

Streckenänderung bei der Kombination von Transportaufträgen



Optimierung des Rettungsdienst Routings –

Eine Fallstudie mit Fokus auf den
überregionalen
Krankentransport in Bayern

Schön, Katharina Antonie

Warnemünde, 31.08.2023

UNIA Universität Augsburg
Fakultät für Angewandte
Informatik

INM

Agenda

1 Motivation

2 Stand der Forschung

3 Fall Studie: Überregionale Krankentransporte in Bayern

1. Optimierungsmöglichkeiten
2. Optimierungsmethoden

→ Multi-Methoden-Ansatz

4 Ergebnisse

5 Schlussfolgerung

Einführung und Herangehensweise

Motivation

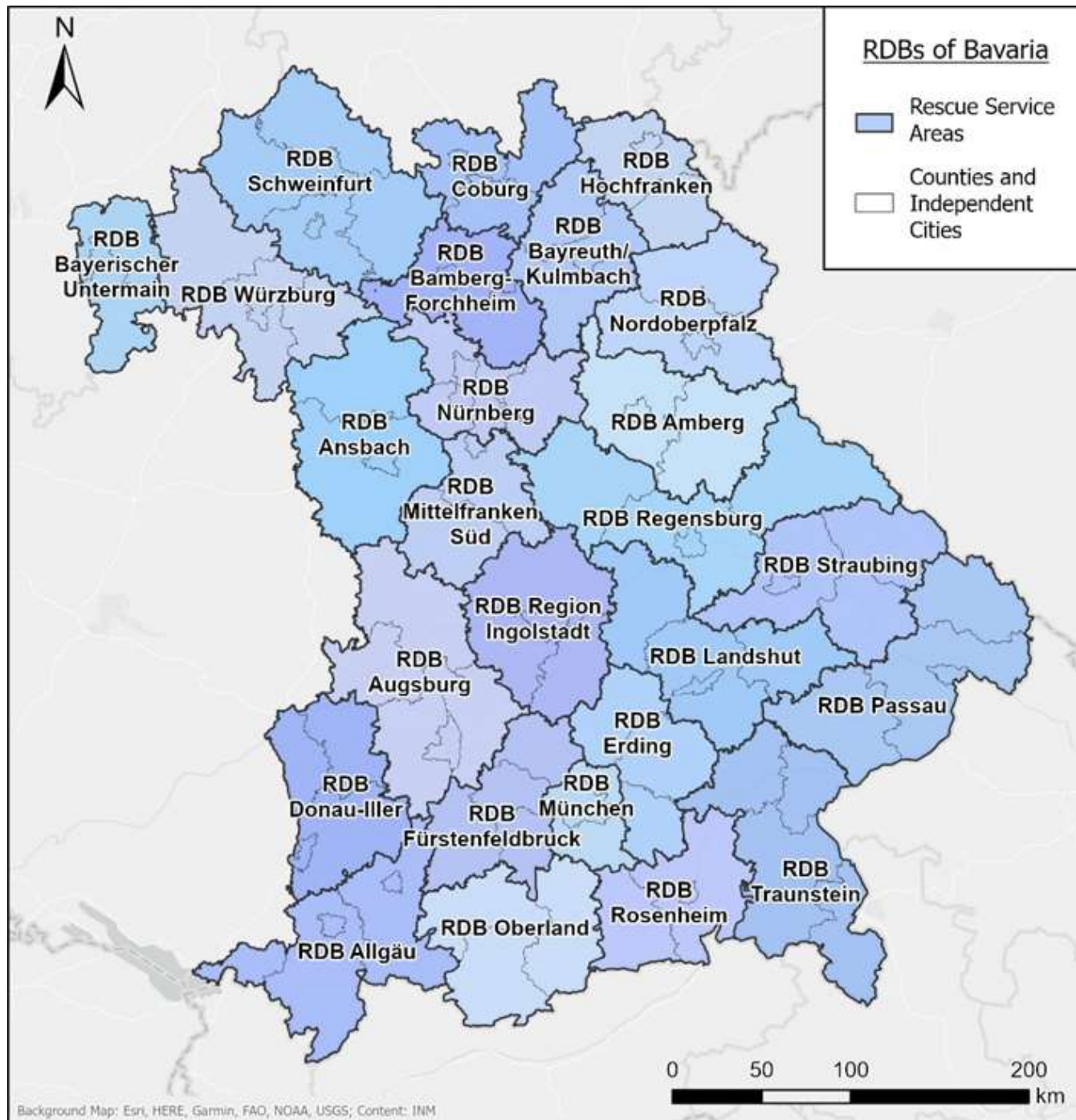
- Vorschreitender Klimawandel
 - Abgase haben großen Einfluss
 - Auch Rettungsdienst auf motorisierte Fahrzeuge angewiesen
- Steigende Fahrtenkosten im Gesundheitswesen
 - 2009: 3,6 Mrd.€, 2019: 6,49 Mrd.€
 - Gesetzentwurf 2020: Forderung nach effizienterem Einsatz von Personal und Geld

→ **Optimierung** im Rettungsdienst für **ökologischeres** und **ökonomischeres** Routing

Stand der Forschung

- **„Entscheidungsunterstützung bei der leitstellenübergreifenden Disposition von Krankentransporten“** (Bernroider et al., 2012)
 - Entwicklung von System zur Entscheidungsunterstützung von KTP-DisponentInnen
 - Einbezug von GIS, Österreich

- **„Modellierung und Planung von Dienstleistungen im Rettungswesen mit Verfahren des Operations Research“** (Reuter et al., 2013)
 - Bisherige Verfahren zur Planung im Rettungsdienst sind nicht zufriedenstellend
 - Test von verschiedenen Operation Research Methoden für Touren- und Standortplanung
 - Einbezug von GIS, Deutschland



Fallstudie

*Überregionaler
Krankentransport in Bayern*

Fallstudie - Hintergrund zu Krankentransporten in Bayern

Notwendige Abgrenzung

- Keine Notfälle, nur medizinische fachliche Betreuung
- (im Voraus) Planbar
- Koordinierung stark von Disponent abhängig



Ziel:

- Sicherer (und pünktlicher) Transport von Patienten
- Möglichst effizient

Fallstudie - Hintergrund zu Krankentransporten in Bayern

Probleme mit überregionalen KTPs

- Verlässt „Hoheitsgebiet“ der eigenen Integrierten Leitstelle (ILS)
 - Informationsweiterleitung freiwillig
 - Transport auf Rückfahrt muss von ILS des Ziel-RDBs organisiert werden
- Andere RDBs werden nur selten über Fahrt informiert
- „Rückfahrten der überregionalen KTPs sind meistens leer“?



Fallstudie – Optimierungsmöglichkeiten

Spatial Data Mining

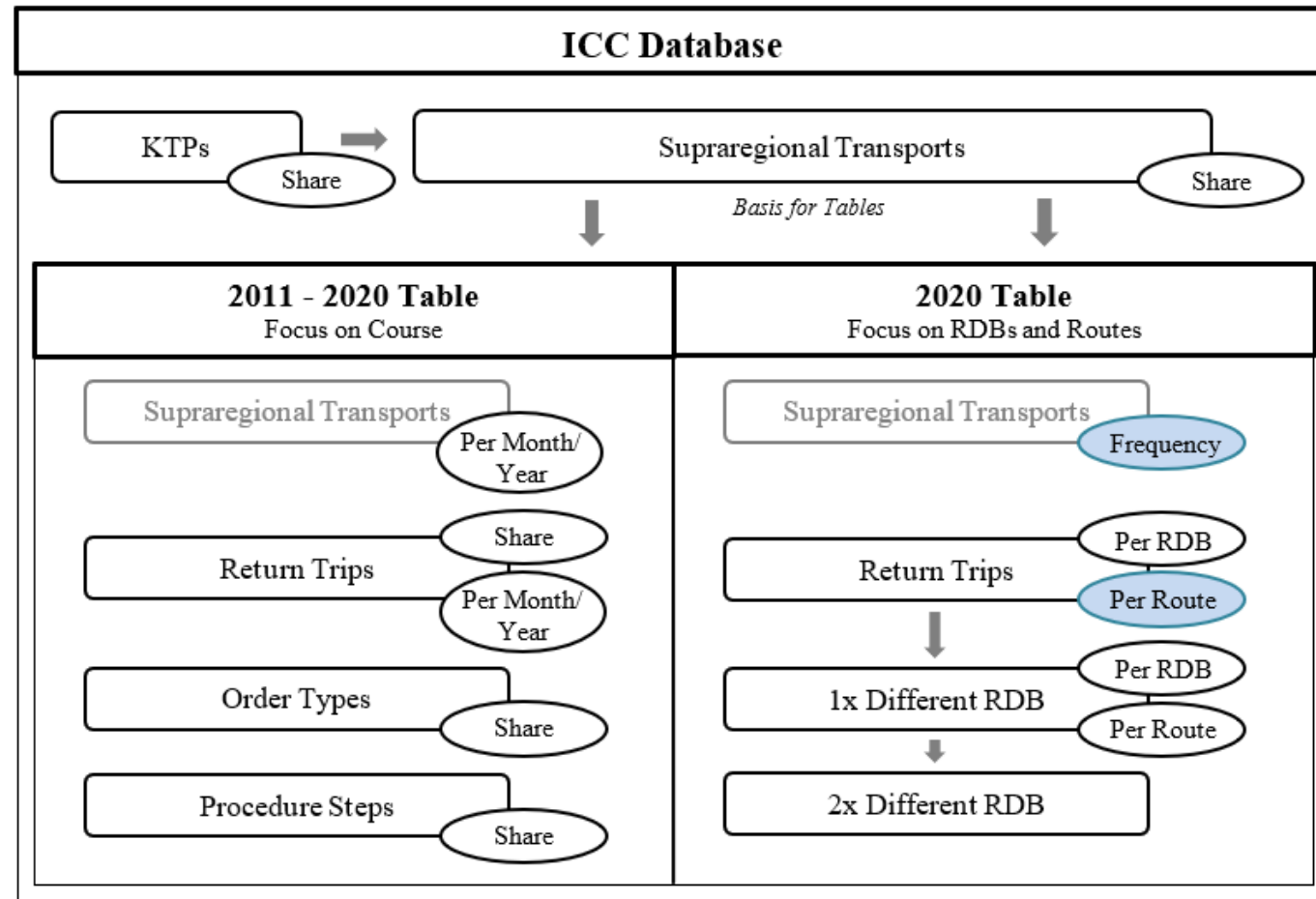
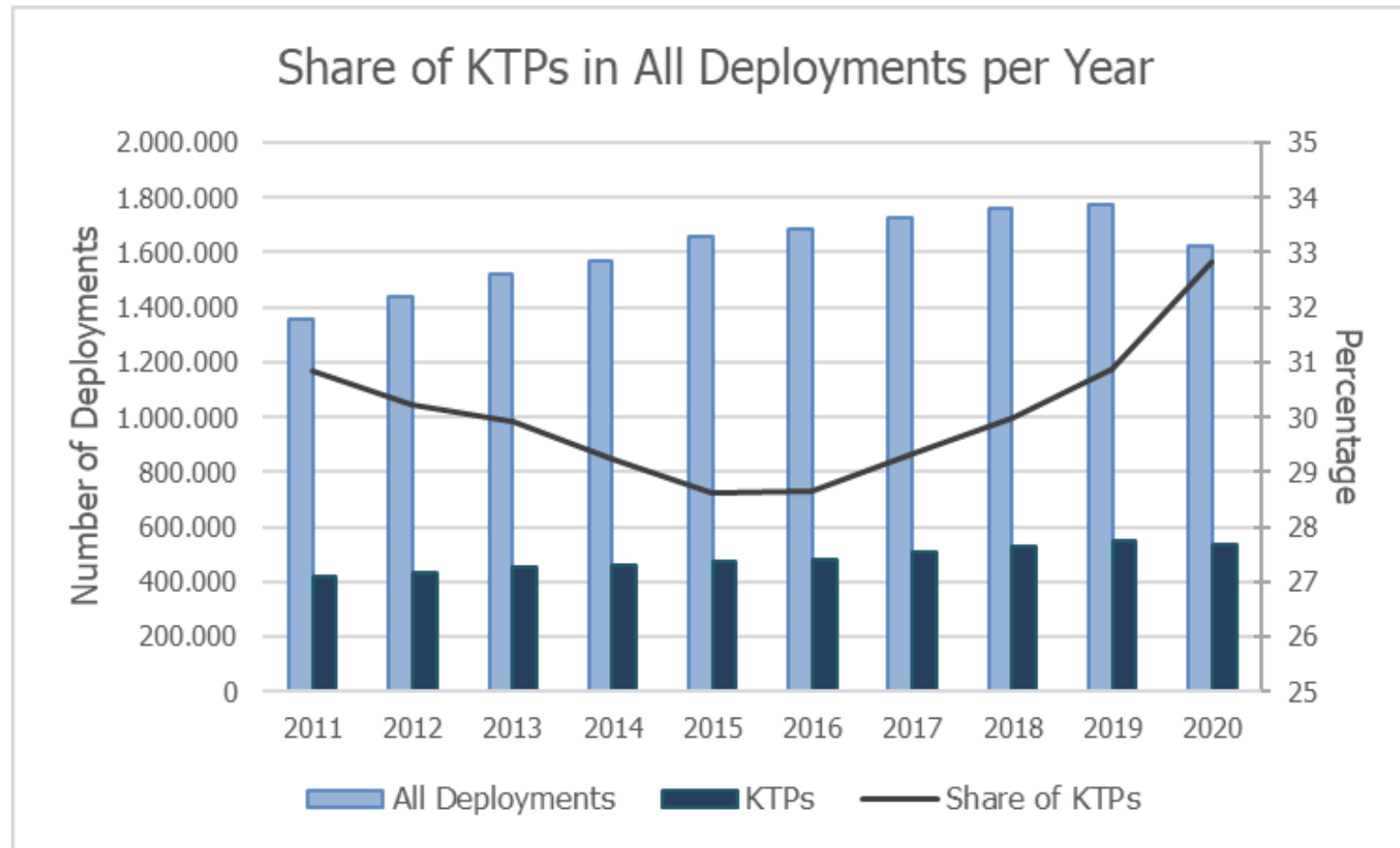


Abbildung 4: Overview over Performed Data Mining Queries

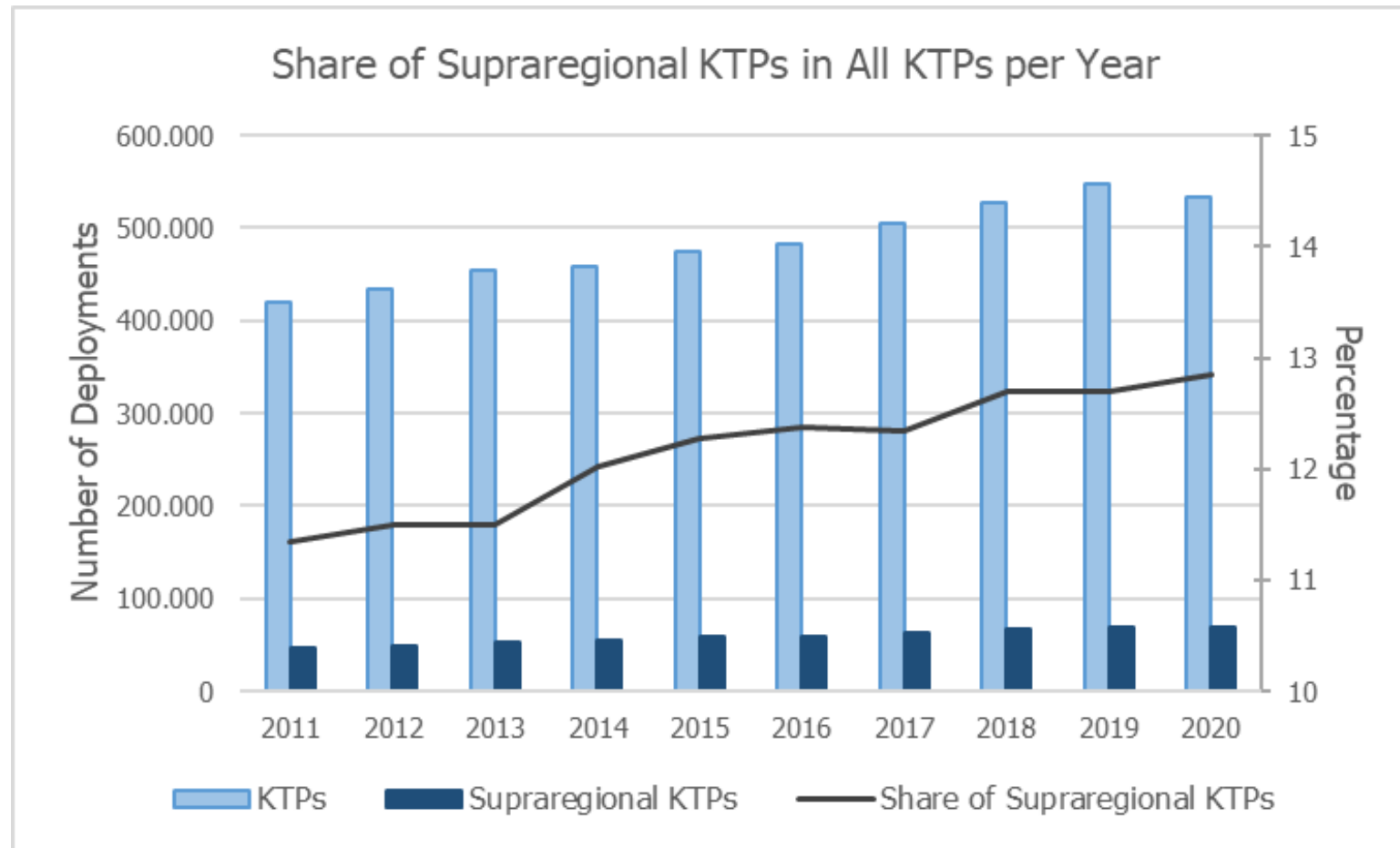
Fallstudie – Optimierungsmöglichkeiten

Datenprozessierung 1



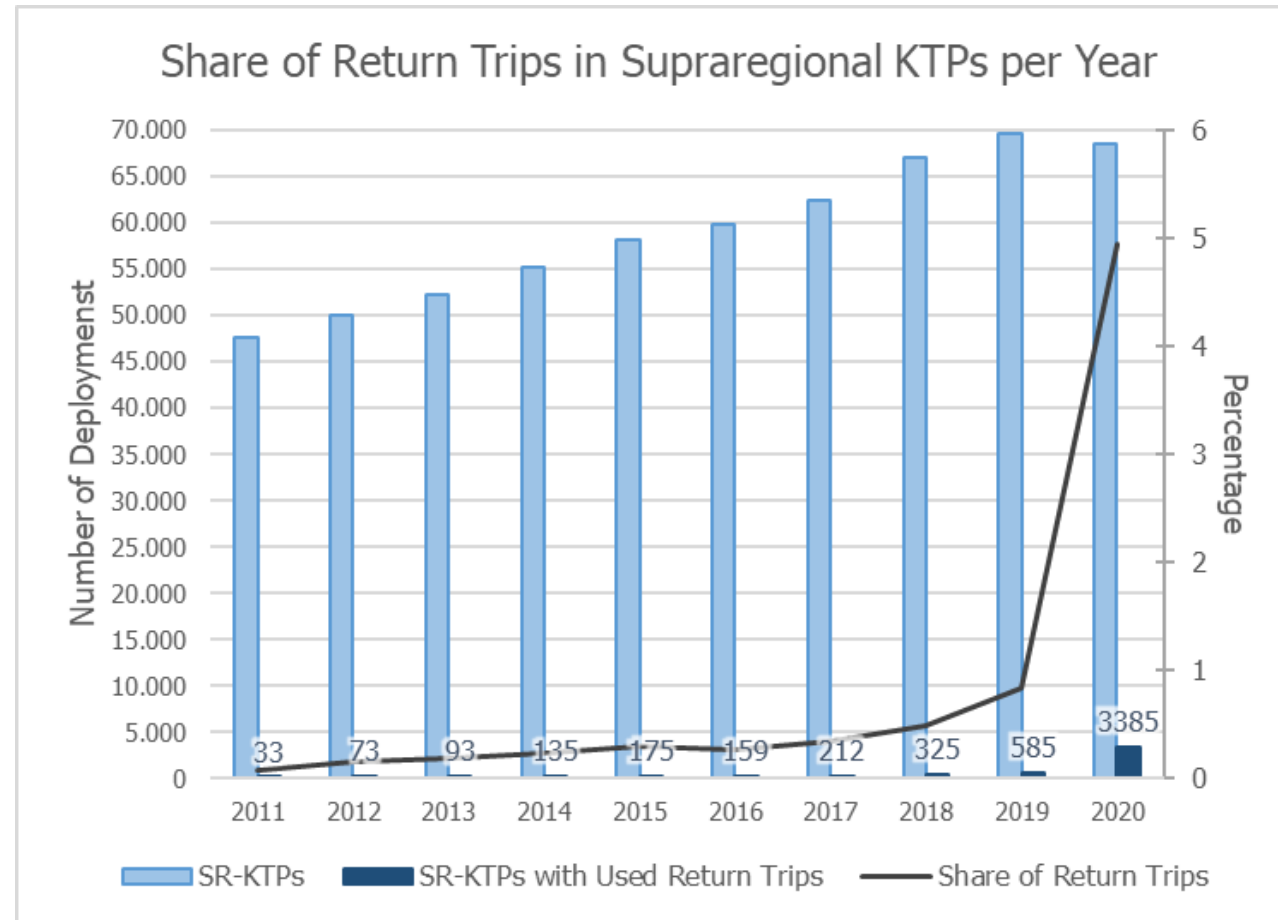
Fallstudie – Optimierungsmöglichkeiten

Datenprozessierung 2



Fallstudie – Optimierungsmöglichkeiten

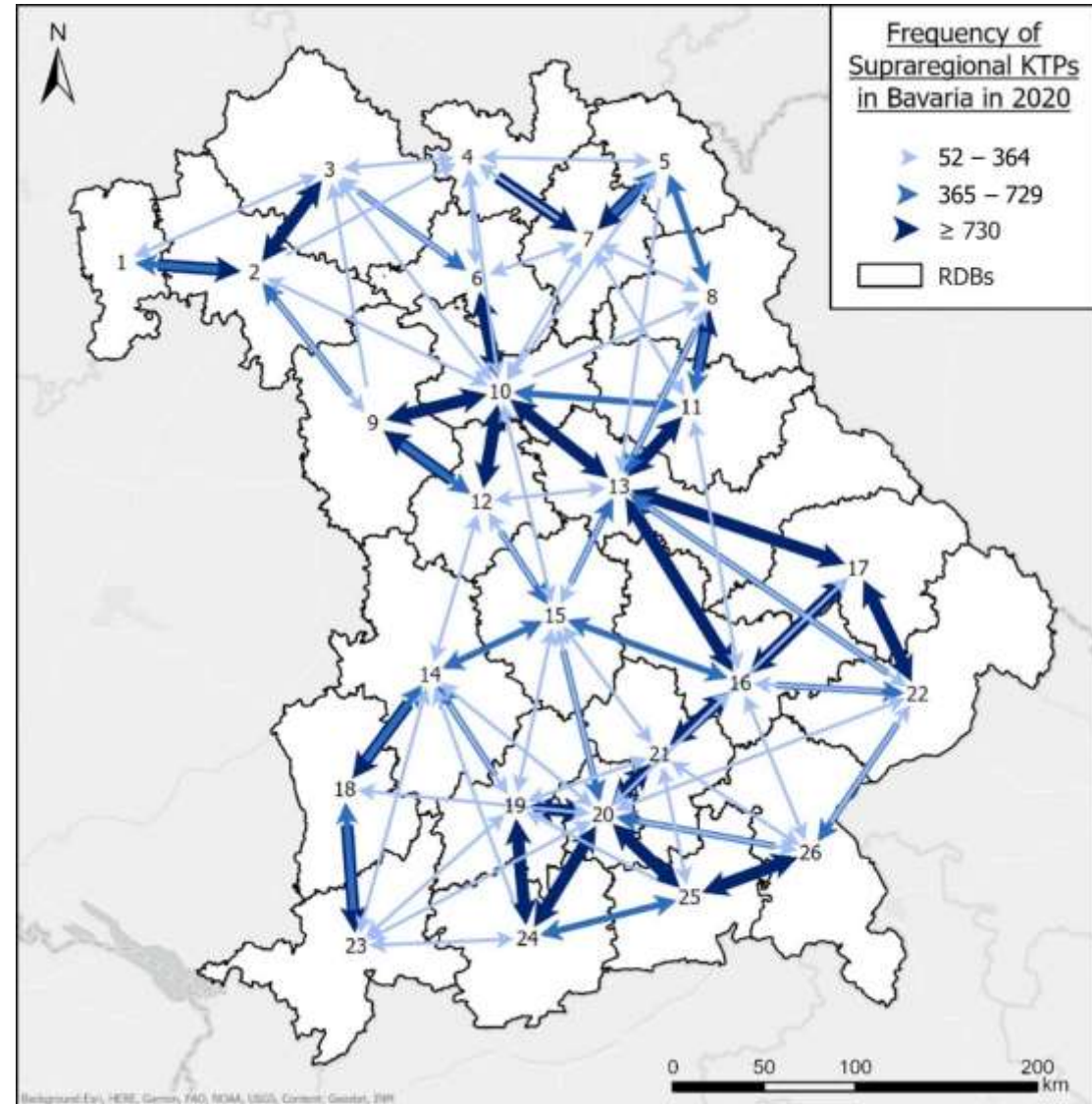
Datenprozessierung 3



Fallstudie – Optimierungsmöglichkeiten

Datenprozessierung 4

- 27,3% der Ereignisdauer ist das Fahrzeug leer
- 6.350 Fahrten hätten währenddessen stattfinden können



Fallstudie – Optimierungsmethoden

Planbare Optimierung - Deskriptive Statistik

Tabelle 1: RDB Route Usage of 2020

	RDB Alpin (23)	RDB Ansbach (9)	RDB Augsburg (14)	RDB Bamberg-Forchheim (6)	RDB Bayerischer Untermain (1)	RDB Bayern/Kulmbach (7)	RDB Coburg (1)	RDB Dornau-Ilber (18)	RDB Eding (21)	RDB Flintenfeldbruck (19)	RDB Hochfranken (5)	RDB Landshut (16)	RDB Mittelfranken Süd (21)	RDB München (20)	RDB Nordoberpfalz (8)	RDB Nürnberg (10)	RDB Oberland (24)	RDB Passau (22)	RDB Regensburg (13)	RDB Region Ingolstadt (15)	RDB Rosenheim (25)	RDB Schwandorf (3)	RDB Staßfurt (17)	RDB Traunstein (26)	RDB Würzburg (2)
Baden-Württemberg	409	114	136	1	247	2	1	1111	4	2	1	3	8	18	16	3	5	2	15	2	7	221			
Berlin																									
Brandenburg																									
Bremen																									
Hessen		2	4		1	381																			
Niedersachsen																									
Nordrhein-Westfalen																									
Oberösterreich																									
RDB Alpin (23)			7	167				652	3	112		2	1	81		121	1	1	2	1	1	1	1	2	
RDB Ansbach (9)	2		1	1	102			1	1	3	4	56	7	9	346	319	3	4	070	7	2	12	2	3	
RDB Augsburg (14)	3	3		27	27	3	3	6	1		3	2	811	3	1	581	1	1	13	18	33			212	
RDB Bamberg-Forchheim (6)	178		27		1	2		467	7	248		15	144	156		11	46	1	3	442	6	1	4	2	
RDB Bayerischer Untermain (1)																									
RDB Bayern/Kulmbach (7)																									
RDB Coburg (1)																									
RDB Dornau-Ilber (18)																									
RDB Eding (21)																									
RDB Flintenfeldbruck (19)																									
RDB Hochfranken (5)																									
RDB Landshut (16)																									
RDB Mittelfranken Süd (21)																									
RDB München (20)																									
RDB Nordoberpfalz (8)																									
RDB Nürnberg (10)																									
RDB Oberland (24)																									
RDB Passau (22)																									
RDB Regensburg (13)																									
RDB Region Ingolstadt (15)																									
RDB Rosenheim (25)																									
RDB Schwandorf (3)																									
RDB Staßfurt (17)																									
RDB Traunstein (26)																									
RDB Würzburg (2)																									
Rheinland-Pfalz																									
Saarland																									
Sachsen																									
Sachsen-Anhalt																									
Salzburg																									
Thüringen																									
Tirol																									
Vorarlberg																									

Fallstudie – Optimierungsmethoden

Planbare Optimierung - Deskriptive Statistik

Tabelle 1: RDB Routen in 2020 mit einer täglichen Nutzung

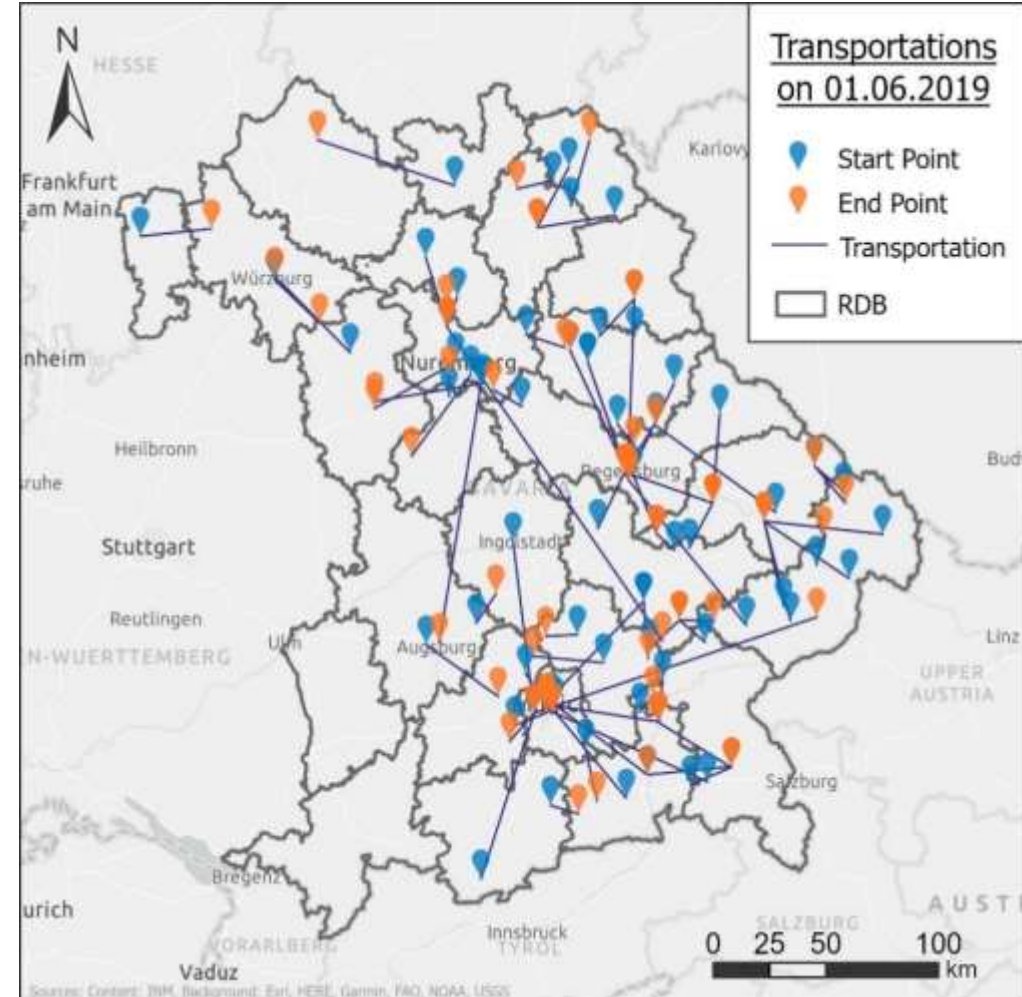
13.870 Fahrten kombinierbar = **20%**
 → 10% der Fahrten einsparbar

	RDB Allgäu (23)	RDB Amberg (11)	RDB Ansbach (9)	RDB Augsburg (14)	RDB Bamberg-Forchheim (6)	RDB Bayerischer Untermain (1)	RDB Coburg (4)	RDB Donau-Ilter (18)	RDB Erding (21)	RDB Fürstentfeldbruck (19)	RDB Hochfranken (5)	RDB Landshut (16)	RDB Mittelfranken Süd (12)	RDB München (20)	RDB Nordoberpfalz (8)	RDB Nürnberg (10)	RDB Oberland (24)	RDB Passau (22)	RDB Regensburg (13)	RDB Region Ingolstadt (15)	RDB Rosenheim (25)	RDB Schweinfurt (3)	RDB Straubing (17)	RDB Traunstein (26)	RDB Würzburg (2)
Baden-Württemberg	409							1511																	
Hessen						381																			
RDB Allgäu (23)								662																	
RDB Amberg (11)																				970					
RDB Ansbach (9)													818							1451					
RDB Augsburg (14)																					442				
RDB Bamberg-Forchheim (6)																				1123					
RDB Bayreuth/Kulmbach (7)																									
RDB Donau-Ilter (18)	441							549																	
RDB Erding (21)																									
RDB Fürstentfeldbruck (19)																									
RDB Hochfranken (5)																									
RDB Landshut (16)																									
RDB Mittelfranken Süd (12)																									
RDB München (20)																									
RDB Nordoberpfalz (8)																									
RDB Nürnberg (10)																									
RDB Oberland (24)																									
RDB Passau (22)																									
RDB Regensburg (13)																									
RDB Region Ingolstadt (15)																									
RDB Rosenheim (25)																									
RDB Schweinfurt (3)																									
RDB Straubing (17)																									
RDB Traunstein (26)																									
RDB Würzburg (2)																									
Thüringen																									

Fallstudie – Optimierungsmethoden

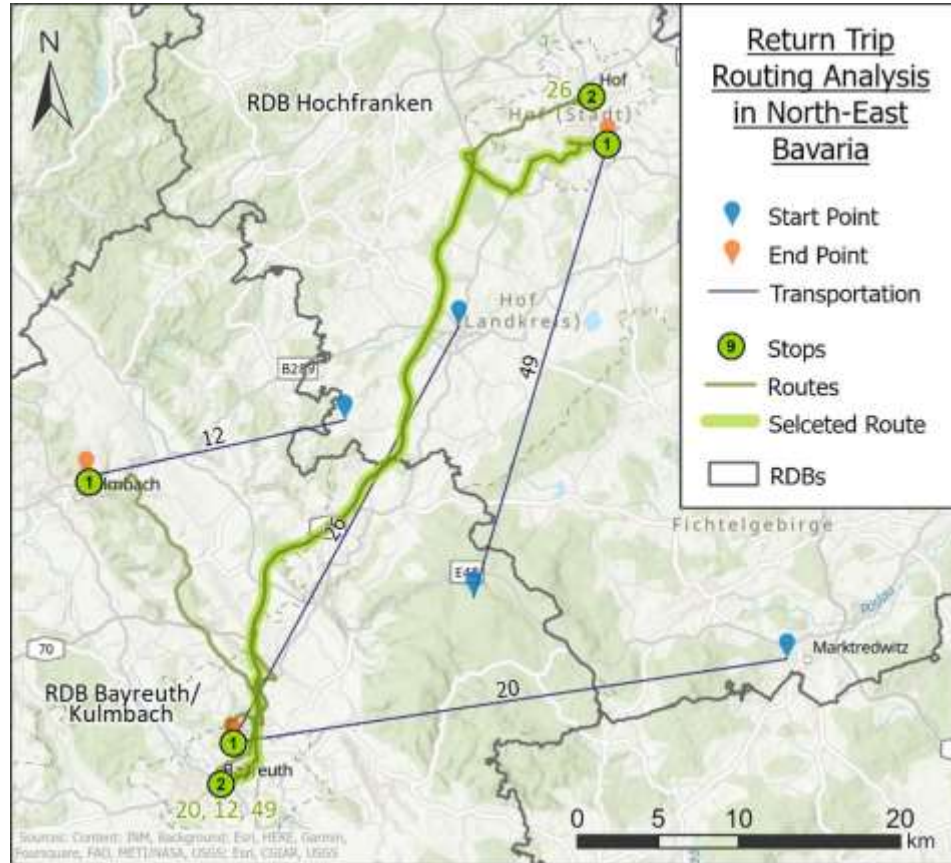
Flexible Optimierung - Netzwerkanalyse

- Zufällig gewähltes Datum:
01.06.2019 (70 Fahrten)
- Kriterien für kombinierte Fahrten:
 - Eigentliche Rückfahrdauer:
mind. 60min
→ Routing
 - Entfernung zu neuem Einsatzstart:
max. 30min
→ Einzugsgebiets-Analyse
 - Kombination zweier Fahrten mit der
größten Einsparung
→ Routing



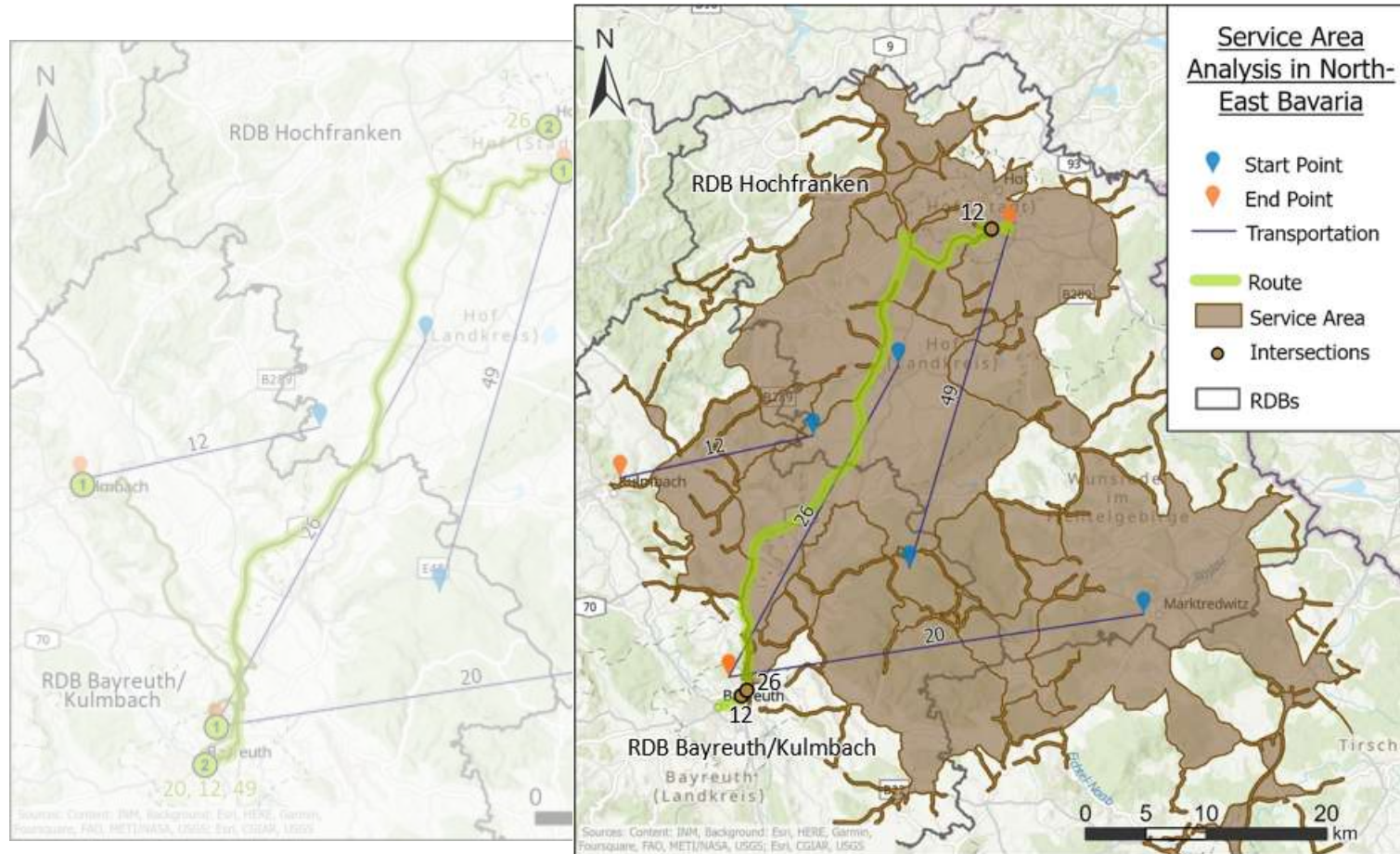
Fallstudie – Optimierungsmethoden

Flexible Optimierung - Netzwerkanalyse



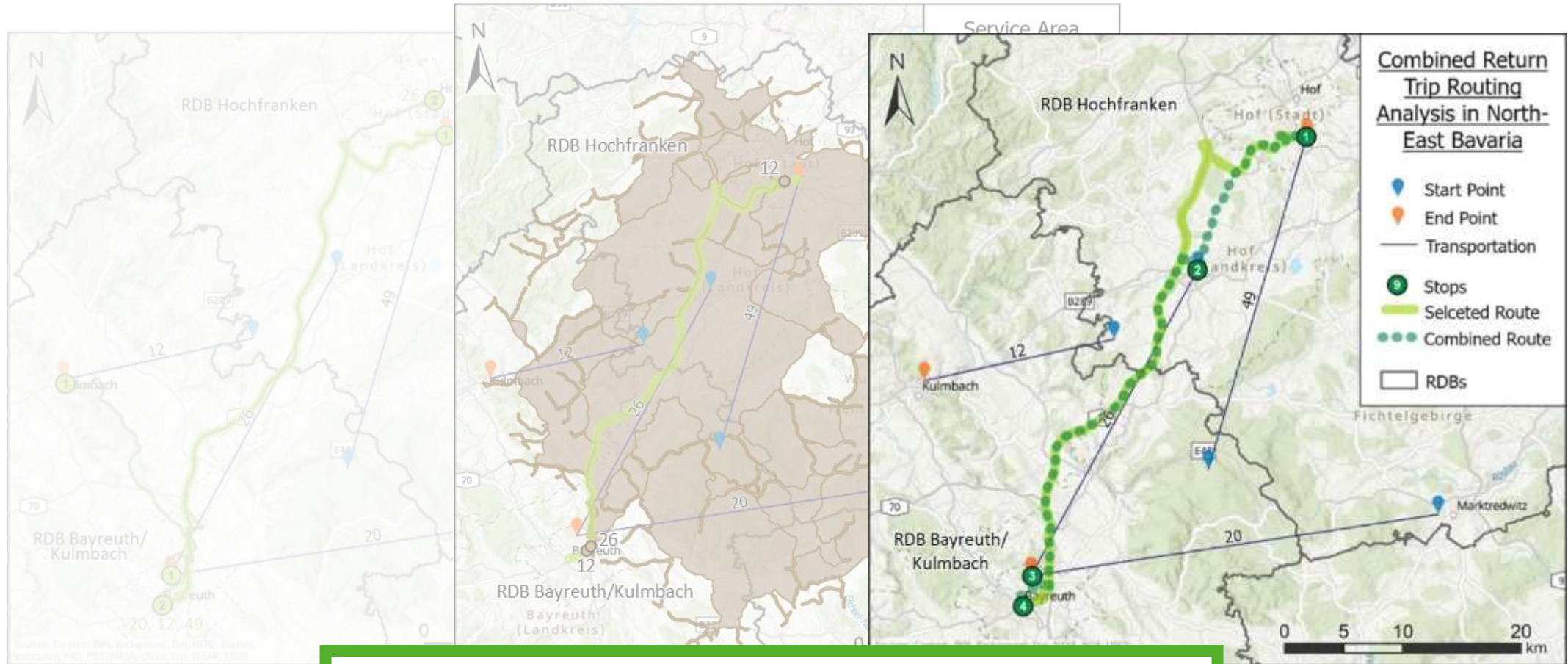
Fallstudie – Optimierungsmethoden

Flexible Optimierung - Netzwerkanalyse



Fallstudie – Optimierungsmethoden

Flexible Optimierung - Netzwerkanalyse



26 Fahrten kombinierbar → ca. 24h (8,7%) einsparbar

Ergebnisse

- **Forschungsimpuls** zum Thema Krankentransporte in Deutschland
- **Optimierungsmöglichkeiten** vorhanden vor allem im Bereich Leerfahrten
- **Optimierungspotential** von 27,3%
- Verwendete **Optimierungsinstrumente** haben sich bewährt
 - Deskriptive Statistik: Einsparung von 10%
 - Netzwerkanalyse: Einsparung von 8,7%
- Einschränkung des **Optimierungspotentials** durch regionale und organisatorische Gegebenheiten

Kritik:

- Genauere und vollständigere Datengrundlagen führt zu **besseren und reelleren Ergebnissen**
- Optimierungsaussagen nur auf **Bayern** beschränkt

Schlussfolgerung

- **Weitere Forschungen** im Bereich überregionale KTPs sind lohnenswert
- RDB übergreifendes KTP-Dispositionssystem für **Bayern** sinnvoll
- **Kosten** könnten gesenkt und die Belastung der Umwelt reduziert werden
- **Frühzeitige Bestellung** eines KTPs für effizientere Planung wünschenswert

Ausblick:

- Optimierungs-Multi-Methoden-Ansatz übertragbar auf **andere Regionen?**
- Netzwerkanalyse mit größerem Zeitfenster, bzw. Kreuztabelle mit kleineren räumlichen Einheiten
- Auswirkungen einer erhöhten Vorbestellungsquote

Quellen

AOK. (2021). *Gesetz zur Reform der Notfallversorgung*. https://www.aok-bv.de/hintergrund/gesetze/index_23097.html

Bayerisches Rettungsdienstgesetz (BayRDG) (2022). In der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Juli 2008 (GVBl. S. 429, BayRS 215-5-1-I), zuletzt geändert durch § 1 des Gesetzes vom 22. April 2022 (GVBl. S. 132) und durch Art. 32a Abs. 13 des Gesetzes vom 10. Mai 2022 (GVBl. S. 182).

Bernroider, M., Edlinger, K.-M., Kiechle, G., Schneider, C. & Stummer, S. (2012). *Leitstellen-übergreifende Dispositionsunterstützung im Krankentransportwesen*.

Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM), LMU Klinikum (Ed.). (2021). *Rettungsbericht Bayern 2021*.

Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV). (2022). *GESUNDHEITSDATEN - Ausgaben für Rettungswagen, Taxi und Co steigen*. <https://gesundheitsdaten.kbv.de/cms/html/17069.php>.

Mladek, C. A. (2019). *Auswirkungen von KFZ-Abgasen auf Mensch und Umwelt - Reduktionspotentiale verschiedener verkehrlicher Maßnahmen* [Diplom Thesis, Technische Universität Wien, Wien].

Reuter, M., Rashid, A., & Nickel, S. (2013). Modellierung und Planung von Dienstleistungen im Rettungswesen mit Verfahren des Operations Research. In O. Thomas & M. Nüttgens (Eds.), *Dienstleistungsmodellierung 2012* (pp. 291–304). Springer Fachmedien Wiesbaden.