



# Krankentransportplanung – eine Speditionsaufgabe?

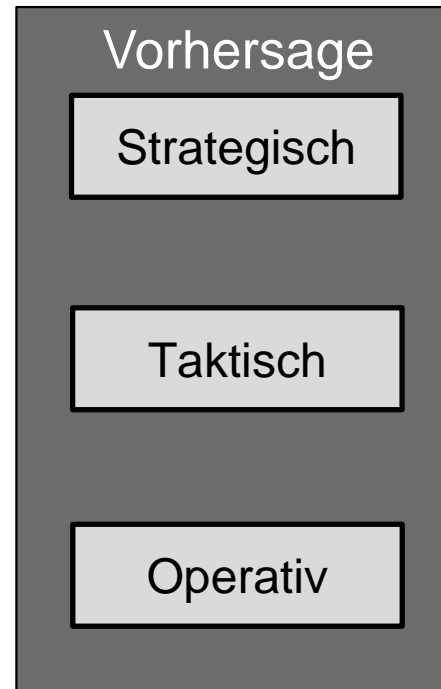
Dr. Melanie Reuter-Oppermann

KARLSRUHE SERVICE RESEARCH INSTITUTE (KSRI)



# Mathematische Methoden für die Rettungsdienstplanung

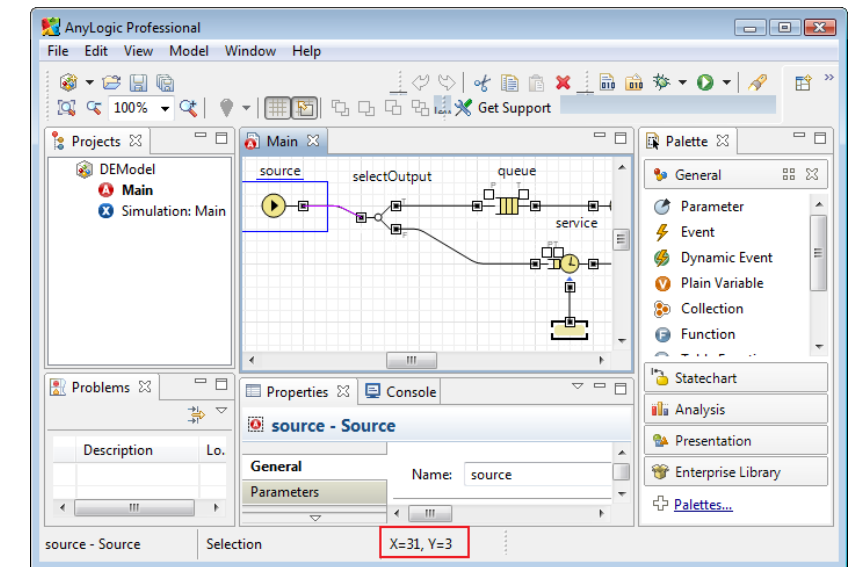
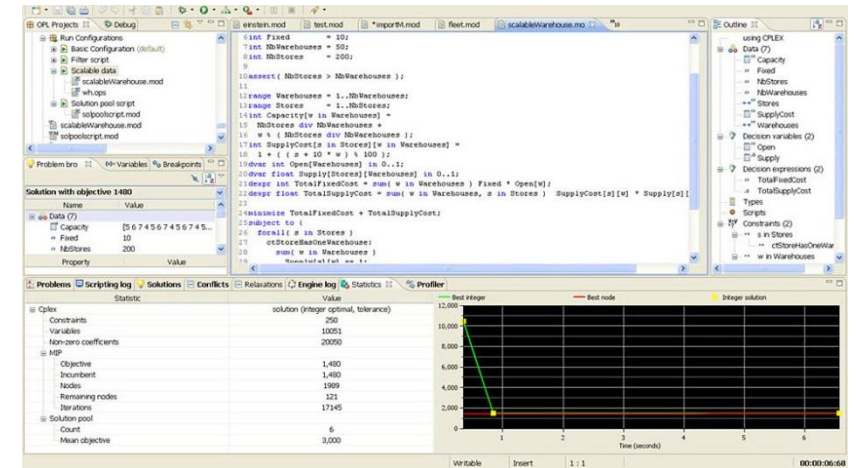
- Mathematische Methoden und Verfahren können für viele Planungsprobleme im Rettungsdienst verwendet werden.
- Standortplanung von Rettungswagen und -wachen ist das am meisten untersuchte Problem.
- Auch für die Krankentransportplanung existieren Publikationen.



Quelle: M. Reuter-Oppermann, P.L. van den Berg, and J.L. Vile. Logistics for Emergency Medical Service systems. Health Systems, 2017

# Mathematische Methoden

- Optimierung
  - Aufstellen mathematischer Modelle mit Zielfunktion und Nebenbedingungen.
  - Exakte Lösung der Modelle mit Hilfe von Software (z. B. IBM ILOG CPLEX, Xpress, Aimms) und/oder Verwendung von Heuristiken.
  
- Simulation
  - Abbildung der relevanten Prozesses eines Systems in einem Modell.
  - Durchführung von Experimenten am Modell.
  
- Kombinierte bzw. iterative Verfahren sind möglich und für den Einsatz in der Praxis oft wichtig.



# Tourenplanung für Krankentransporte

## Organisatorische Ziele

- Entlastung der Disponenten
- Frühzeitige Feststellung von Engpässen
- Zufriedenheit der beteiligten Parteien (z. B. Patienten, Ärzte/Krankenhäuser, Mitarbeiter)
- ...

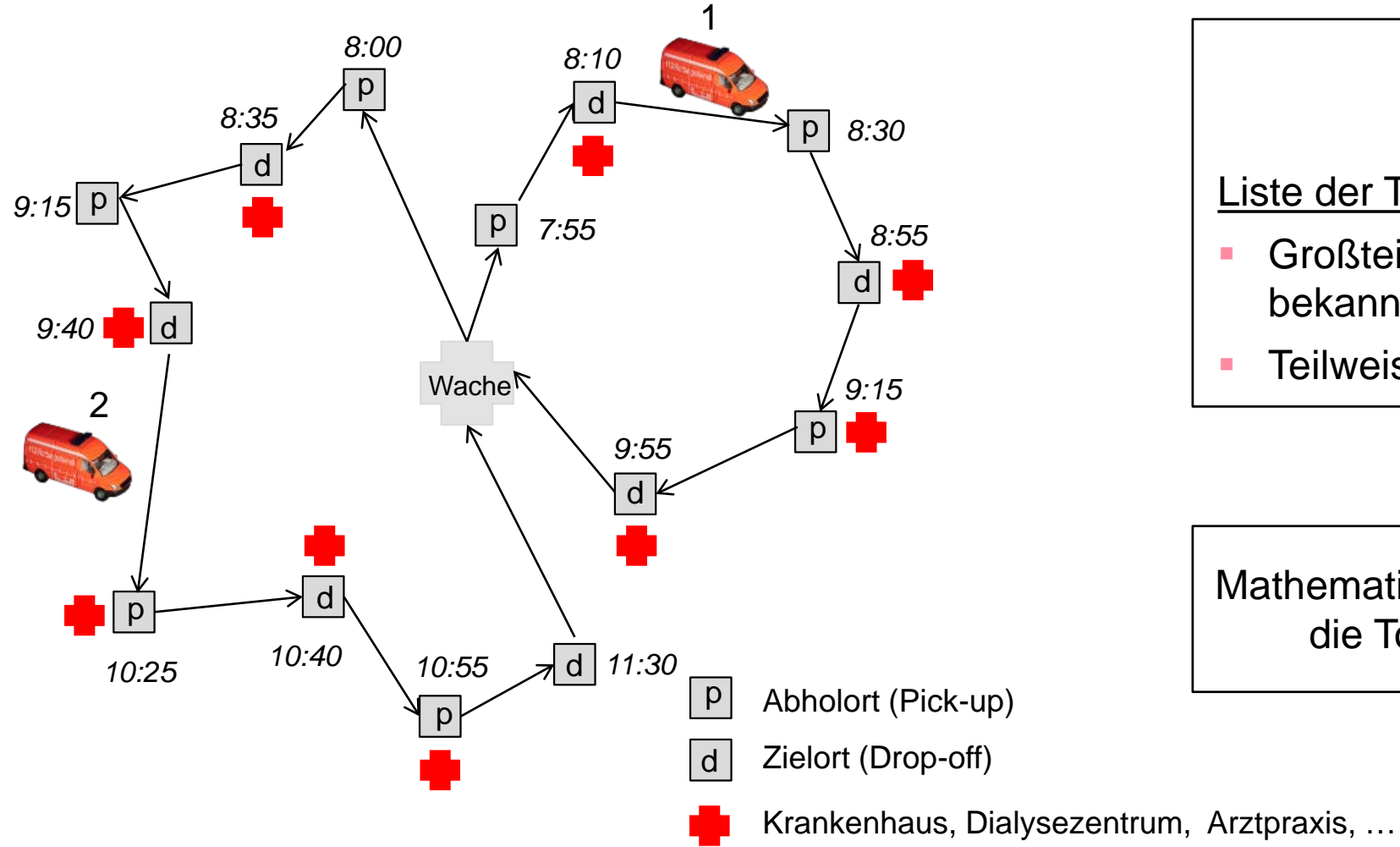
## Planungsrelevante Ziele


- Minimierung der Verspätungen / Wartezeiten
- Minimierung der Kosten
- Minimierung der durch RTW gefahrenen Transporte
- Balancierung der Touren
- ...

## Restriktionen

- Vorgegebene Abholzeitpunkte
- Zum Teil kurzfristige Anmeldungen
- Arbeitszeiten, Pausenregelungen etc.
- ...

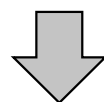
# Tourenplanung für Krankentransporte





Liste der Transportaufträge

- Großteil oft vorher bekannt
- Teilweise kurzfristig



Mathematische Verfahren für die Tourenplanung

# Tourenplanung für Krankentransporte

2-stufige Planung der Touren für viele Leitstellen möglich/notwendig:

## Vorplanung der bekannten Aufträge am Vorabend

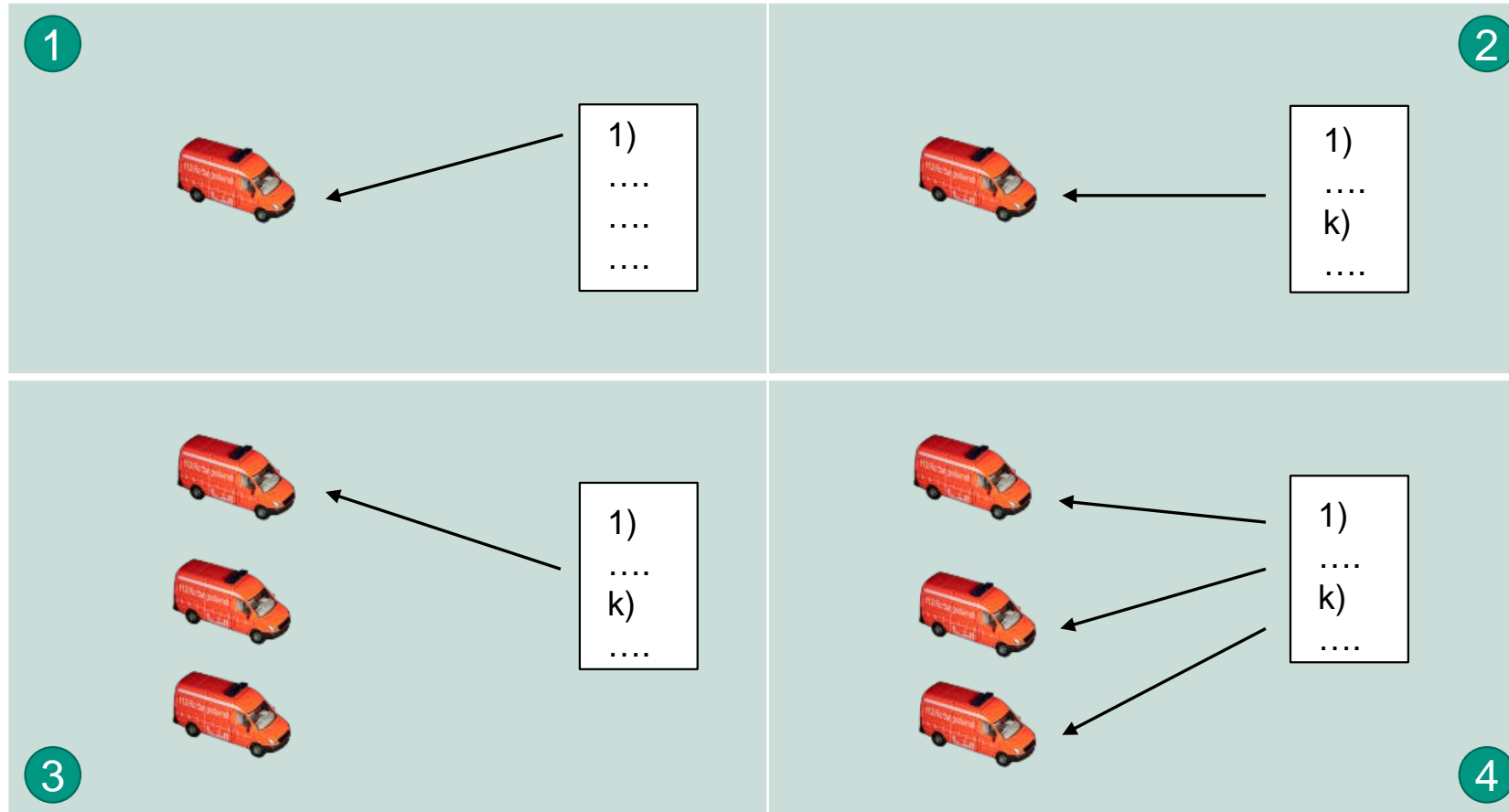
- Erstellung eines Tourenplans vor Beginn der KTW-Schichten
- Anzahl der mindestens benötigten KTW
- Erste Einschätzungen zur Auslastung und zu freien Kapazitäten

## Einplanung von kurzfristigen Aufträgen während des Tages

- Einplanung der Aufträge bei Eingang / wenn Zeitfenster erreicht
- Möglichst viele kurzfristige Aufträge sollen eingeplant werden können – Vermeidung von RTW-Einsätzen
- Evtl. Umplanung der Touren, um Verspätungen zu minimieren

# Tourenplanung für Krankentransporte

- Bereits einfache Algorithmen können Disponenten entlasten und die Planung verbessern.



## Integrierte Planung bei Kreuzverwendung

(Teilweise) gemeinsamer Fuhrpark für Krankentransporte und Notfallrettung



Gemeinsame Planung der beiden Teilprobleme



- Ausgleich bei Stoßzeiten
- Synergien können genutzt werden, v.a. bei begrenzten Ressourcen (Personal, Fahrzeuge)
- Mehr Fahrzeuge mit besserer Gebietsabdeckung lassen kürzere Fahrzeiten erwarten

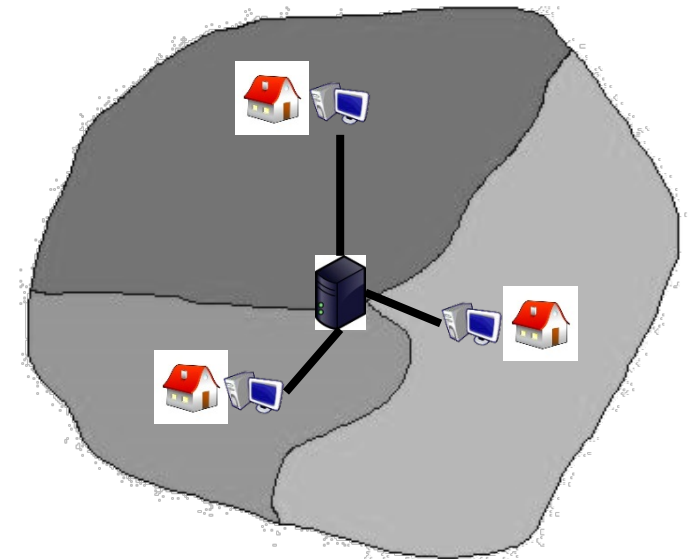


- Planung ist aufwändiger, nicht manuell möglich
- Zeitpunkt für die feste Einplanung der Krankentransporte ist nicht einfach zu bestimmen
- Mathematische Modelle und Verfahren machen Planung möglich



## Gebietsübergreifende Krankentransporte

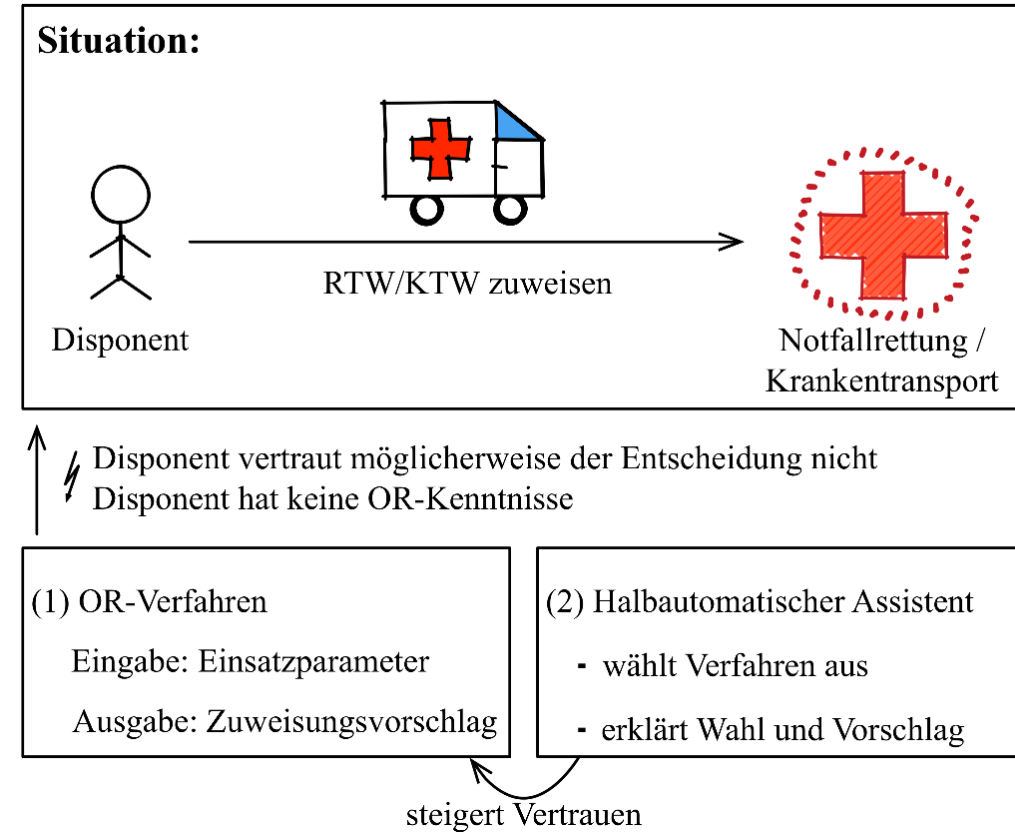
- Krankentransporte finden nicht nur innerhalb der Rettungsdienstgebiete, sondern vermehrt zwischen Gebieten statt.
- Planung durch ein übergeordnetes System für eine größere Region / ein Bundesland möglich.
  - Server an zentralem Ort
  - Kommunikation mit den lokalen Systemen und Rückfallebenen.



# Nutzer-Assistenz-System

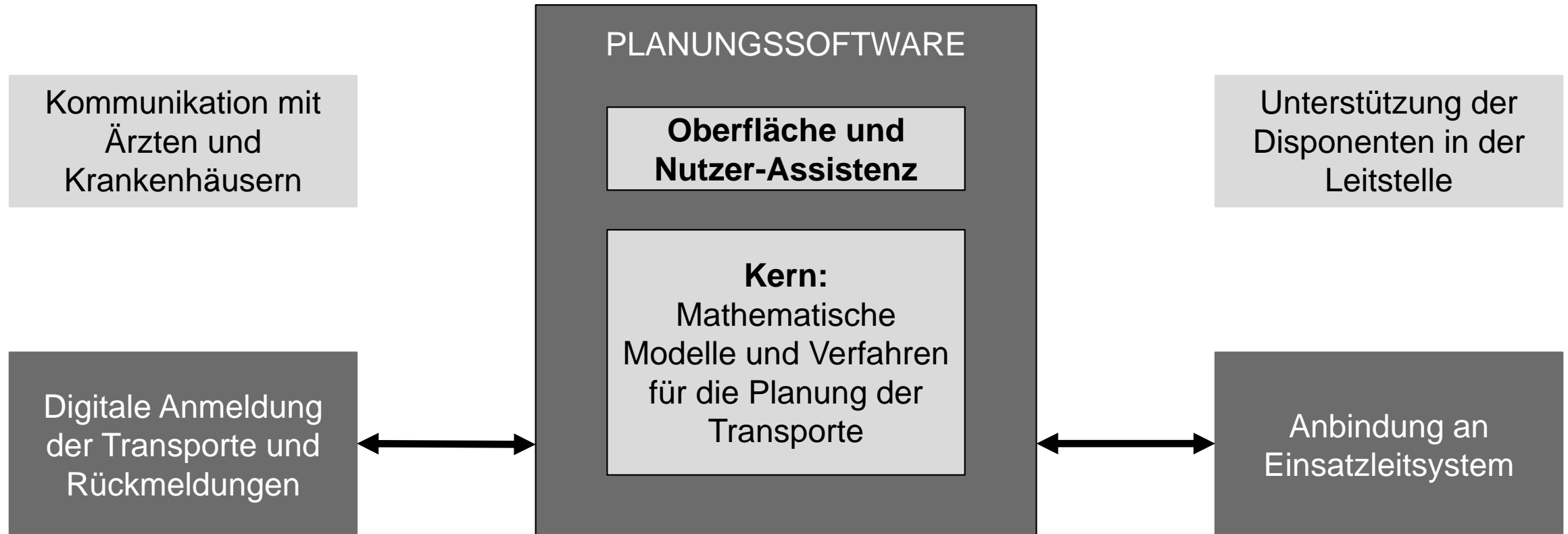
- Design eines Assistenz-Systems für die Unterstützung der Disponenten in der Praxis
  - Für Notfallrettung und Krankentransport
  - Anzeige der Lösung, evtl. Alternativen und Erklärungen

- ⚡ Begrenzte Anzahl von RTWs/KTWs
- ⚡ Zeitkritische Entscheidung erforderlich



Quelle: M. Reuter-Oppermann, S. Morana, and P. Hottum. Towards Designing an Assistant for Semi-Automatic EMS Dispatching. In Proceedings of the 50<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences, 2017.

# Software für die Krankentransportplanung



## Krankentransportplanung - eine Speditionsaufgabe?

- **Aus mathematischer Sicht:** Ja
  - Modelle und Verfahren für die Tourenplanung können auf die Krankentransportplanung übertragen werden.
  - Diese können vorab bekannte sowie kurzfristige Aufträge planen und auch mit Kreuzverwendung umgehen.
- **Aus praktischer Sicht:** Eher nein
  - System aus Rettungsdienst, Krankenhäusern, Arztpraxen, Patienten etc. ist komplex.
  - Eine komplett separate Betrachtung des Krankentransports ist nicht möglich, z. B. Kreuzverwendung.
  - Der Faktor Mensch spielt eine wichtige Rolle.
- **ABER:** Eine Planungssoftware kann die Disponenten unterstützen und die Planung verbessern.

## Kontakt



### HEALTH CARE LAB c/o KSRI

Kaiserstr. 89  
Gebäude 05.20  
D-76133 Karlsruhe



#### Dr. Melanie Reuter-Oppermann

Raum | 4A – 15.2  
Telefon | +49 721 608-45033  
Fax | +49 721 608-46874  
Email | [melanie.reuter@kit.edu](mailto:melanie.reuter@kit.edu)

*Video zur Erklärung des Rettungsdienstassistenten:*

▶ [www.ksri.kit.edu](http://www.ksri.kit.edu)  
🐦 @ksri\_kit



Made with ♥ + ♀ + 🙌 by PhD, Master and Bachelor students at KIT.



# Veröffentlichungen

- K. Eismann, **M. Reuter-Oppermann**, K. Fischbach. Towards Social Media Decision Support for Joined EMS and Crisis Logistics. To appear in Proceedings of the 16<sup>th</sup> ISCRAM Conference in Valencia, Spain, 2019.
- S. Manzi, **M. Reuter-Oppermann**, S. Rachuba, and S. Morana. Assessing Information Requirements for Complex Decision Making in Healthcare. In Proceedings of the 26th European Conference on Information Systems (ECIS) in Portsmouth, UK, 2018.
- **M. Reuter-Oppermann**. On the Optimisation of EMS Logistics. PhD Thesis, Karlsruhe, 2017.
- **M. Reuter-Oppermann**, S. Rachuba: Towards a Testing Framework for Location Problems in EMS Logistics. In Proceedings of the Third Karlsruhe Service Summit Research Workshop 2017, Advances in Service Research, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2017.
- **M. Reuter-Oppermann**, P.L. van den Berg, and J.L. Vile. Logistics for Emergency Medical Service systems. Health Systems, 2017.
- **M. Reuter-Oppermann**, S. Morana, and P. Hottum. Towards Designing an Assistant for Semi-Automatic EMS Dispatching. In Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences, 2017.
- S. Nickel, **M. Reuter-Oppermann**, and F. Saldanha-da Gama. Ambulance location under stochastic demand: A sampling approach. Operations Research for Health Care, 2016.
- **M. Reuter-Oppermann** and C. Bernath. German data sets for comparing ambulance location models. In Proceedings of the Second Karlsruhe Service Summit Research Workshop, Advances in Service Science. KIT Scientific Publishing, 2016.
- **M. Reuter-Oppermann**, J. Kunze von Bischhoffshausen, and P. Hottum. Towards an IT-Based Coordination Platform for the German Emergency Medical Service System. In H. Novoa and M. Dragoicea, editors, Exploring Services Science, volume 201 of Lecture Notes in Business Information Processing, pages 253-263. Springer International Publishing, 2015.
- J.T. van Essen, J.L. Hurink, S. Nickel, and **M. Reuter**. Models for ambulance planning on the strategic and tactical level. Technical report, Beta Research School for Operations Management and Logistics, 2013.
- **M. Reuter** and W. Michalk. Towards the dynamic relocation of ambulances in Germany: The risk of being too late. In Annual SRII Global Conference, San Jose, CA, USA, July 24-27 2012, pp. 642-649, 2012.
- **M. Reuter**, A. Rashid, and S. Nickel. Modellierung und Planung von Dienstleistungen im Rettungswesen mit Verfahren des Operations Research. Dienstleistungsmodellierung 2012. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013. 291-304.