

***Sehen, verstehen – fahren!***

**Mentale Repräsentation verschiedener Verkehrsteilnehmer an urbanen  
Straßenkreuzungen und ihre Unterstützung**

Dipl.-Psych. Robert Kaul



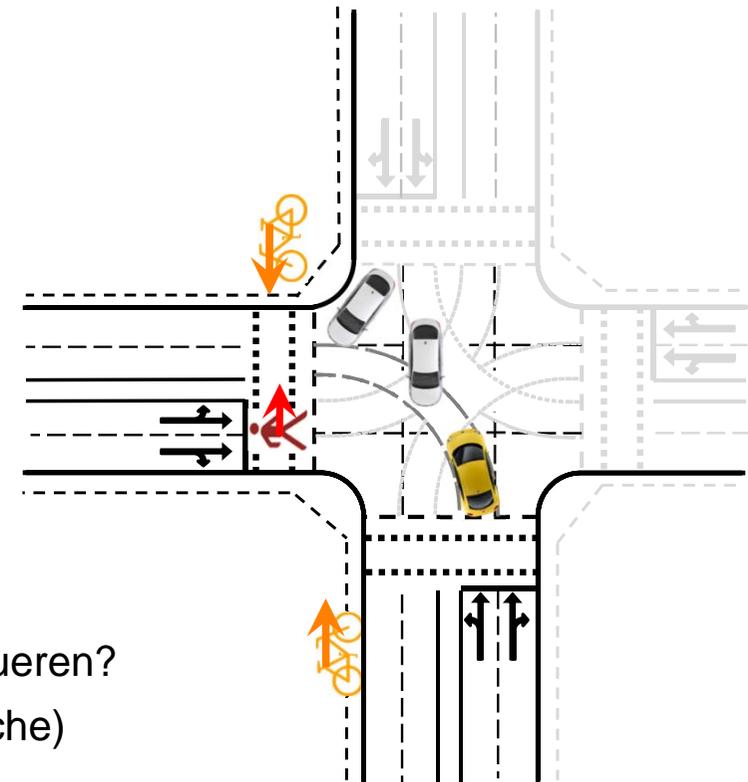
Wissen für Morgen



## Zielsetzung und Motivation

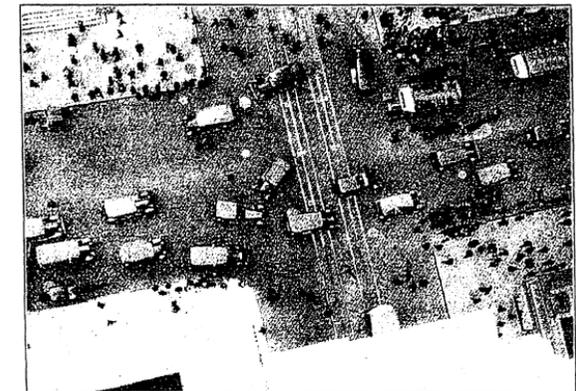
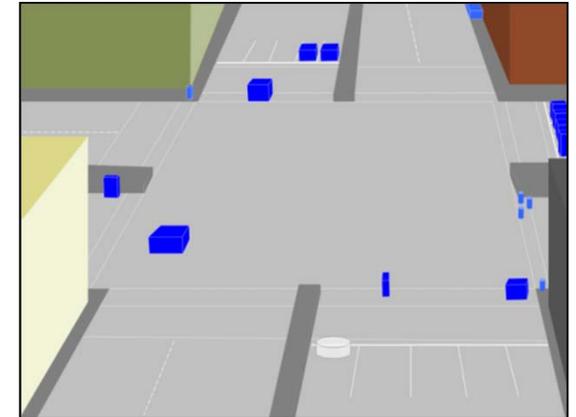
- Ziel ist die Reduktion kritischer Verkehrseignisse an komplexen Straßenkreuzungen im urbanen Raum.
    - 68,6 % aller Unfälle innerhalb von **Ortschaften**
    - 25,7 % an **Kreuzungen** innerhalb von Ortschaften
    - 32,8 % Zusammenstöße mit Fahrzeug, das **einbiegt oder kreuzt**
    - 13,1 % Unfälle mit **Fußgängern** innerhalb von Ortschaften
    - 27,4 % Unfälle mit **Fahrradfahrern** innerhalb von Ortschaften
- (Statistisches Bundesamt, 2014)

- Hohe Anforderungen bei Kreuzungsquerung.
- Reduktion kritischer Ereignisse durch Unterstützung.
- Sinnvolle Unterstützung durch Anforderungs-Identifikation.
- Was sind Aufgaben-Merkmale einer Person für **kollisionsfreies** Überqueren?
  - **Nie** 2 Objekte am gleichen Ort zum gleichen Zeitpunkt (Konfliktfläche)
  - **räumlich-zeitliche Aufgabe**

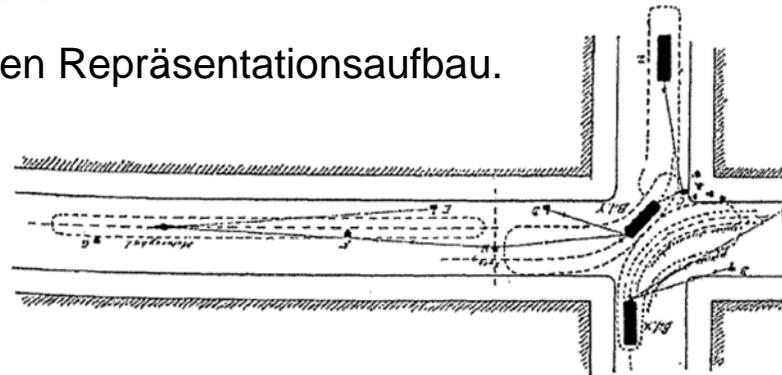
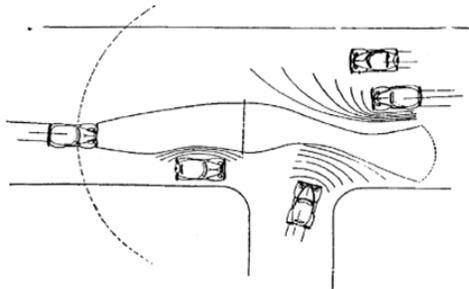


## Theoretischer Hintergrund

- Anforderung an Autofahrer:
    - **Wahrnehmen:** Position umliegender Objekten erfassen.
    - **Verstehen:** Bedeutung der Objekte in Relation zu Ego-Position.
    - **Antizipieren:** Eigen- und Fremdpositionen in naher Zukunft.
- (Endsley, 1995)
- *Mentales Modell* des Autofahrers mit **räumlicher Repräsentation** umliegender Objekte.
  - Je besser die räumliche Repräsentation, desto sicherer sind Spurwechsel oder Abbiegemanöver.
  - Kognitive Ressourcen beeinflussen Repräsentationsaufbau.



(Sylvan, 1919; Gibson & Crooks, 1938)

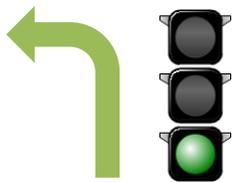


## AIM-Forschungskreuzung in Braunschweig

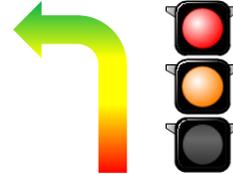
- Untersuchung des Aufbaus und Abrufs der räumlichen Repräsentation von Objekten als Teil des mentalen Modells.
- Linksabbiegen mit ungeregeltem Linksabbiegerverkehr an AIM-Forschungskreuzung.
- Fahrscenarien im Realverkehr per Video aufgezeichnet.
- Untersuchung folgender Fragestellungen:
  1. Wie beeinflusst auditiv-räumliche Zweitaufgabe mentalen Aufbauprozess räumlicher Repräsentation zu **verschiedenen** Zeitpunkten der Annäherungsphase?
  2. In welcher **Art und Weise** wird die räumliche Repräsentation im mentalen Modell hinterlegt?



## Dual-Task-Experiment mit zwei Linksabbiegeszenarien



Annäherung bei **grüner** Signalphase an LSA mit ca. 50 km/h



Abbiegevorgang nach **roter** Signalphase aus dem Stillstand

### Task 1: Visuell-räumlich

Verarbeitung der visuell-räumlichen Verkehrselemente während der Kreuzungsannäherung. → Aufbau der räumlichen Repräsentation.

### Task 2: Auditiv-räumlich

**Leicht:** Es wurde 1 Ton entweder auf dem linken oder rechten Ohr dargeboten.

Wo war der Ton (links vs. rechts)?

**Schwer:** Es wurden 2 Töne dargeboten. Auf jedem Ohr 1 Ton mit verschiedener Tonhöhe.

Auf welcher Seite war der höhere Ton (links vs. rechts)?



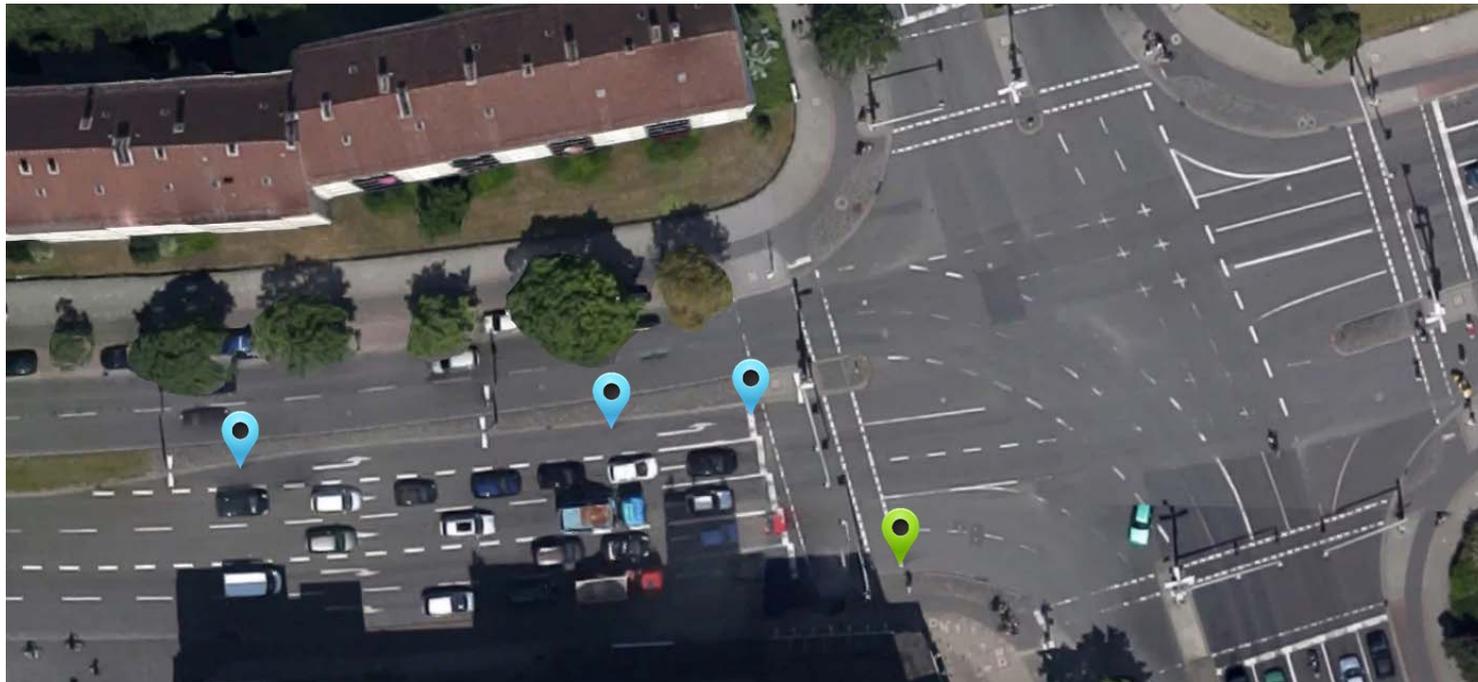
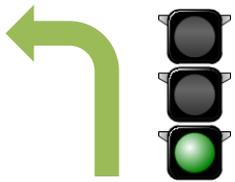
Links

Rechts



## Auditiv-räumliche Zweitaufgabe

Während Kreuzungsannäherung wurde auditiv-räumliche Zweitaufgabe an 3 verschiedenen Orten dargeboten.



**Weite Entfernung**  
- 50 m

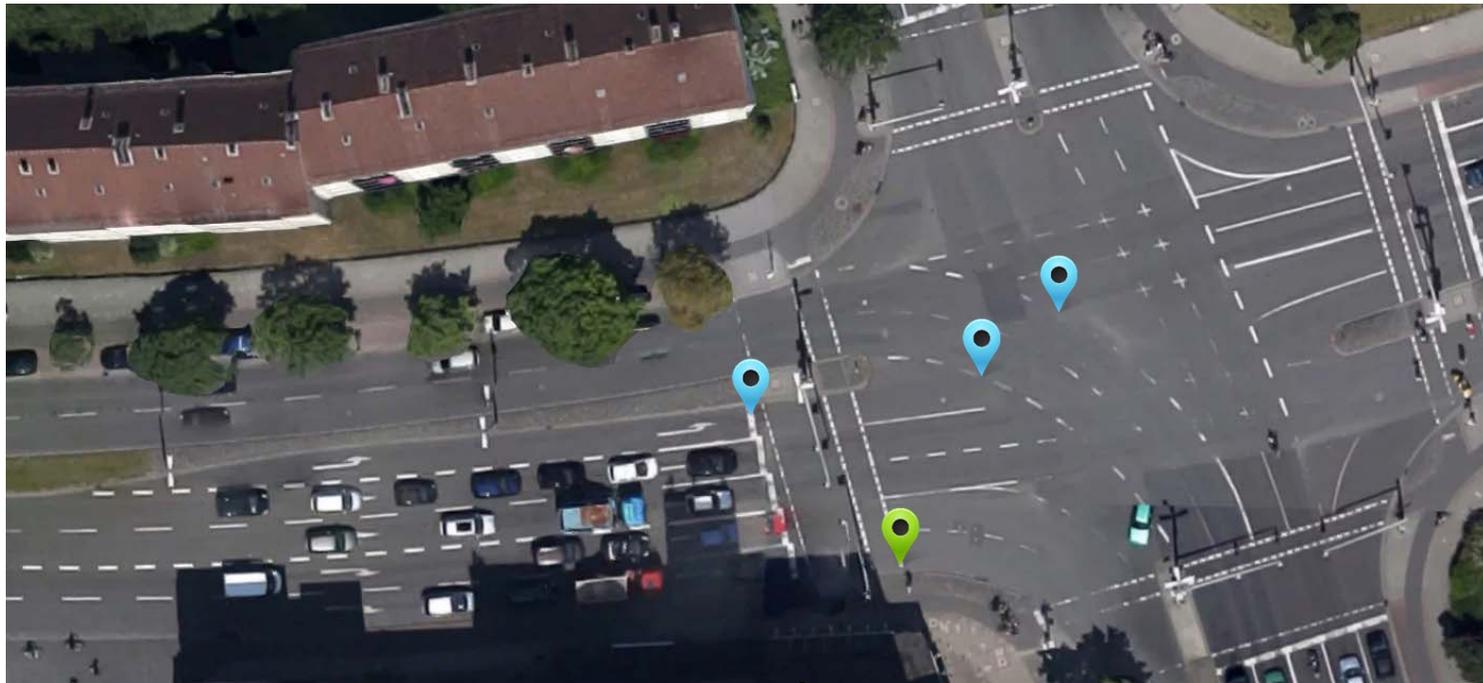
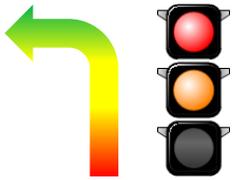
**Mittel Nah (Haltelinie)**  
- 20 m - 10 m

**Referenzlinie (0 m):**  
Beginn Kreuzungsinnenbereich



## Auditiv-räumliche Zweitaufgabe

Während Kreuzungsannäherung wurde auditiv-räumliche Zweitaufgabe an 3 verschiedenen Orten dargeboten.



**Weit (Haltelinie)**  
- 10 m

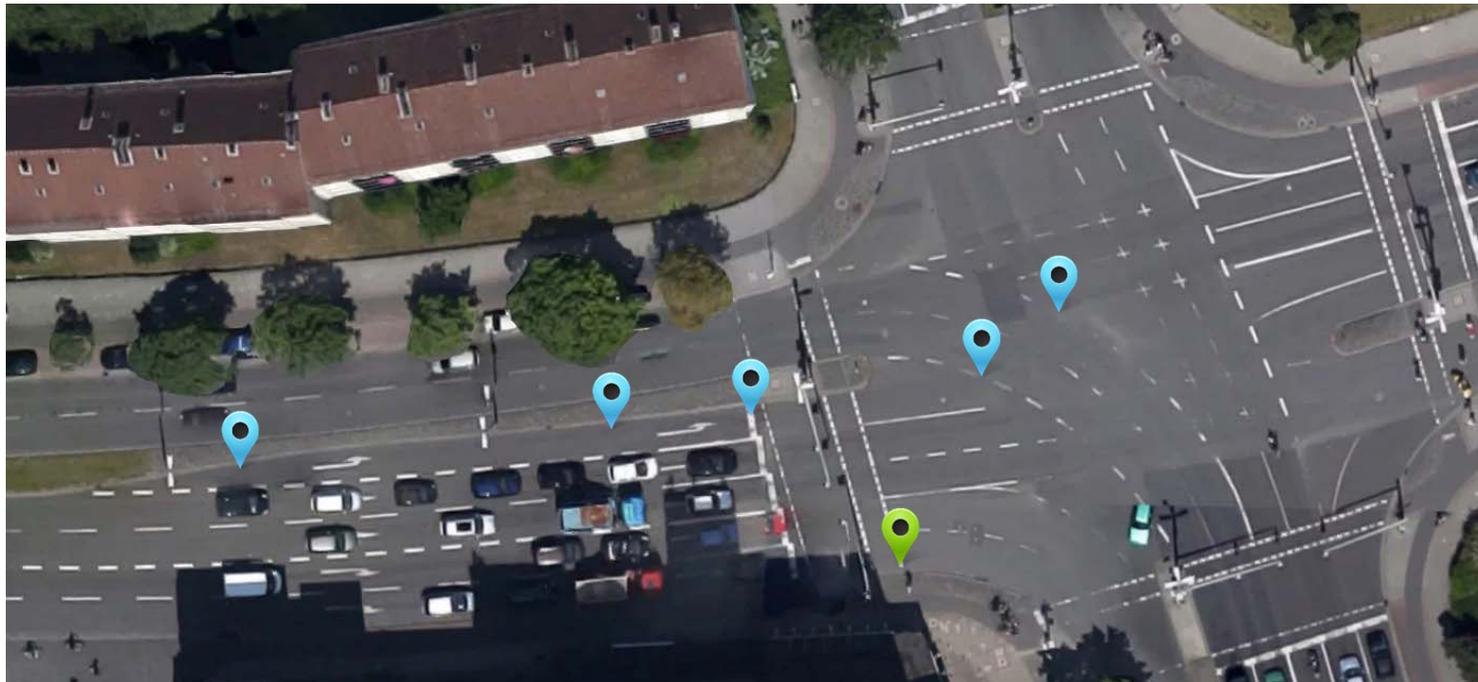
**Mittel**  
+ 11.5 m

**Nah (Gegenverkehr)**  
+ 14.5 m



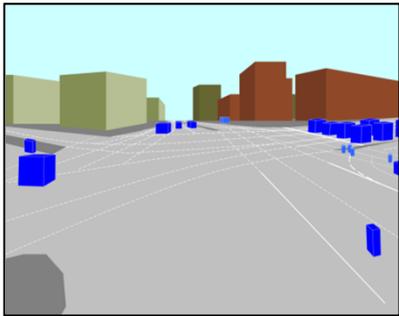
## Auditiv-räumliche Zweitaufgabe

Während Kreuzungsannäherung wurde auditiv-räumliche Zweitaufgabe an 3 verschiedenen Orten dargeboten.

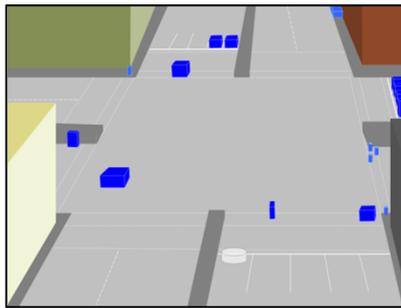
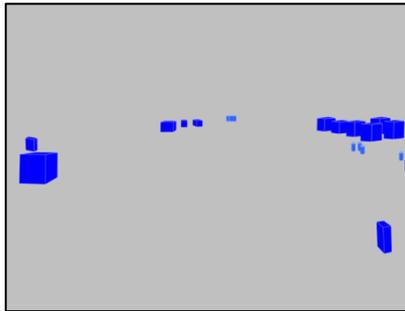


## Art der räumlichen Repräsentation

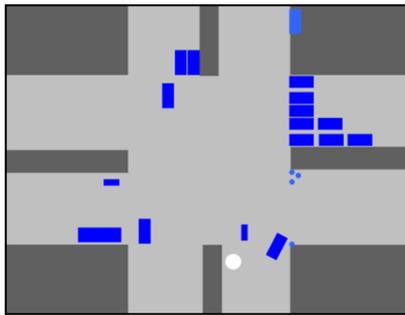
Ego-  
Perspektive



Ego-  
Blank



Szenische  
Perspektive



Vogel-  
Perspektive

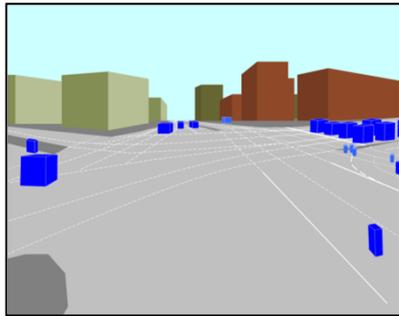
**Haben Sie folgende Situation gesehen?**

- **Ja**, das Schema entsprach der zuletzt gesehenen Verkehrssituation im Video.
- **Nein**, Schema war anders.

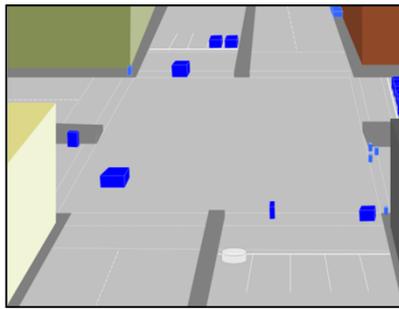
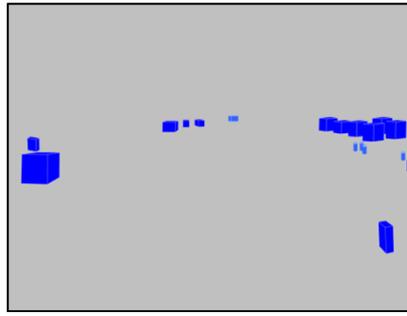


# Art der räumlichen Repräsentation

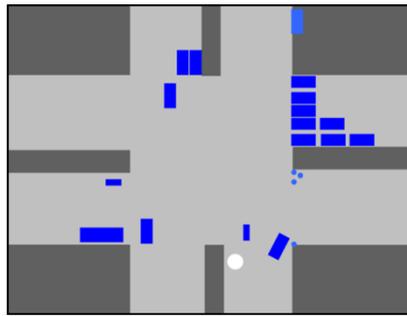
## Ego-Perspektive



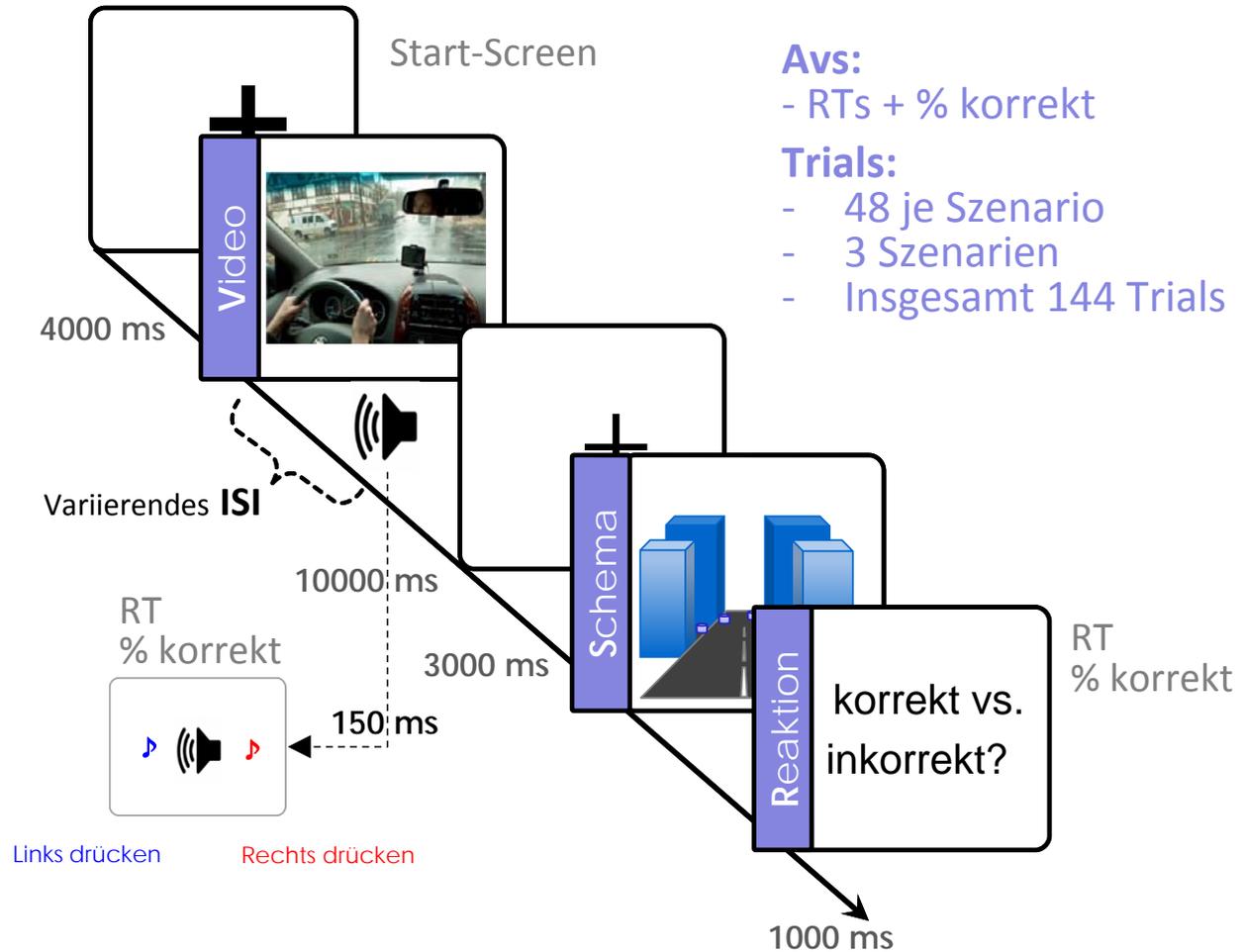
## Ego-Blank



## Szenische Perspektive



## Vogel-Perspektive

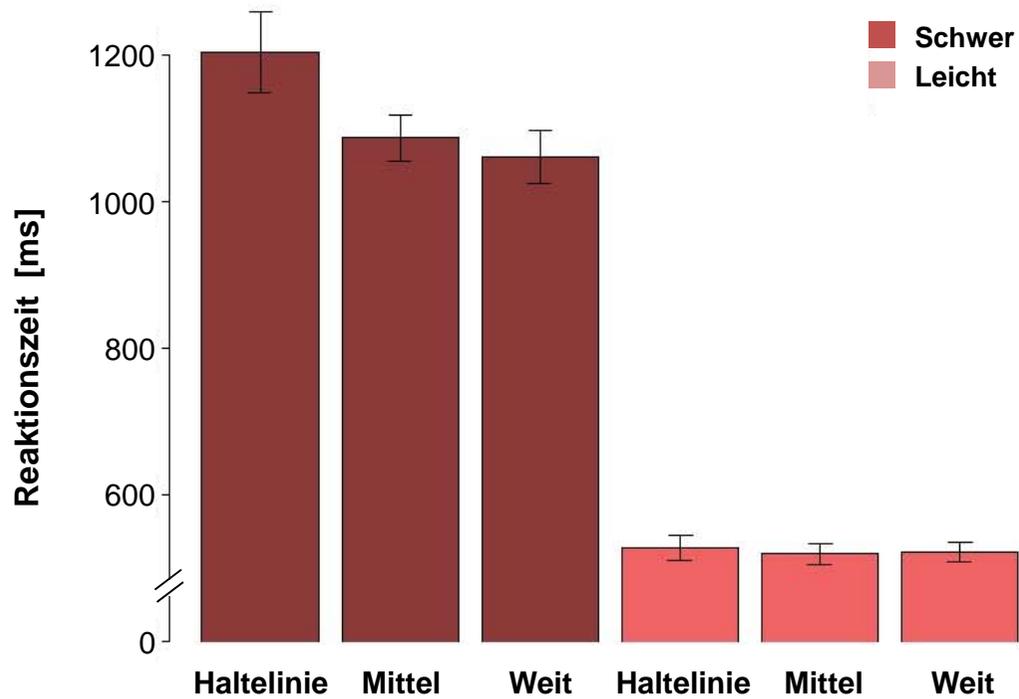


## Dual-Task-Experiment zur räumlichen Repräsentation



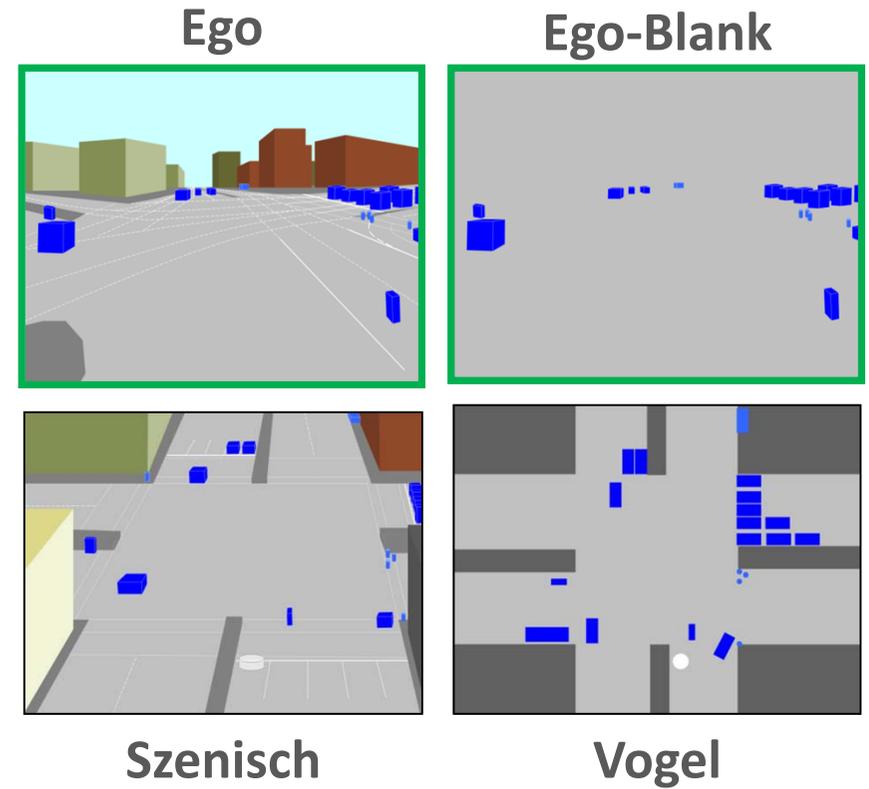
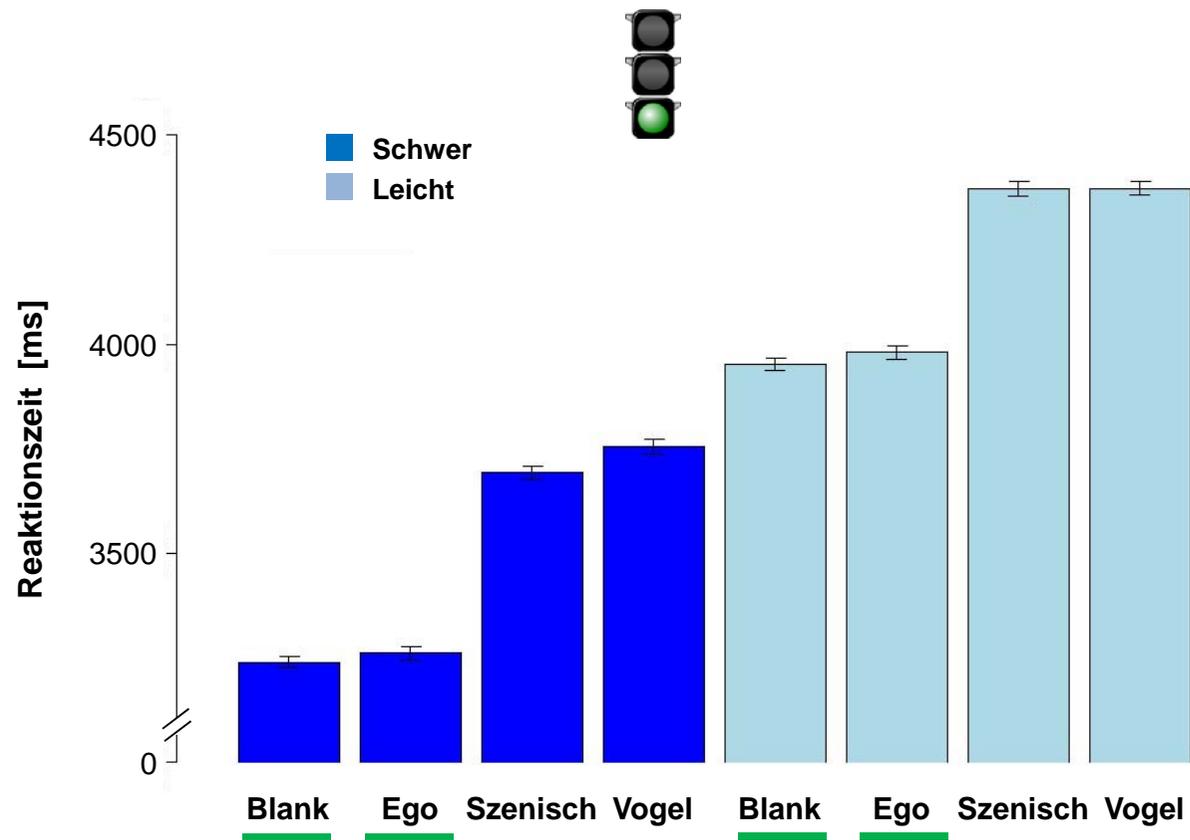
# Ergebnisse

## Auditiv-räumlicher Zweitaufgabe | Reaktionszeiten

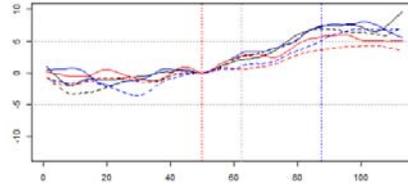
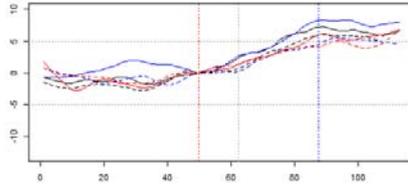
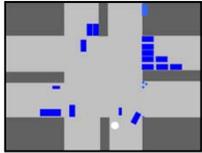


# Ergebnisse

## Schemata-Abruf | Reaktionszeiten



Vogel



## Pupillometrie



- Aufzeichnung der Pupillenweite.
- Pupillenweite als Maß für die kognitive Beanspruchung einer Person.
- Je beanspruchter eine Person, desto stärker weitet sich die Pupille.



## Fazit und Ausblick

- Auditiv-räumliche Zweitaufgabe beeinflusst Aufbau des mentalen Modells
  - Vermehrt kognitive Ressourcen nötig bei relevanten Ereignissen.
    - Haltelinie | Gegenverkehr-Querung
- Räumliche Repräsentation wird im mentalen Modell in Ego-Perspektive hinterlegt.
- Wann und wie muss Aufbau und Abruf räumlicher Repräsentation unterstützt werden, um Kollisionen in Konfliktflächen an Straßenkreuzungen zu vermeiden?
- **Wann:** Augenmerk auf Haltelinie und Gegenverkehr-Querung
  - Optimale Unterstützung der Fahraufgabe
  - Malleable Attentional Resource Model (Stanton et al., 2011)
- **Wie:** Unterstützung basierend auf Ego-Perspektive.
  - Klassische HMI-Ansätze vs. Kontaktanaloge Head-Up Displays
  - Nutzen von Zusatz-Informationen (Ego-Blank)
    - Straßenmarkierungen und Gebäude

