

Von Bits zu Tonnen: Nachfrage-Simulation im Güterverkehr.

Inspiration Days 2024
Annick Noll, UE-FIM-FSO
Bern, 20. August 2024





Agenda.



Herausforderungen
im Güterverkehr der
Zukunft



Lösungsansätze
SBB & Projekt IBG
(Intermodaler
Binnengüterverkehr)



Simulationen im
Allgemeinen &
Simulationsmodell
IBG



Einblick in
Ergebnisse



Ausblick

Zunehmender Güterverkehr: Signifikante Wachstumsprognose bis 2050.



Entwicklung bis 2050

Studie vom Eidgenössischen Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UVEK, 2017.

Kapazitätsgrenze erreicht: Bestehende Strasseninfrastruktur am Limit.



Update
Stauzahlen
Astag.ch 2023.
Foto: NZZ.

Erhöhte Anforderungen an die Logistik: Schneller, zuverlässiger und flexibler für Kleinmengen.



+ 31%



48'800 h



**Steigende
Anforderungen**

Swiss Cargo Logistics:

Die Lösung für die wachsenden Anforderungen im Schweizer Gütermarkt.



Schnell & verlässlich

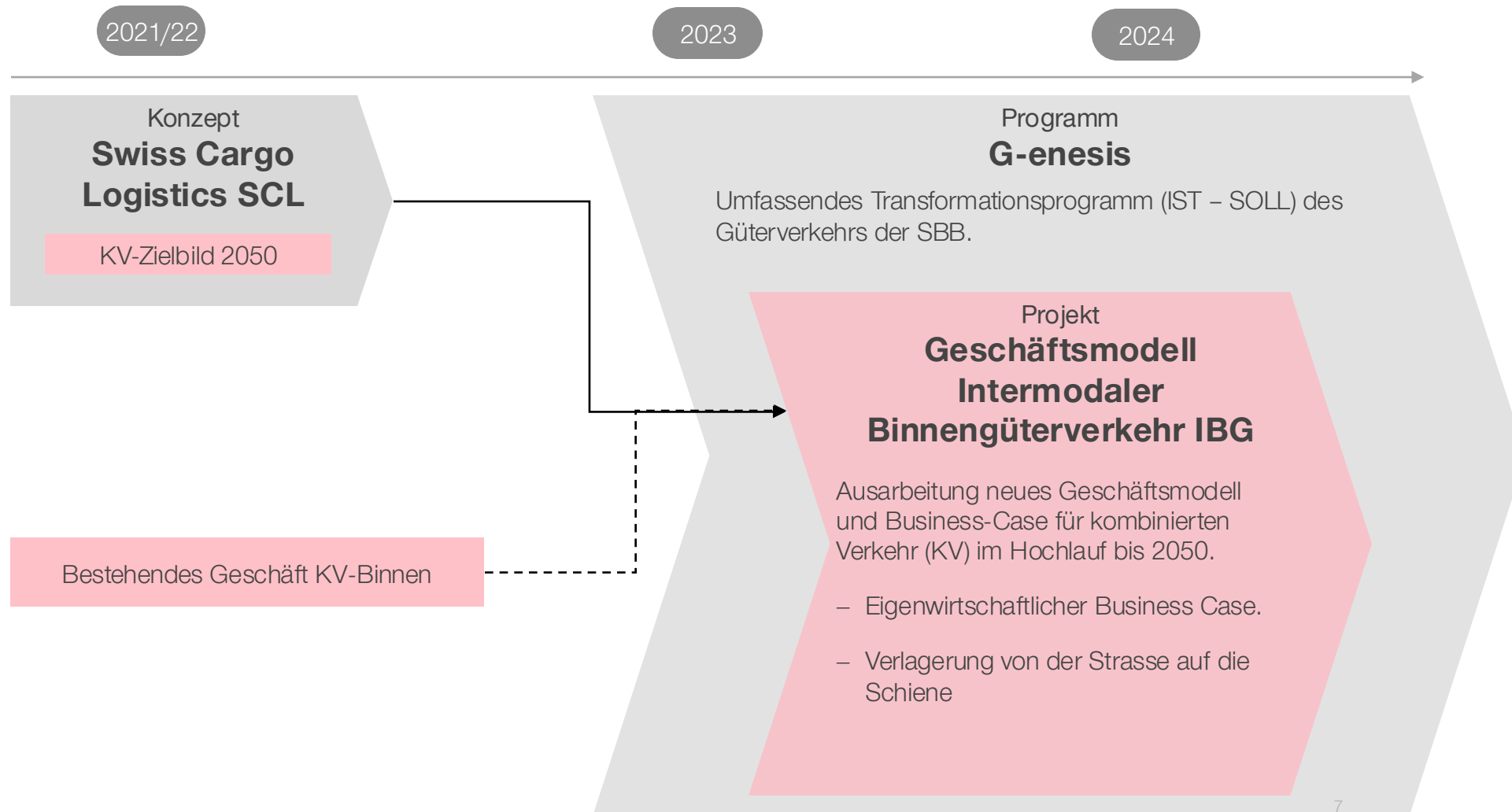


Wirtschaftlich



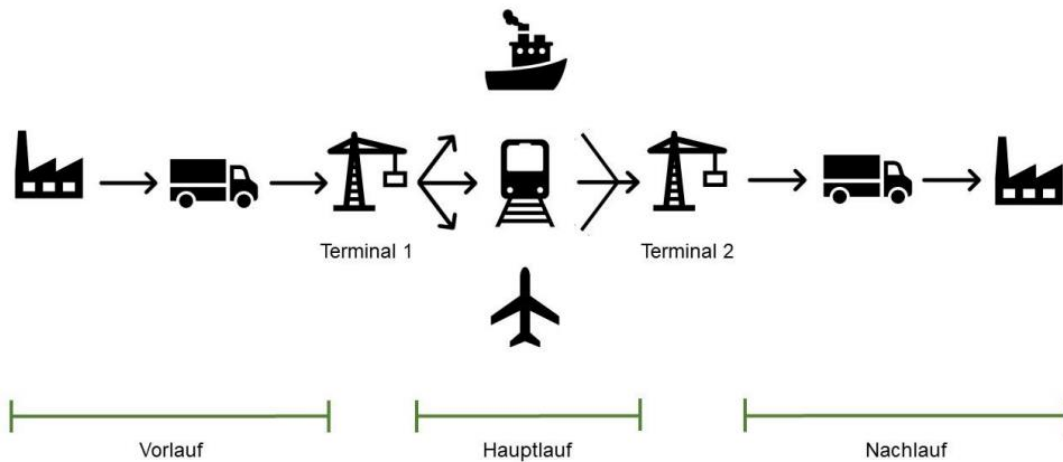
Nachhaltig



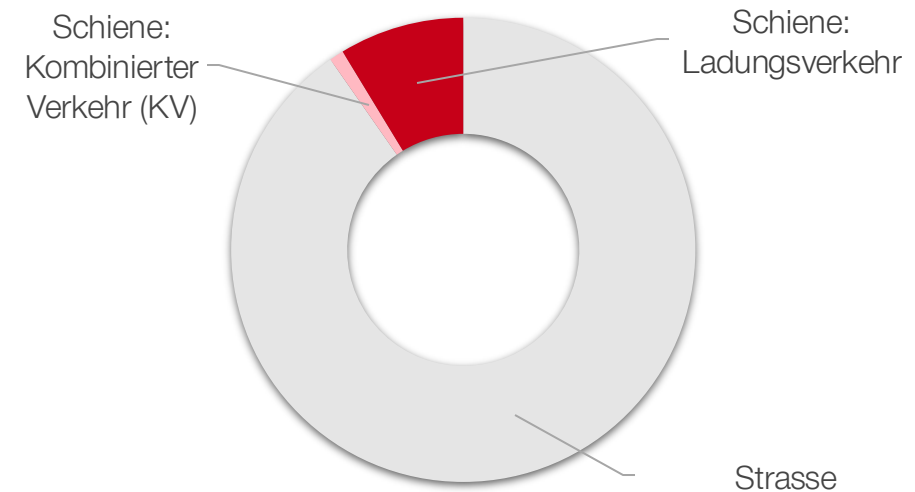


Der Kombinierte Verkehr (KV) verbindet die Stärken von Strasse und Schiene.

Transportkette im Kombinierten Verkehr (KV)



Modal Split im schweren Güterverkehr (Tkm)



Grafik: Anteil Verkehrsträger an Gesamttransportleistung (Tkm) des schweren Güterverkehrs im Jahr 2018 (Binnen, Import, Export, ohne Transit).
Quelle: Aggregierte Methode Güterverkehr AMG, Bundesamt für Raumentwicklung ARE.

Herausforderungen im Projekt IBG.



Abschätzung Nachfrage für ein neues Angebot

Möglichst fundierte und datengestützte Abschätzung der **erwarteten KV-Nachfrage** als Grundlage für Business Case Betrachtungen.

Zielsetzung IBG:
Eigenwirtschaftlichkeit



Reality Check

Erkennen und Untersuchen von **Kapazitätsengpässen** im KV-System (Terminals, Kräne, Züge).



Varianten und Szenarien

Vergleich und Bewertung **verschiedener Angebotskonzept oder Kosten** sowie **regulatorischen Massnahmen**.



Verlagerung und Konkurrenzfähigkeit

Untersuchung der **Konkurrenzfähigkeit KV ggü. Strasse**.

Zielsetzung IBG: Verlagerung von Strasse auf Schiene



Simulationen.

Eine (Computer-)Simulation ist ein Modell, das die **Funktionsweise eines Systems imitiert** und dadurch die Möglichkeit bietet, verschiedene Szenarien oder Varianten zu testen und so Entscheidungsgrundlagen liefert. Dafür wird die Wirklichkeit so realitätsgetreu wie nötig und so vereinfacht wie möglich abgebildet.

Mehrwert

- komplexe Systeme abbilden und verstehen
 - ohne Risiko und schnell Experimente und Tests durchführen und Hypothesen testen
 - Auswirkungen von bisher nicht erprobten Angeboten abschätzen
 - Auswirkungen in der nahen oder weiten Zukunft untersuchen
 - Varianten und Szenarien vergleichen
-
- Bereits Prozess der Simulationserstellung und Diskussion über Annahmen stiftet Mehrwert und animiert zu vertieftem Nachdenken über ein System.
 - Detaillierte Ergebnisse und visuelle Darstellungen schaffen Vertrauen bei Stakeholdern

Herausforderungen

- Abstraktion der Realität
- Scheingenauigkeiten (insb. bei Mikrosimulationen)
- Erarbeitung der Annahmen

Simulationen sparen Zeit und Kosten und ermöglichen es, Hypothesen und Konzepte zu testen und bewerten, bevor sie in der realen Welt umgesetzt werden.

Interdisziplinäres Team «IBG Simulationen».



Martin Haller
G-VB
Gesamtprojektleiter IBG



Boris Jäggi
I-NAT-NET-G
Teilprojektleiter IBG
Terminalstandorte



Ihab Kaddoura
UE-FIM-FSO
Fachexperte
Simulationen und Data
Science



Annick Noll
UE-FIM-FSO
Fachexpertin
Simulationen und Data
Science

+ weitere Kollegen von G, I und UE.

Optimierung / Varianten / Experimente

Input

Modell

Output

Potenzielle Nachfrage

Angebot

Rahmenbedingungen & Kosten

Agentenbasierte, dynamische, mikroskopische Simulation.

Blau: Lastwagen KV-Vor-/Nachlauf, **Rot:** KV-Züge, ausgeblendet: Lastwagen Strasse

Erwartete Nachfrage

- Aggregierte Kennzahlen
- Disaggregierte Analysen

Optimierung / Varianten / Experimente

Input

Modell

Output

Potenzielle Nachfrage

Angebot

Rahmenbedingungen & Kosten

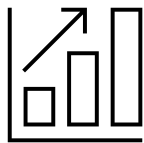
Agentenbasierte, dynamische, mikroskopische Simulation.

Blau: Lastwagen KV-Vor-/Nachlauf, **Rot:** KV-Züge, ausgeblendet: Lastwagen Strasse

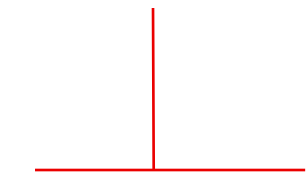
Erwartete Nachfrage

- Aggregierte Kennzahlen
- Disaggregierte Analysen

Die verwendete Nachfrage basiert auf den Verkehrsperspektiven des ARE.



Prognose Strassen-
Nachfrage aus
Verkehrsperspektiven
des Bundes*

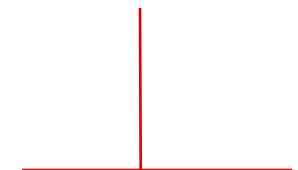


Mengenrelationen
(Tonnage) pro Jahr pro
Verkehrsträger

Filterung, Disaggregation
und Anreicherung.



Detaillierte
potenzielle
KV-Nachfrage



Container-Sendungen
mit Start- und
Zielkoordinate sowie
Wunsch-Abfahrts-
und Ankunfts-
zeitfenster.

*Datengrundlage: Güterverkehrsmodell Aggregierte Methode Güterverkehr (AMG) des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE)

Optimierung / Varianten / Experimente

Input

Modell

Output

Potenzielle Nachfrage

Angebot

Rahmenbedingungen & Kosten

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

Agentenbasierte, dynamische, mikroskopische Simulation.

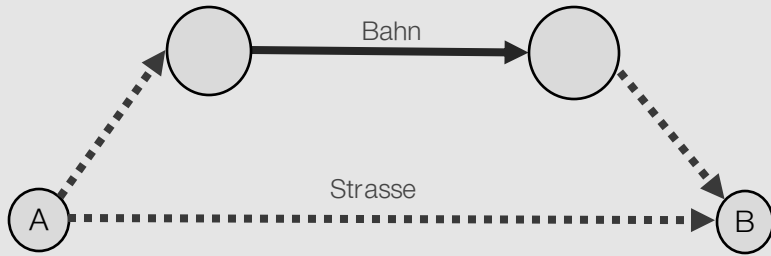
Blau: Lastwagen KV-Vor-/Nachlauf, Rot: KV-Züge, ausgeblendet: Lastwagen Strasse

Erwartete Nachfrage

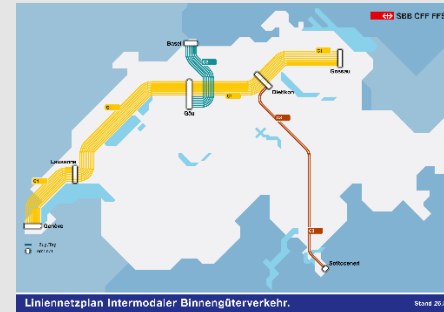
- Aggregierte Kennzahlen
- Disaggregierte Analysen

Das Angebot, Regulationen und Kosten.

Verfügbare Verkehrsmittel: KV und Strasse



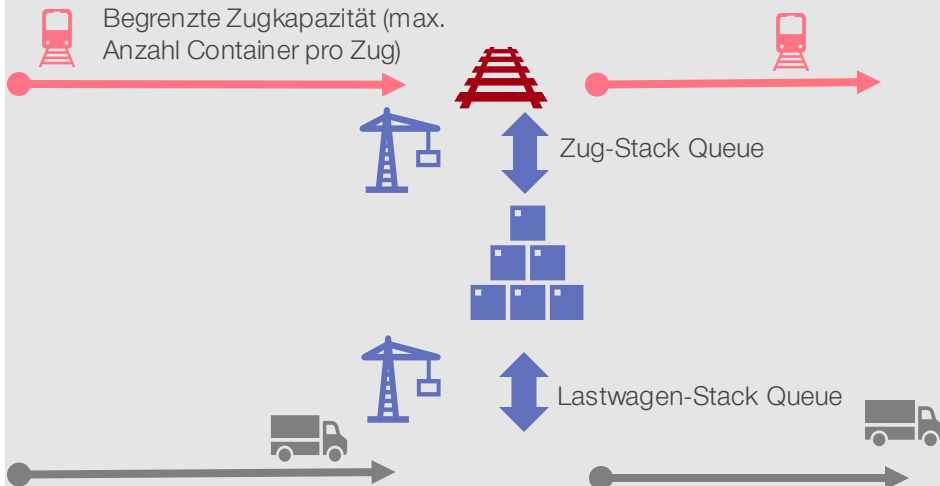
KV-Netz und Fahrplan



Strassennetz



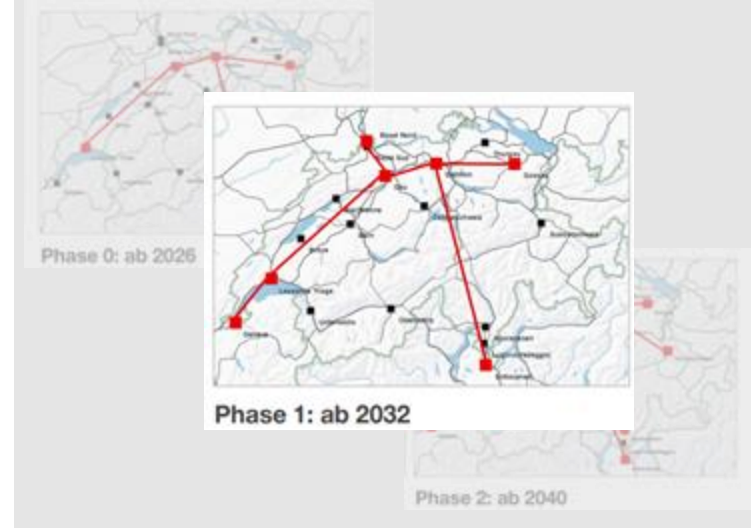
Terminaldynamik



Kosten und Kapazitäten

Parameter Phase 1		Parameter Phase 2	
Kosten		Kosten KV Schiene	
Kosten		Kosten KV Strasse	
Rückzahl		Rückzahlung LSVA im KV	
Zeitkosten		Zeitkosten	
Kosten		Kosten Strassendirekttransport	
Umschlagskosten		Umschlagskosten KV	
Zugkapazität		Zugkapazität	
Kapazität		Kapazität pro Kran	
Stellplatzkapazität		Stellplatzkapazitäten pro Terminal	

Hochlauf



Optimierung / Varianten / Experimente

Input

Modell

Output

Potenzielle Nachfrage

Angebot

Rahmenbedingungen & Kosten

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

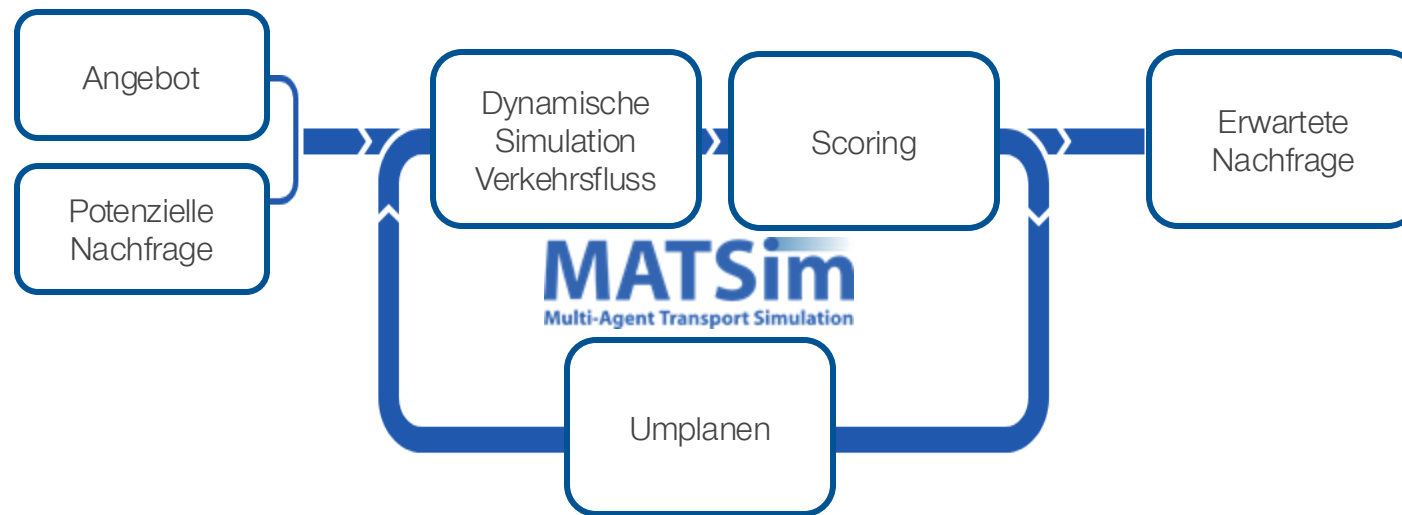
Agentenbasierte, dynamische, mikroskopische Simulation.

Blau: Lastwagen KV-Vor-/Nachlauf, Rot: KV-Züge, ausgeblendet: Lastwagen Strasse

Erwartete Nachfrage

- Aggregierte Kennzahlen
- Disaggregierte Analysen

Das Herzstück des Modells ist die Simulation mit MATSim. Es treffen Angebot und Nachfrage dynamisch aufeinander.



Agentenbasiert

1 Container-Sendung = 1 Agent

Ø Tag für ein Prognosejahr

Von heute bis 2050

Dynamisch

Agenten reagieren auf Kapazitätsengpässe an Terminals, auf Zügen und Strassen.

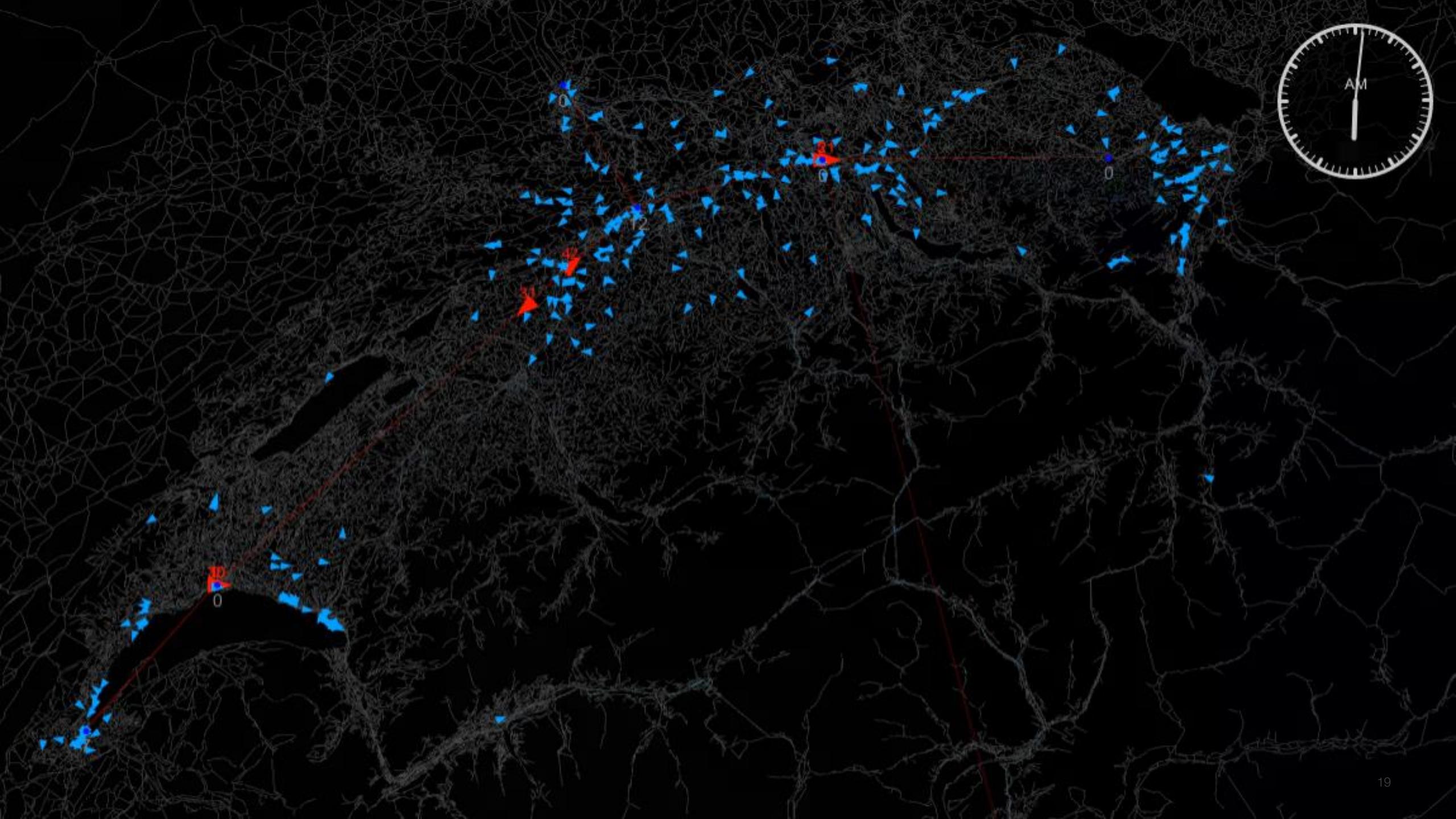
Wahldimensionen

Strasse oder KV, Versandzeiten, Route

Kostenminimierendes Scoring

Ergebnis

Gleichgewichtszustand = tatsächlich realisierte Nachfrage.



Die Methode ist als wissenschaftliche Publikation in einem peer-reviewten Journal veröffentlicht und der Code als Open Source verfügbar.


SPRINGER LINK

Find a journal | Publish with us | Track your research | Search

Home > Transportation > Article

An agent-based simulation approach to investigate the shift of Switzerland's inland freight transport from road to rail

Published: 18 March 2023
(2023) [Cite this article](#)



Transportation

[Aims and scope](#) →

[Submit manuscript](#) →

[An agent-based simulation approach to investigate the shift of Switzerland's inland freight transport from road to rail | Transportation \(springer.com\)](#)



[matsim-scenarios/matsim-switzerland-freight \(github.com\)](https://github.com/matsim-scenarios/matsim-switzerland-freight)

Optimierung / Varianten / Experimente

Input

Modell

Output

Potenzielle Nachfrage

Angebot

Rahmenbedingungen & Kosten

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

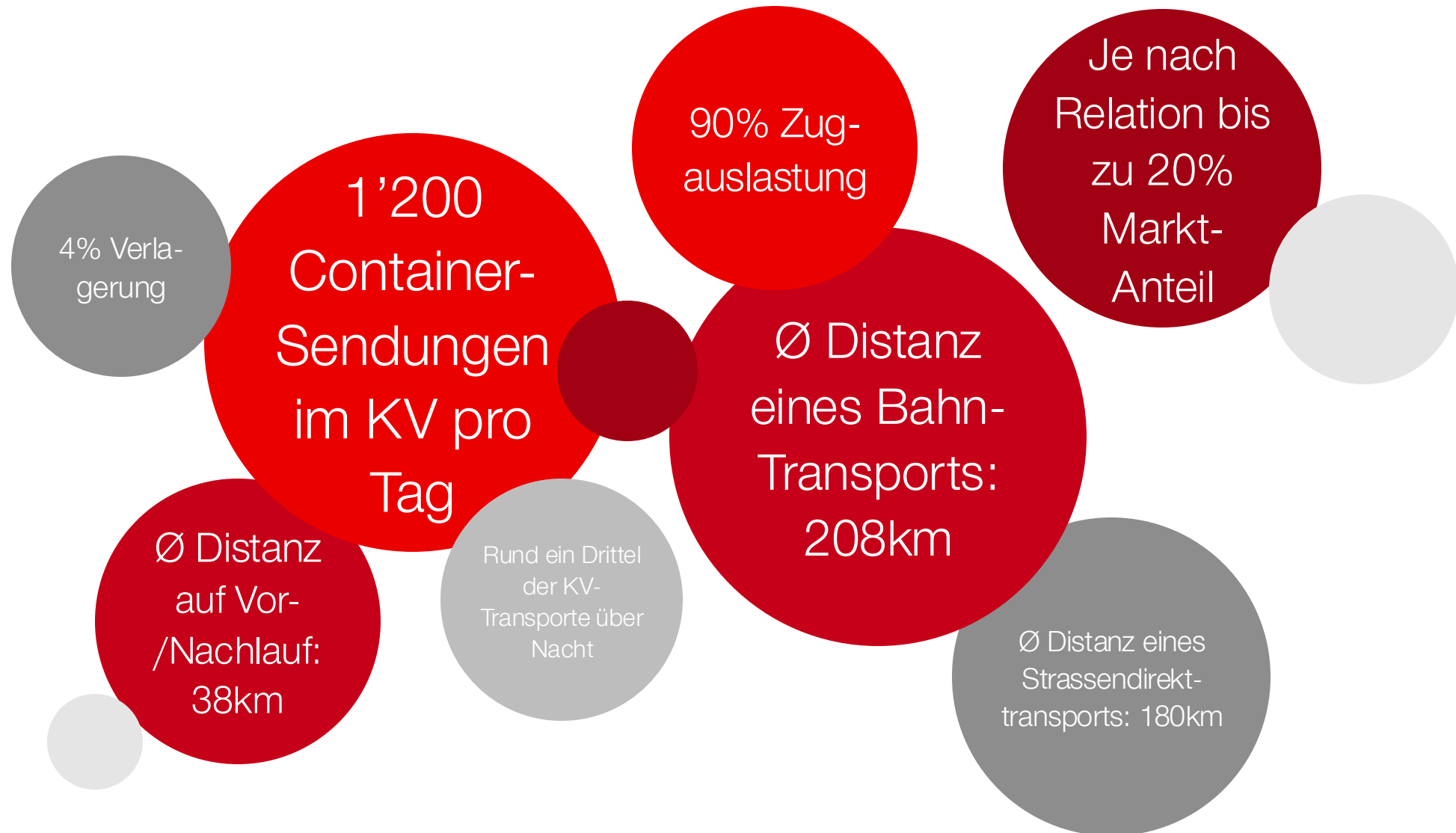
Agentenbasierte, dynamische, mikroskopische Simulation.

Blau: Lastwagen KV-Vor-/Nachlauf, Rot: KV-Züge, ausgeblendet: Lastwagen Strasse

Erwartete Nachfrage

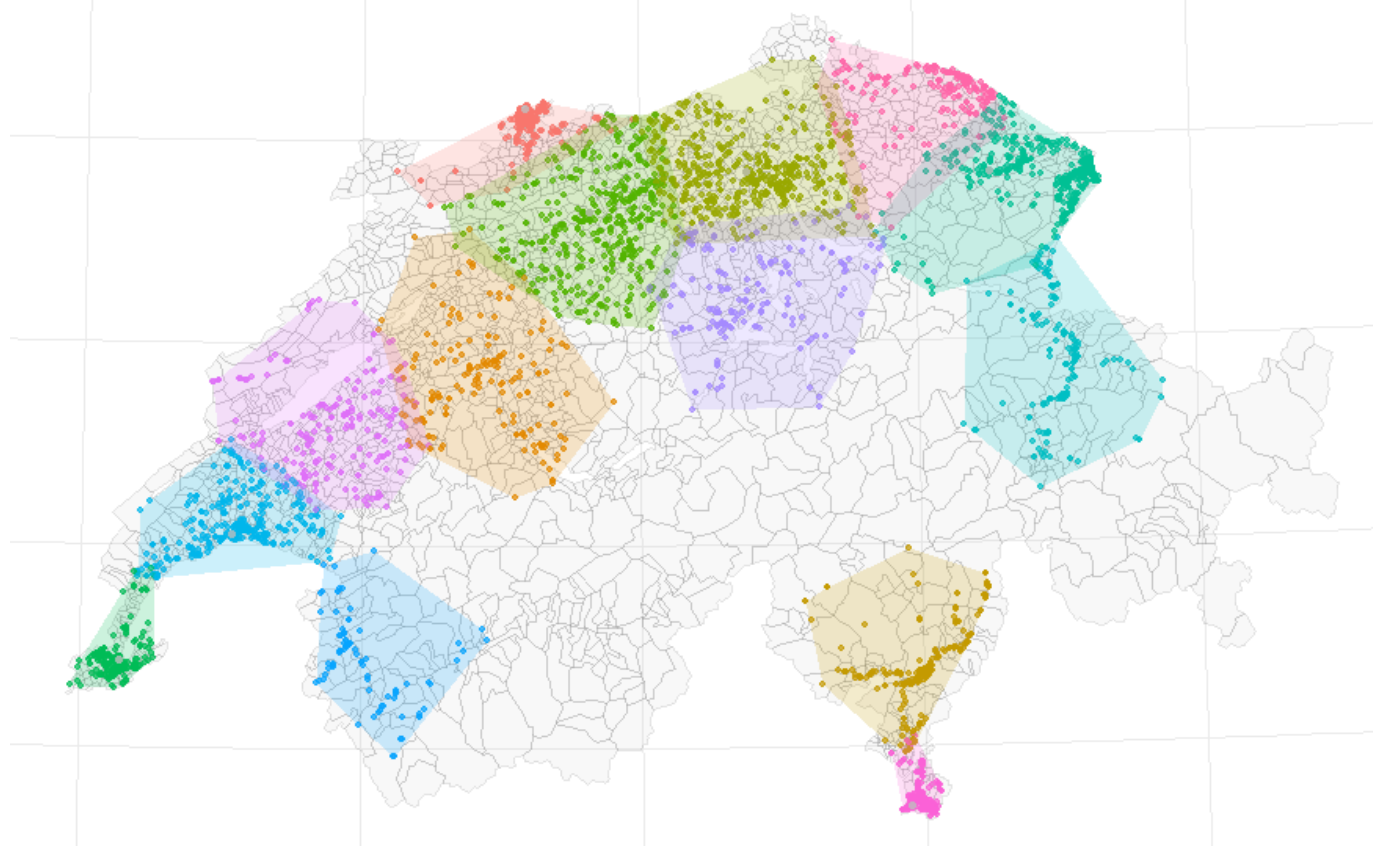
- Aggregierte Kennzahlen
- Disaggregierte Analysen

Wie wirkt das neue KV-Angebot? Ergebnisse zu Phase 1.

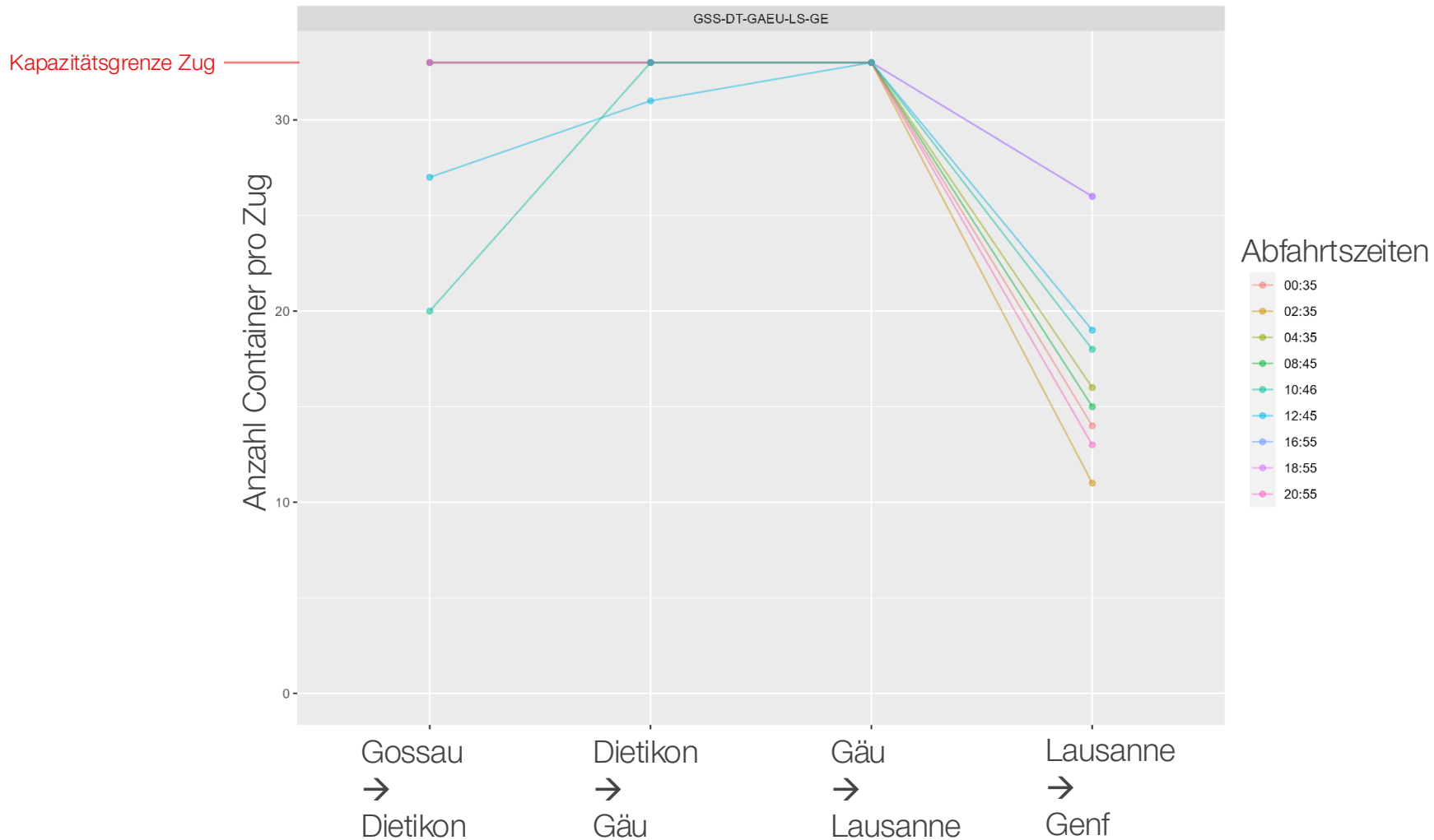


Wie sehen die Einzugsgebiete der Terminals aus?

Einzugsgebiete der Terminals: Quell-Koordinaten und Ziel-Koordinaten von KV-Sendungen.



Einzelne Züge sind voll ausgelastet, andere weniger – im Durchschnitt zu ca. 90%.



Die Terminals verfügen über ausreichend Abstell-Kapazität.

Auslastung der Abstellplätze an den Terminals im Tagesverlauf
 [Anzahl Container, welche sich gleichzeitig in einem Terminal befinden]



Optimierung / Varianten / Experimente

Input

Modell

Output

Potenzielle Nachfrage

Angebot

Rahmenbedingungen & Kosten



Erwartete Nachfrage

- Aggregierte Kennzahlen
- Disaggregierte Analysen

Business Case

Weitere Daten

Optimierung / Varianten / Experimente

Input

Modell

Output

Potenzielle Nachfrage

Angebot

Rahmenbedingungen & Kosten

MATSim
Multi-Agent Transport Simulation

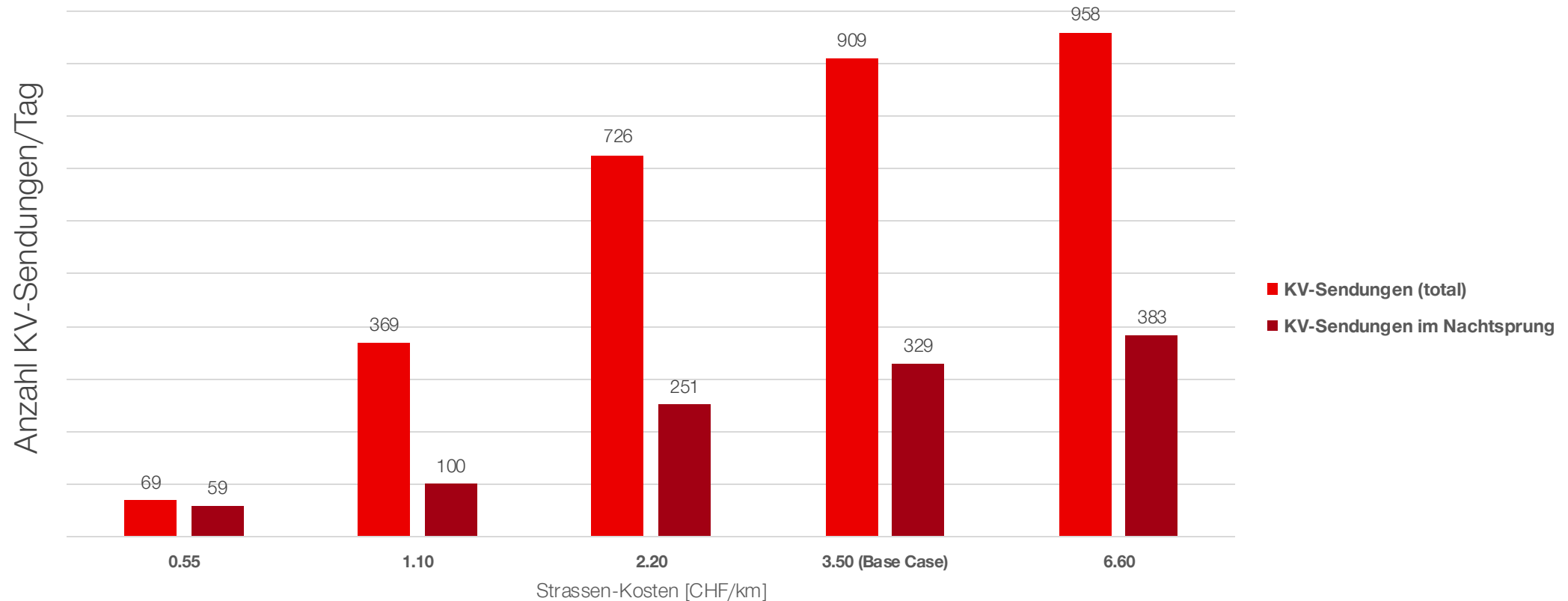
Agentenbasierte, dynamische, mikroskopische Simulation.

Blau: Lastwagen KV-Vor-/Nachlauf, Rot: KV-Züge, ausgeblendet: Lastwagen Strasse

Erwartete Nachfrage

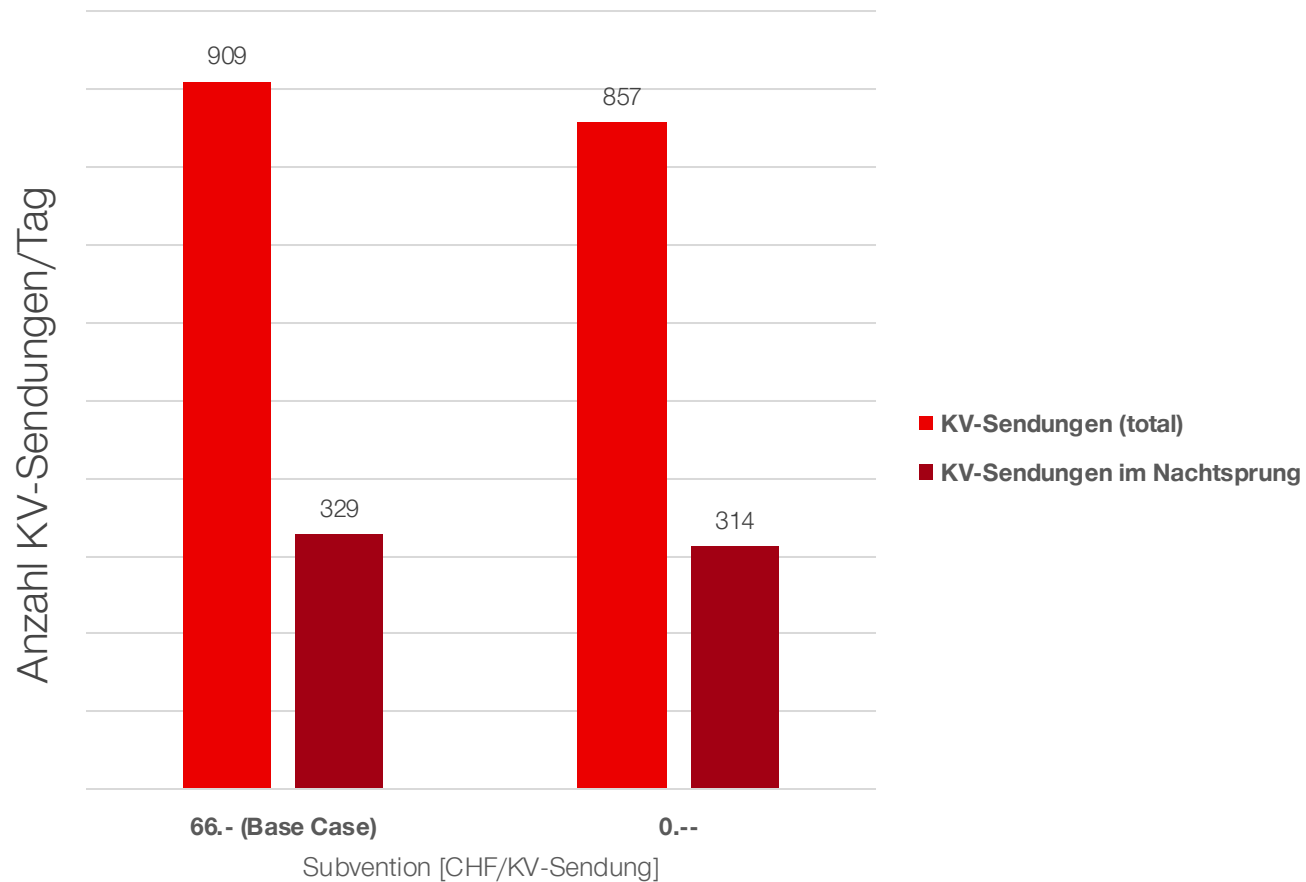
- Aggregierte Kennzahlen
- Disaggregierte Analysen

Das Kostenverhältnis Strasse/Schiene hat eine starke Nachfragewirkung. Bei sehr tiefen Strassenkosten sind nur noch KV-Transporte über Nacht konkurrenzfähig.



Quelle: Simulations-Ergebnisse für IBG Phase 1 aus Run r148 + Experimente.

Auch ohne Subvention für KV-Sendungen lässt sich eine relativ hohe KV-Nachfrage realisieren.



Fazit «IBG Simulationen».

Projekt-Sicht

- Die Simulationen sind eine gute Grundlage für die **Business Case Berechnungen**, insbesondere weil man schnell **Varianten** rechnen kann.
- Ggü. der Strasse ist das **KV-Angebot preislich sehr attraktiv** und ist auf vielen Relationen auch **zeitlich konkurrenzfähig**.
- **Limitierender Faktor** für die KV-Mengen ist nicht die potenzielle Nachfrage am Markt, sondern die Kapazitäten im KV-System (Kräne und Zugkapazitäten), d.h. das System ist stark ausgelastet. Fahrplan und Kapazitäten müssen gut aufeinander abgestimmt sein.
- Es sind jedoch **nicht alle relevanten Entscheidungs-Faktoren** berücksichtigt (Vertriebliche Herausforderungen, grundsätzliche Abneigung Schienengüterverkehr, Umrüstkosten, etc).

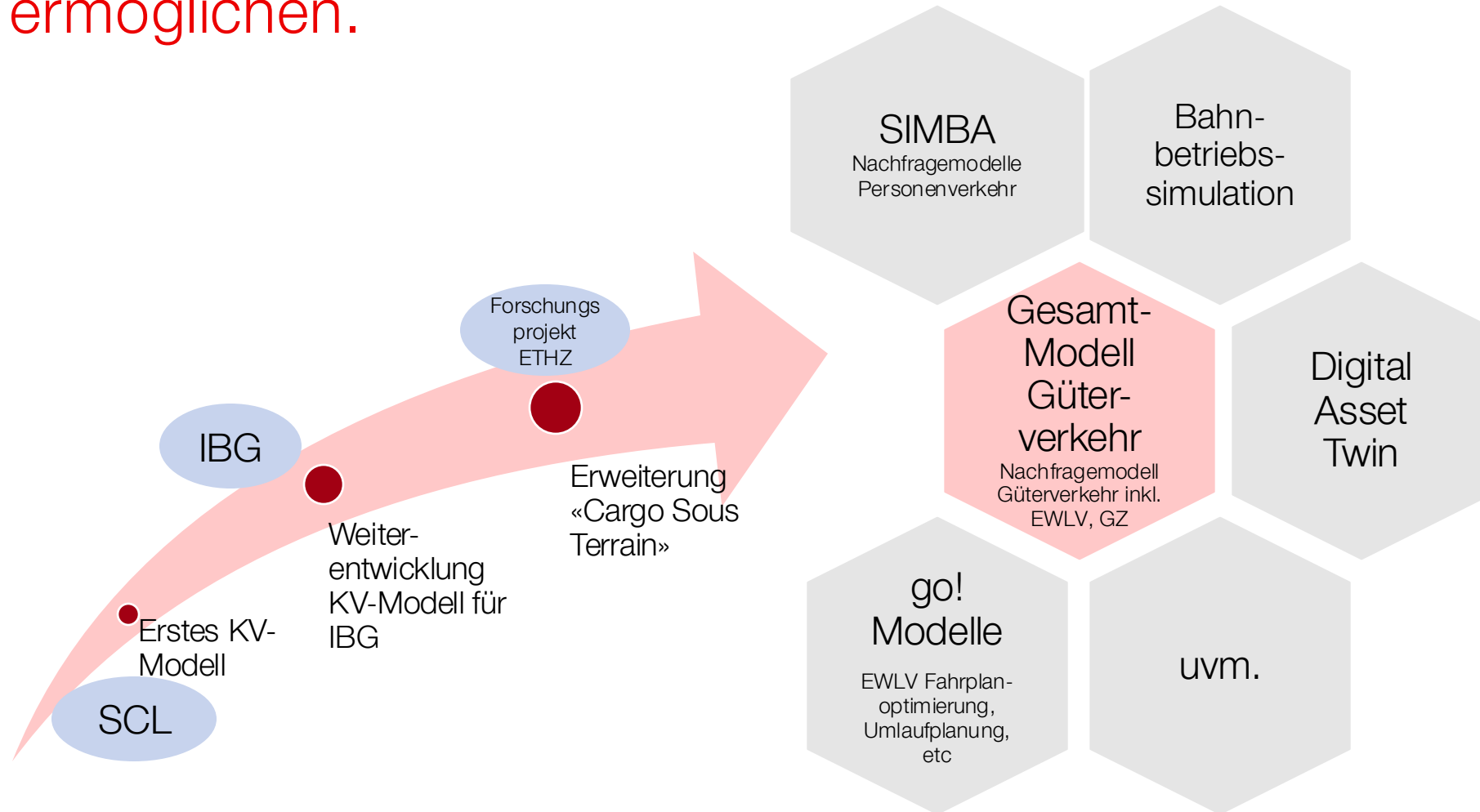
Methodische Sicht

- **Datengrundlage und Empirie** zu Entscheidungsparametern im Güterverkehr ist noch **dünn** → Forschungsbedarf.
- Mit jeder Anwendung wird ein Modell besser → Ein Stück näher an der Vision eines **Nachfragemodells für den Gesamt-Güterverkehr**.



Generiert mit Midjourney

Vision: Die Tool-Landschaft der SBB erweitern, um mehr datengestützte strategische Entscheidungen zu ermöglichen.



Kontakte.

Methodik



Thomas Hettinger



Ihab Kaddoura



Merlin Unterfinger



Heiner Kaufmann



Annick Noll

Projekt IBG



Martin Haller
G-VB



Boris Jäggi
I-NAT-NET-G

Das **Team SAM** (Szenarien, Analytics und Monitoring) ist bei UE-FIM (Unternehmensentwicklung, Bereich Forschung und Innovationsmanagement) angesiedelt und verfolgt die Mission, eine **datengetriebene Entscheidungs- und Innovationskultur** in der Unternehmensentwicklung und in der SBB zu fördern.
→ sam@sbb.ch oder annick.noll@sbb.ch.

Vielen Dank für die
Teilnahme und das
Interesse.

Gibt es Fragen?