



# Implementierung eines On-Demand Shuttle-Systems in Vissim

**M.Sc. Oytun Arslan**

**Univ.-Prof. Dr. Ing. Silja Hoffmann**

**Universität der Bundeswehr München**

**Professur für Intelligente, Multimodale Verkehrssysteme**

Gefördert durch  **dtec.bw**  
Zentrum für Digitalisierungs- und  
Technologieforschung der Bundeswehr

# Munich Mobility Research Campus



Gefördert durch  **dtec.bw**  
Zentrum für Digitalisierungs- und  
Technologieforschung der Bundeswehr

*der Bundeswehr*  
**Universität München**

- **Einleitung**
- **Methodik**
- **Besonderheiten bei der Mikrosimulation**
- **Ergebnisse**
- **Fazit und Ausblick**

- **Einleitung**
- **Methodik**
- **Besonderheiten bei der Mikrosimulation**
- **Ergebnisse**
- **Fazit und Ausblick**



- **Welches Fahrzeug wird welcher Anfrage spontan zugewiesen?**
- **In welcher Reihenfolge sollen die Anfragen mit einem Fahrzeug bedient werden?**

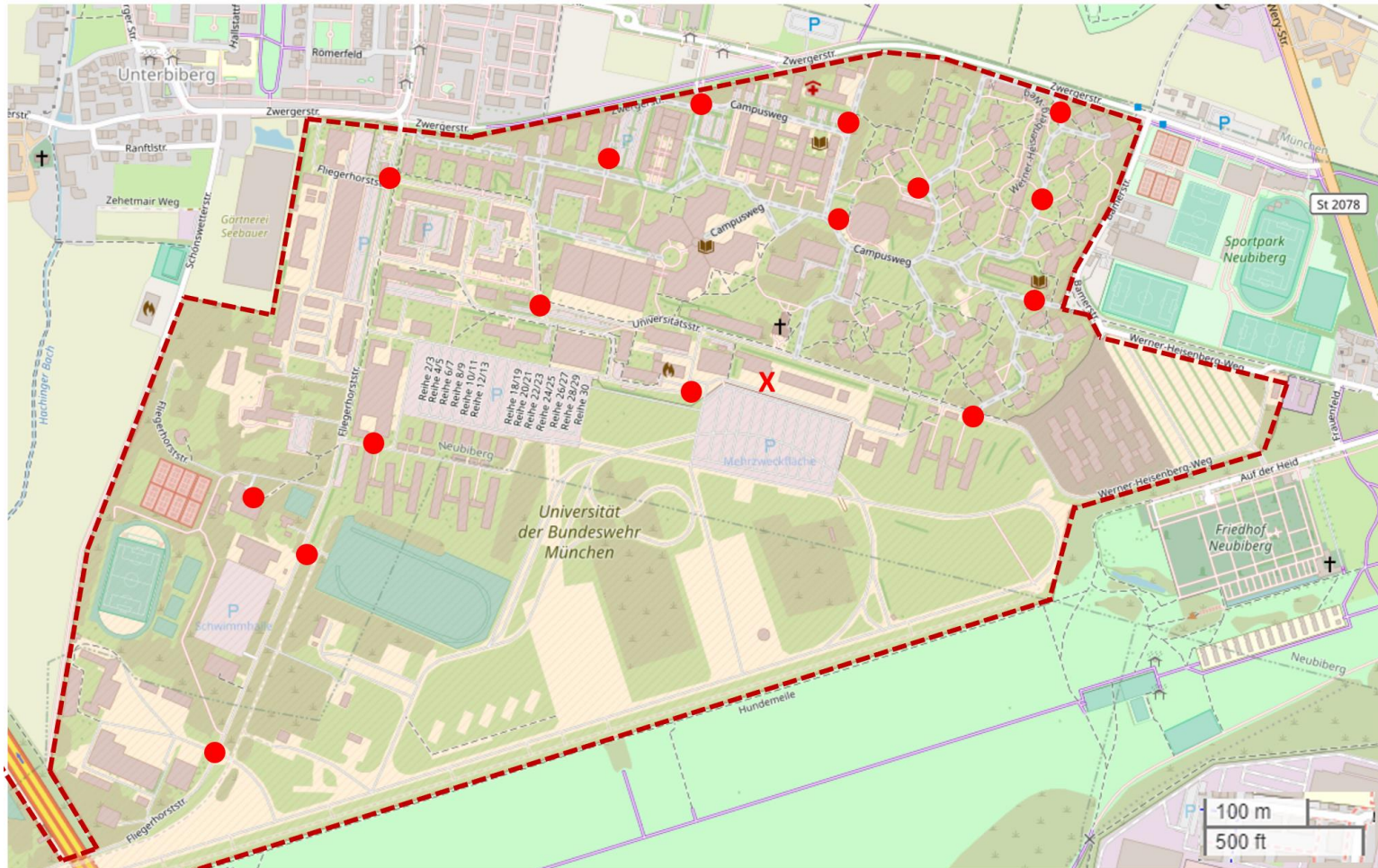
- **Forschungsfragen:**
  - Wie kann ein Matching-Algorithmus entwickelt werden, der sowohl die Fahrgast- als auch die Betreiberinteressen berücksichtigt?
  - Ist es möglich, ein solches System in einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation zu modellieren?

Eine Testumgebung zur Untersuchung verschiedener Fahrzeug-Anfrage-Matching-Algorithmen ermöglichen

Eine Simulationsplattform auch für andere On-Demand-Modi wie Mikromobilität und Taxis bereitstellen

Die Interaktion zwischen On-Demand-Fahrzeugen und anderen Verkehrsmitteln gewähren

Eine ganzheitliche mikroskopische Verkehrssimulation unter Berücksichtigung aller Verkehrsmodi ermöglichen



Open Street Map

● Haltestellen

X Depot

- Fläche von 140 Hektar
- Viele Einrichtungen wie Forschungsgebäude, Verwaltungsgebäude, eine Universitätsbibliothek, Unterkünfte, Postamt, Sportanlagen, Sanitäranlagen, Kindergarten und Mensa
- 16 Shuttle-Haltestellen und ein Depot

- **Einleitung**
- **Methodik**
- **Besonderheiten bei der Mikrosimulation**
- **Ergebnisse**
- **Fazit und Ausblick**



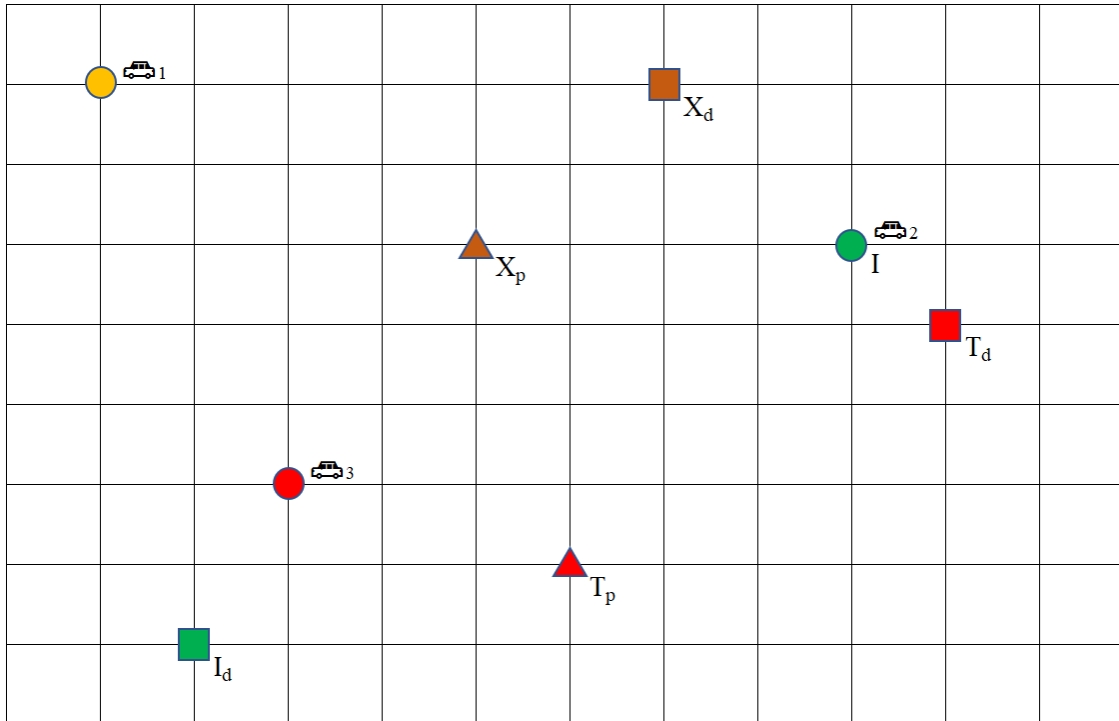
## Methodik: die Optionen generieren

- Wenn eine neue Anfrage im System eintrifft, hängt die Anzahl der Kombinationen zur Bedienung der aktuellen Anfragen UND der neuen Anfrage vom aktuellen Fahrzeugstatus ab:
    - Anzahl der im Fahrzeug befindlichen Fahrgäste ( $i$ )
    - Anzahl der abzuholenden Fahrgäste ( $t$ )
- $$\text{Anzahl der Kombinationen} = \frac{(i+2t+2)!}{2^{t+1}}$$
- **Beispiel:** Wenn einem Fahrzeug gerade eine Anfrage A zugewiesen wurde und in diesem Moment geht eine neue Anfrage von Fahrgast X im System ein, hat es genau 6 Optionen ( $i=0, t=1$ ):
    - Zuerst wird A abgeholt, dann X abgeholt, dann A zum Ziel gebracht, dann X zum Ziel gebracht:  $A_P \rightarrow X_P \rightarrow A_D \rightarrow X_D$
    - Zuerst wird A abgeholt, dann X abgeholt, dann X zum Ziel gebracht, dann A zum Ziel gebracht:  $A_P \rightarrow X_P \rightarrow X_D \rightarrow A_D$
    - Zuerst wird A abgeholt, dann A zum Ziel gebracht, dann X abgeholt, dann X zum Ziel gebracht:  $A_P \rightarrow A_D \rightarrow X_P \rightarrow X_D$
    - Zuerst wird X abgeholt, dann A abgeholt, dann A zum Ziel gebracht, dann X zum Ziel gebracht:  $X_P \rightarrow A_P \rightarrow A_D \rightarrow X_D$
    - Zuerst wird X abgeholt, dann A abgeholt, dann X zum Ziel gebracht, dann A zum Ziel gebracht:  $X_P \rightarrow A_P \rightarrow X_D \rightarrow A_D$
    - Zuerst wird X abgeholt, dann X zum Ziel gebracht, dann A abgeholt, dann A zum Ziel gebracht:  $X_P \rightarrow X_D \rightarrow A_P \rightarrow A_D$
  - Das Ziel des Algorithmus ist es, die “**beste**” Option herauszufinden.

# Methodik: Darstellung des Algorithmus in einem Beispiel

- : Fahrzeugstandorte
- △ : Startpunkt der Anfragen
- : Zielpunkt der Anfragen

Fz.-Nr.	Option	AR <sub>akt</sub>	AR <sub>neu</sub>	PR	GP	WZ <sub>akt</sub>	WZ <sub>neu</sub>	UQ <sub>akt</sub>	UQ <sub>neu</sub>
1	X <sub>p</sub> -X <sub>d</sub>	-	0,400	0,200	0,600	-	6	-	1,000
2	X <sub>p</sub> -I <sub>d</sub> -X <sub>d</sub>	1,000	0,167	0,667	1,250	0	4	1,000	5,000
2	X <sub>p</sub> -X <sub>d</sub> -I <sub>d</sub>	0,600	0,500	0,600	1,150	0	4	1,667	1,000
2	I <sub>d</sub> -X <sub>p</sub> -X <sub>d</sub>	1,000	0,167	0,333	0,917	0	20	1,000	1,000
3	T <sub>p</sub> -X <sub>p</sub> -T <sub>d</sub> -X <sub>d</sub>	0,467	0,190	0,548	0,876	4	9	1,571	3,000
3	T <sub>p</sub> -X <sub>p</sub> -X <sub>d</sub> -T <sub>d</sub>	0,368	0,308	0,500	0,838	4	9	2,143	1,000
3	T <sub>p</sub> -T <sub>d</sub> -X <sub>p</sub> -X <sub>d</sub>	0,636	0,190	0,262	0,675	4	17	1,000	1,000
3	X <sub>p</sub> -T <sub>p</sub> -T <sub>d</sub> -X <sub>d</sub>	0,412	0,174	0,543	0,836	10	5	1,000	4,500
3	X <sub>p</sub> -T <sub>p</sub> -X <sub>d</sub> -T <sub>d</sub>	0,304	0,235	0,543	0,813	10	5	1,857	3,000
3	X <sub>p</sub> -X <sub>d</sub> -T <sub>p</sub> -T <sub>d</sub>	0,304	0,444	0,239	0,614	16	5	1,000	1,000

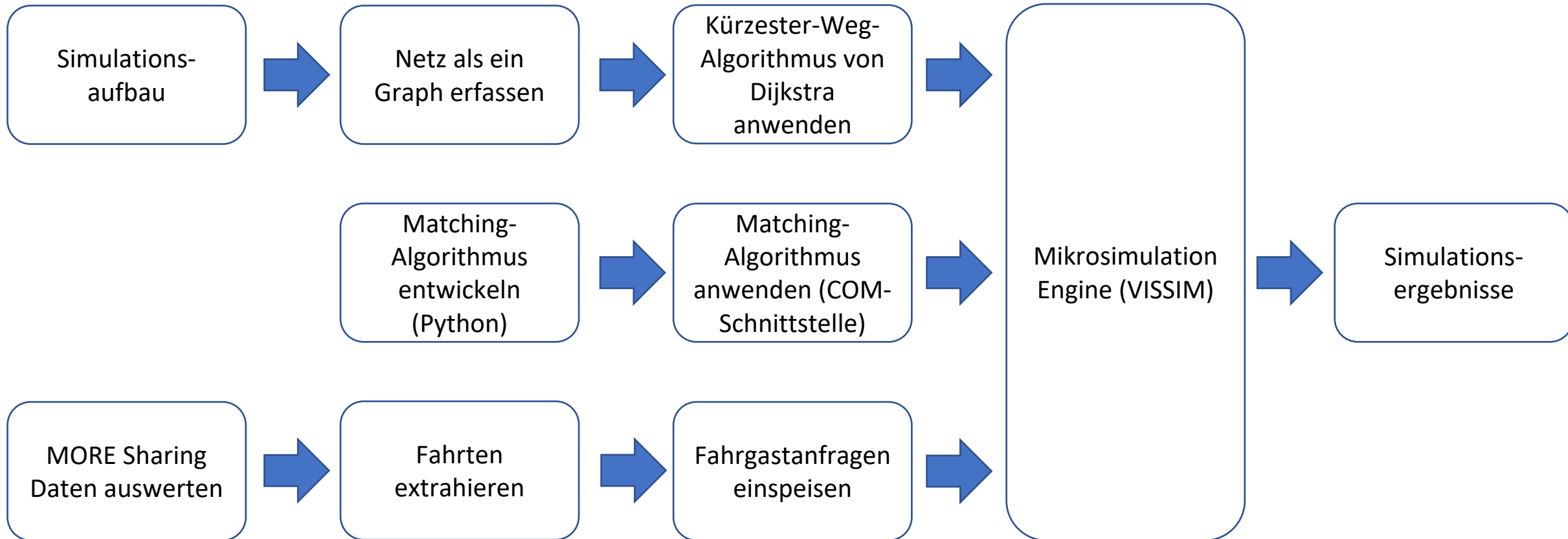


- Perspektive des **Fahrgastes** → Akzeptanzrate:  $AR = \frac{\text{direkte Fahrzeit}}{\text{Wartezeit} + \text{Fahrzeit im Fahrzeug}}$
- Perspektive des **Betreibers** → Poolingrate:  $PR = \frac{\text{gesamte Fahrgastminuten}}{\text{gesamte Fahrzeug-Sitz-Minuten}}$
- **Finaler Wert** → Gesamtpunkt:  $GP = AR_{avg} + PR$

Drei Regeln zur Vorfilterung:

- Maximale Wartezeit (WZ)
- Maximale Umwegquote (UQ)
- Fahrzeugkapazität darf niemals überschritten werden

## Methodik: Anwendung in einer Mikrosimulationsumgebung



- **Einleitung**
- **Methodik**
- **Besonderheiten bei der Mikrosimulation**
- **Ergebnisse**
- **Fazit und Ausblick**

# Besonderheiten bei der Mikrosimulation



- Dynamische Routen (via dynamischer Umlegung), keine statische Routen
- Shuttle-Haltestellen als Parkplätze
- Methoden der COM-Schnittstelle  
z.B. AddPathForVehicle, AssignPath, AddVehicleInParkingLot
- Änderung der Routen „on-the-fly“  
(z.B. bei Pooling)

- ca. 40 neue benutzerdefinierte Attribute
- Besondere Knotenstruktur
- Berechnung der kürzesten Wege und Zeichnung der Routen mittels Knotenfolgen

- **Einleitung**
- **Methodik**
- **Besonderheiten bei der Mikrosimulation**
- **Ergebnisse**
- **Fazit und Ausblick**

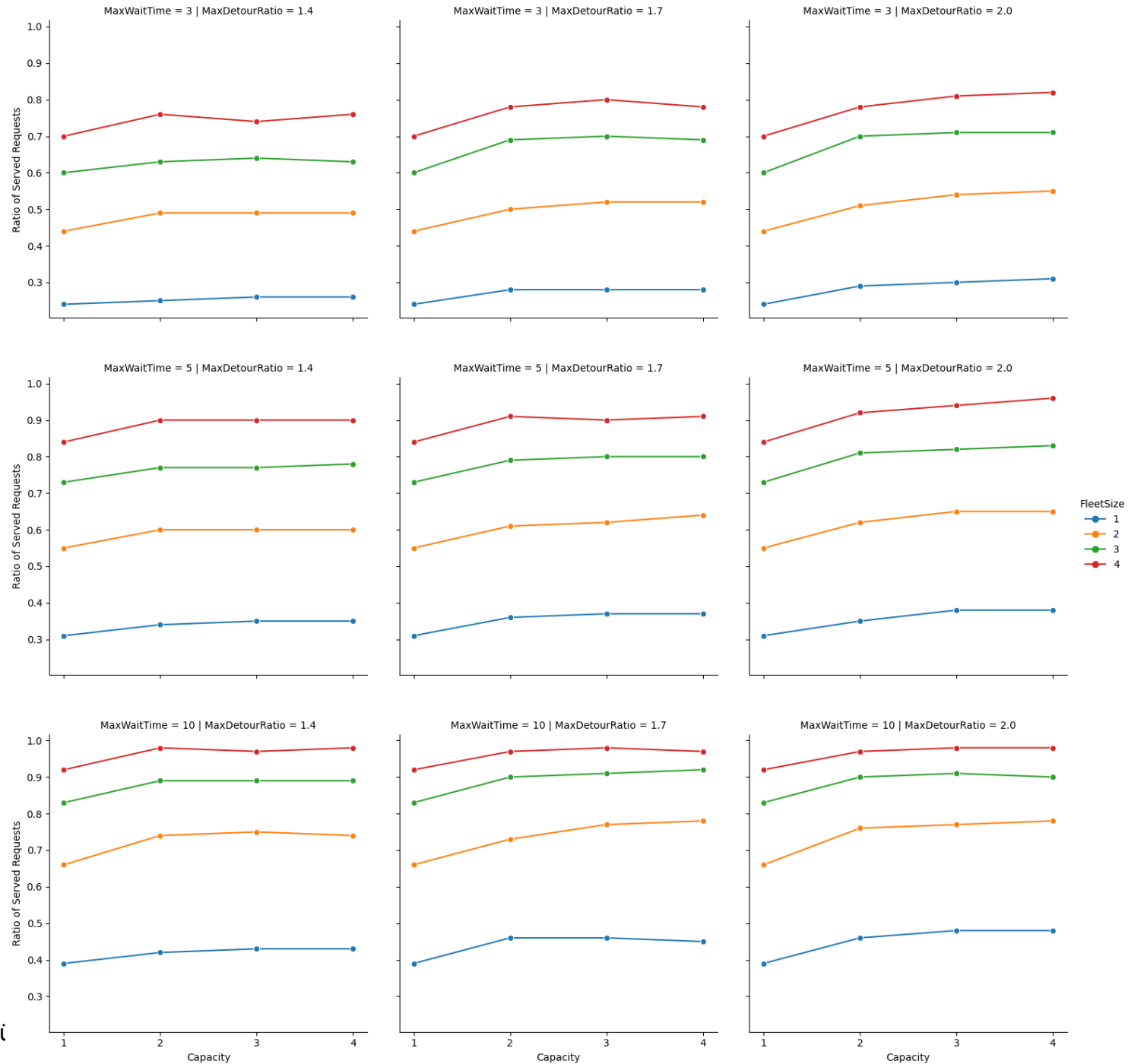
Parameter	Parameterwerte
Fahrzeugkapazität	<b>1, 2, 3, 4</b>
Flottengröße	<b>1, 2, 3, 4</b>
Maximale Wartezeit (min)	<b>3, 5, 10</b>
Maximale Umwegquote	<b>1.4, 1.7, 2</b>

Ein-/Ausstiegszeiten	<b>30 Sek.</b>
Höchstgeschwindigkeit der Shuttles	<b>15 km/h</b>
Simulationsdauer	<b>07:00 - 24:00</b>
Anzahl der Anfragen	<b>385</b>



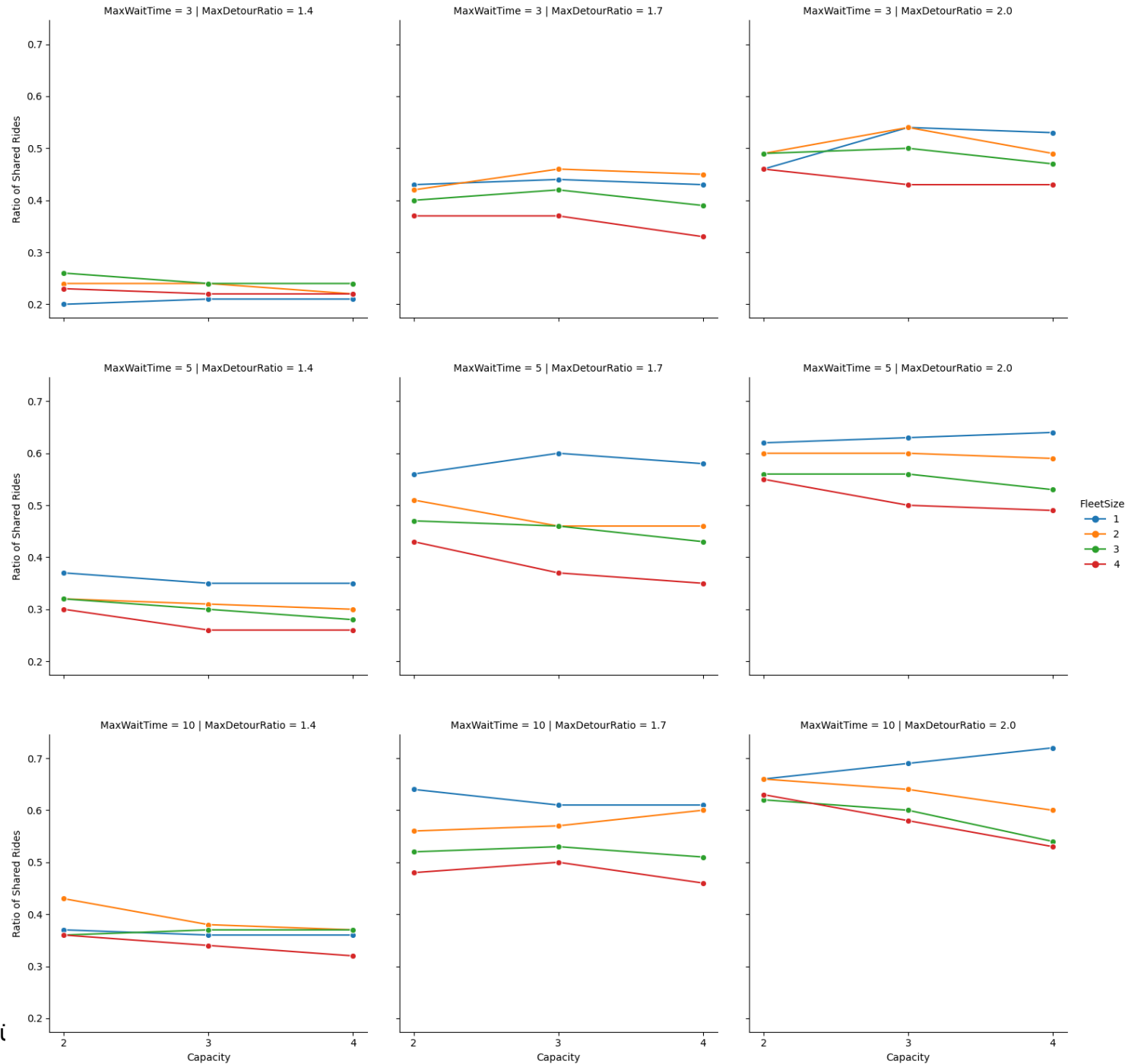
# Ergebnisse

## Bedienquote



# Ergebnisse

## Bündelquote



- **Einleitung**
- **Methodik**
- **Besonderheiten bei der Mikrosimulation**
- **Ergebnisse**
- **Fazit und Ausblick**

- **Fazit:**

- On-Demand Systeme lassen sich gut in einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation modellieren.
- Unterschiedliche Dispositionsalgorithmen können genauso in einer Mikrosimulation beurteilt werden.
- Eine detailliertere Analyse unter verschiedenen Parametrisierungen (unterschiedliche Flottengröße, Fahrzeugkapazität, maximale Wartezeit und maximale Umwegquote) kann durchgeführt werden.

- **Weitere Forschungsthemen:**

- die Mikrosimulation mit dem Datenerfassungssystem (Video-Kameras) koppeln
- die Batch-Zuweisungsstrategien verwenden
- die Verkehrslage zur Berechnung der schnellsten Wege berücksichtigen



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

M.Sc. Oytun Arslan

Universität der Bundeswehr München

Professur für Intelligente, Multimodale Verkehrssysteme



Gefördert durch  **dtec.bw**  
Zentrum für Digitalisierungs- und  
Technologieforschung der Bundeswehr