Netzwerkgestütze Prognose der Kosten von Streckenunterbrechungen

IVT Seminar, 4.12. 2008

Alex Erath

IVT
ETH Zurich

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Programm

- Motivation und Ziele
- Methodik
- Anwendung: Verletzlichkeit des Schweizer Strassennetzes
- Überprüfung Grundannahmen
- Fazit & Ausblick

Motivation und Ziele

Problem:

- Infrastruktur Management Systeme (IMS) berücksichtigen Abnutzung und zeitabhängige Schadensmechanismen
- Naturgefahren beeinträchtigen ebenso die Funktion und werden häufiger

Ziel:

- Einbezug von Naturgefahren in Infrastruktur Management Systeme
- Netzweite Schätzung der Verletzlichkeit

Methodik

Definition von Verletzlichkeit als Risiko:

$$R_i = P_{i_{Ausfall}|E} * (DK_i + IK_i)$$

Methodik

Indirekte Konsequenzen eines Ausfalls:

Umfahrung

$$IK_i = \Delta RZ_i \cdot C_{RZ} + \Delta RD_i \cdot C_{RD} \quad \forall \quad IK_i < C_{MW}$$

Voraussetzungen:

- Umfahrung möglich
- Umfahrungskosten pro Person gering
  - Keine Änderung der Verkehrsmittelwahl
  - Keine Änderung der Zielwahl
  - Keine Unterdrückung von Fahrten

Methodik

Vorraussetzung Umfahrung nicht erfüllt:

Kein Umweg vorhanden

Umfahrungskosten > Kosten des Verkehrsmittelwechsels:

- Zu-/Abgang (10 Minuten; CHF 3.80)
- Umsteigen (0.5 Umsteign; CHF 1.17)
- Umsteigezeit (0.5*5 min; CHF 0.28)

CHF 5.25

Methodik

Nebenbedingungen:

- Netzwerkweit (ca 20’000 Kanten)
- Kapazitätseffekte sollen berücksichtigt werden
- Angemessene Rechenzeit

Annahmen:

- Auswirkungen räumlich begrenzt
- Nur Routenwahländerungen berücksichtigt
- Netzwerk des nationalen Verkehrsmodells

Implementierung

Problem:

- Rechenzeit

Räumliche Auswirkung eines Streckenausfalls abhängig von:

- Mittlere Pfadlänge
- Kürzeste Umfahrung
- Volumen / Kapazität der Umfahrungen

Idee:

- Gesamtes Netz für Autobahnen
- Alpen-/Juranetz für Strecken mit Umfahrungen > 30km
- Quadratische Teilnetze für den Rest

Implementierung

Problem:

- Rechenzeit

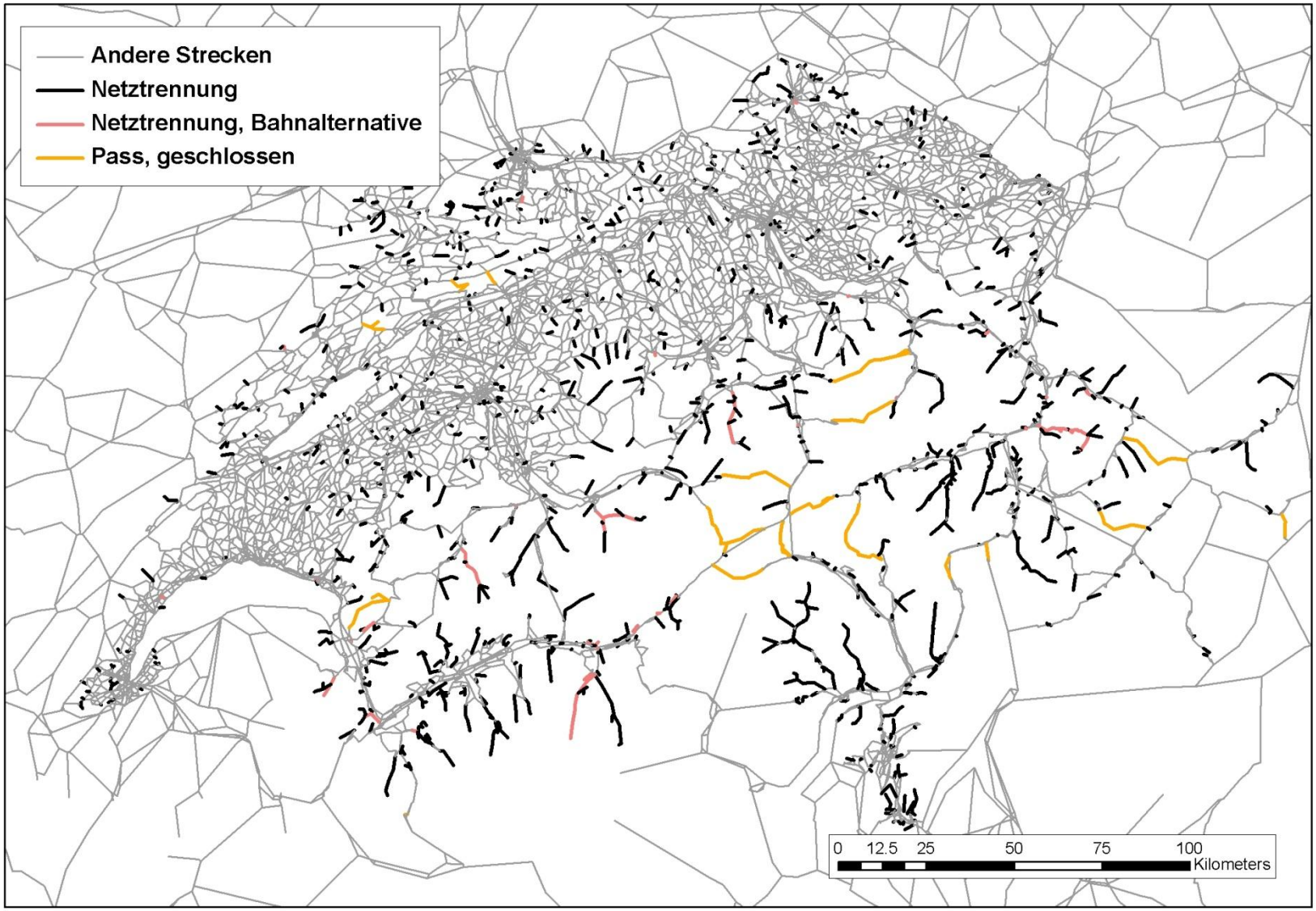
Räumliche Auswirkung eines Streckenausfalls abhängig von:

- Mittlere Pfadlänge
- Kürzeste Umfahrung
- Volumen / Kapazität der Umfahrungen

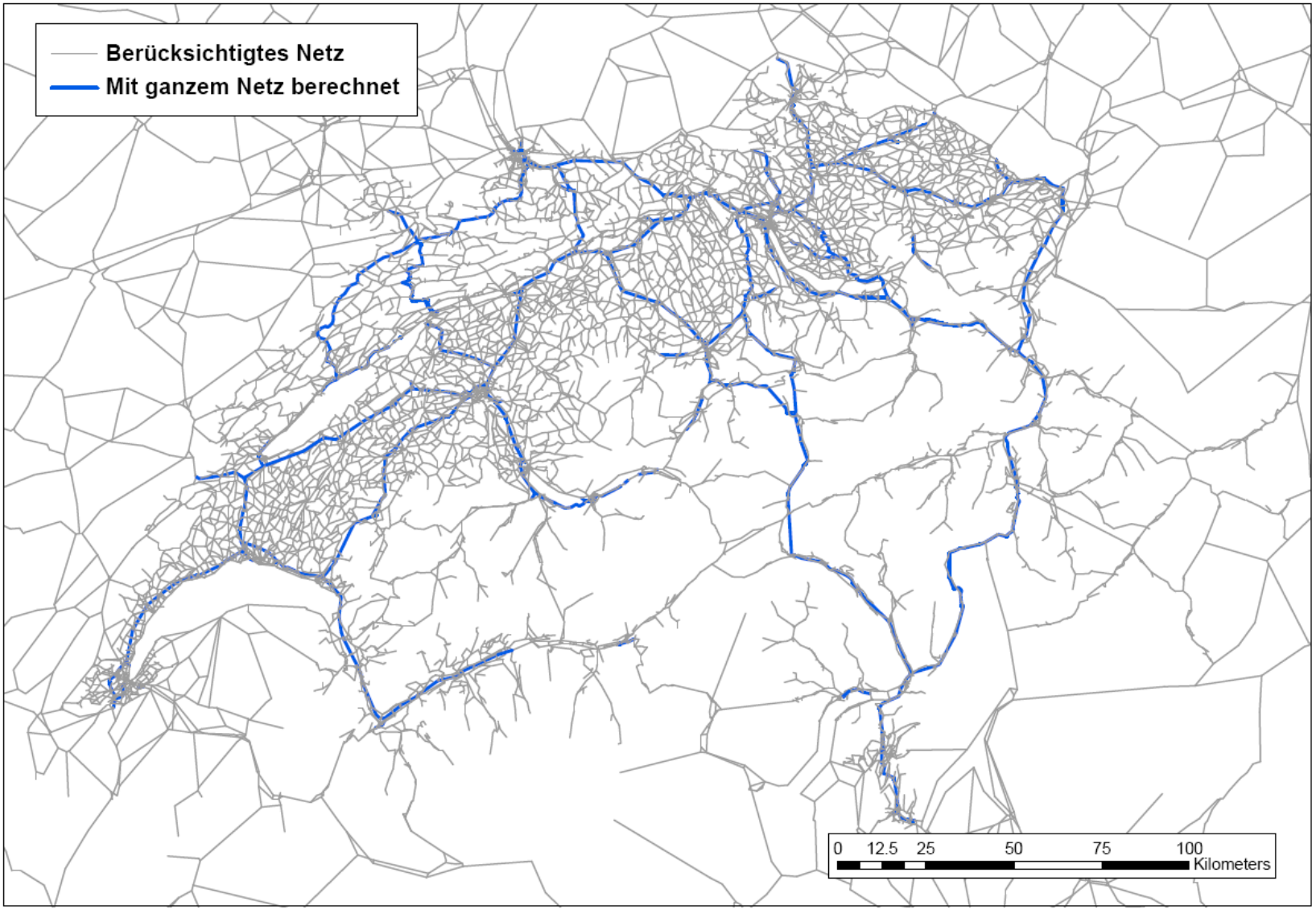
Idee:

- Gesamtes Netz für Autobahnen
- Alpen-/Juranetz für Strecken mit Umfahrungen > 30km
- Quadratische Teilnetze für den Rest

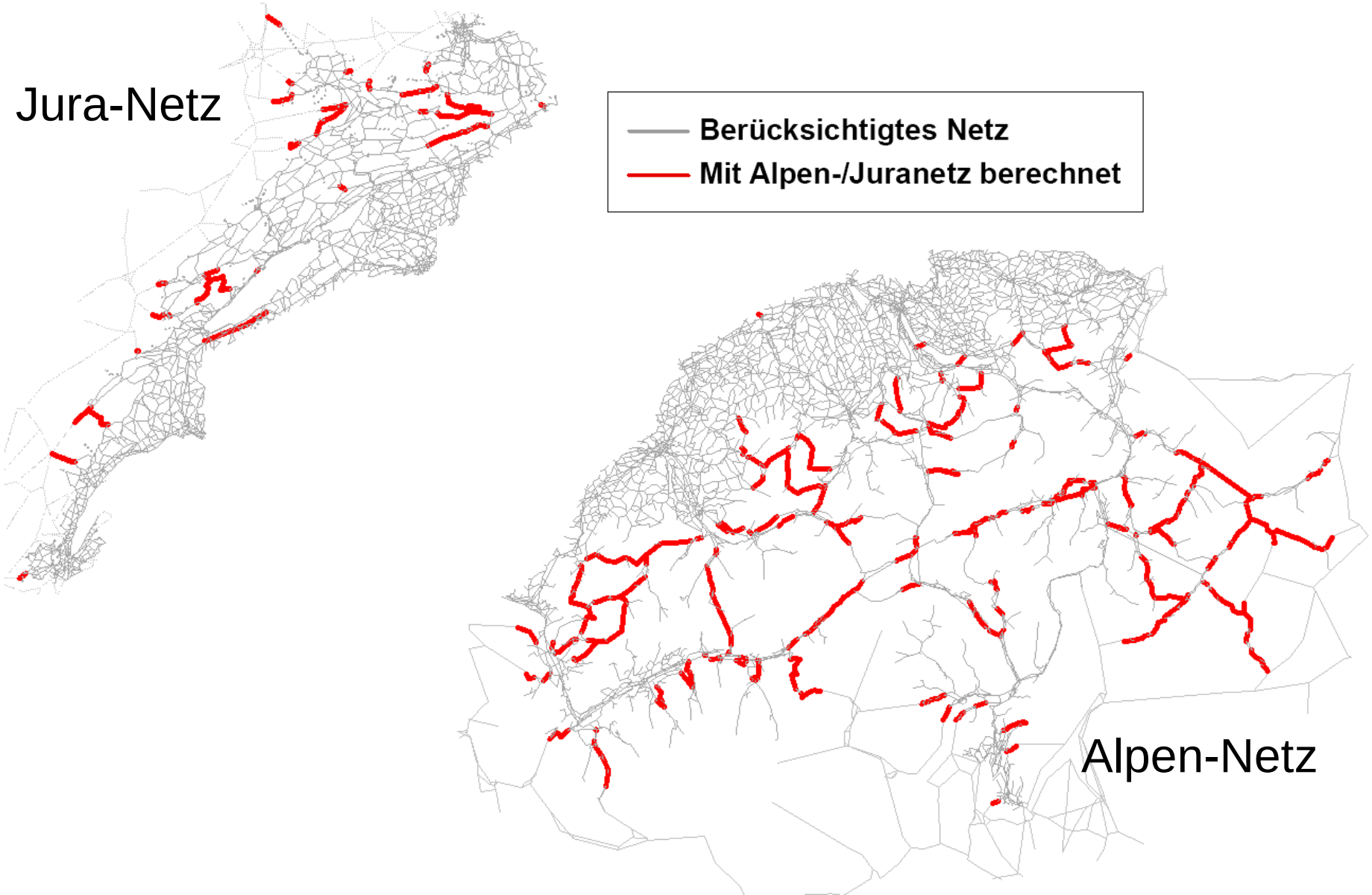
Implementierung: Spezialfälle



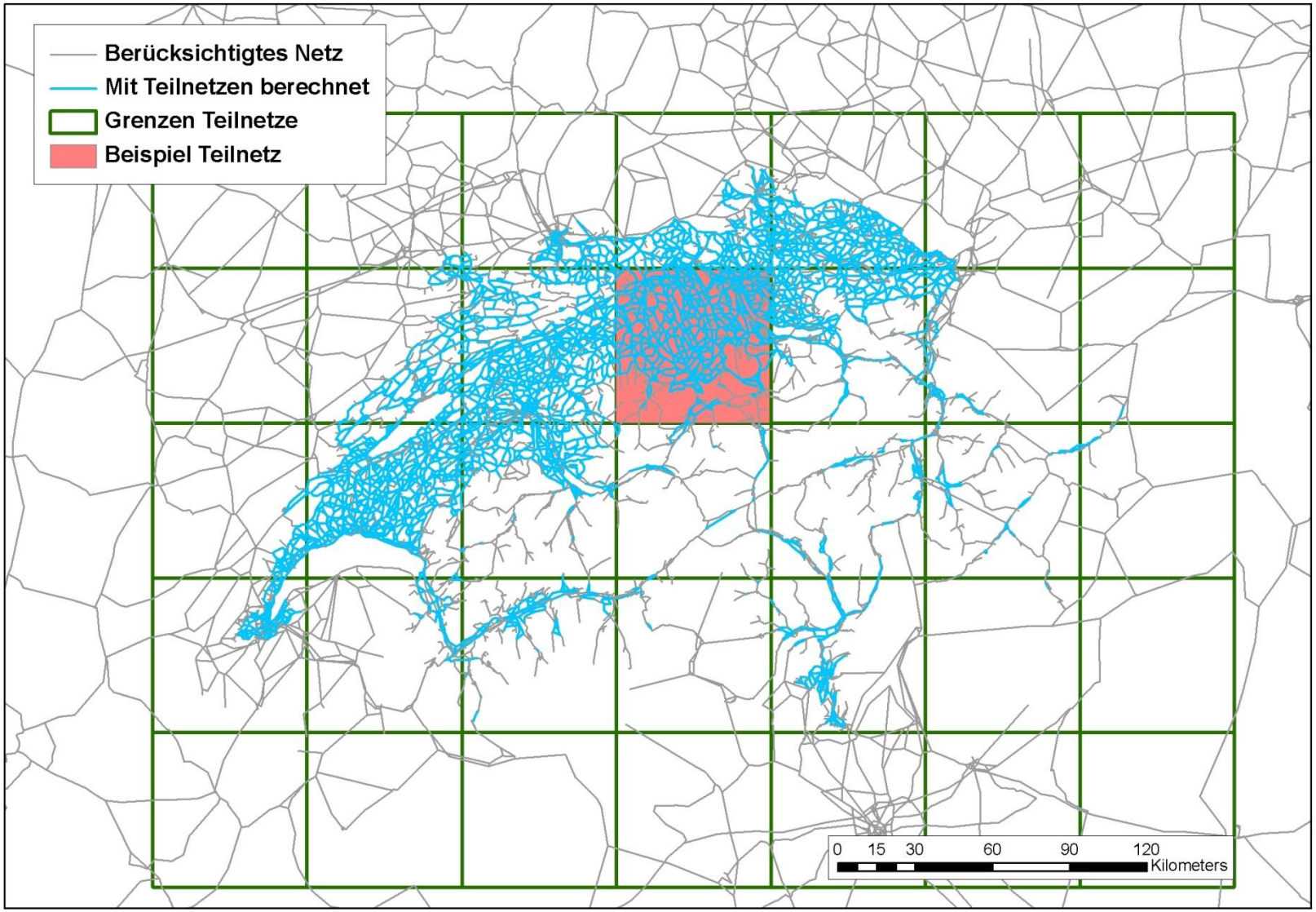
Implementierung: Berechnung mit gesamtem Netz



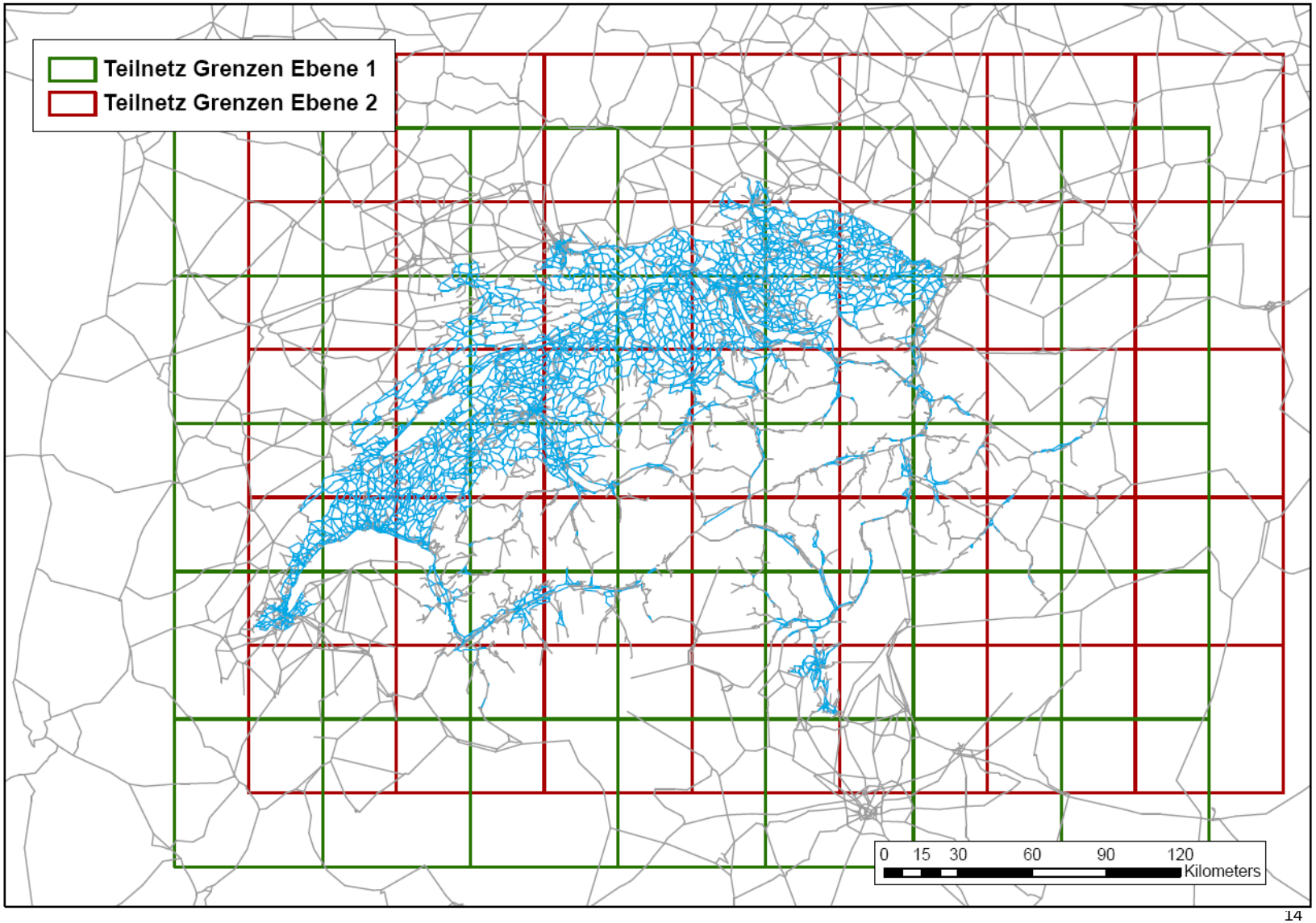
Implementierung: Berechnung mit Alpen-/Juranetz



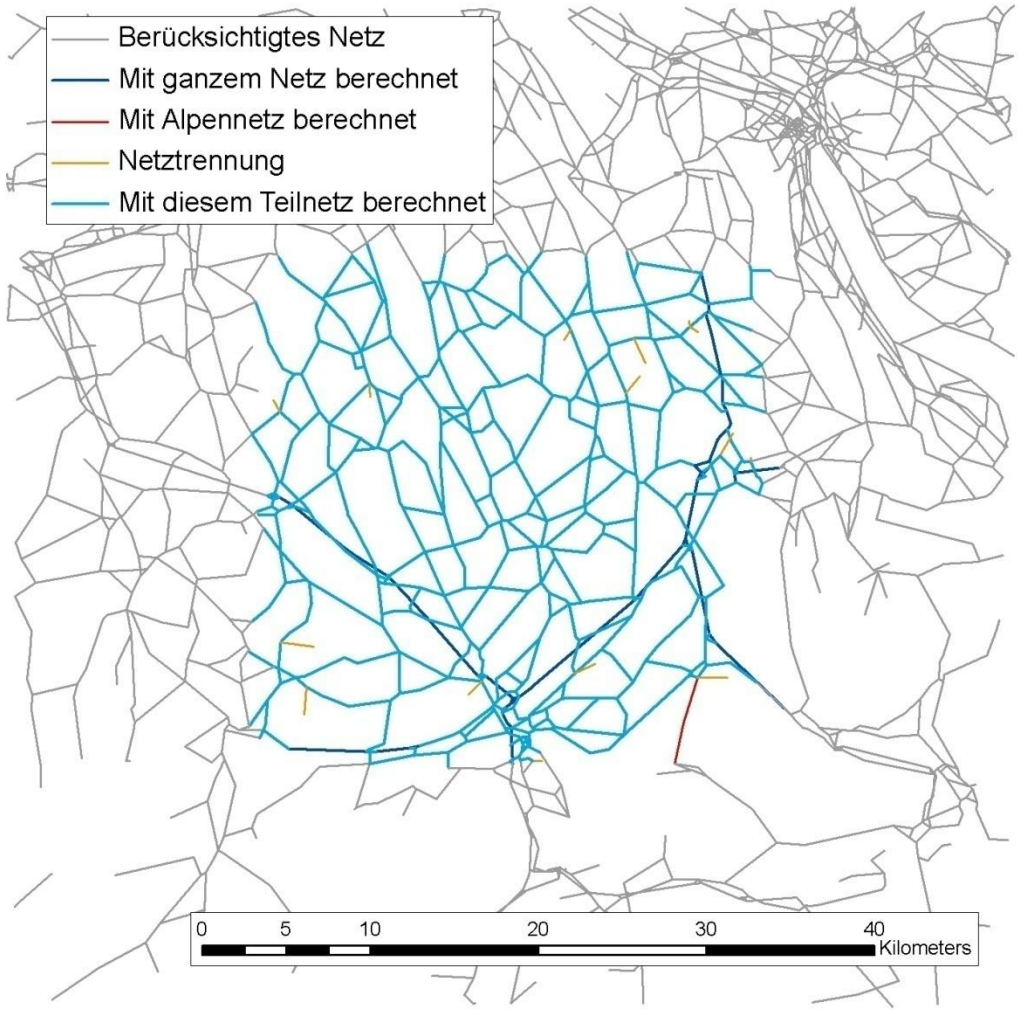
Implementierung: Berechnung mit Teilnetzen



Implementierung: Berechnung mit Teilnetzen

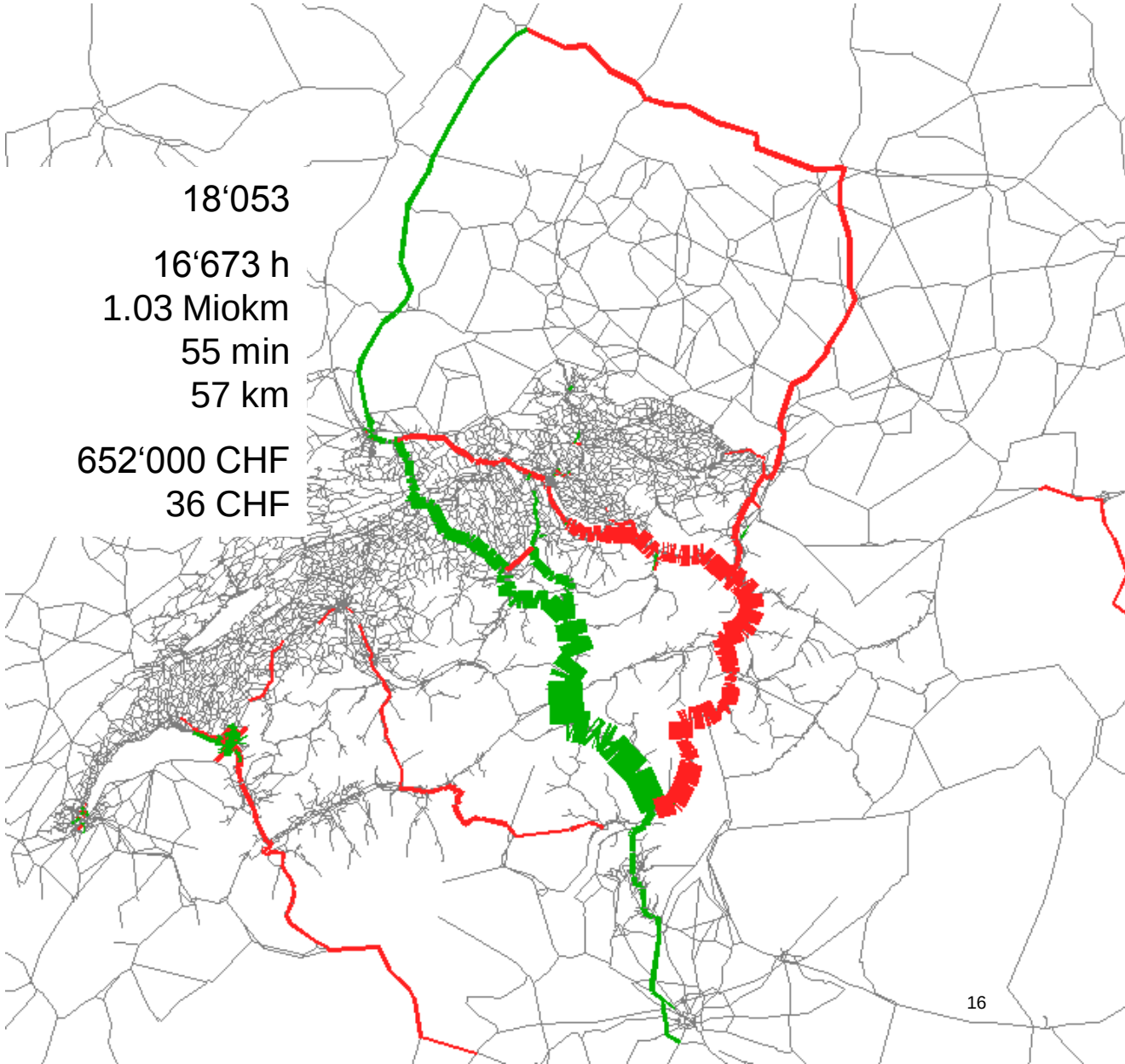


Implementierung: Berechnung mit Teilnetzen

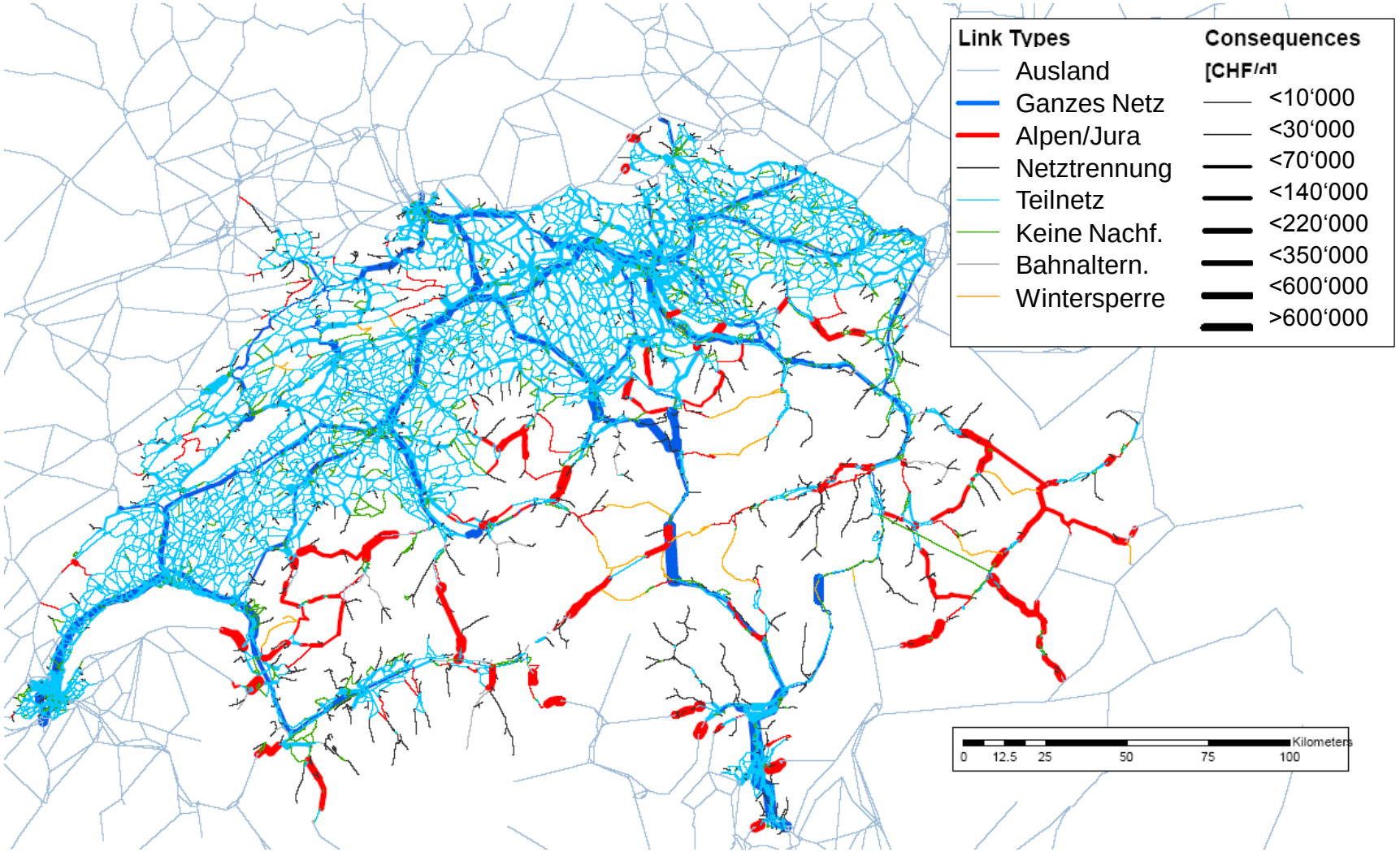


Resultate: Beispiel Gotthard

Umgeleitete Fahrzeuge/Tag:	18‘053
Zusätzliche Reisezeit/Tag:	16‘673 h
Zusätzliche Reisedistanz/Tag:	1.03 Miokm
Reisezeit/Fhz:	55 min
Reisedistanz/Fhz:	57 km
Kosten:	652‘000 CHF
Kosten p. Pers.	36 CHF



Resultate: Überblick Schweiz



Überprüfung Grundannahmen

Nachfrageveränderungen räumlich begrenzt

⇨ Vergleich Resultate ganzes Netz – Teilnetz

Unelastische Nachfrage / Kein V‘mittelwahleffekt:

⇨ Fallstudie Gotthard

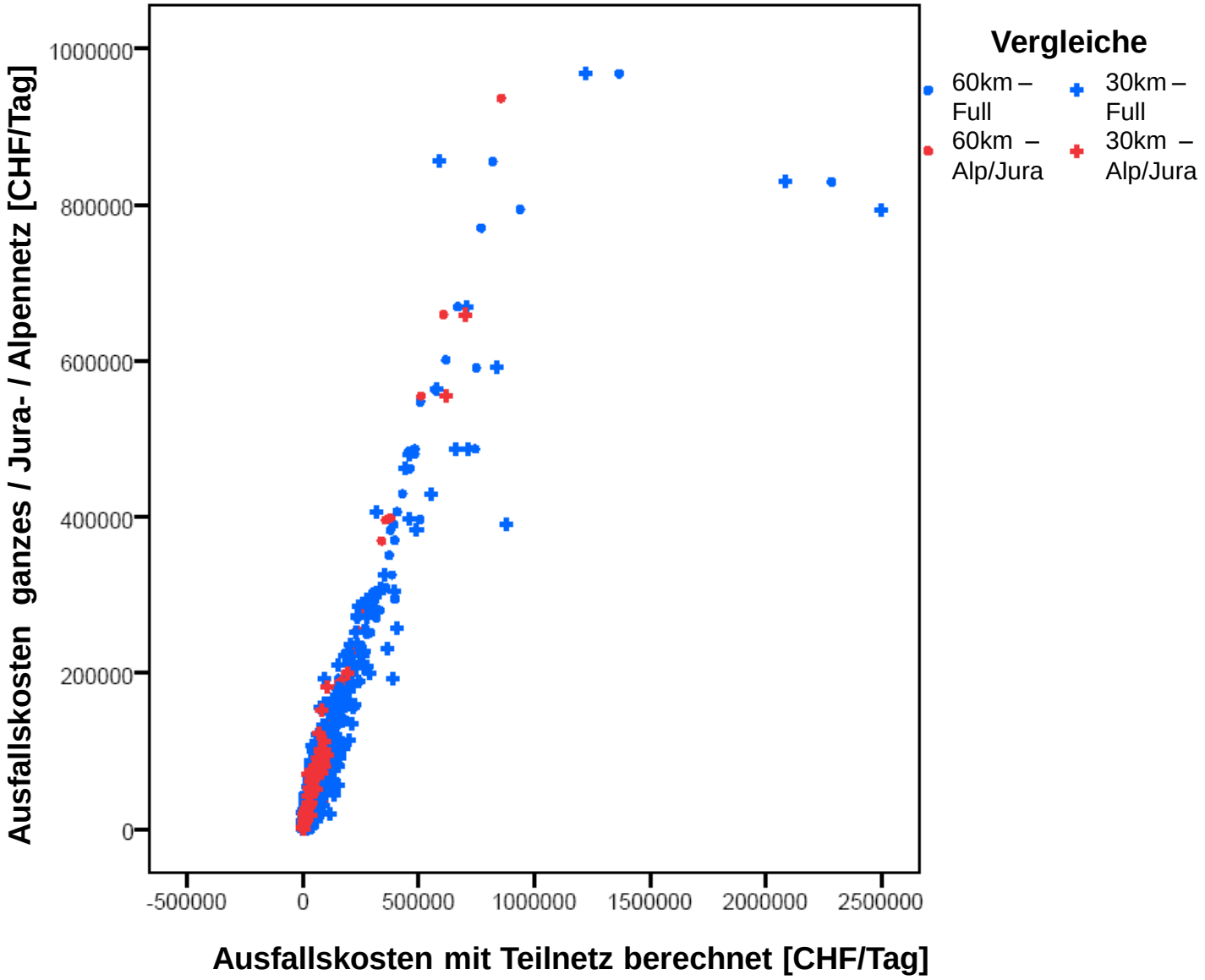
⇨ Fallstudie Grindelwald

Verwendung eines vereinfachten Netzwerks:

⇨Nicht berücksichtige Umfahrungen (Jaunpass)

⇨Zusätzliche Kapazität (Zofingen)

Grundannahmen: Räumlich begrenzte Wirkung?



Grundannahmen: Nachfrage tatsächlich unelastisch?

Vorraussetzung Umfahrung nicht erfüllt:

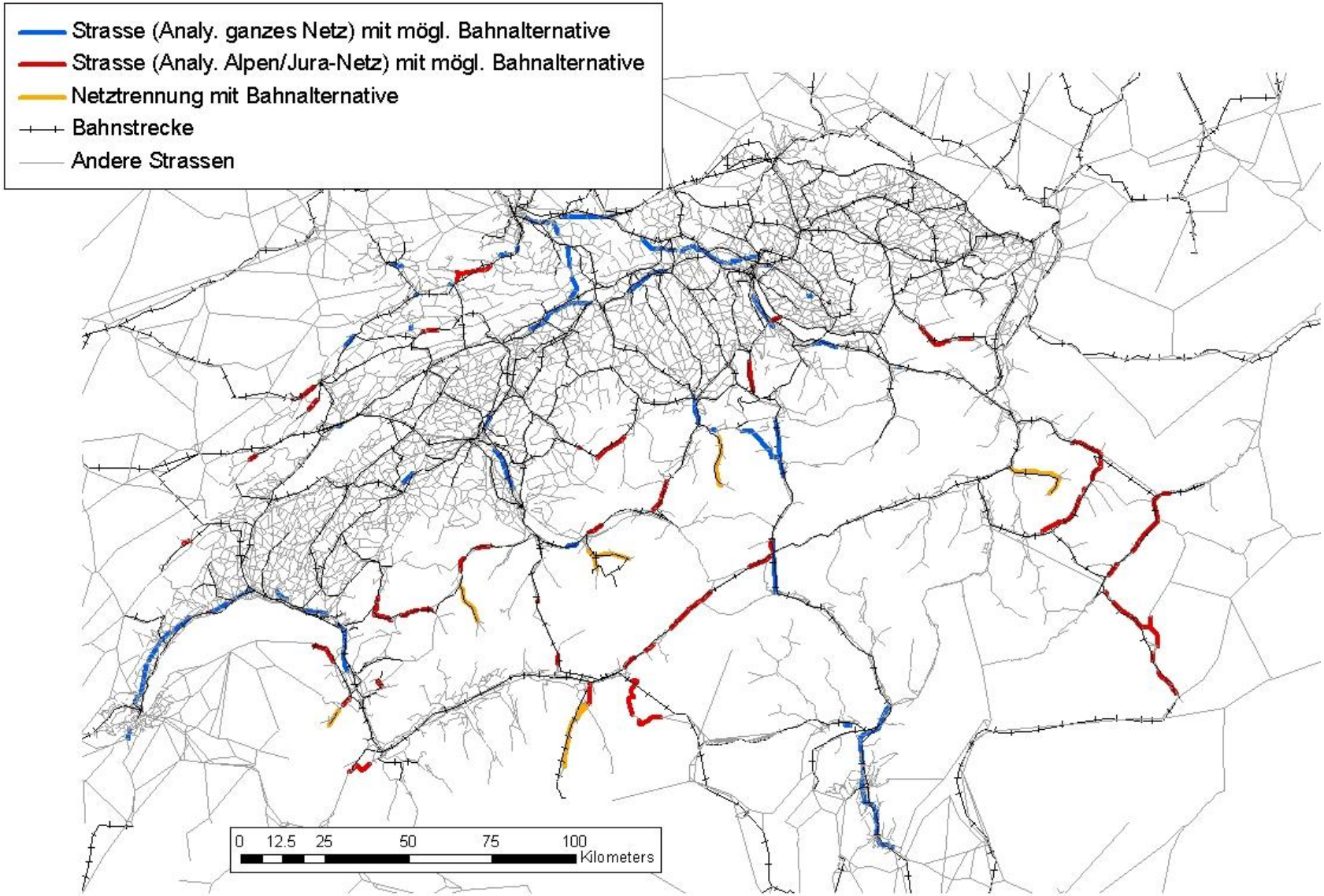
Kein Umweg vorhanden

Umfahrungskosten > Kosten der Verkehrsmittelwechsels :

- Zu-/Abgang (10 Minuten; CHF 3.80)
- Umsteigen (0.5 Umsteign; CHF 1.17)
- Umsteigezeit (0.5*5 min; CHF 0.28)

} CHF 5.25

Grundannahmen: Unlastische Nachfrage?



Grundannahmen: Unlastische Nachfrage?

Beispiele:

- Grossräumige Umfahrung mit Bahnalternative (Gotthard)
- Netztrennung mit Bahnalternative (Grindelwald)

Grundannahmen – Beispiel: Gotthard

Konzept:

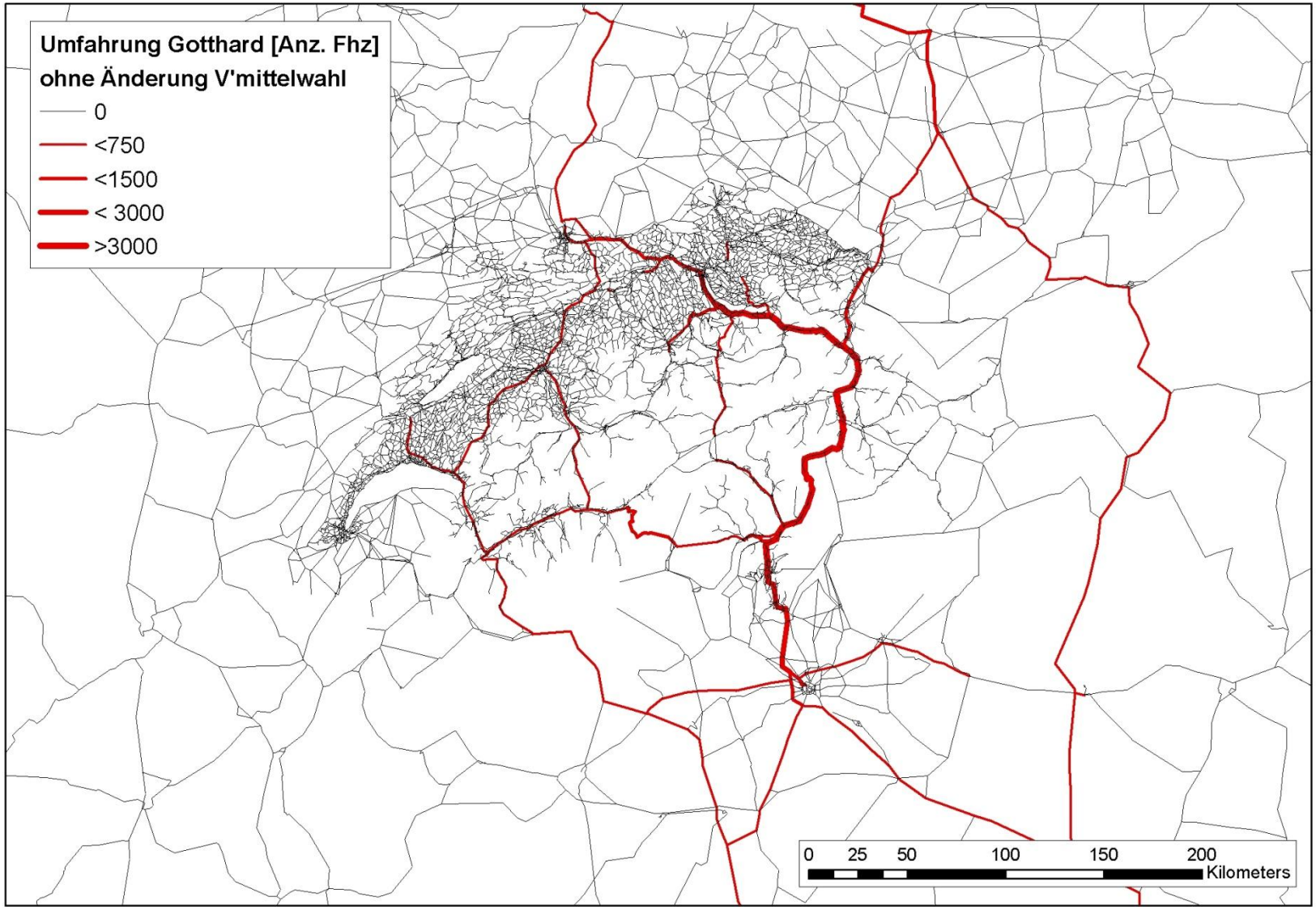
Spinnenanalyse Gotthard

Kenngrössen IV (Spinne Gotthard, Gotthard zu)
Kenngrössen ÖV (Spinne im ÖV-Netz umgelegt)

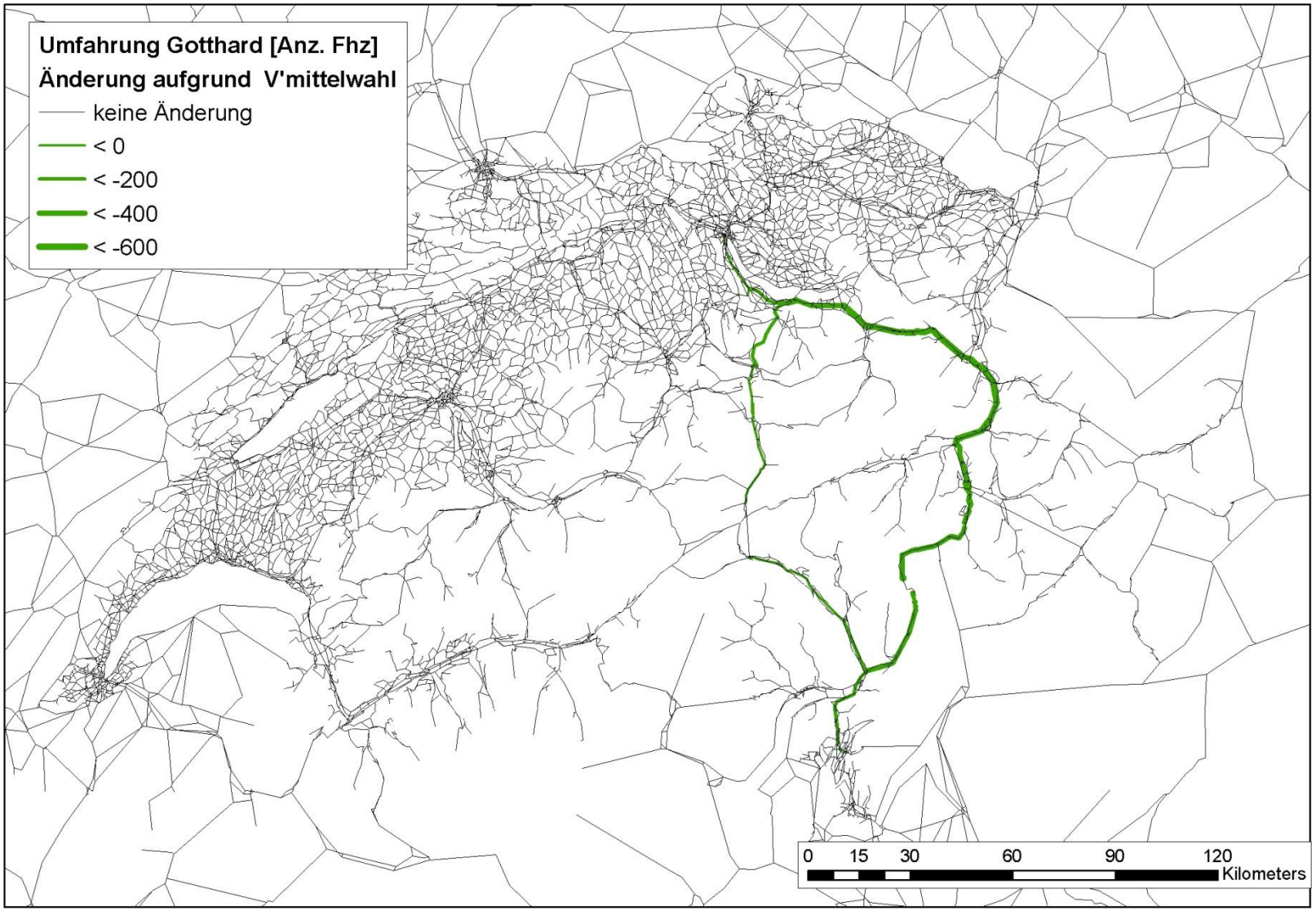
V‘mittelwahl mittels Logitmodell

Gotthard – Nachfragespinne

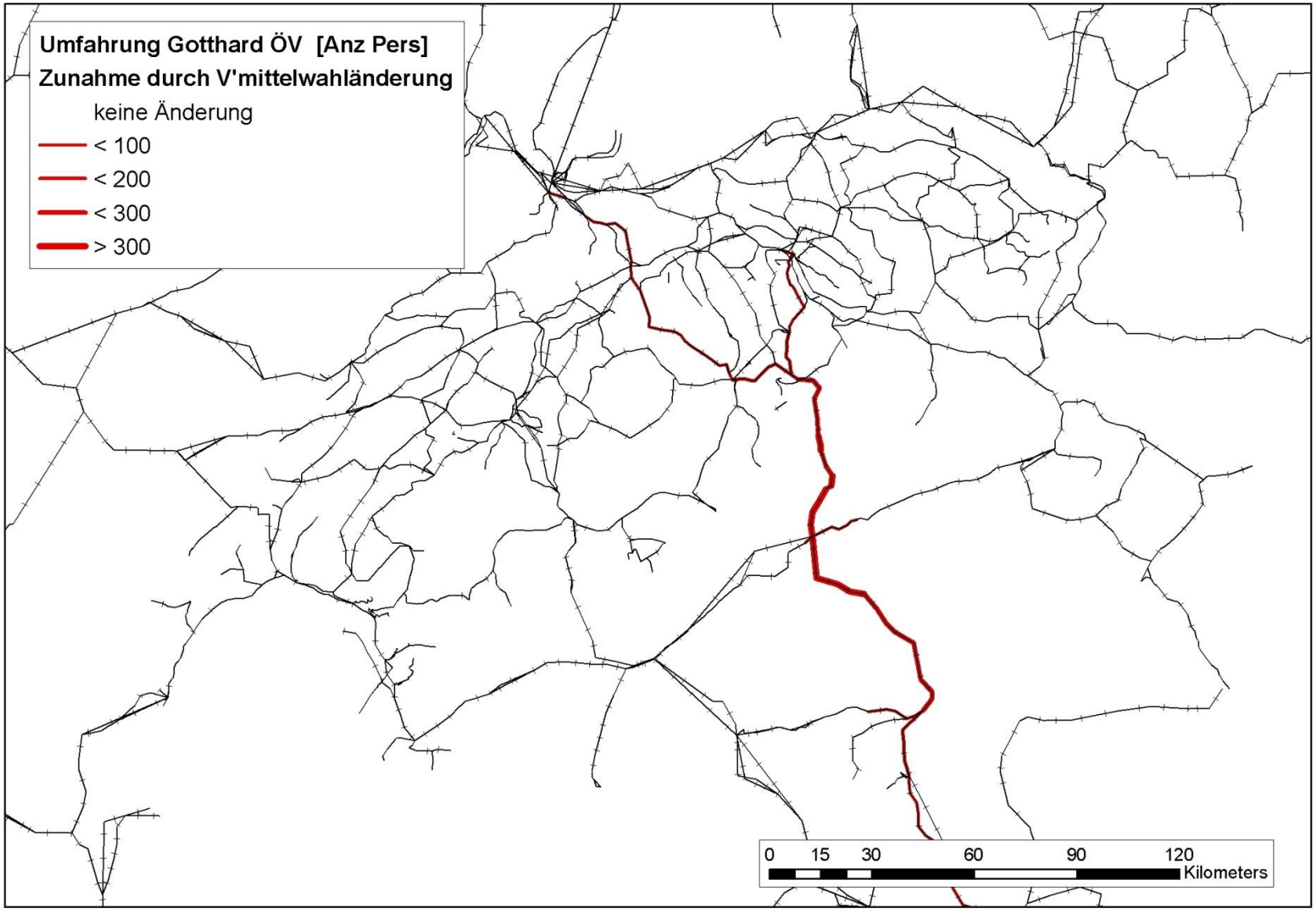
Gotthard – Umfahrungseffekt ohne V‘mittelwahländerung



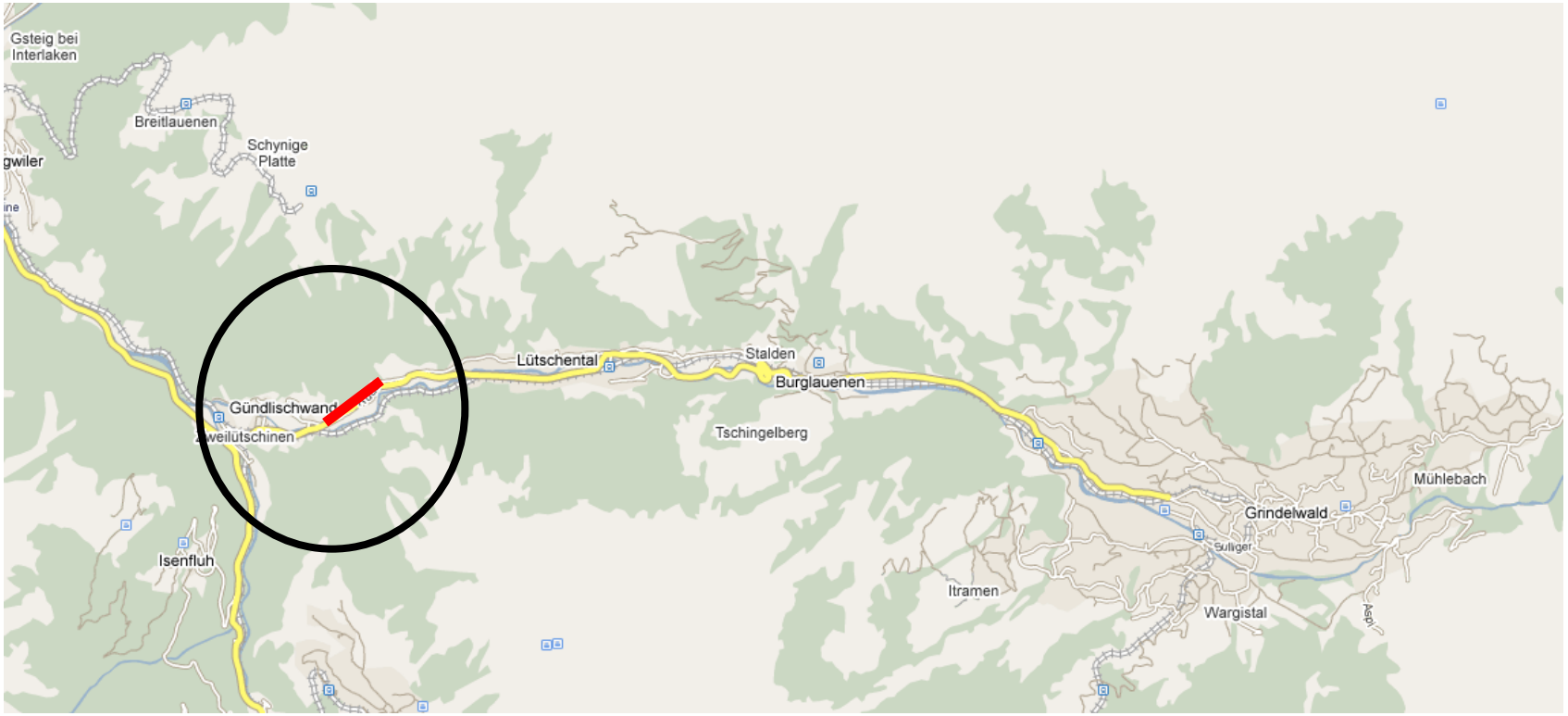
Gotthard – Änderung MIV durch V‘mittelwahländerung



Gotthard - Änderung ÖV durch V‘mittelwahländerung



Grundannahmen – Beispiel: Grindelwald



Grundannahmen – Beispiel: Grindelwald

Annahmen:

- Änderung der Verkehrsmittelwahl für die gesamte Nachfrage
- Keine Änderung der Zielwahl
- Keine Unterdrückung von Reisen

Kosten der Änderung der Verkehrsmittelwahl:

- Differenz der generalisierten Kosten MIV-ÖV
- Zahlungsbereitschaften aus Kosten-Nutzennorm

Grundannahmen – Beispiel: Grindelwald

Resultate:

	Grindelwald	Lütschental
Quell-/Zielnachfrage [Pers/Tag]	3798	377
Gen. Kosten MIV unter normalen Bedingungen[CHF/d]	86’414	3’911
Gen. Kosten bei Benützung ÖV [CHF/d]	231’230	15’948
Kosten Zu-/Abgang [CHF/d]	36’010	3’858
Totale Kosten Streckenausfall [CHF/d]	180’826	15’896

Sensitivität:

- Keine Berücksichtigung Zielwahländerungen
- Keine Berücksichtigung Unterdrückung von Fahrten

⇨ Überschätzung der Kosten!

Fazit

Netzweite Prognose von Streckenunterbrüchen:

- Gleichgewichtsmodelle als Grundlage
- Meist beschränkte räumliche Auswirkungen
- Berücksichtung mögl. Effekte der Verkehrsmittelwahl ex post

Ausblick

- Bessere Integration ÖV
- Ausfall von Streckenbündel
- Bündel mit grössten Auswirkungen
- Effiziente Massnahmen (Netzwerkausbau)

Results: Modeling Vulnerability

Reasons:

- Calculation intensity
- Application without assignment model

Model form:

$$CI_i = Const + \beta_{1,NT} * Dummy_{NT,i} * V_i * TD_i + \beta_{2,NT} * Dummy_{NT,i} * (V_i^2 / C_{5km,i})$$

$\beta_{j,NT}$ = Parameter estimate for term j
CI_i = Indirect failure consequences [CHF/day],
$Dummy_{NT,i}$ = Dummy network type used for the asssessment,
V_i = Volume,
TD_i = Travel time shortest detour [h],
$C_{5km,i}$ = Capacity * Length of all links in a radius of 5km [h].

Results: Modelling Vulnerability

Parameter	β	Std. Error	Wald Chi-Square
Intercept	810.09	22.78	1265.05
Alp/Jura$*V_i * TD_i$	25.37	1.41	326.10
Full$*V_i * TD_i$	13.77	0.81	285.75
Subnetwork$*V_i * TD_i$	13.68	0.24	3315.68
Full$*V_i^2/C_{5km,i}$	0.38	0.04	100.84
Subnetwork$*V_i^2/C_{5km,i}$	0.26	0.03	96.23
$\varrho^2 = 0.631$, n=13'178			

Simplified network?

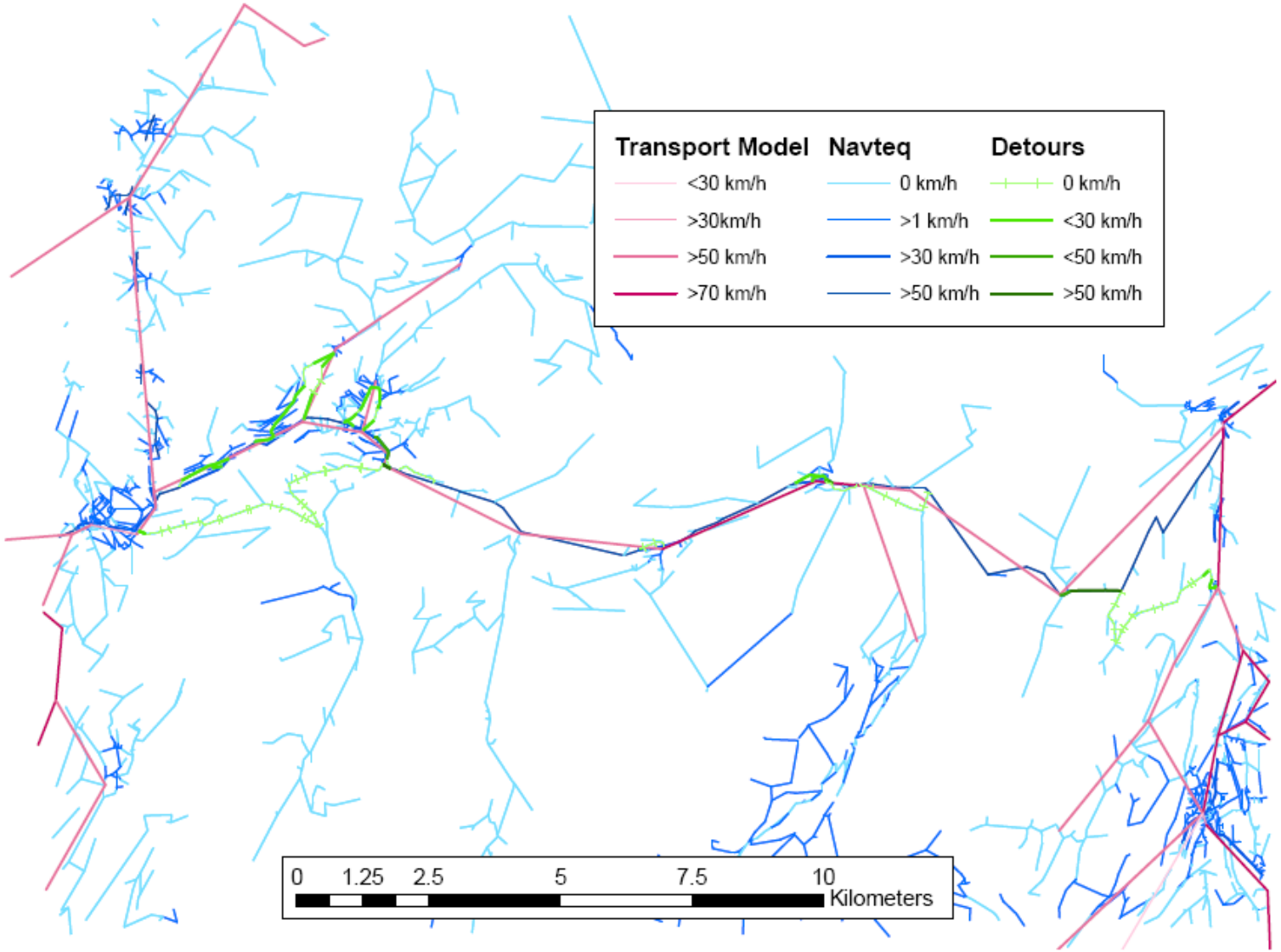
Reasons for using a simplified network:

- Data availability
- Computation intensity

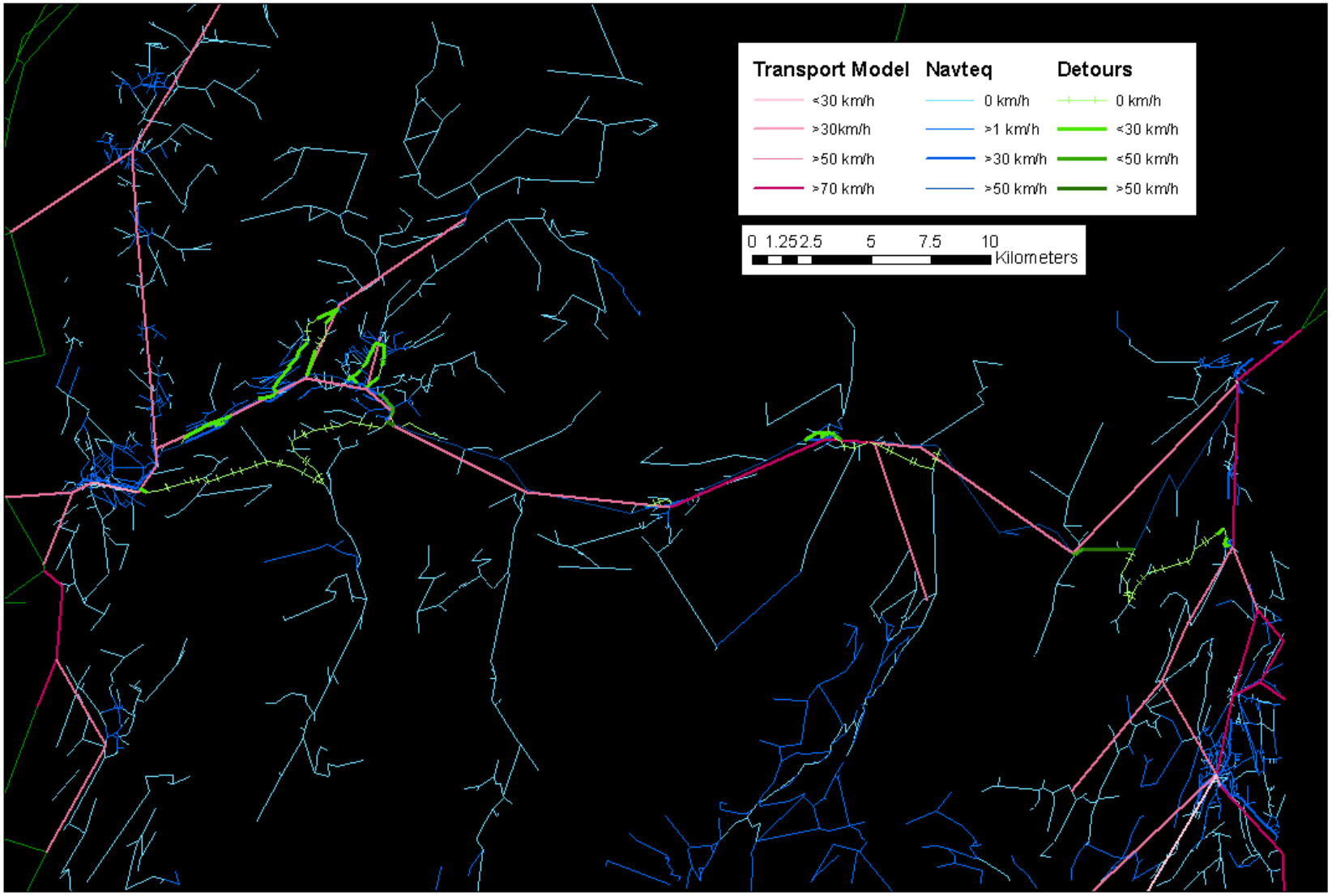
Problem:

- Local detours not covered
- Underestimation free capacity

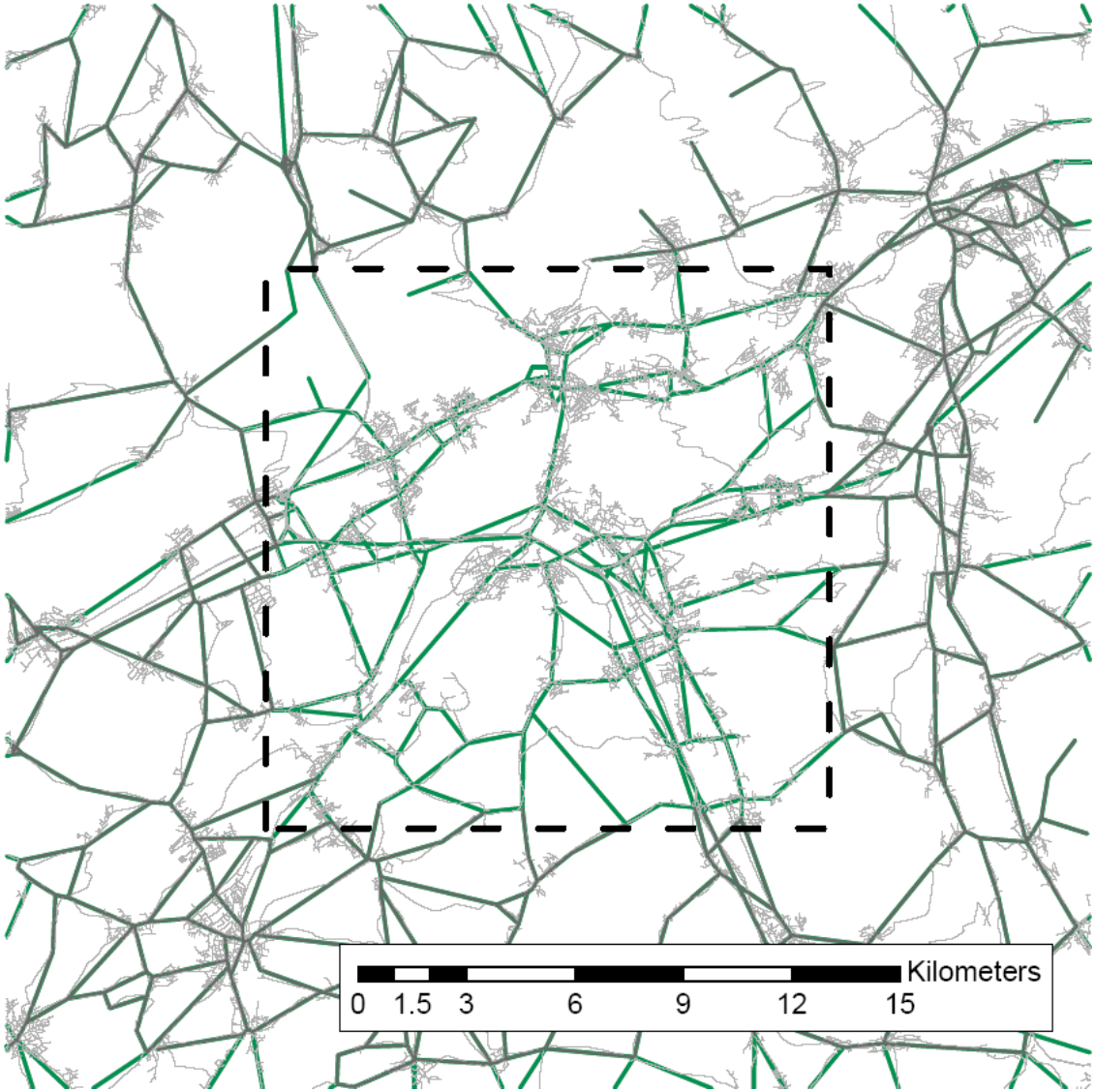
Simplified network? – Jaunpass case study



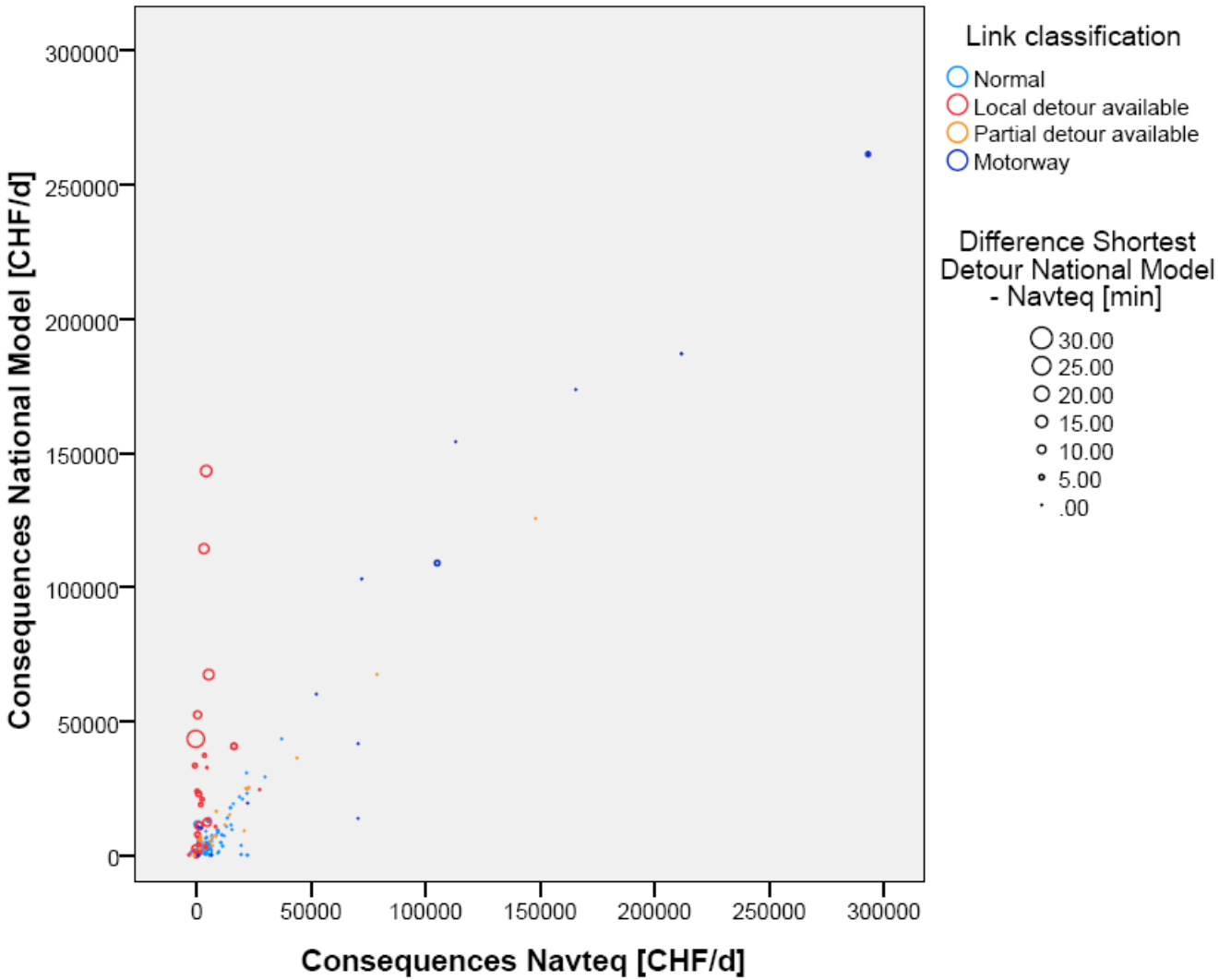
Simplified network? – Jaunpass case study



Simplified network? – Zofingen case study



Simplified network? – Zofingen case study



Literature

Several definitions of vulnerability available

The problem is calculation intensive

Case study for the Swedish Road Network

But: Congestion should be considered