

Berücksichtigung der Verletzlichkeit im Schweizer Verkehrsinfrastrukturmanagement

Hochschultagung 2007, Rust am Neusiedlersee

Alex Erath

IVT
ETH
Zürich

2. Oktober 2007



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Ausgangslage

Verletzlichkeit ist (noch) kein integraler Bestandteil des Infrastrukturmanagement

- Berücksichtigung potentieller Ausfallkosten
- Hauptbedrohung: Naturgefahren

Gemeinsames Projekt im Rahmen des nationalen Forschungsprogramms “Nachhaltige Infrastruktur”:

Infrastructure Management Consultants (IMC)

- Gefahrenkartenanalyse -> Erkennen gefährdeter Abschnitte
- Vereinfachte Lastmodell
- Zeitliche Dauer des Streckenunterbruchs und der Wiederherstellung

IVT

- Verkehrliche Auswirkungen

Verkehrliche Auswirkungen

Ziele

Angabe umfassender Messgrößen der verkehrlichen Auswirkungen eines Streckenausfalls auf Netzwerkebene.

- Zusätzliche Reisezeit
- Zusätzliche Fahrleistung
- Generalisierte Kosten
- Für alle von Naturgefahren gefährdeten Streckenabschnitte in der Schweiz

Herausforderungen

- Rechenzeitbeschränkungen:
 - Unterschiedliche Anforderungen bezüglich der Genauigkeit
 - Optimale Berechnungsmethodik abhängig von Kenngrößen des gefährdeten Streckenabschnitts
- 2 Netze: ÖV/IV
 - Unterschiedliche Methodiken notwendig
- Abgeschnittene Teilnetze
 - Bewertung unterdrückter Nachfrage

Übergeordnetes Vorgehen

- Auswirkungen beschränkt auf Routenwahlveränderung
- Keine Auswirkungen bezüglich V'mittelwahl und Nachfrageerzeugung
- Schweizerisches Verkehrsmodell als Basis
- Geschlossene Alpenpässe

Untersuchungsdesign

- Ausweisung von Strecken deren Ausfall zu unterdrückter Nachfrage führt
 - Integrales Verkehrsnetz (ÖV/IV)
 - Einzelne Netzwerke
- Ausweisung verkehrliche Auswirkungen
 - IV
 - ÖV

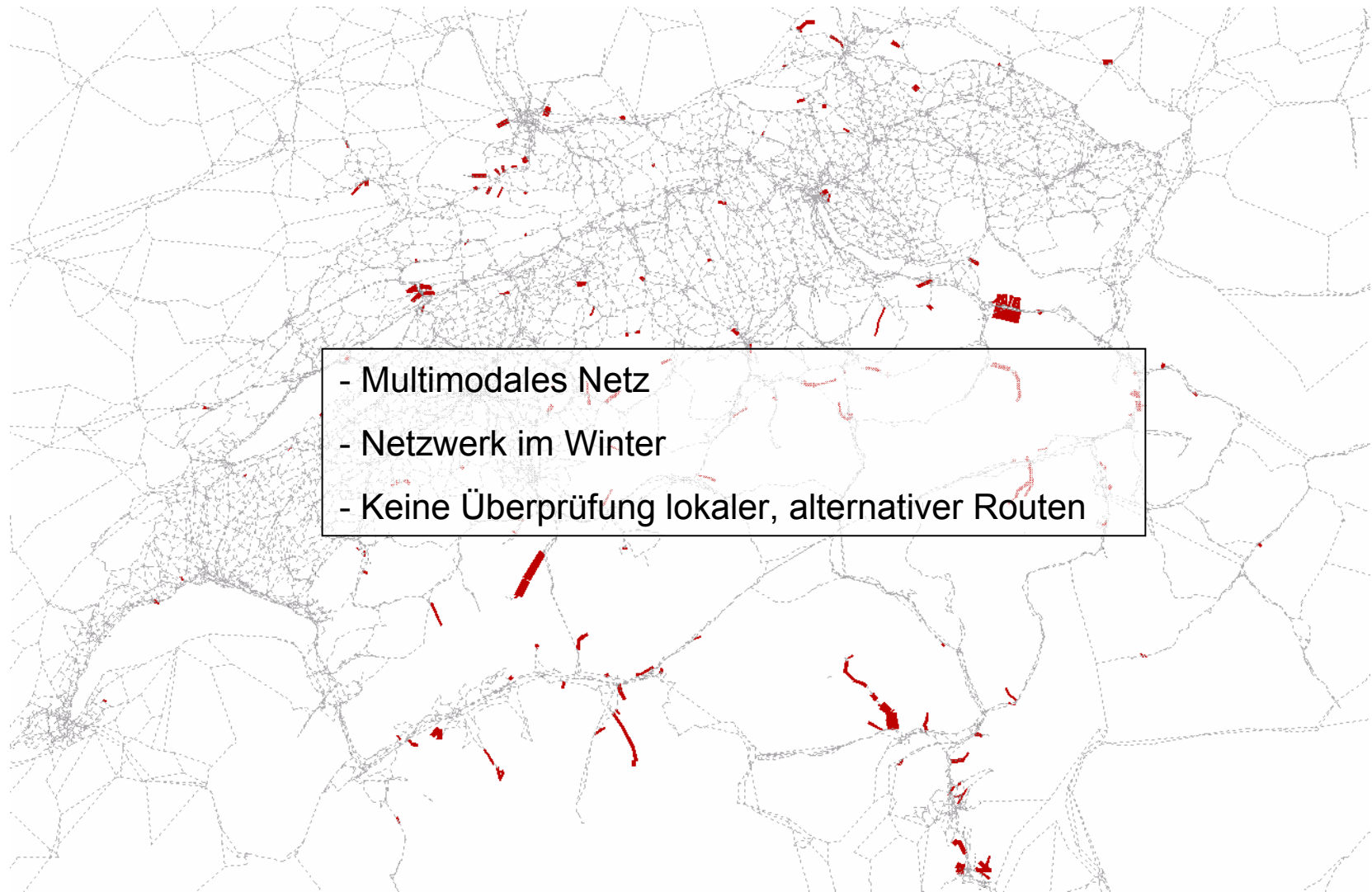
Unterdrückte Nachfrage

- Streckenausfall schneidet eine oder mehrer Nachfragezonen vom restlichen Netzwerk ab
- Graph-Theorie spricht von sogenannten Cut links:
„Eine Kante deren Entfernung einen zusammenhängenden Graphen entzweit“

Ansatz:

- Erkenne ‘Cut links’ in Mono- und Multimodalen Netzwerken
- Abschätzung der Auswirkungen:
 - Anzahl unterdrückter Fahrten
 - Anzahl vom Verkehrsnetz abgeschnittener Personen
 - Volkswirtschaftliche Auswirkungen (Methodik?)
 - Zeitliche Dauer
 - Möglichkeit provisorischer Umfahrung

'Cut Links' – Anzahl unterdrückter Fahrten



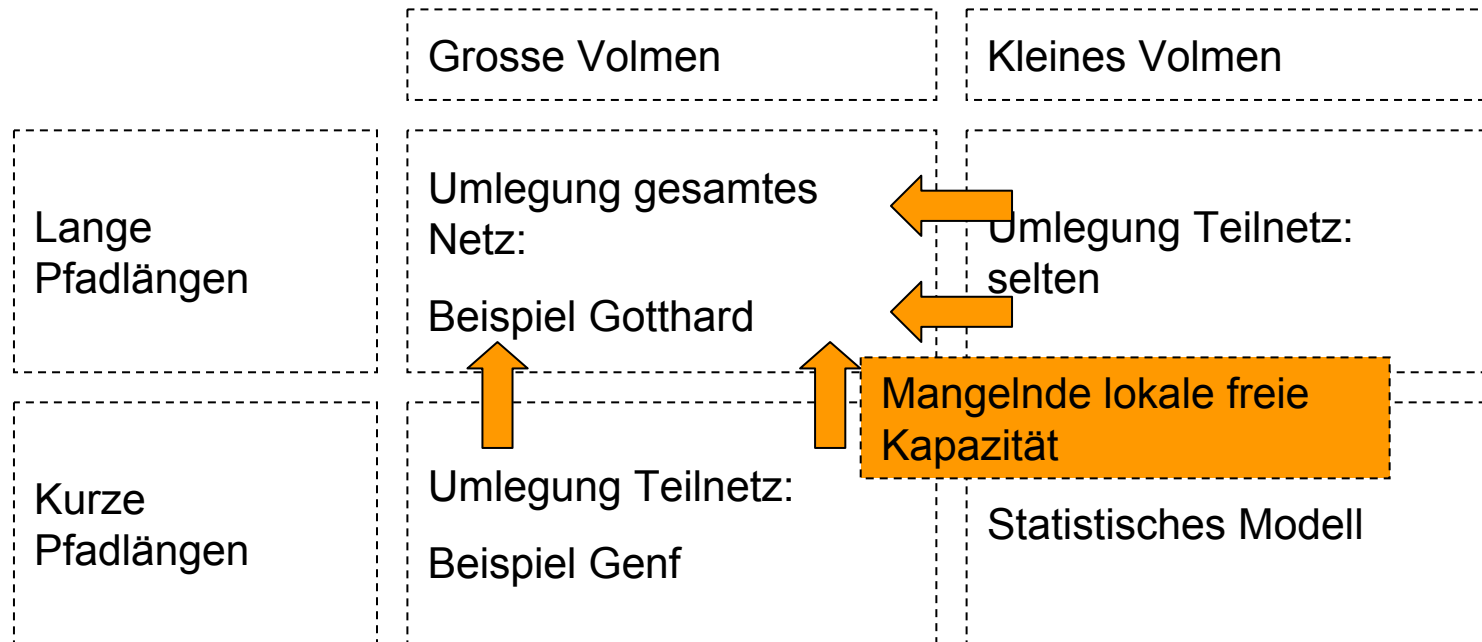
Strassennetz - Methode

Umlegungen des ganzen Netzes für jedes Szenario zu rechnen unmöglich

- Dauer Umlegung: 40 Minuten
- Gefährdete Streckenabschnitte noch nicht bekannt
- 17'861 Strecken = 17'861 Szenarien \approx 500 Tage
Berechnungszeit
- Forschungsprojekt: Suche nach übertragbaren, alternativen Ansätze

⇒ Multikriterieller Ansatz:

Strassennetz – Multikriterieller Ansatz



Strassennetz – Multikriterieller Ansatz

Ablauf:

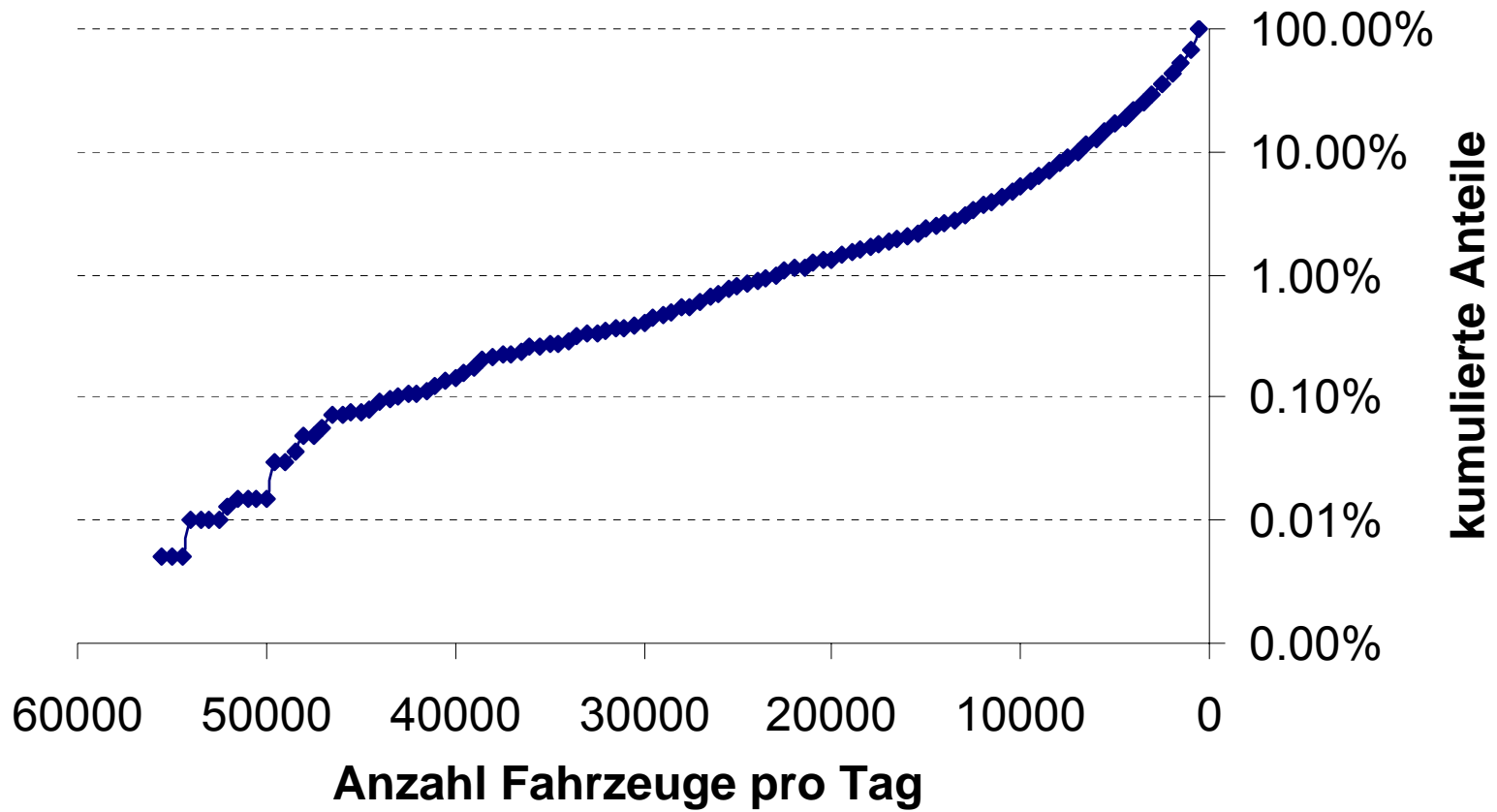
Berechne Grundlagendaten

- Streckenbelastungen
- Verteilung der Pfadlängen
- Lokale Netwerkdichte / lokale Kapazitätsreserven

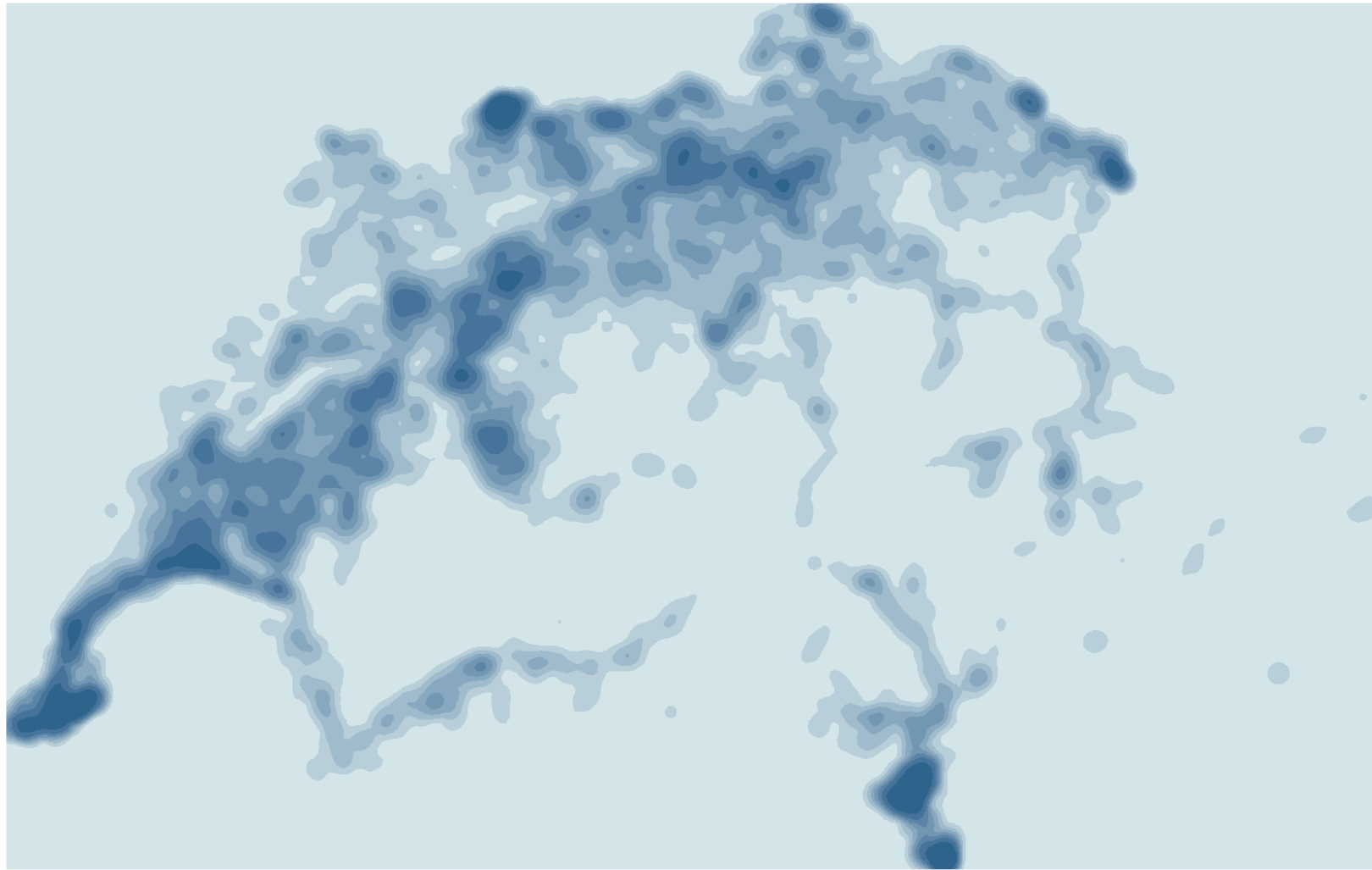
Definiere Methoden abhängig von

- Berechnungszeit
- Eintrittswahrscheinlichkeit Naturgefahr -> Genauigkeitsanforderung

Belastung – kumulative Verteilung

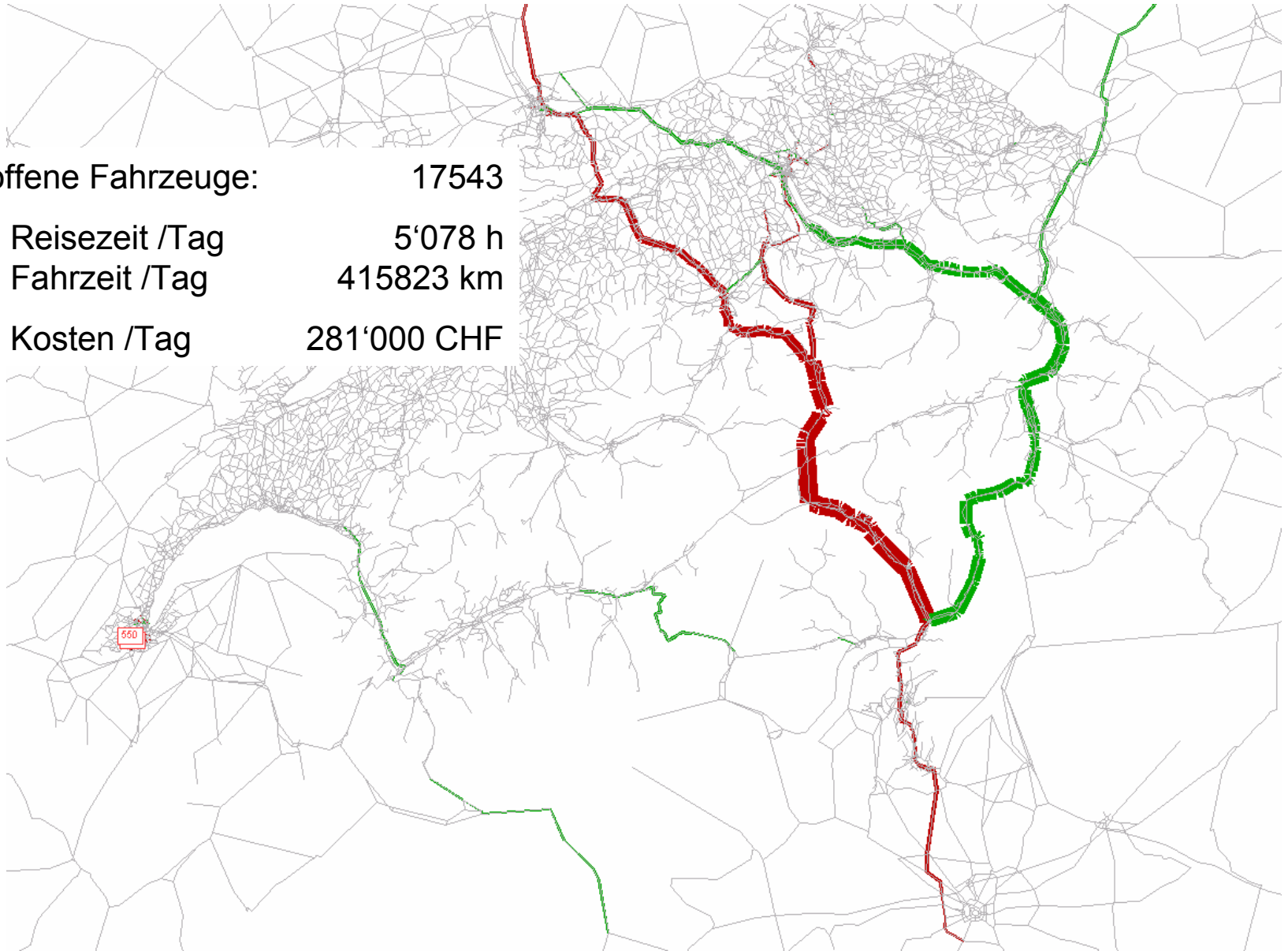


Strassennetz – Netzwerkdichte



Beispiel – Komplettes Netz: Gotthard

Direkt betroffene Fahrzeuge:	17543
Zusätzliche Reisezeit /Tag	5'078 h
Zusätzliche Fahrzeit /Tag	415823 km
Zusätzliche Kosten /Tag	281'000 CHF

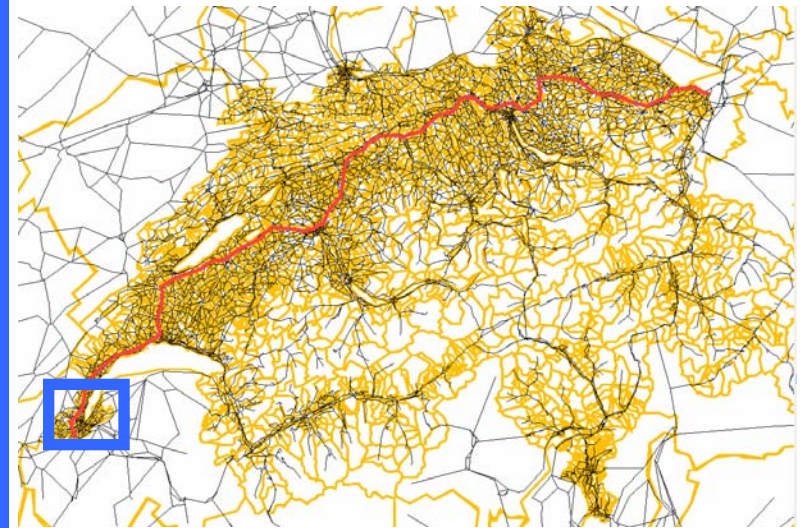


Strassennetz - Beispiel: Teilnetz

Räumlich beschränkte Auswirkungen erwartet:

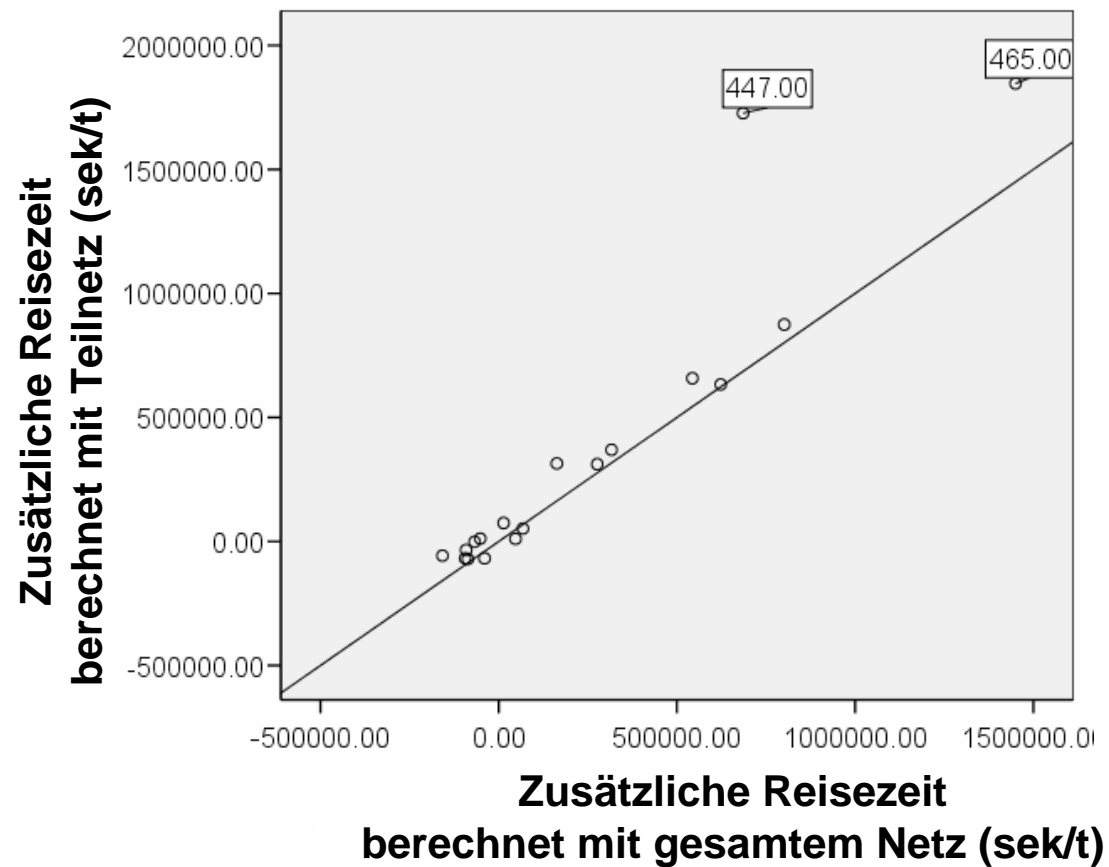
- Hohe Netzwerkdichte (freie Kapazitätsdichte)
 - Eher kurze mittlere Pfadlängen
- ➔ Berechnungszeit und Genauigkeitsvergleich Teilnetz -
gesamtes Netz am Beispiel Genf

Strassennetz - Beispiel: Teilnetz Genf



Strassennetz - Beispiel: Teilnetz

- Grosser Rechenzeitgewinn
- Rund 30 mal schneller (inkl. Erstellung Teilnetz)
- Genügende Genauigkeit



Strassennetz – Statistisches Modell

Geeignet für:

- Strecken mit eher geringer Belastung
- Kleine Auswirkungen erwartet

Design:

- Abhängige Variable
 - Zusätzliche Reisezeit
 - Zusätzliche Verkehrsleistung
- Unabhängige Variable
 - Kürzeste Umfahrung
 - Mittlere Pfadlänge
 - Lokale Netzwerkdichte
 - Streckenbelastung
 - Interaktionen

Öffentlicher Verkehr - Methode

Modellierung des Angebots in einem Verkehrsmodell beinhaltet einen Fahrplan

Linienumleitung sehr komplex – in der Praxis nur bei langfristigen Störungen angewendet

Störungsmanagement stützt sich stark auf festgelegte Krisenmanagementszenarien

Ansatz:

- Zusammenarbeit mit Bahn-/Infrastrukturbetreibern unerlässlich
- Bewerte Krisenmanagementszenarien aufgrund zusätzlicher Reisezeit und Komforteinbusse

Ausstehende Arbeiten

Strassennetz

- Berechne Distanzverteilung der Pfade
- Definiere Grenzwerte des multi-kriteriellen Ansatzes
- Aufsetzen des statischen Modell

Öffentlicher Verkehr

- Zusammenarbeit mit SBB

Unterdrückte Nachfrage

- Evaluation Bewertungsmethodiken
- Berücksichtigung von Auflösungsproblemen:
 - Zoneneinteilung
 - Im nationalen Modell nicht abgebildete Strecken

Anhang: Gotthard Multi-Failure

