SIRENE

Testfeld Braunschweig

STEN RUPPE (DLR), RONALD NIPPOLD (DLR)

https://sirene.ifak.eu

Gefördert durch:
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

mFUND
Das Startkapital für die Mobilität 4.0

Forschungsinfrastruktur

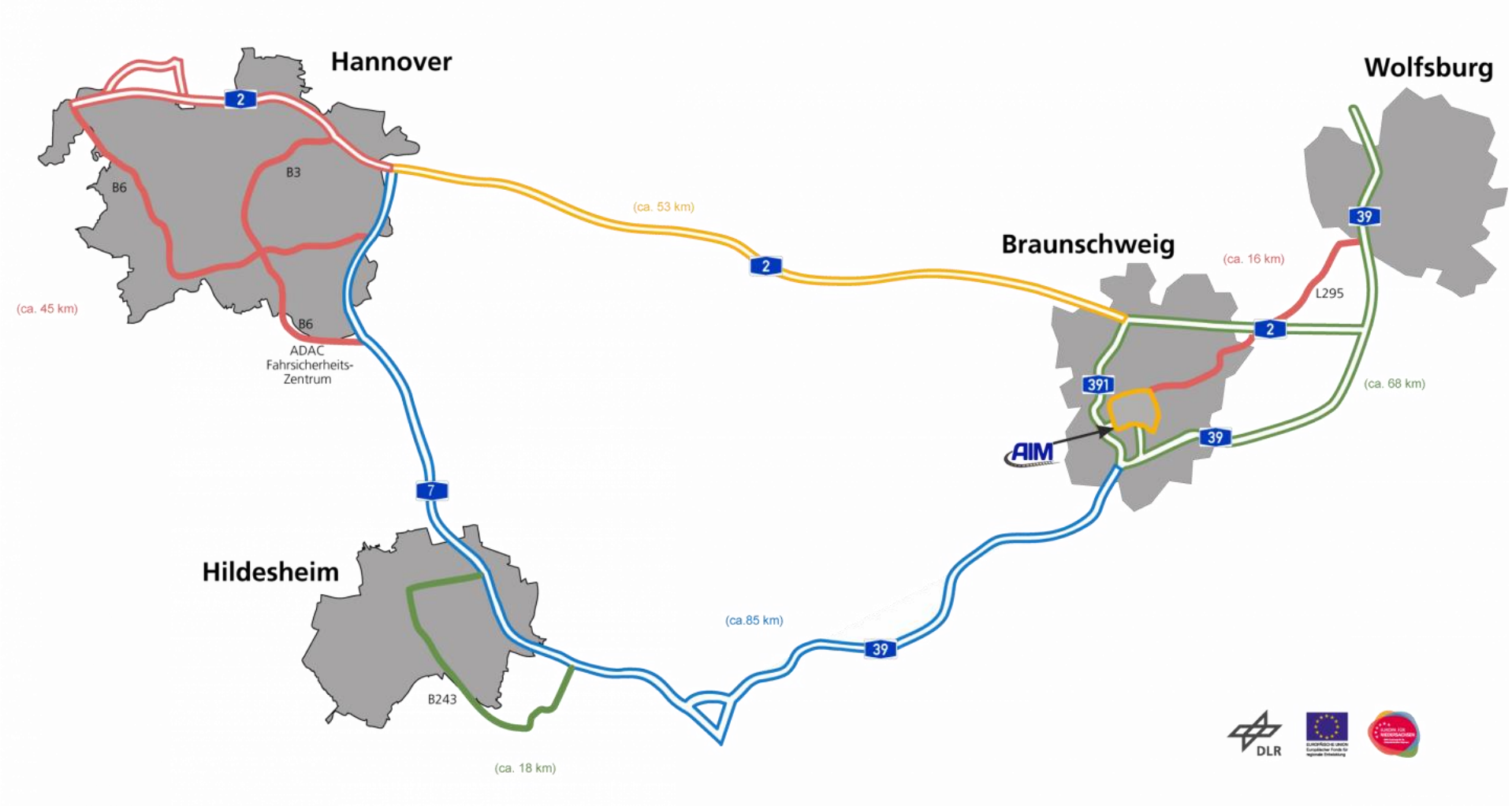


Abb.: Testfeld Niedersachsen – AIM Referenzstrecke

Forschungsinfrastruktur

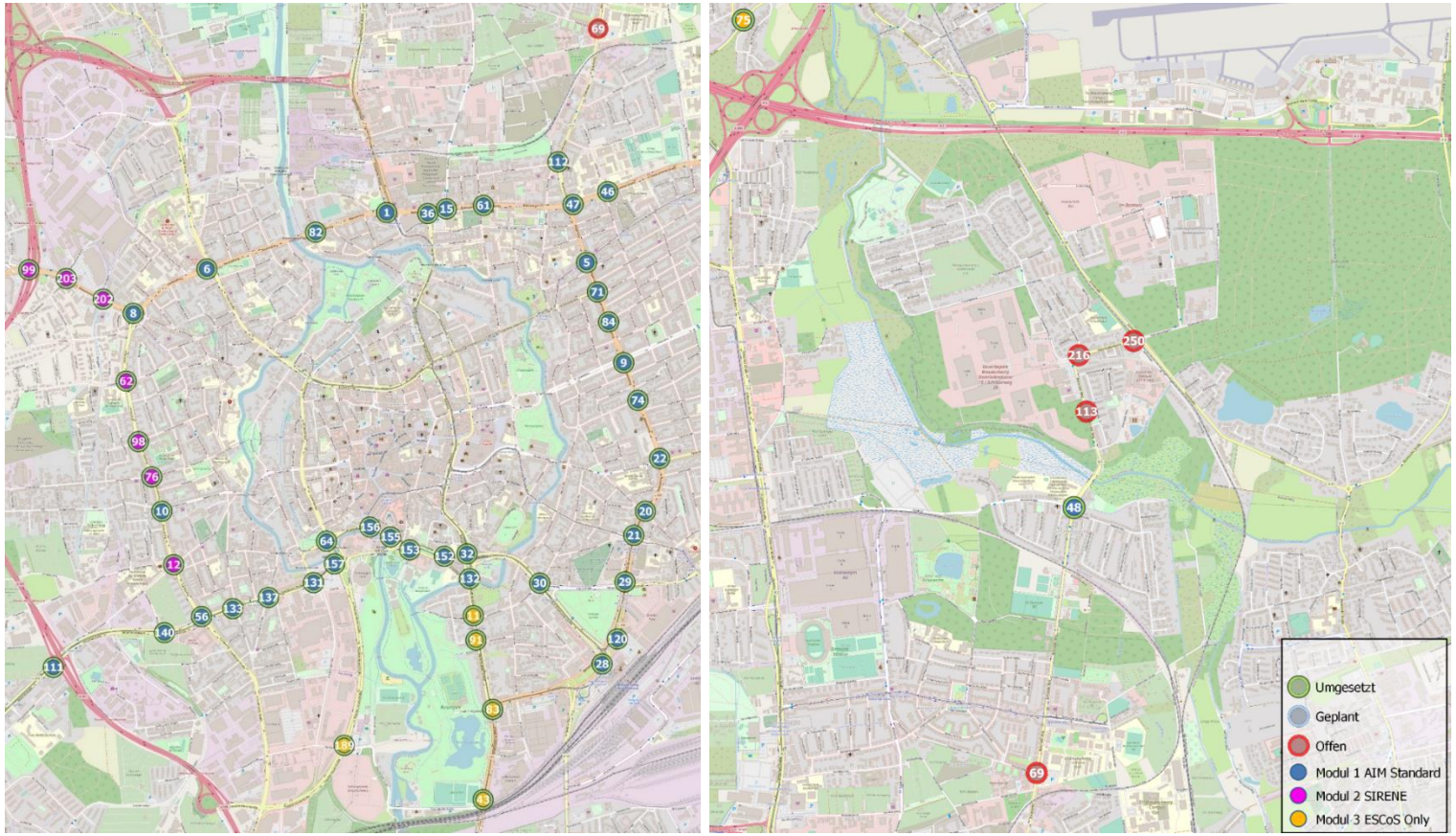


Abb.: AIM Referenzstrecke – Karte und Aufbau (TF NDS)

- Innenanlage:
  - Application Unit (AU): Rechenleistung für komplexe Algorithmen und Vorverarbeitung
  - PowerControlUnit: Steuern von Geräten
  - Router: Fernzugriff zum DLR
  - LSA Steuergerät: Nicht im Besitz vom DLR
- Außenanlage:
  - Communication Control Unit (CCU)
  - ESCoS, Cohda

Forschungsinfrastruktur

Netzweite Verkehrsdatenerfassung

- Taxi-FCD (links)
- Kommunale Schleifendaten (rechts)
- Datenfusion
- Datenprognose

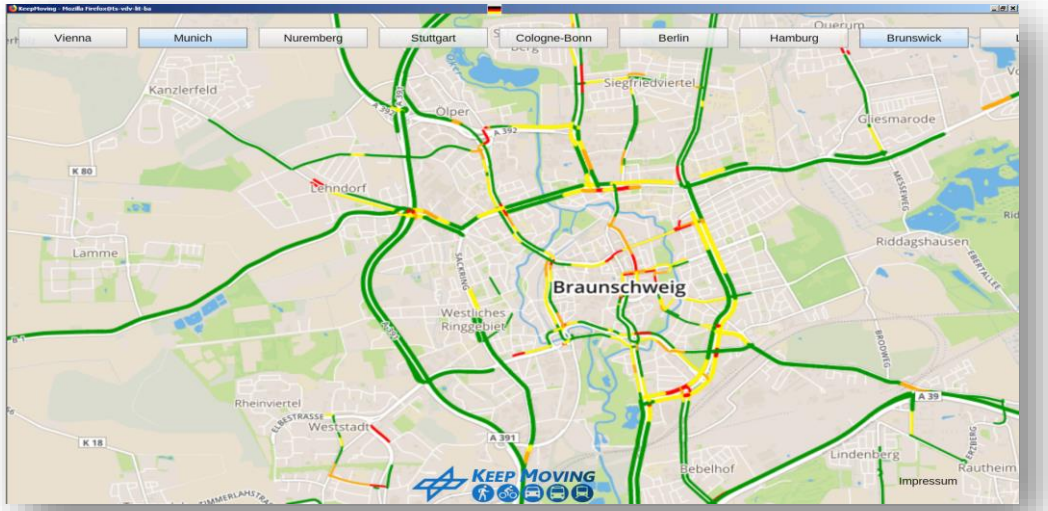


Abb.: FCD

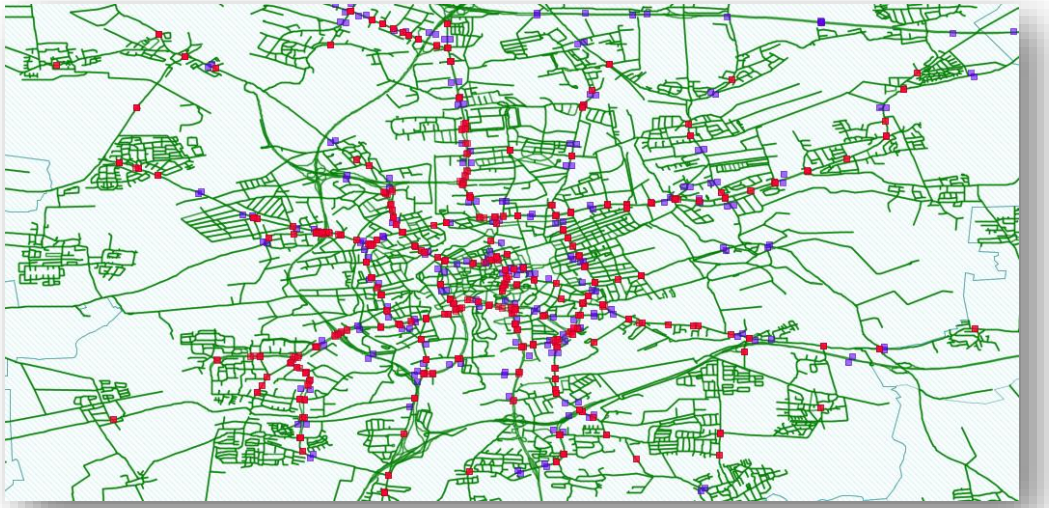


Abb.: Schleifendaten

Dezentraler Ansatz

STEN RUPPE (DLR), RONALD NIPPOLD (DLR)

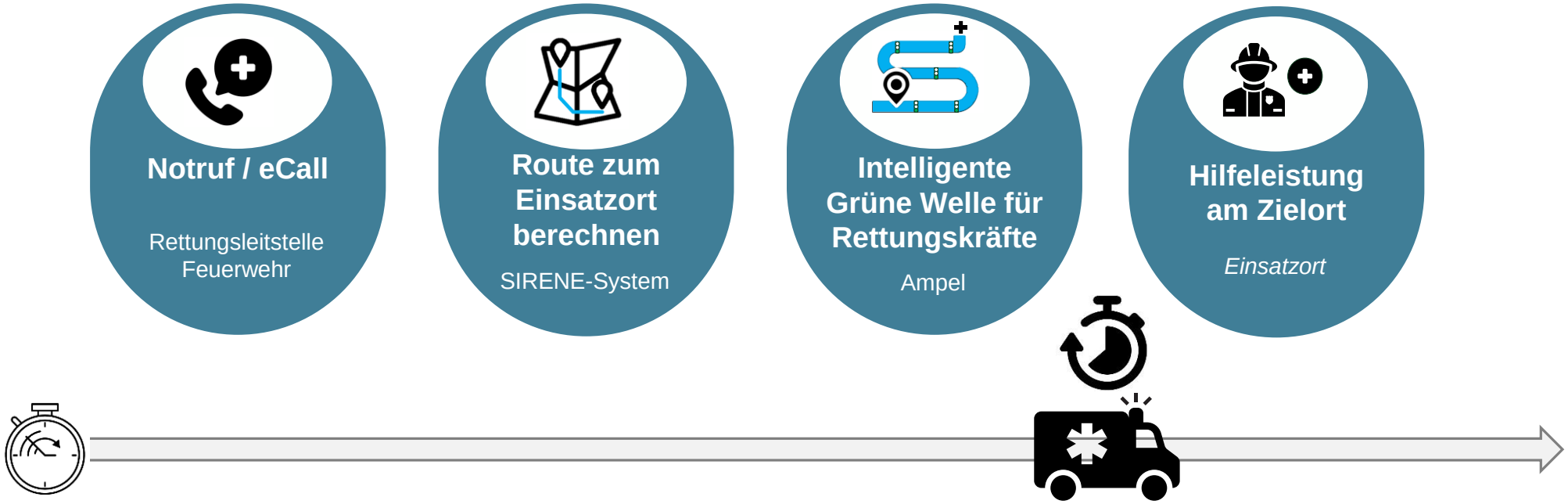
https://sirene.ifak.eu

Gefördert durch:
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

mFUND
Das Startkapital für die Mobilität 4.0

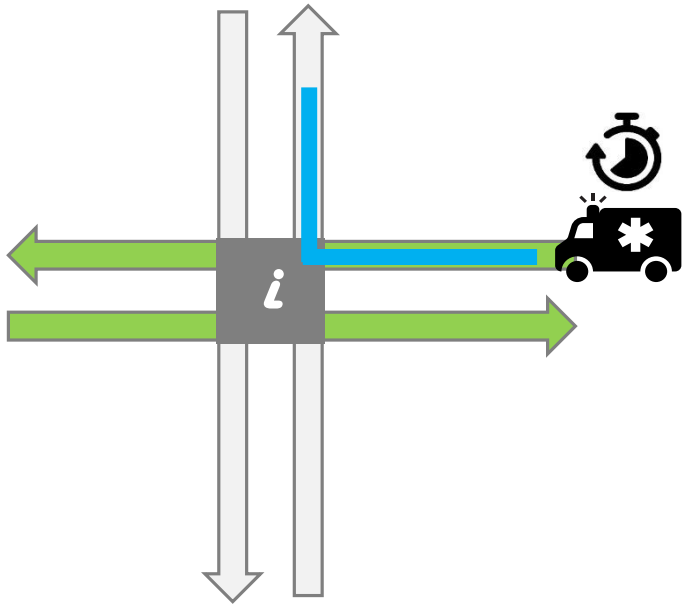
Ablauf einer Einsatzfahrt

Fahrzeugperspektive



Dezentraler Ansatz

Kreuzungsperspektive

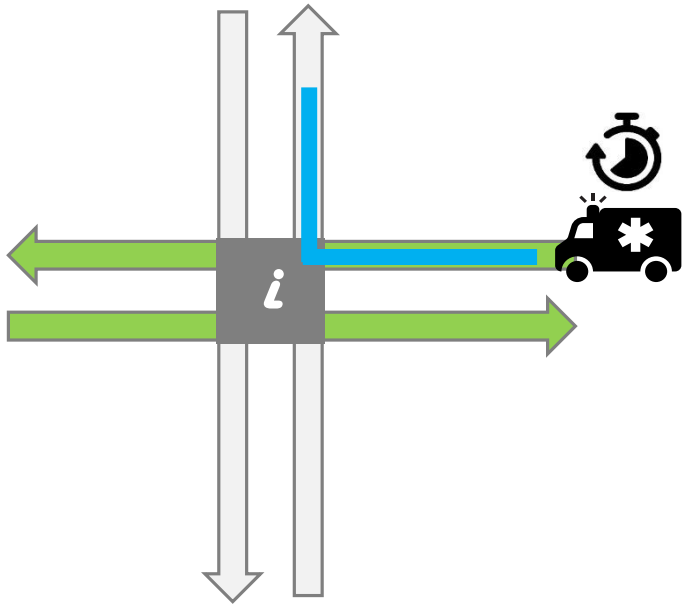


Jede Kreuzungssteuerung verwaltet die Bevorrechtigungen für sich alleine und organisiert anstehende/laufende Priorisierungen

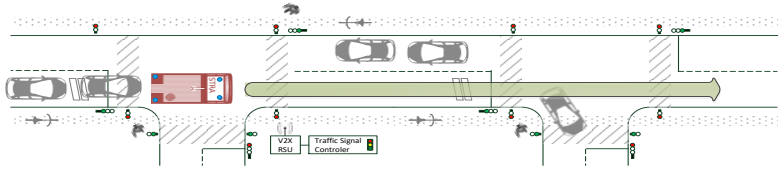
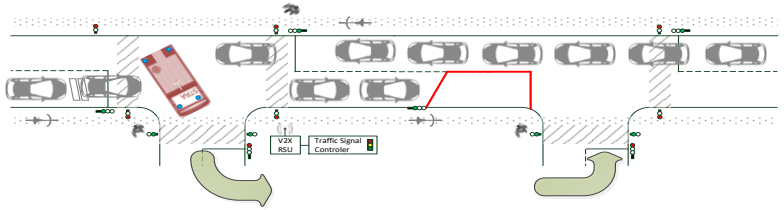
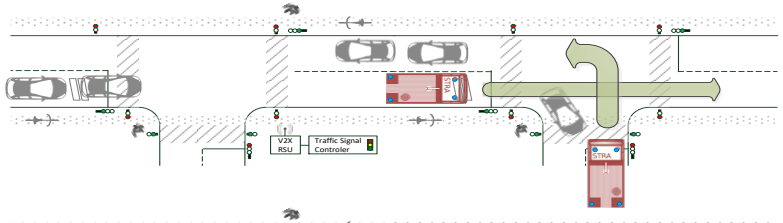
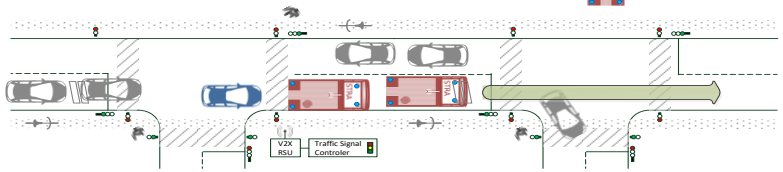
- Welche Einsatzfahrzeuge möchten **wann** und **wie** die Kreuzungen überqueren?
- Kann **rechtzeitig** eine Priorisierung ausgelöst werden?
- Steht diese in **Konflikt** mit anderen Priorisierungsanfragen?
- Wann ist der bestmögliche **Umschaltzeitpunkt**?
- Welche Fahrzeuge erhalten die Priorisierung?

Dezentraler Ansatz

Kreuzungsperspektive



Jede Kreuzungssteuerung verwaltet die Bevorrechtigungen für sich alleine und organisiert anstehende/laufende Priorisierungen

Grüne Welle		In der Regel möglich
Intelligente Routen-führung		Erfolgt vorab bei der Routenplanung
Prioritäts-szenario		Möglich
Konvoifahrt		Möglich

Herausforderungen und Lösungen in SIRENE

(1) Berücksichtigung der Route

- Warum? → Der Verkehr kann trotz Priorisierung weiter fließen, nicht in Konflikt stehende Verkehrsströme erhalten weiterhin grün
- Klassische Meldepunkte sind somit nicht geeignet
- Lösung in SIRENE → Es werden die Ankunfts- und Abfahrtsvektoren für die entsprechende Kreuzung berücksichtigt

(2) Vermeidung eines Vorherschiebens der Fahrzeuge

- Warum? → Erhalten immer die Fahrzeuge in Fahrtrichtung grün, kann es zum gegenteiligen Effekt kommen und die Fahrzeuge können sich an einer nicht priorisierten Kreuzung aufstauen
- Lösung in SIRENE -> Überholstrategien

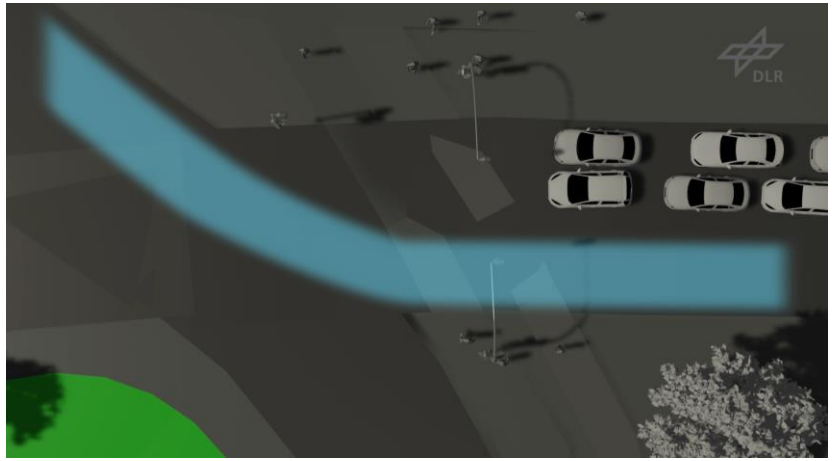


Abb.: Beispiel SIRENE-Überholstrategie am Rudolfplatz

Herausforderungen und Lösungen in SIRENE

(3) Das Verfahren soll mit unterschiedlichen LSA-Programmen arbeiten können (Feuerwehrprogramme oder Phasen)

Lösung in SIRENE:

- Das Verfahren und die Logik läuft auf einem vorgeschalteten IPC (IndustriePC)
- Der IPC berechnet die bestmöglichen Umschaltzeitpunkte und entscheidet über Start und Ende der Priorisierung
- Das Steuergerät setzt dieses RILSA-konform um
- Es wurde hierfür eine Schnittstelle zwischen IPC und RSU/Steuergerät realisiert

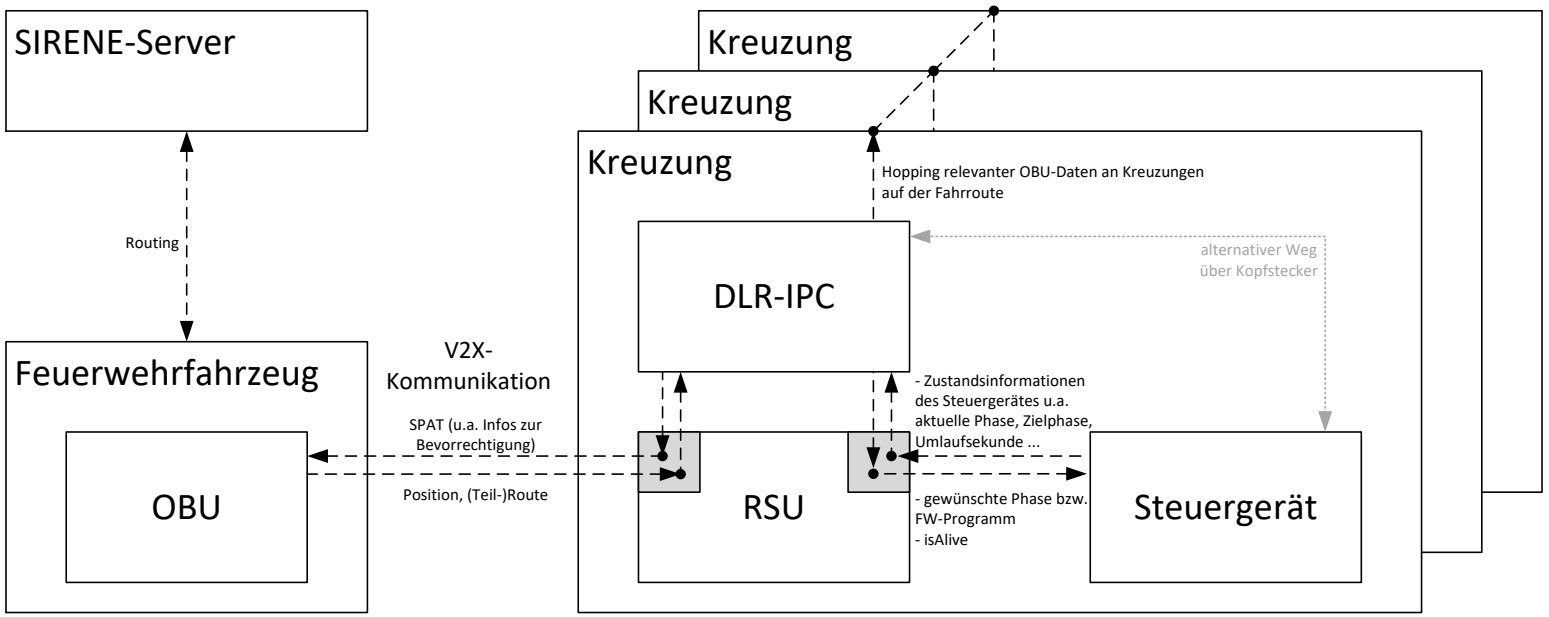


Abb.: Technischer Systemaufbau für den dezentralen Ansatz

Herausforderungen und Lösungen in SIRENE

(4) Reichweitenproblem bei der V2X-Kommunikation mit ETSI-G5 (802.11p)

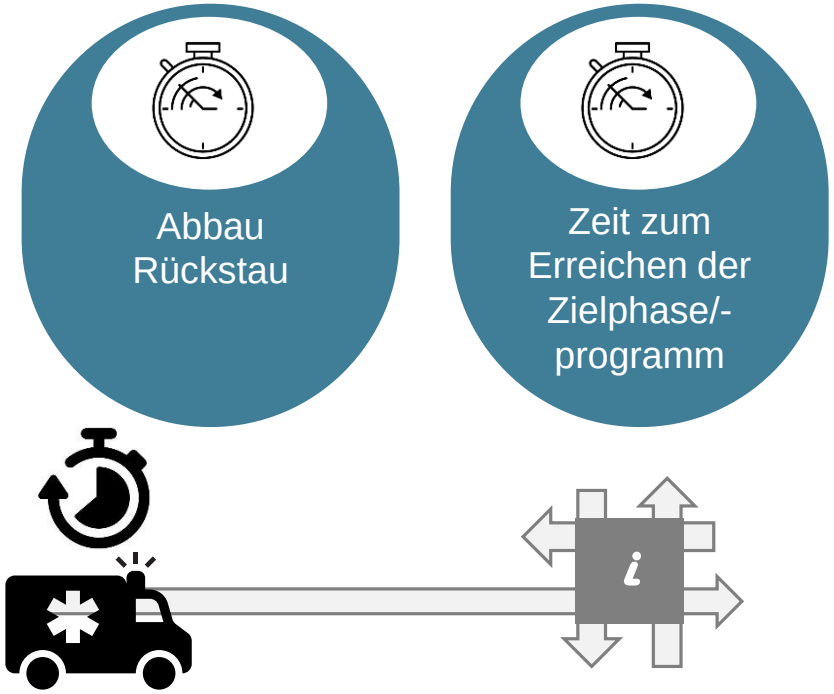


Abb.: Vorlaufzeit

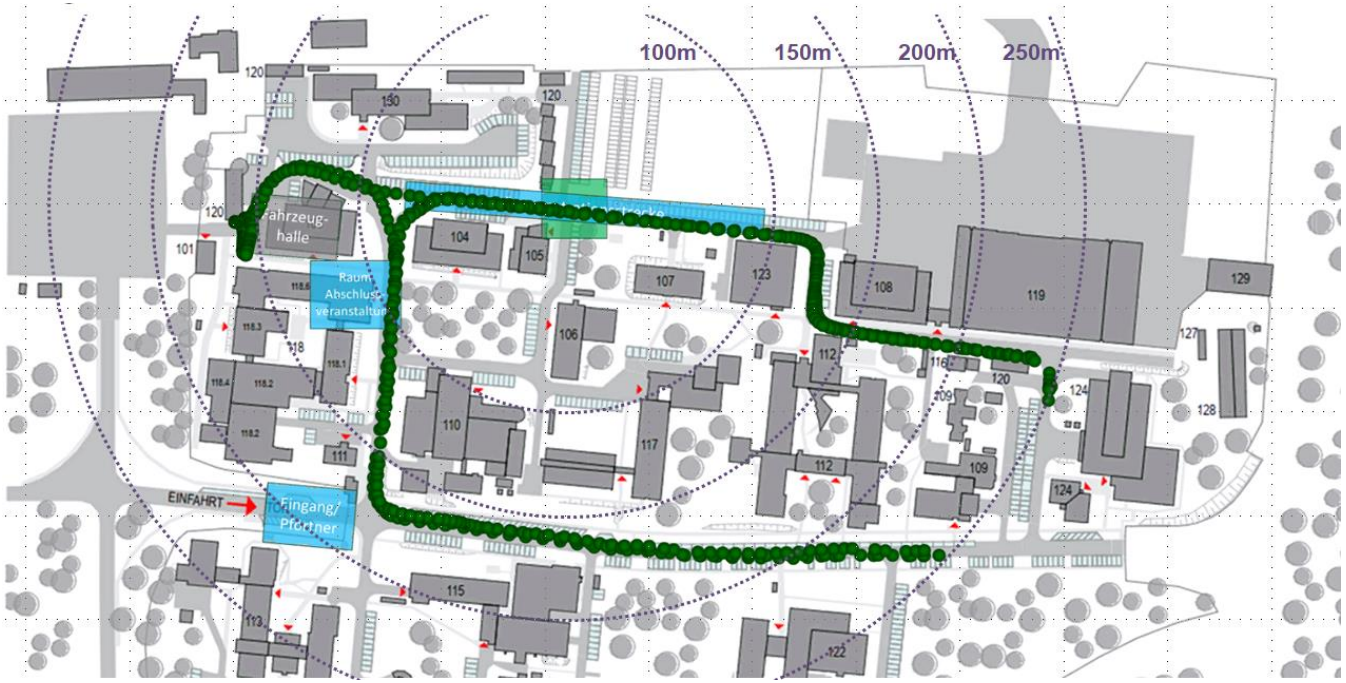


Abb.: RSU-Reichweitenmessung DLR Gelände (RSU 1,7m, Fahrzeug 2,2m, Sommer 2020)

Herausforderungen und Lösungen in SIRENE

(4) Reichweitenproblem bei der V2X-Kommunikation mit ETSI-G5 (802.11p)

- Geobroadcast: nicht genug Teilnehmer
  Einschränkung bei stark ausgelasteten Kanälen

Beispiele

- Innenstadt, V=70 km/h, r=550m → ~ 28 Sek.
- Von Autobahn, V=100 km/h, r=550m → ~ 20 Sek.

Lösung SIRENE:

- Hopping der Nachrichten im SIRENE-Format im Backend (LTE-Netz)

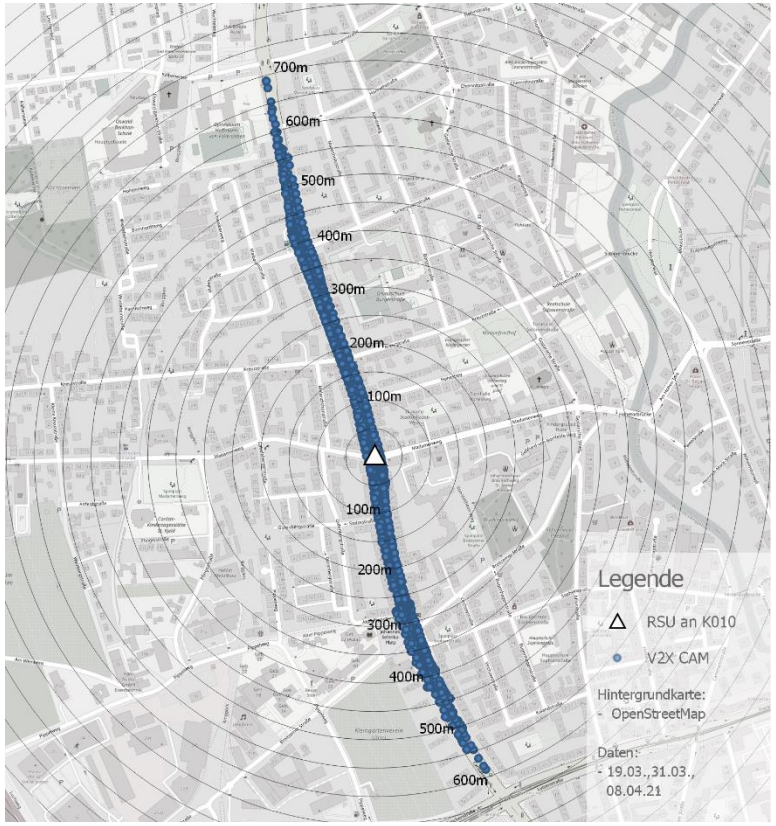


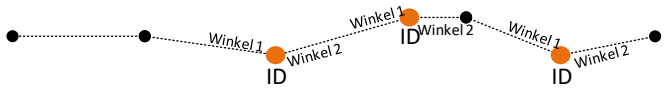
Abb.: RSU-Reichweitenmessung Testfeld (RSU ~5m)

Herausforderungen und Lösungen in SIRENE

(5) Standardkonformität

- SREM und SSEM nicht zu Projektbeginn für die RSU verfügbar
- CAM sollte verwendet werden

- Problem bestand die Route abbilden zu können, ohne den Standard zu verletzen
- HistoryPath kann nicht mit einem geplanten Pfad hinterlegt werden
- Realisierung über den Public-Transport-Container / PtActivationData (Datentyp)



CAM	R09.16	Infobyte1	Infobyte2	Infobyte3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Abb.: CAM Daten im Public-Transport-Container

Herausforderungen und Lösungen in SIRENE

(6) Theory meets Praxis

- Technischer Aufbau im Feld hatte mehr Zeit in Anspruch genommen
- 3 Stufen
  - Aufbau im Labor
  - Aufbau des Tests-/Validierungssystem im Feld (via LTE)
  - Aktivierung V2X

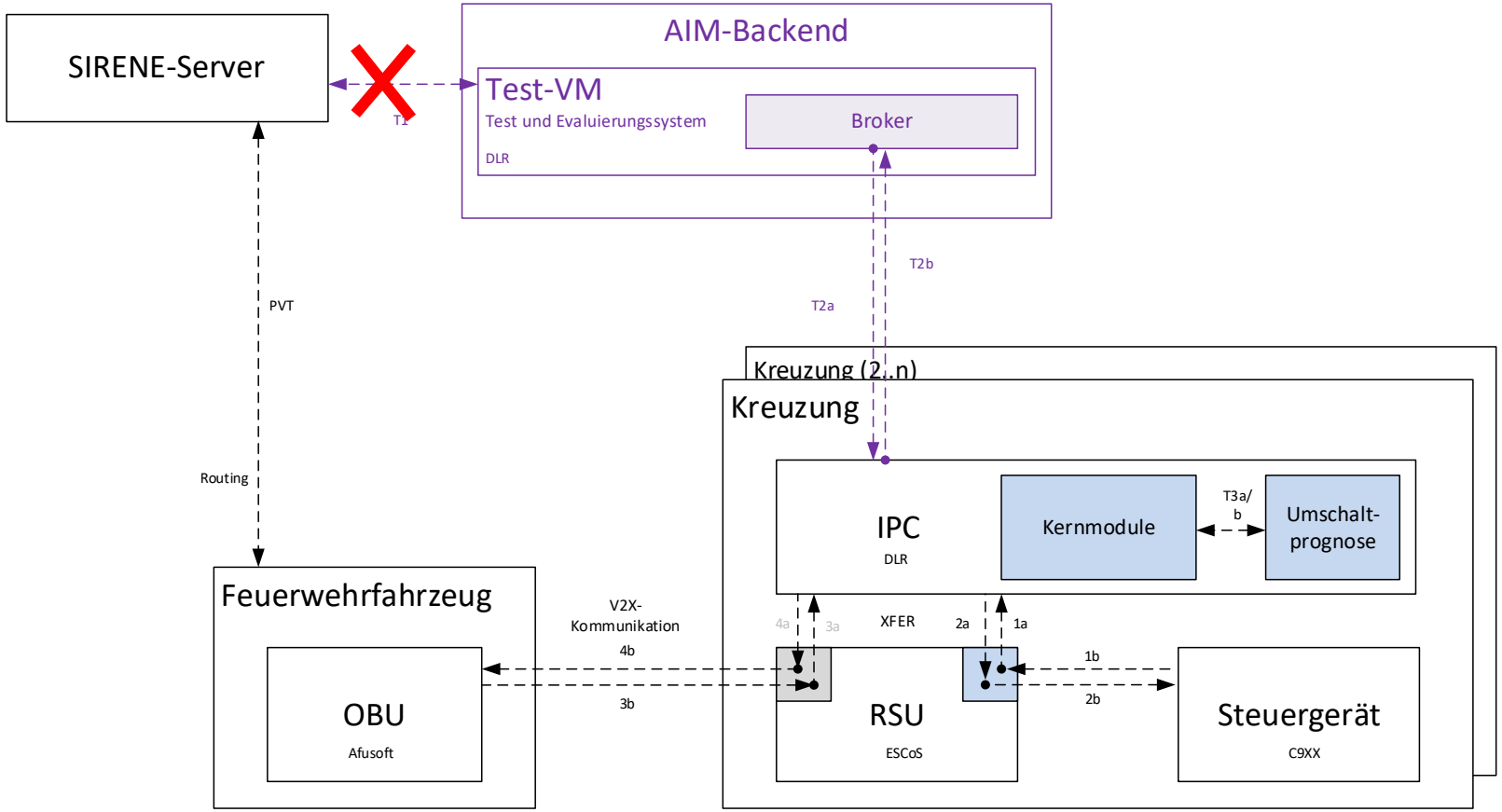
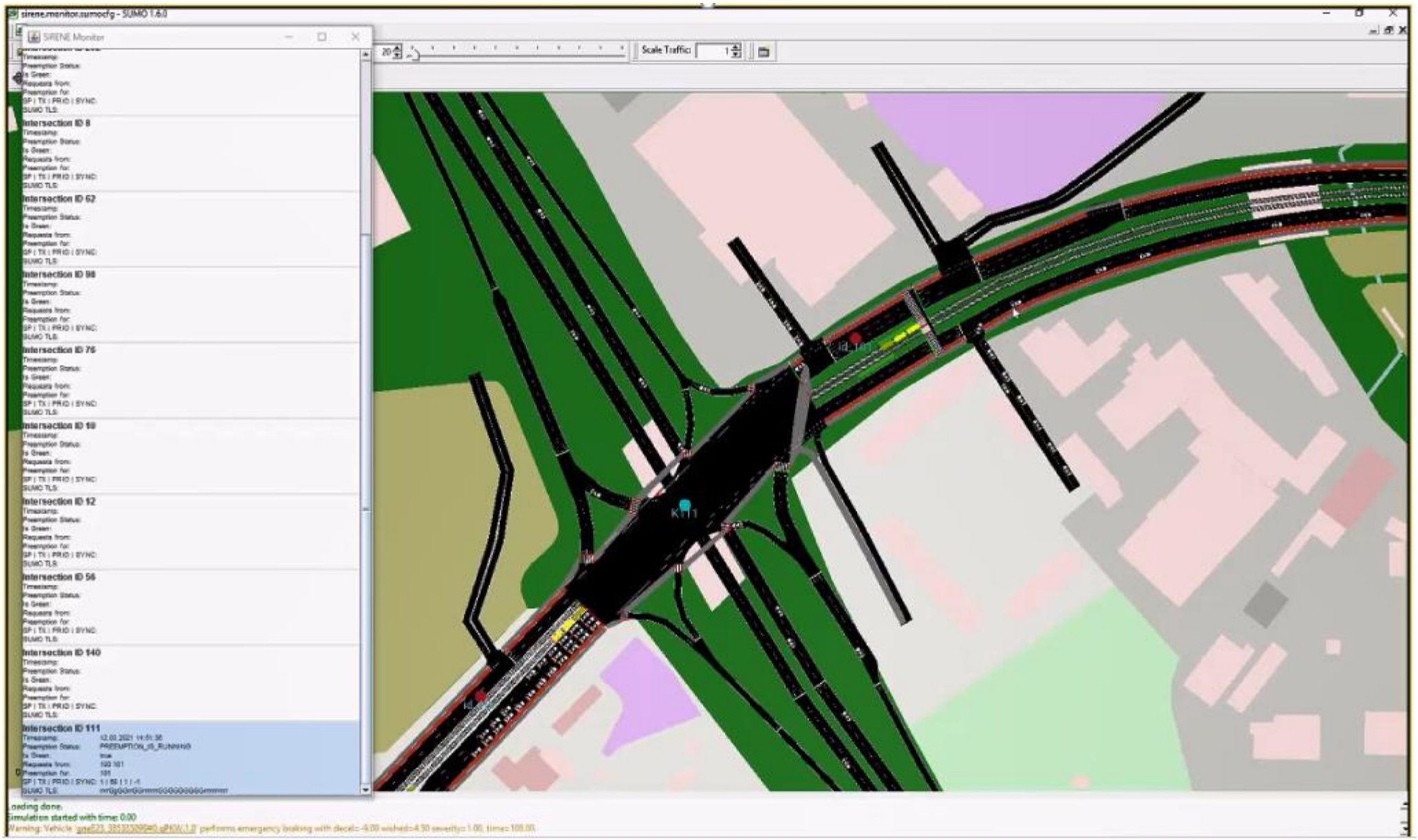


Abb.: Erweiterter Systemaufbau für die Test- u. Evaluierungsphase


sirene.monitor.sumocfg - SUMO 1.6.0
SIRENE Monitor
Scale Traffic:
Intersection ID 8
Intersection ID 62
Intersection ID 98
Intersection ID 76
Intersection ID 10
Intersection ID 12
Intersection ID 56
Intersection ID 140
Intersection ID 111
Loading done.
Simulation started with time: 0.00

Dezentraler Ansatz

- Vorteile
  - Punktgenaue Auflösung der Priorisierung
  - Minimale Latenzzeiten
  - Dezentrale Optimierung vor Ort
  - Berücksichtigung und Kenntnis der Lage am Knotenpunkt
  - Verkehr kann weiter fließen
  - Systemübergreifende Lösung möglich (Polizei, Feuerwehr, …)
  - Hopping der Nachrichten ermöglicht die Erhöhung des Aktionsradius
  - Einfache Übertragung an Kommunen/Städte
  - Ansatzpunkt für infrastrukturbasierte Rettungsgasse für (hoch)automatisierte Fahrzeuge
- Nachteile
  - Höherer Wartungsaufwand, nicht ein Programm für alle Kreuzungen, sondern jede Kreuzung hat sein eigenes Programm
  - Ohne Hopping der Nachrichten kann die Priorisierung aufgrund der zu kurzen Anmeldezeit ggf. nicht immer ausgelöst werden

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Sten Ruppe, Ronald Nippold

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Rutherfordstr. 2

12489 Berlin

Tel.: +49 30 67055-161

E-Mail: verkehrssystemtechnik@dlr.de

Internet: www.dlr.de/ts und sirene.ifak.eu

mFUND
Das Startkapital für die Mobilität 4.0

Gefördert durch:

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages