Karlsruhe Institute of Technology

THE HEALTH CARE LAB

Karlsruhe Service Research Institute

Wie Wissenschaft die Leitstellen besser machen: Zahlen & Formeln

Prof. Dr. Stefan Nickel

11.05.2022

Vorstellung der Forschungsgruppen

Diskrete Optimierung und Logistik

dol.ior.kit.edu

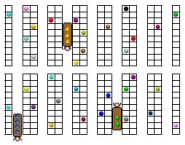
Karlsruher Institut für Technologie & Forschungszentrum Informatik

fzi.de

Forschungsgebiete

Intralogistik und Produktion

- Materialfluss
- Produktionsplanung
- Zuschnitt- und Packplanung



Transport und Mobilität

- Mobility as a Service
- Tourenplanung
- Urban Logistics
- Last Mile Delivery
- Luftfracht

Health Care Logistics

- Rettungsdienst
- Terminplanung / Scheduling
- Ambulante Pflege
- Krankenhausplanung

Karlsruhe Service Research Institute

IOR — Diskrete Optimierung und Logistik

LSO — Logistik und Supply-Chain-Optimierung

KIT Karlsruher Institut für Technologie — DOL

FZI — LSO

SCL

HCL

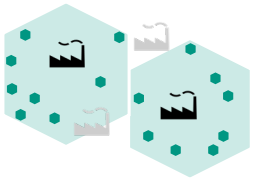
HCL — Health Care Lab

KIT Karlsruher Institut für Technologie — KSRI

SCL — Supply Chain Lab

ksri

Supply Chain Analytics

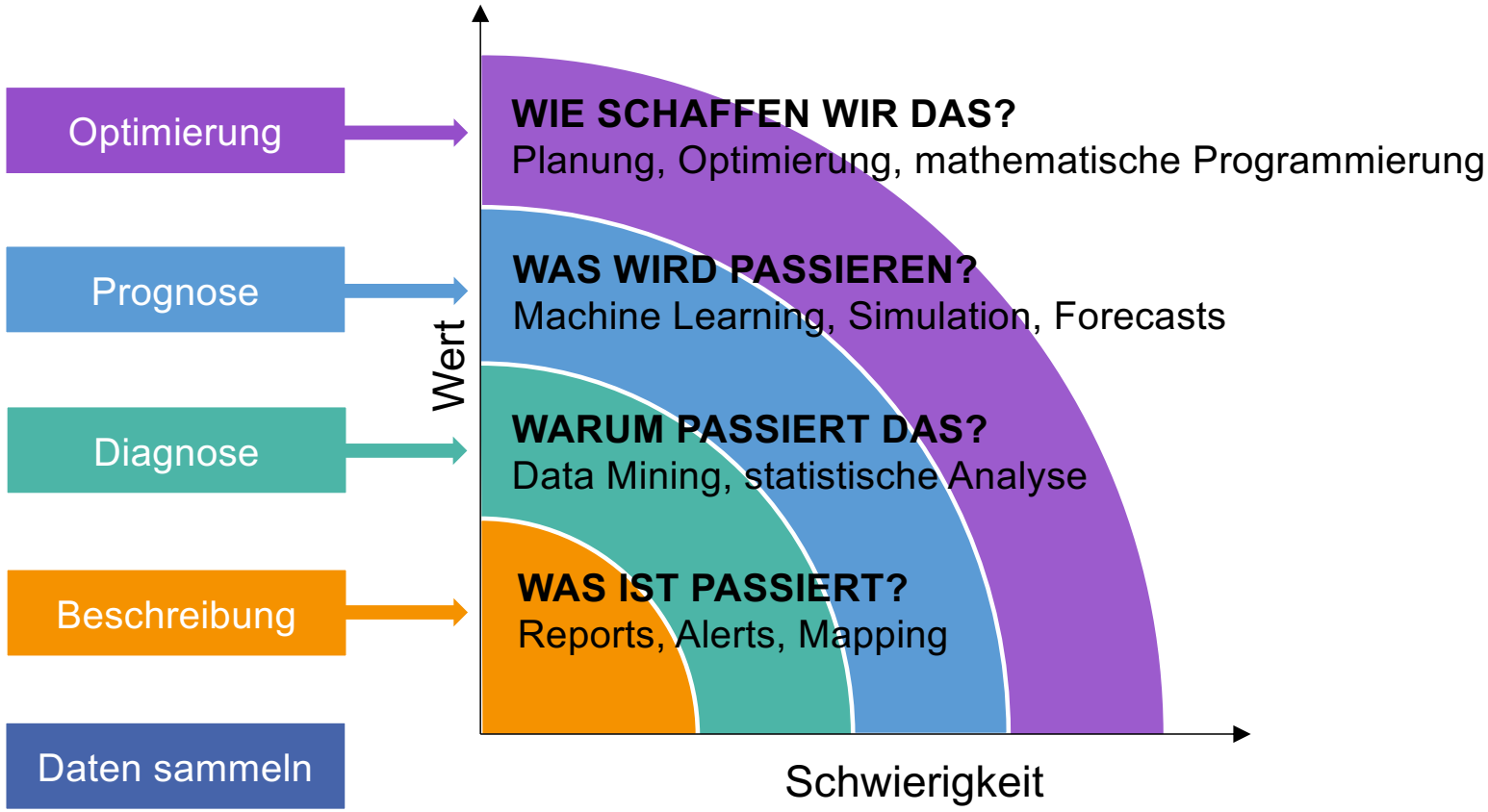


- Logistics Systems Design
- Supply Chain Configuration
- Produktallokation
- Risiko und Unsicherheit
- Servicegebietsplanung

Next Generation Logistics

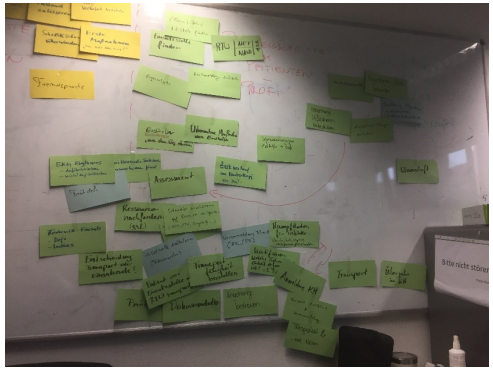
- Autonome Logistik
- Drohnen / Roboter
- Industrie/Logistik 4.0
- Echtzeit-Logistik / IoT
- Vision-enhanced Logistics

Wichtige Aktivitäten in Analytics



Quelle: ISCI, Opalytics 2018

Digitale Rettungskette



EVRALOG-BW – Übersicht

Entwicklung und Validierung von Planungskriterien für rettungsdienstlich relevante Strukturen als Grundlage für eine landeseinheitliche Planungsmethodik im Rettungsdienst in Baden-Württemberg unter besonderer Berücksichtigung logistischer Aspekte

Karlsruhe Institute of Technology

Problemstellung

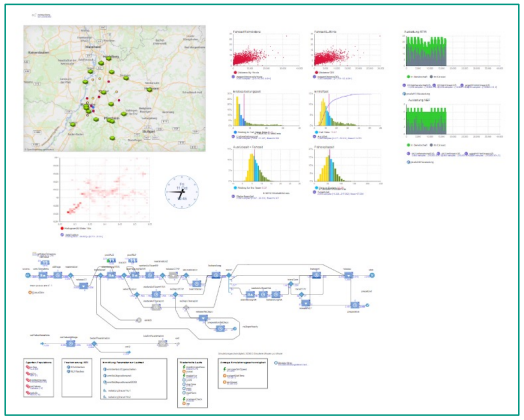
- Hilfsfrist als maßgebliches Planungskriterium in Diskussion
- Historisch gewachsene Standorte und reaktive Anpassungen
- Hohe logistische Komplexität

Lösungsansatz

- Entwicklung ergänzender Planungskriterien
- Validierung der Kriterien mittels Simulation

Ziel

- Berücksichtigung der vielseitigen Anforderungen in den Planungskriterien
- Abschätzung der Auswirkung neuer Planungsstrategien (z.B. für Disposition, Standortwahl, Gebietsabdeckung)

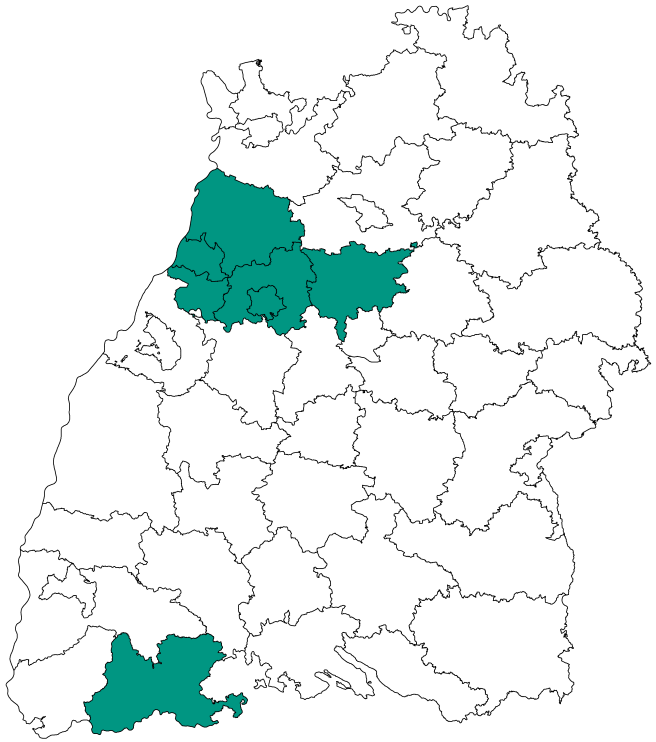


Ministerium des Inneren, für Digitalisierung und Kommunen Baden-Württemberg

SQR-BW

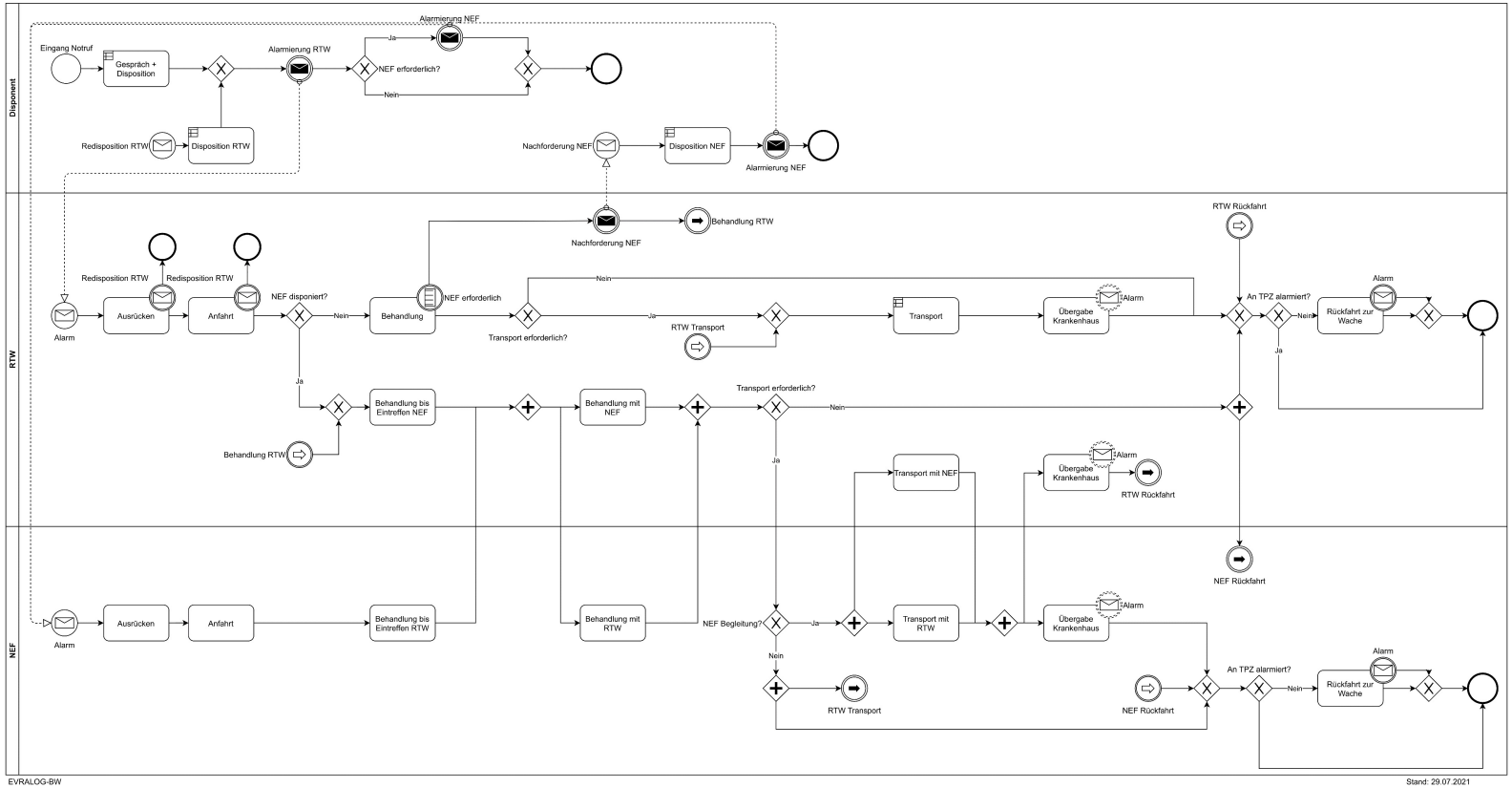
Stelle zur trägerübergreifenden Qualitätssicherung im Rettungsdienst Baden-Württemberg

Vorgehen



- Rettungsdienst
  - Krankentransport
  - Notfallrettung
    - Bodengebunden
    - Luftrettung
    - Wasserrettung
    - Bergrettung

Modellierung



Modellierung

Notfallparameter	Strukturparameter	Prozessparameter
Zeitpunkt	Krankenhäuser	Prozessverlauf
Ort	Rettungsmittel	Prozesszeiten
Art	Schichtzeiten	

Daten aufbereiten

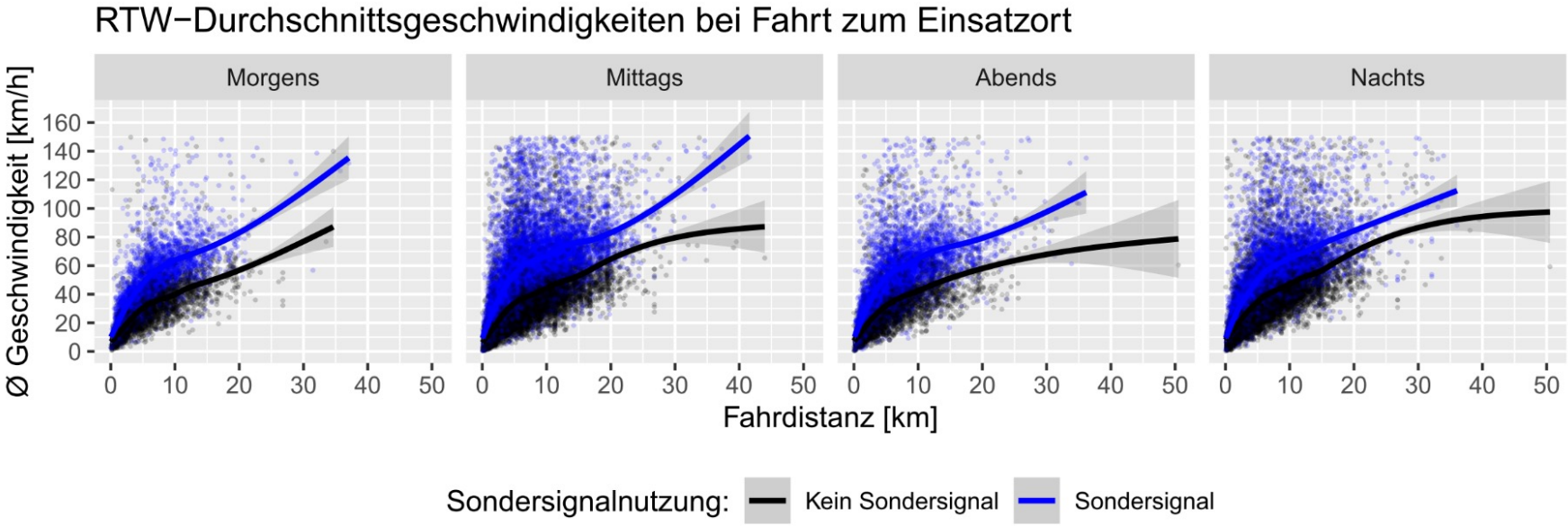
↓

Datenexploration

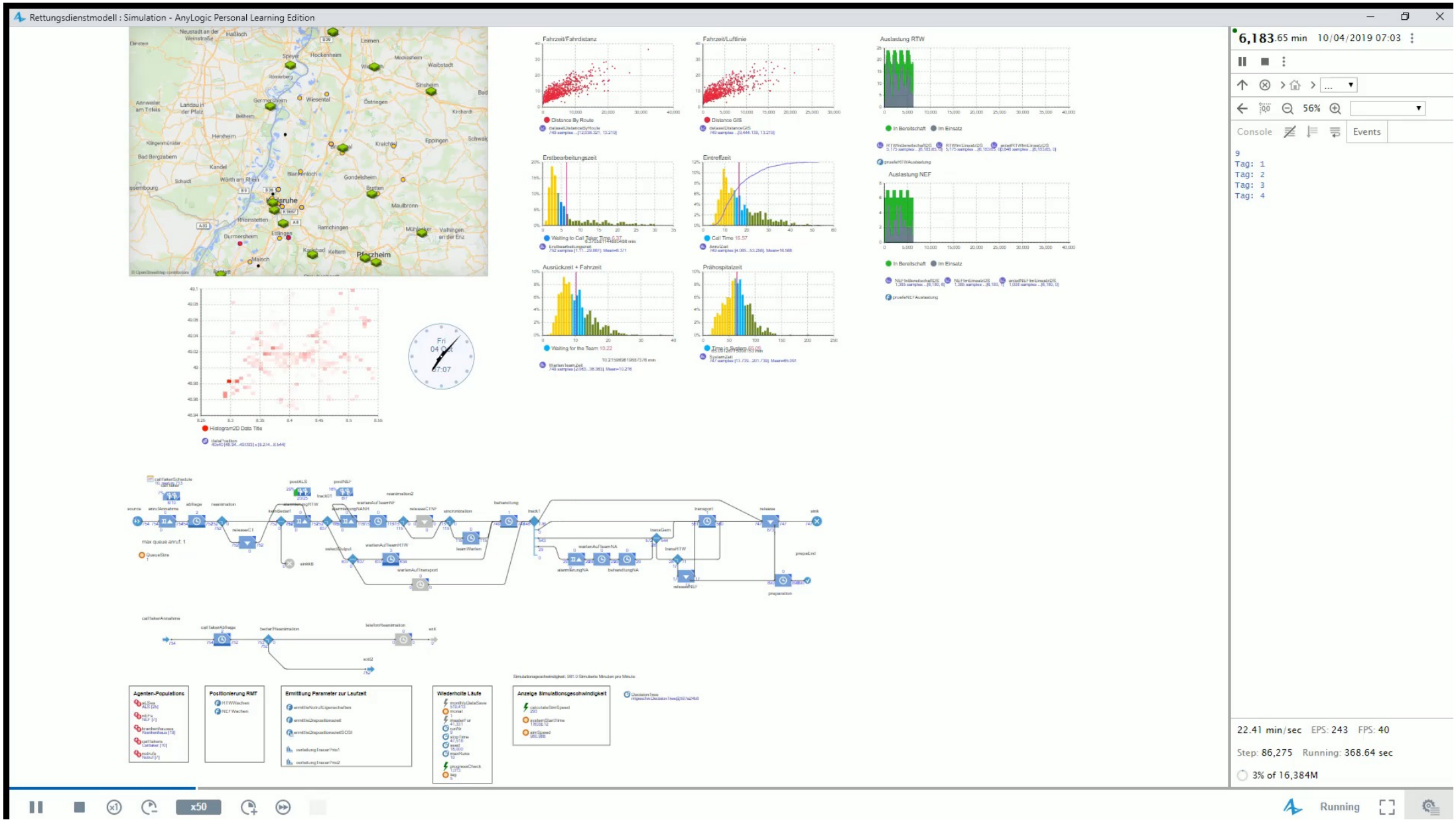
↓

Parameter festlegen

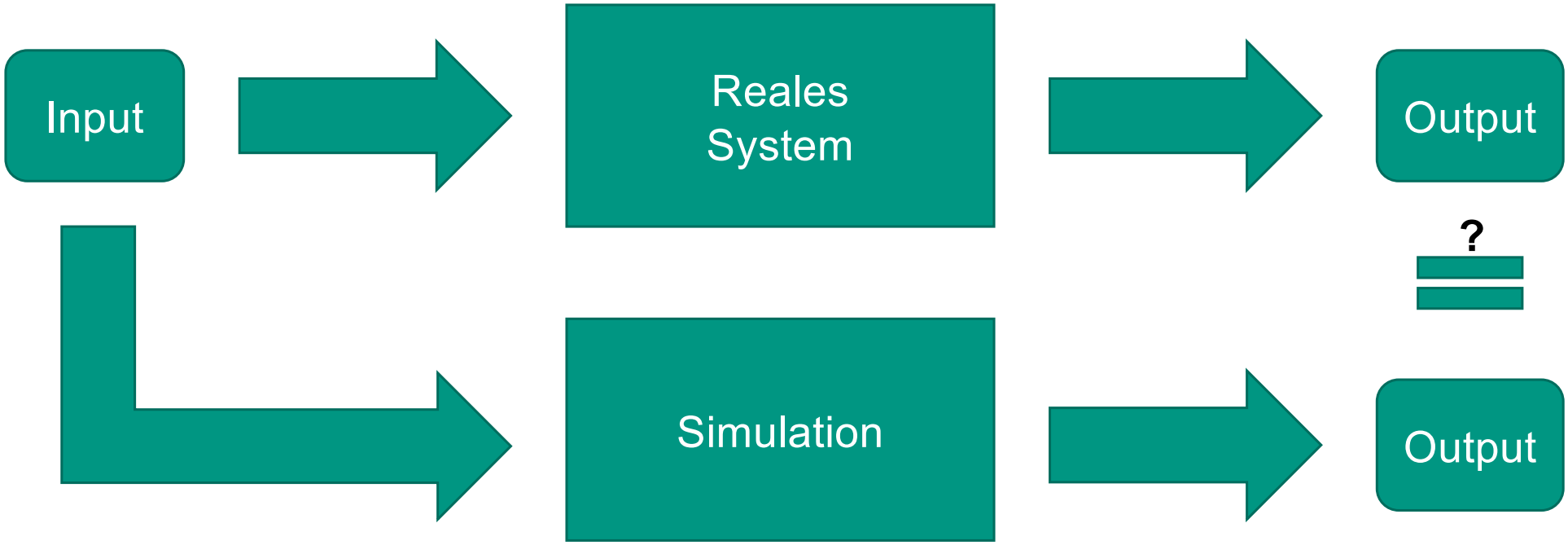
Modellierung - Fahrgeschwindigkeit



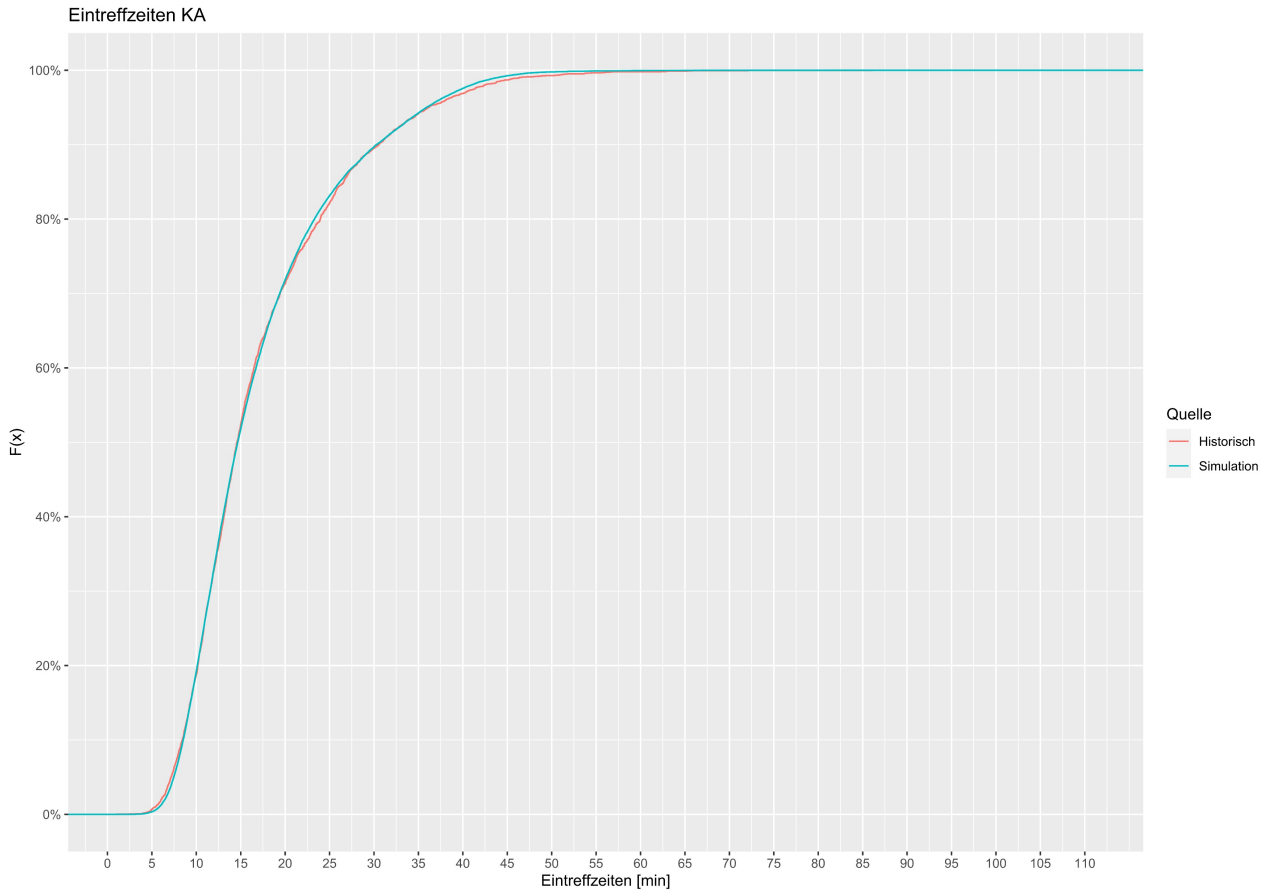
- Erster Ansatz: Nutzung der abgebildeten Geschwindigkeitsprofile (generalisierte additive Modelle) unter Berücksichtigung von Tageszeit, Sondersignal und Fahrdistanz
- Aktuell in Evaluation: Einsatz von Methoden des maschinellen Lernens


Rettungsdienstmodell : Simulation - AnyLogic Personal Learning Edition
Fahrzeit/Fahrdistanz
Fahrzeit/Luftlinie
Auslastung RTW
Auslastung NEF
Erstbearbeitungszeit
Eintreffzeit
Ausrückzeit + Fahrzeit
Prähospitalzeit
Histogram2D Data Title
Agenten-Populations
Positionierung RMT
Ermittlung Parameter zur Laufzeit
Wiederholte Läufe
Anzeige Simulationsgeschwindigkeit
6,183.65 min 10/04/2019 07:03
Console
Events
9
Tag: 1
Tag: 2
Tag: 3
Tag: 4
22.41 min/sec EPS: 243 FPS: 40
Step: 86,275 Running: 368.64 sec
3% of 16,384M
x50
Running

Verifizierung & Validierung

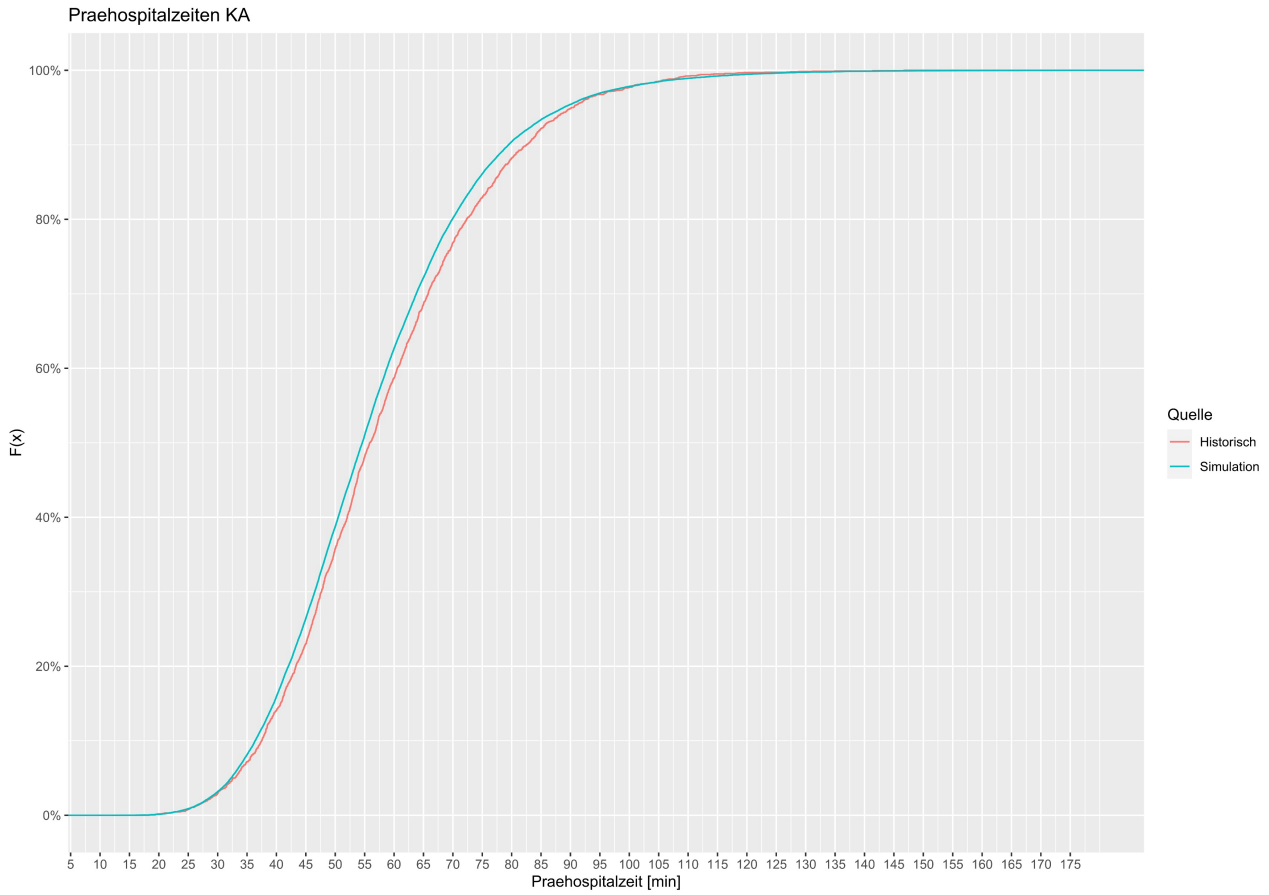


Verifizierung & Validierung - Eintreffzeiten



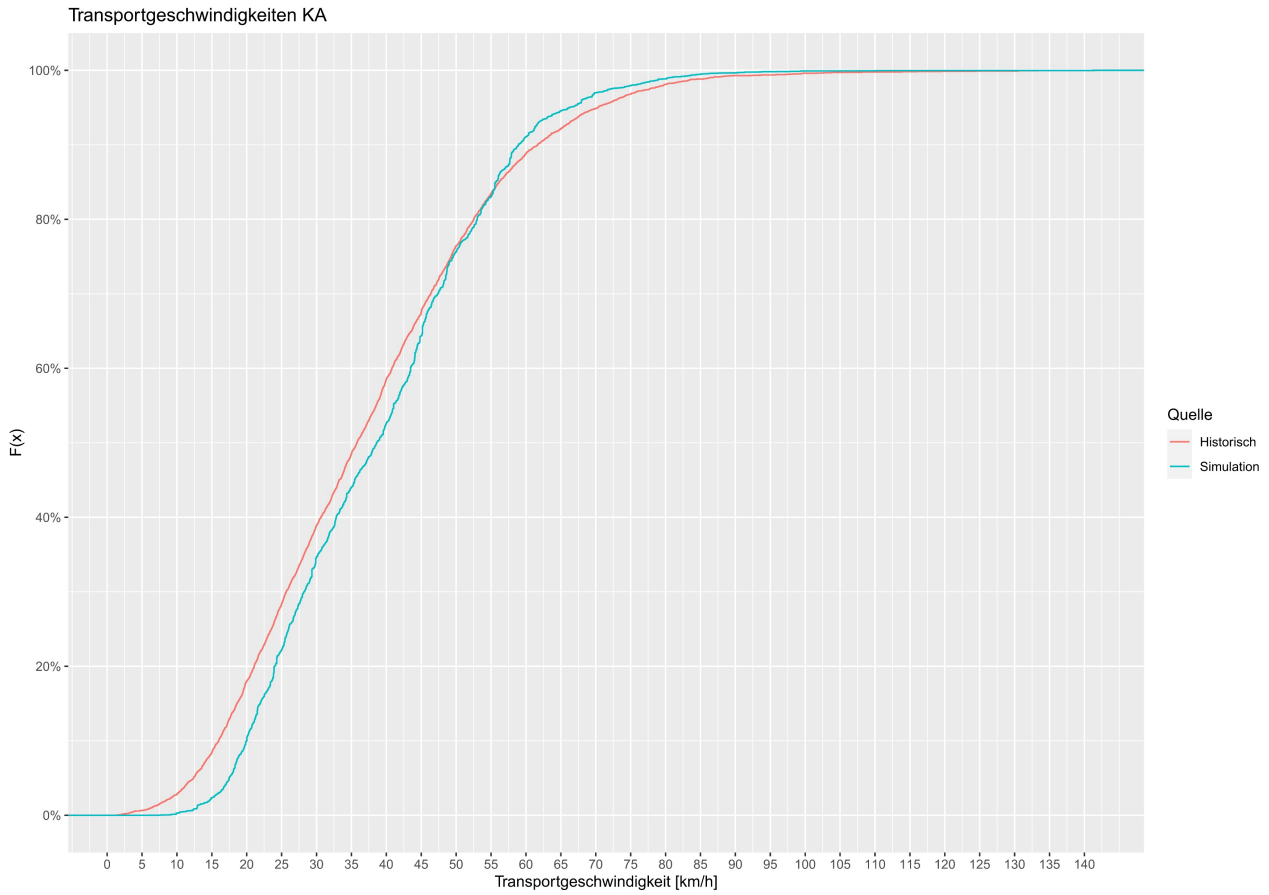
- Verwendung von OpenStreetMap-Kartendaten
- Gute Genauigkeit auch ohne Berücksichtigung von Routing-Besonderheiten bei Sondersignalnutzung

Verifizierung & Validierung - Prähospitalzeiten



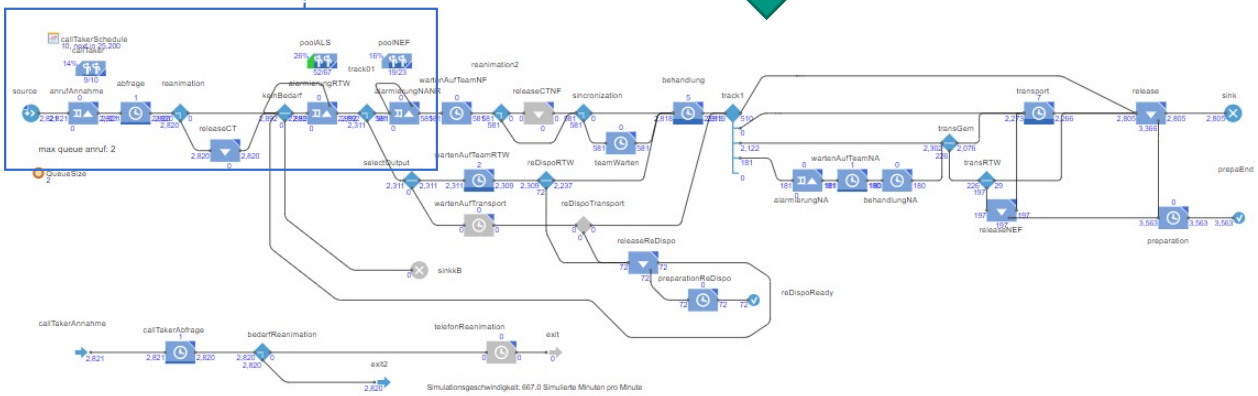
- Krankenhauswahl von mehreren Faktoren abhängig
- Durch Einlesen historischer Transportziele ist eine gute Approximation möglich
- Bessere Daten zu Krankenhauseinrichtungen und Anforderungen können Modellierung weiter verbessern

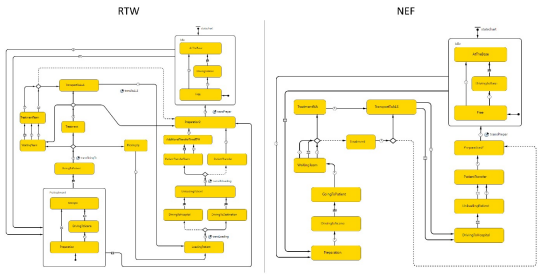
Verifizierung & Validierung - Transportgeschwindigkeiten



- Detailverbesserungen, z.B. der Geschwindigkeits-modellierung, weiterhin in Arbeit

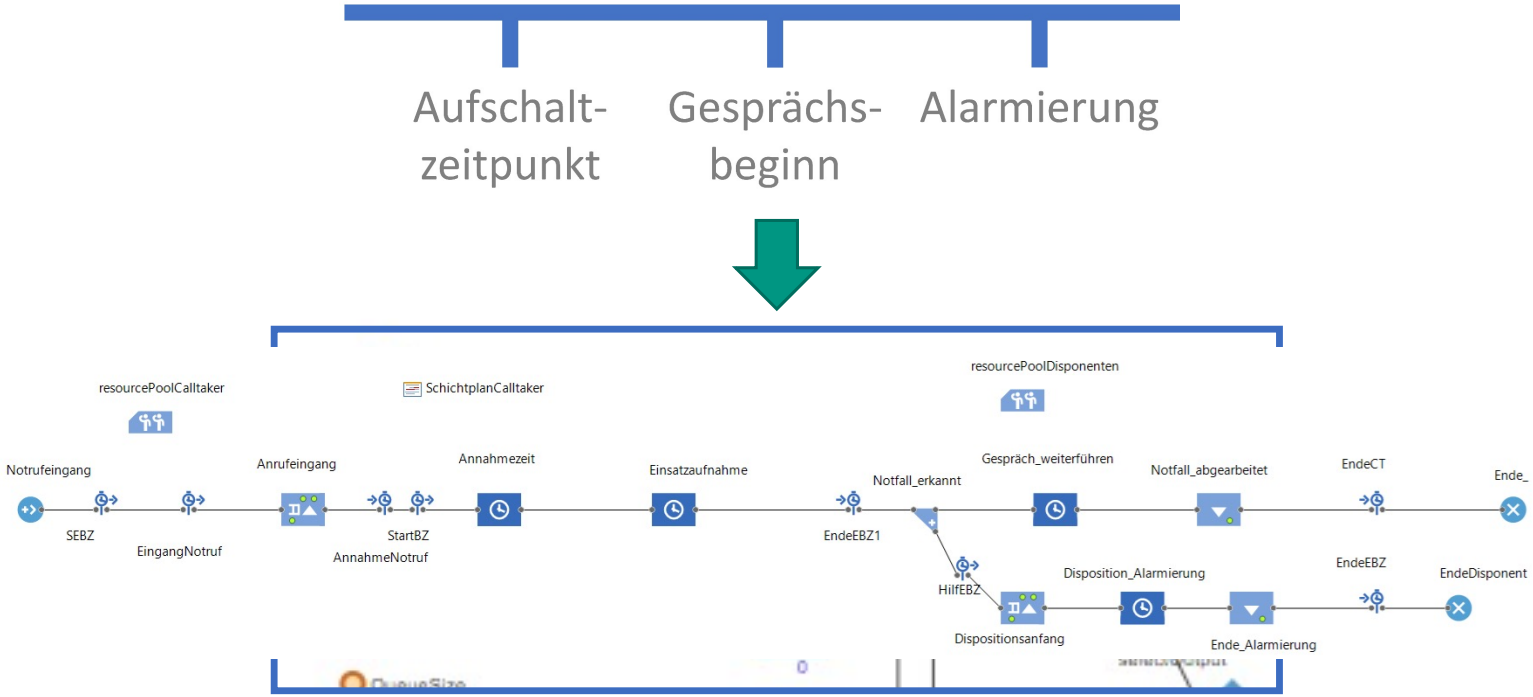
Simulation Leitstellenprozess





EVRALOG-BW Simulation bildet gesamte Rettungskette ab. Resultiert derzeit in höherem Aggregationslevel der einzelnen Teilprozesse.

Simulation Leitstellenprozess

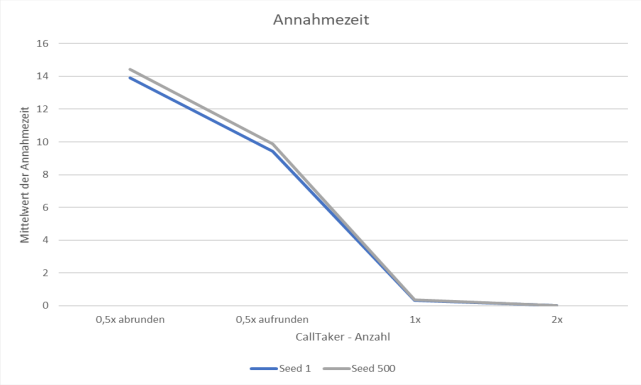


Für Untersuchungen der Prozesse innerhalb der Leitstelle ist eine detailliertere Modellierung mit Fokus auf die Leitstelle sinnvoll.

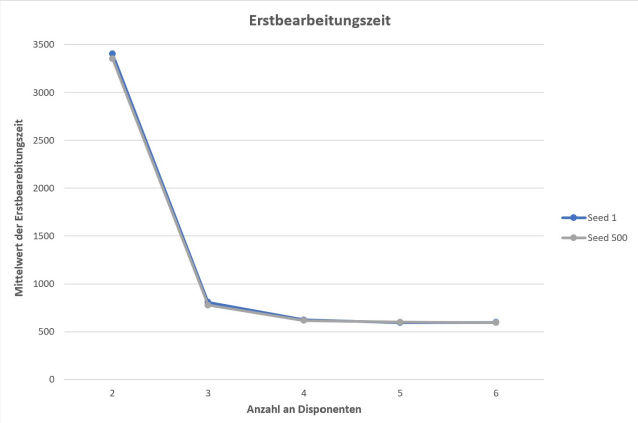
Simulation in der Entscheidungsunterstützung

- Simulationsexperimente können Einblicke Effekte von Veränderungen der Ressourcen geben.

Veränderung der Annahmezeit bei Variation der Calltaker-Anzahl



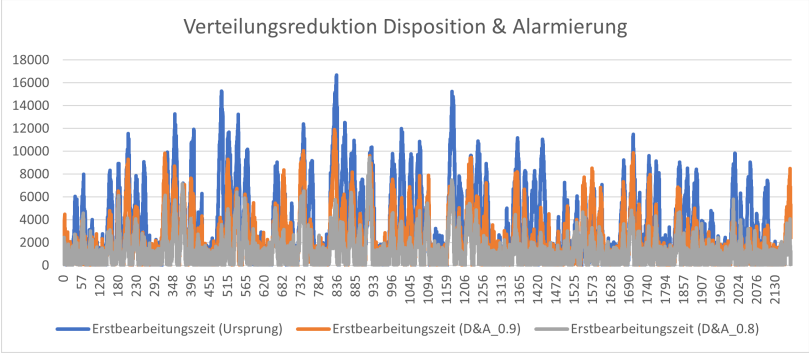
Veränderung der Erstbearbeitungszeit bei Variation der Disponenten-Anzahl



Simulation in der Entscheidungsunterstützung

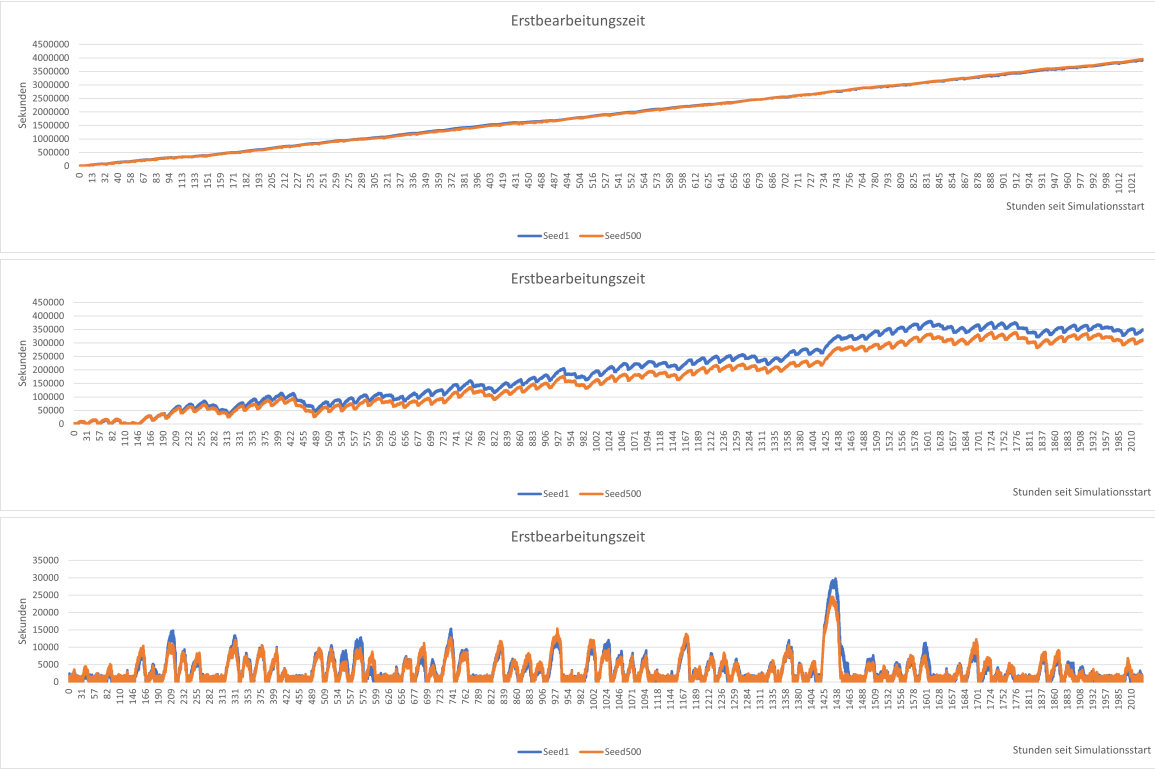
- Simulationsexperimente können Effekte der Verkürzung einzelner Teilschritte aufzeigen
- Effekte der Reduktion der Gesprächszeiten der Calltaker und der Dispositionszeiten der Dispatcher auf die Gesprächsannahmezeit (AZ) und die Erstbearbeitungszeit (EBZ):

	Gesprächszeit bis zur Disposition	Gesprächszeit nach Disposition	Dispositionszeiten
Reduktion um 10%	EBZ <10% AZ 20-30%	EBZ & AZ <10%	EBZ 36-42%
Reduktion um 20%	EBZ <20% AZ 30%	EBZ & AZ <20%	EBZ 65%



Simulation in der Entscheidungsunterstützung

- Simulationsexperimente können Systemgrenzen untersuchen
- Entwicklung der Erstbearbeitungszeiten bei doppeltem Anrufvolumen
- Verdopplung der Disponenten (mittlere Abbildung) nicht ausreichend
- Auch bei Verdreifachung der Disponenten (untere Abbildung) noch starke Schwankungen



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Stefan Nickel
Diskrete Optimierung und Logistik (DOL)
Kaiserstraße 89
Gebäude 05.20
D-76133 Karlsruhe

E-Mail: Stefan.nickel@kit.edu
Web: healthcarelab.ksri.kit.edu oder
dol.ior.kit.edu