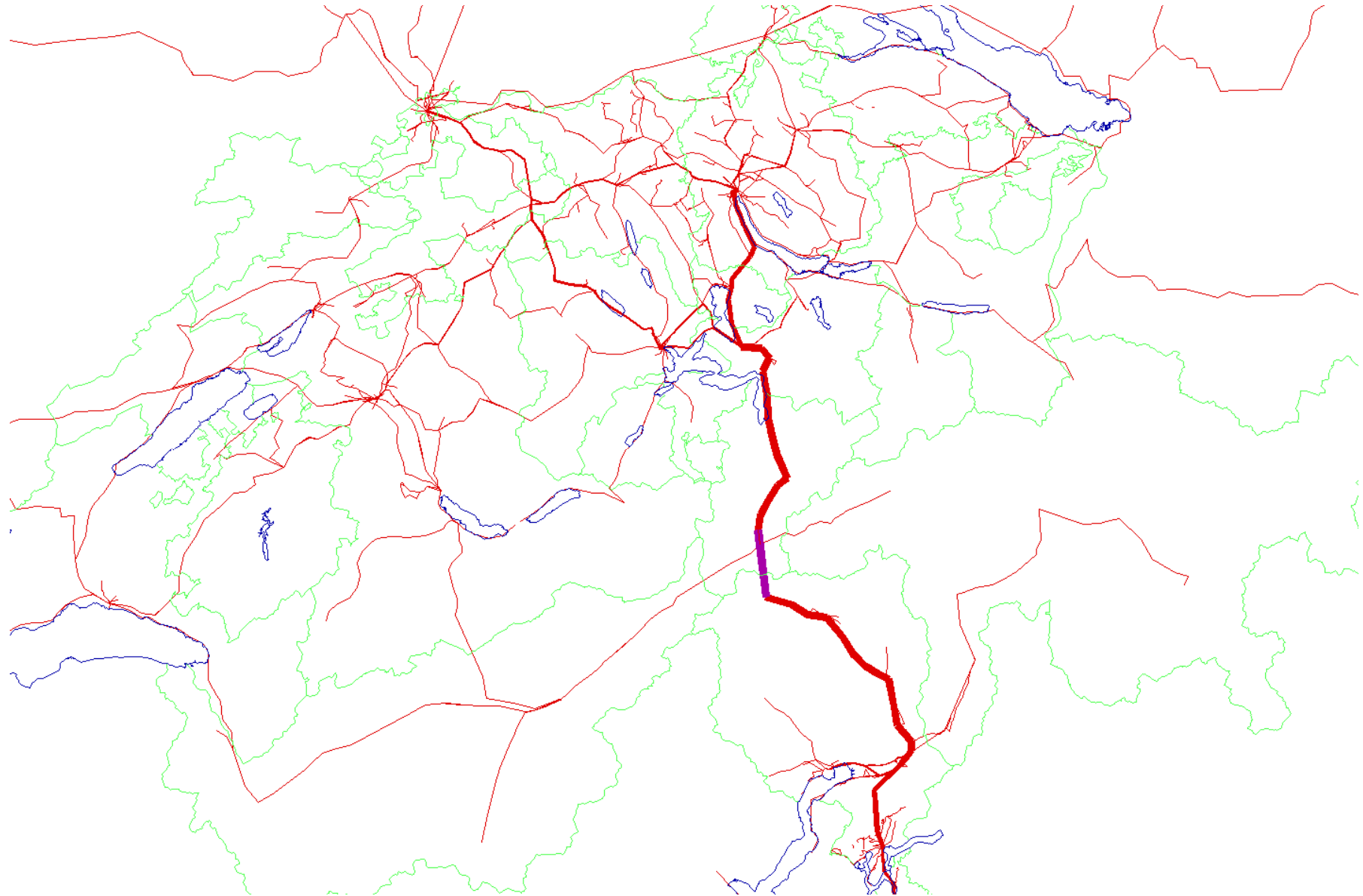
Spinnenanalyse ÖV: Fribourg – Lausanne (6'300 Personen/Tag und Richtung)



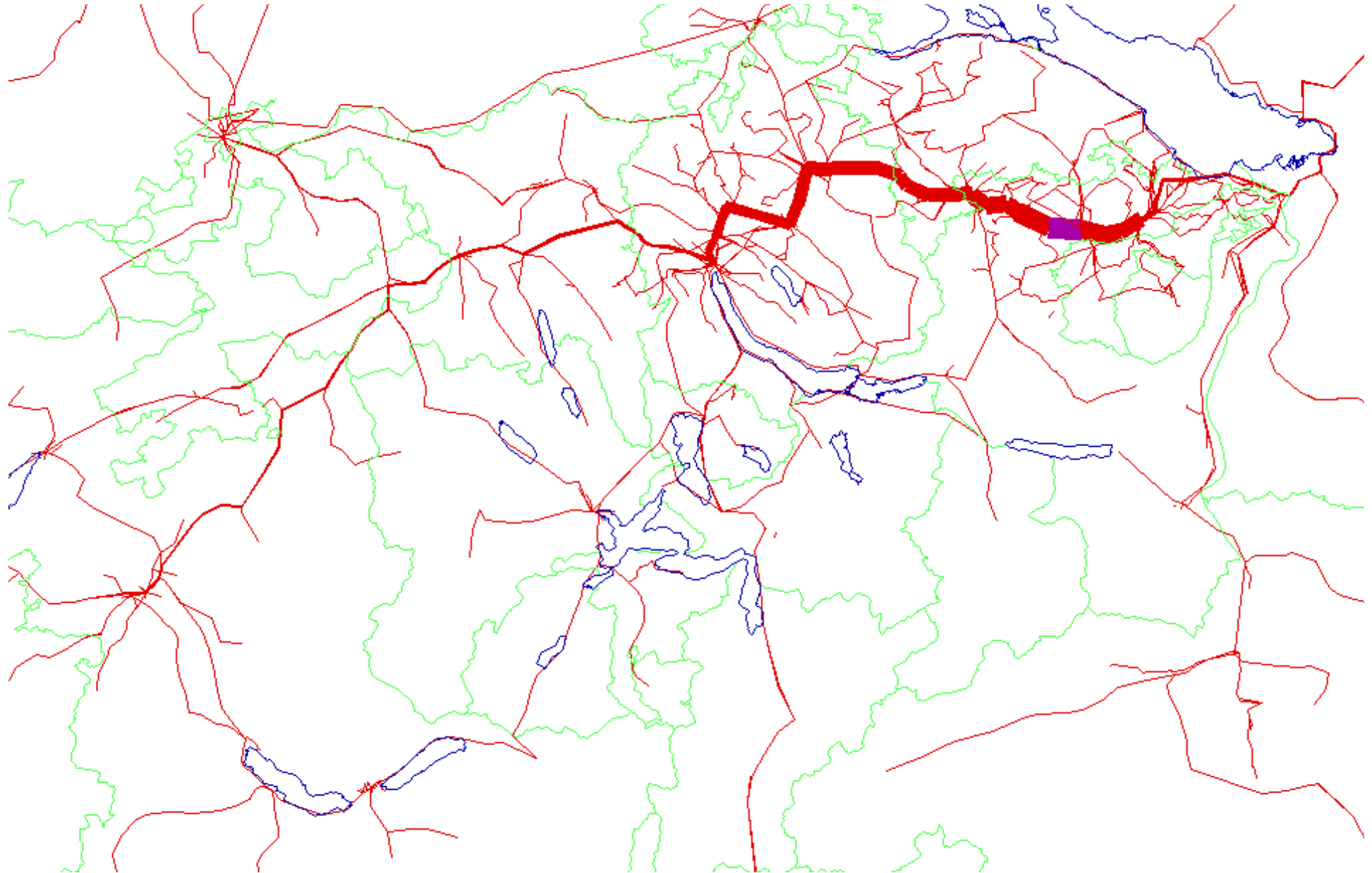
Spinnenanalyse ÖV: Genf – Lausanne (15'500 Personen/Tag und Richtung)



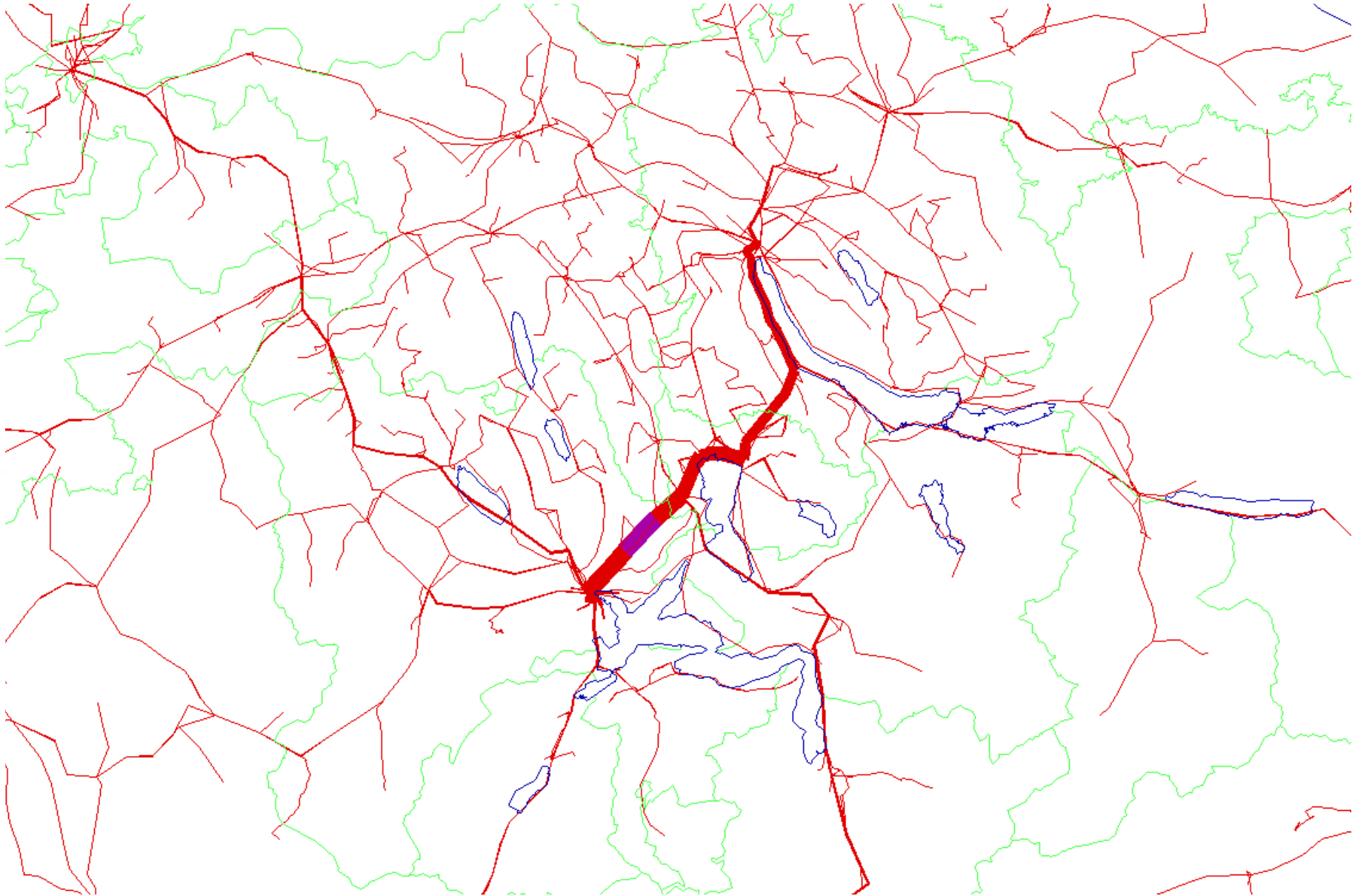
Spinnenanalyse ÖV: Airolo – Göschenen (4'500 Personen/Tag und Richtung)



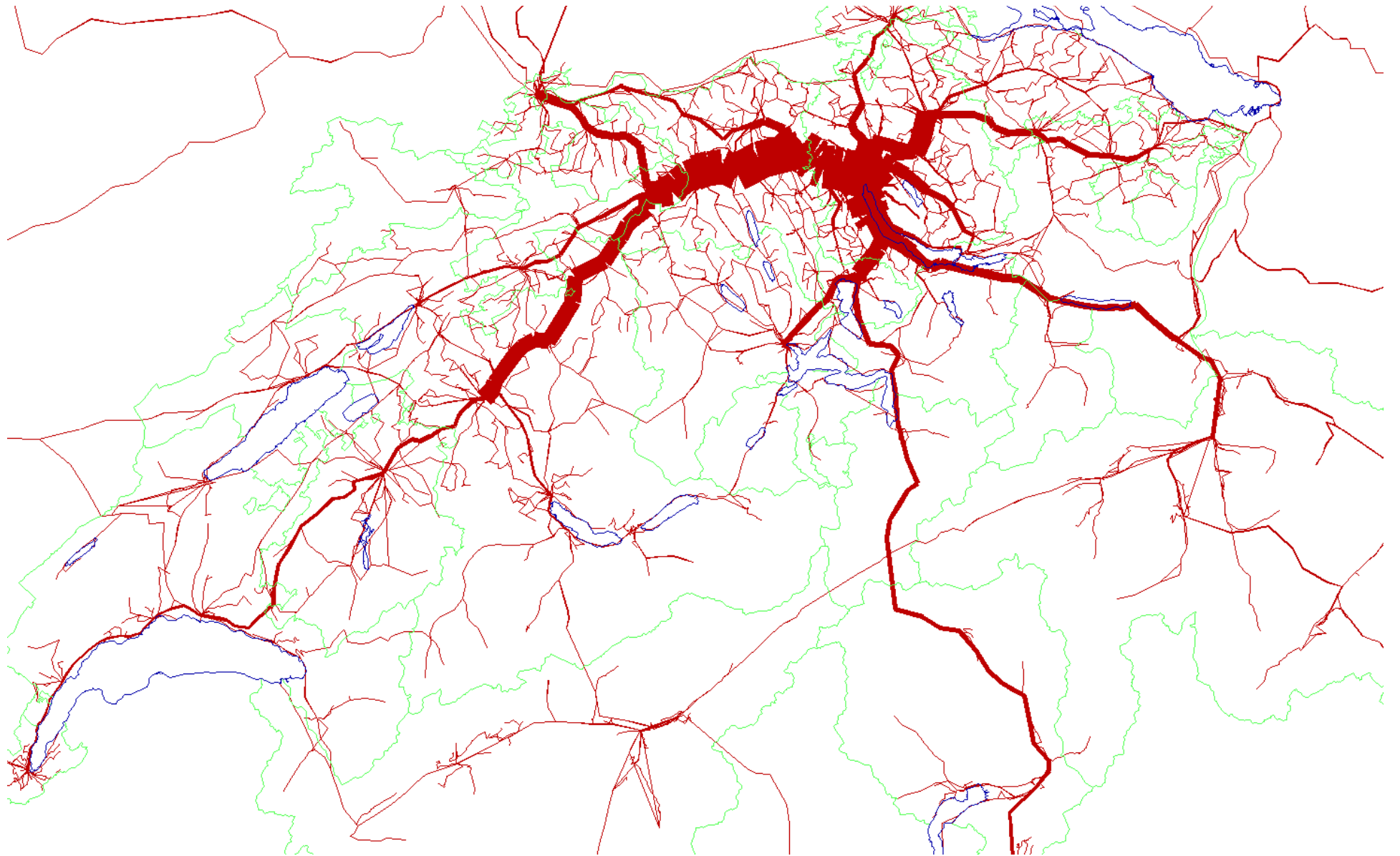
Spinnenanalyse ÖV: Gossau – Wil (9'000 Personen/Tag und Richtung)



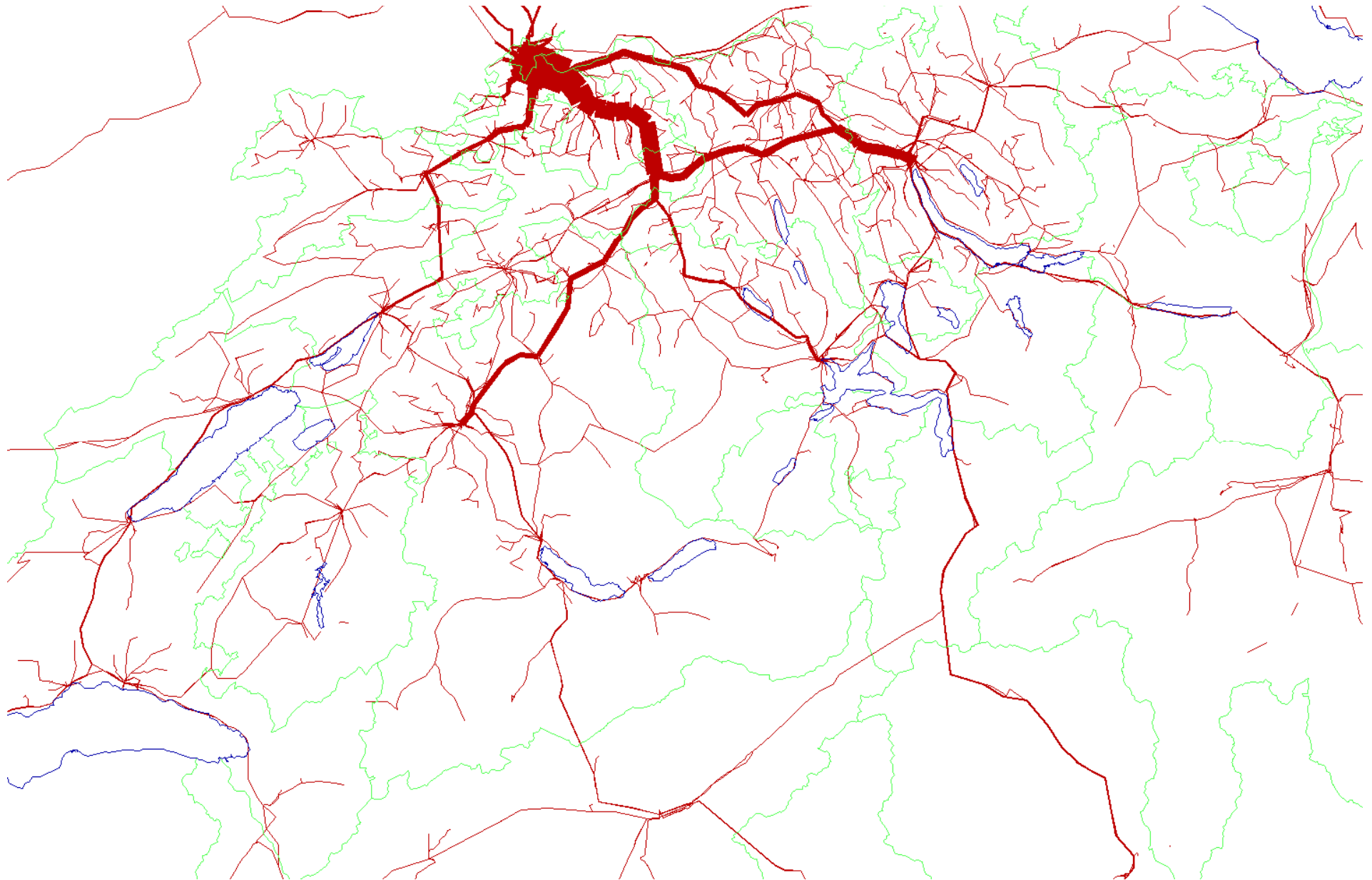
Spinnenanalyse ÖV: Luzern – Root (9'300 Personen/Tag und Richtung)



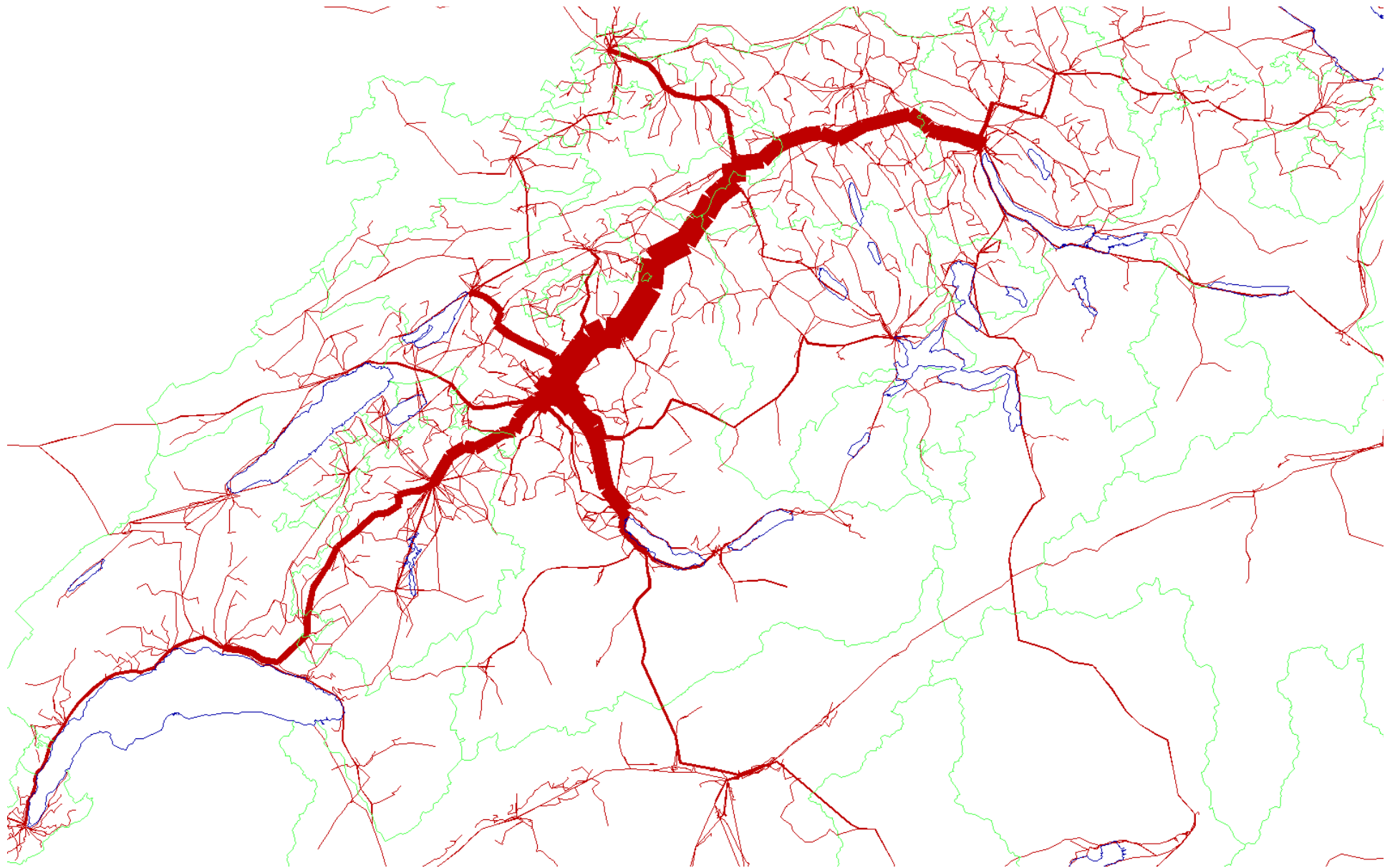
Knotenanalyse Bahnhof Zürich Hbf



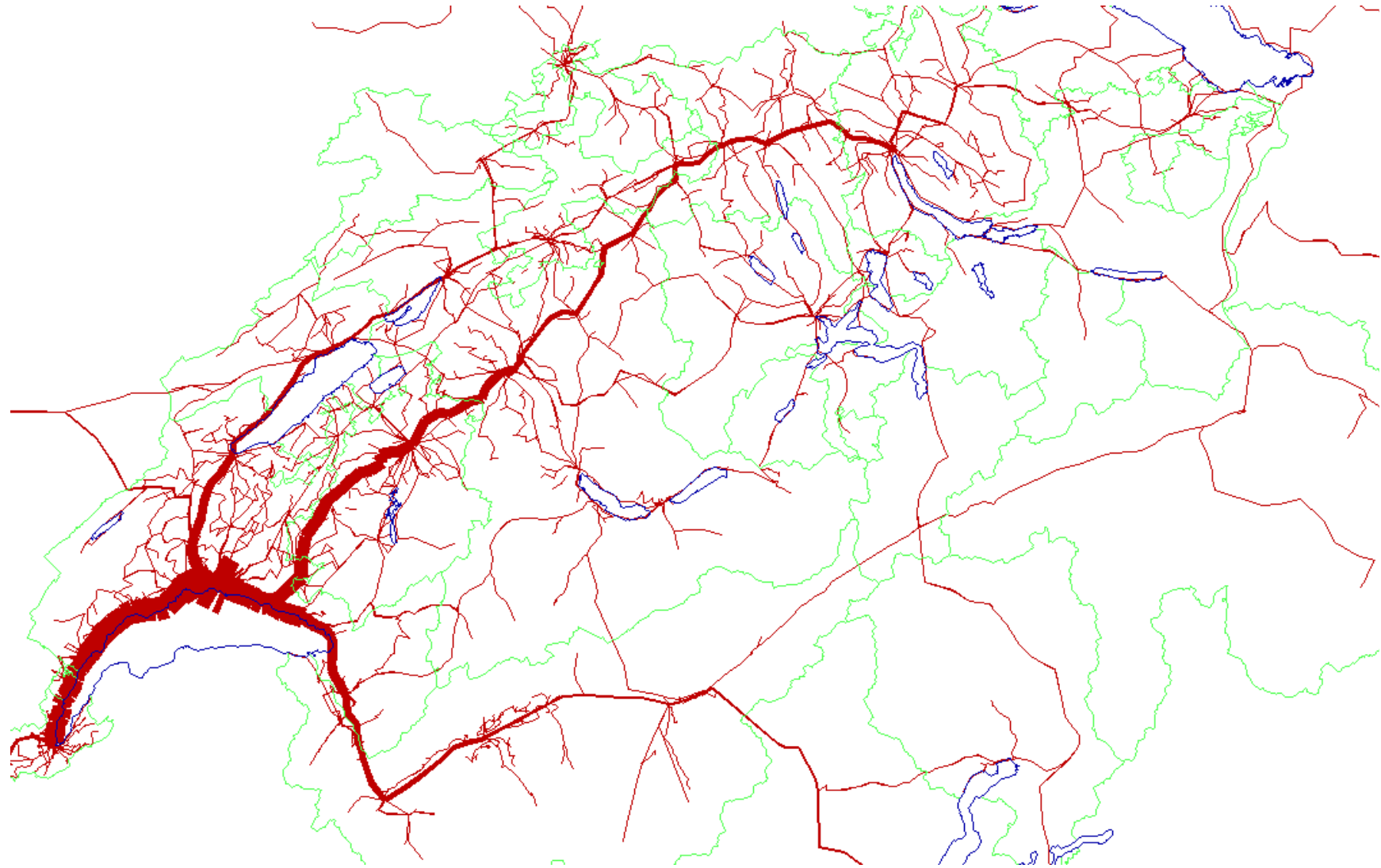
Knotenanalyse Bahnhof Basel Hbf



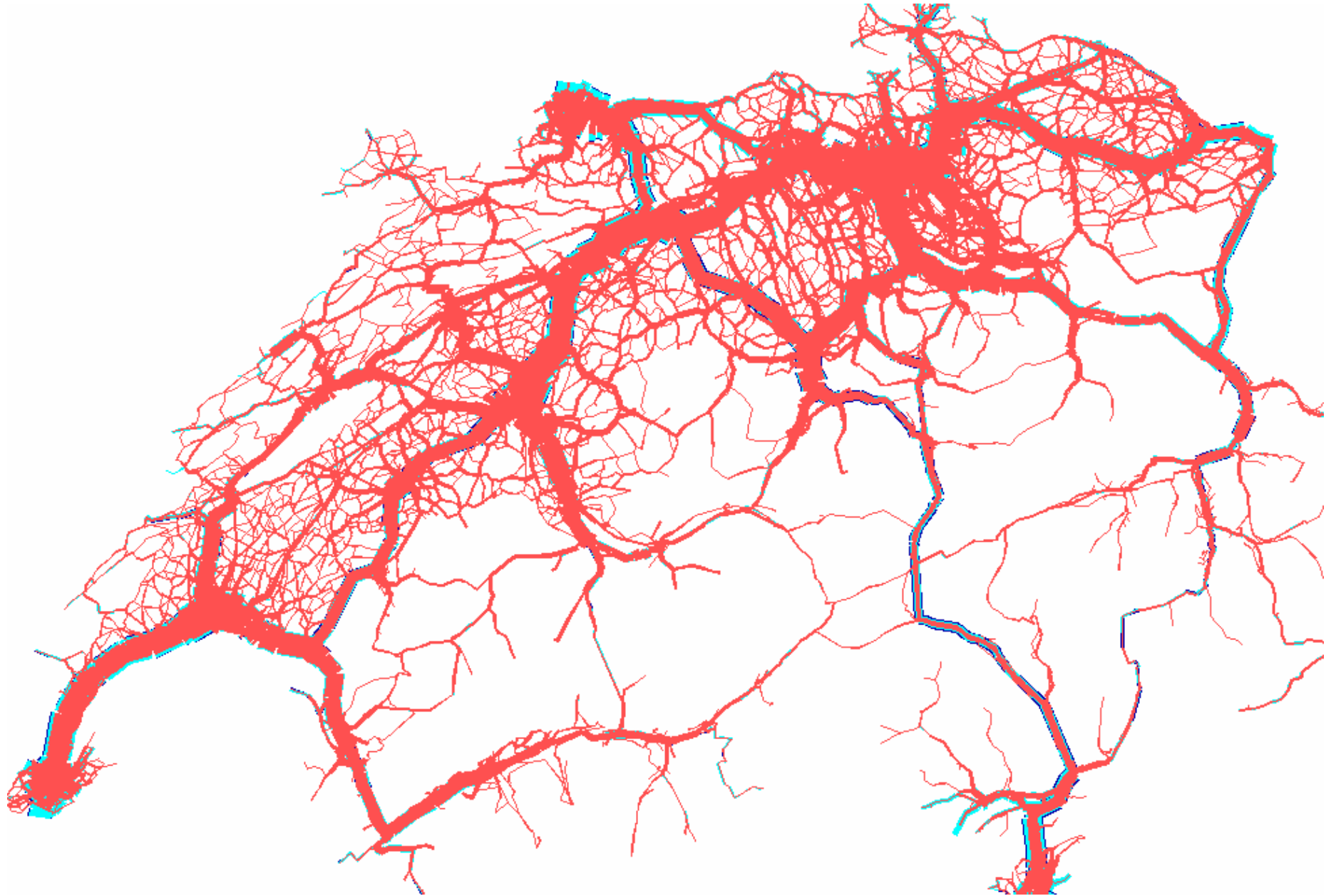
Knotenanalyse Bahnhof Bern Hbf



Knotenanalyse Bahnhof Lausanne



Binnen-, Quell/Ziel- und Transitverkehr (MIV)



Binnen-, Quell/Ziel- und Transitverkehr (ÖV)



Schlussfolgerungen

- Matrixstruktur entspricht den vorhandenen Erhebungsdaten
- Minimale Abweichungen gegenüber Zähldaten
- Prognosefähigkeit der Quell-Ziel-Matrizen gewährleistet
- Modellgrundlage für das Jahr 2000 erstellt

Schlussfolgerungen: Möglichkeiten

Veränderungen von:

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

Auswirkungen auf die

Verkehrserzeugung,
Routen-,
Verkehrsmittel- und
Zielwahl.

Räumliche- und Zeitliche Abgrenzungen beachten

Einzelne Wirkungen sind massnahmenabhängig

Weiterentwicklung

Verbesserungen bei Aktualisierung

- Vollständiger ÖV-Fahrplan
- Verlässlichkeit der ÖV-Zählraten überprüfen
- Nach Möglichkeiten feinere Zonierung im grenznahen Ausland
- Dynamisierung der Matrix
- Anbindungen (GIS)

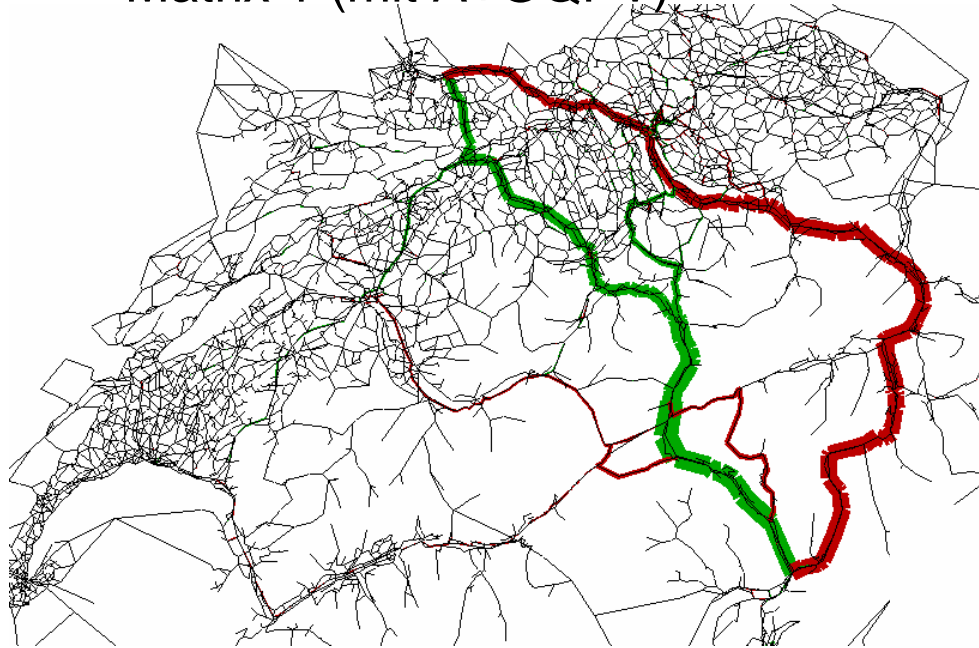
Weiterentwicklung

- Kontinuierliche Erhebungen
 - ÖV-Zählungen
 - Spinnenerhebungen an ausgewählten Querschnitten
 - Q-V-Messungen (Verkehrsstärke/Geschwindigkeit)

Diskussion

Anhang

Matrix 1 (mit A+GQPV)



Matrix 2

