



Technische Hochschule
Ingolstadt



Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr: Forschungsstand und Herausforderungen in der Umsetzung

Bavarian Artificial Intelligence Conference
Ingolstadt, 04./05.10.2023

Prof. Dr. Werner Huber, M.Eng. Markus Geisler
CARISSMA – Institute of Automated Driving C-IAD

Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

Inhalt.



- Motivation
- Projekt KIVI
- Sensoren, Technologien, Architektur
- Erste Ergebnisse
- Herausforderungen und Lessons Learned
- Fazit



Heutige stationäre – im wesentlichen induktionsschleifenbasierte - Verkehrsdetektionssysteme...

- sind weitestgehend lückenhaft in der **Informationsbereitstellung** über alle Verkehrsteilnehmer (insbes. VRU, nur Fahrspuren, aggregierte Werte),
- liefern **querschnittsbezogene Daten** für die Verkehrssteuerung,
- sind meist **nicht echtzeitfähig** und
- können **komplexe Verkehrssituationen** nicht bzw. nicht rechtzeitig erfassen.

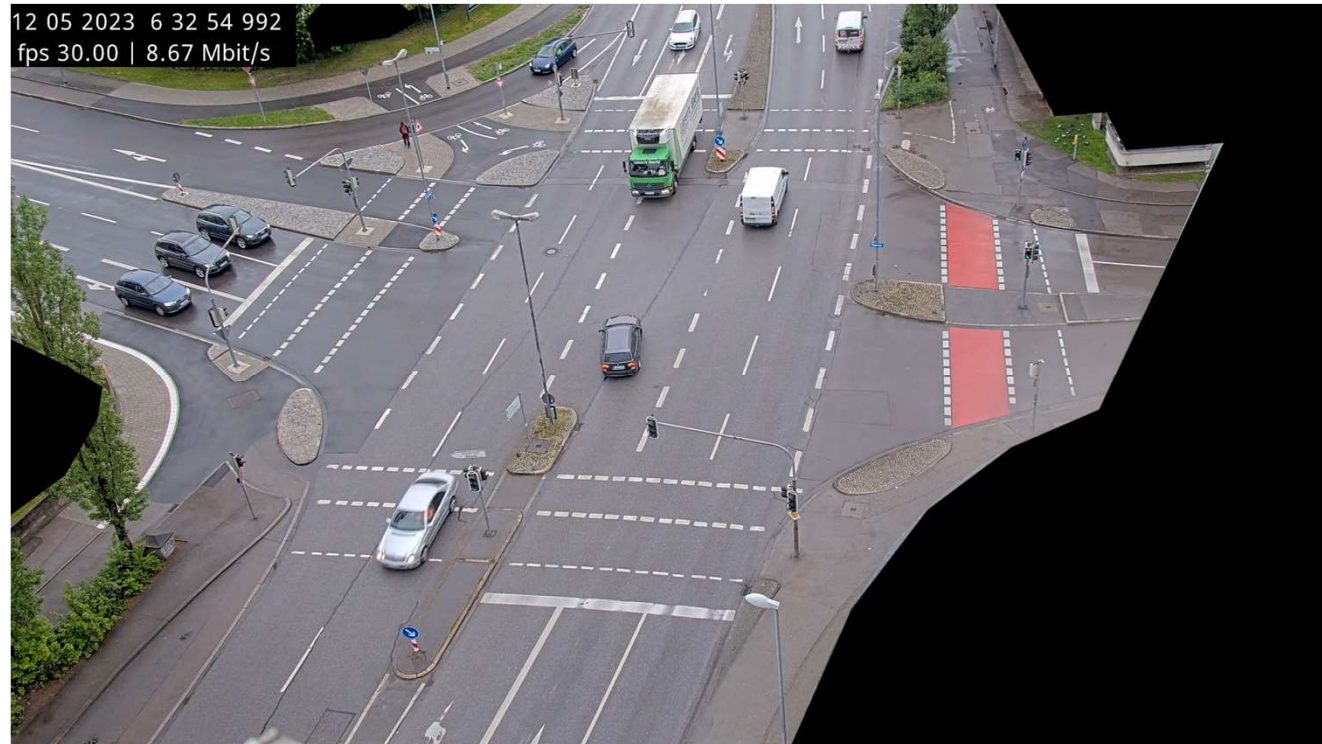


Innovative Infrastruktursensorik kann diese Lücken schließen.

Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

Vorteile einer innovativen Sensorik.

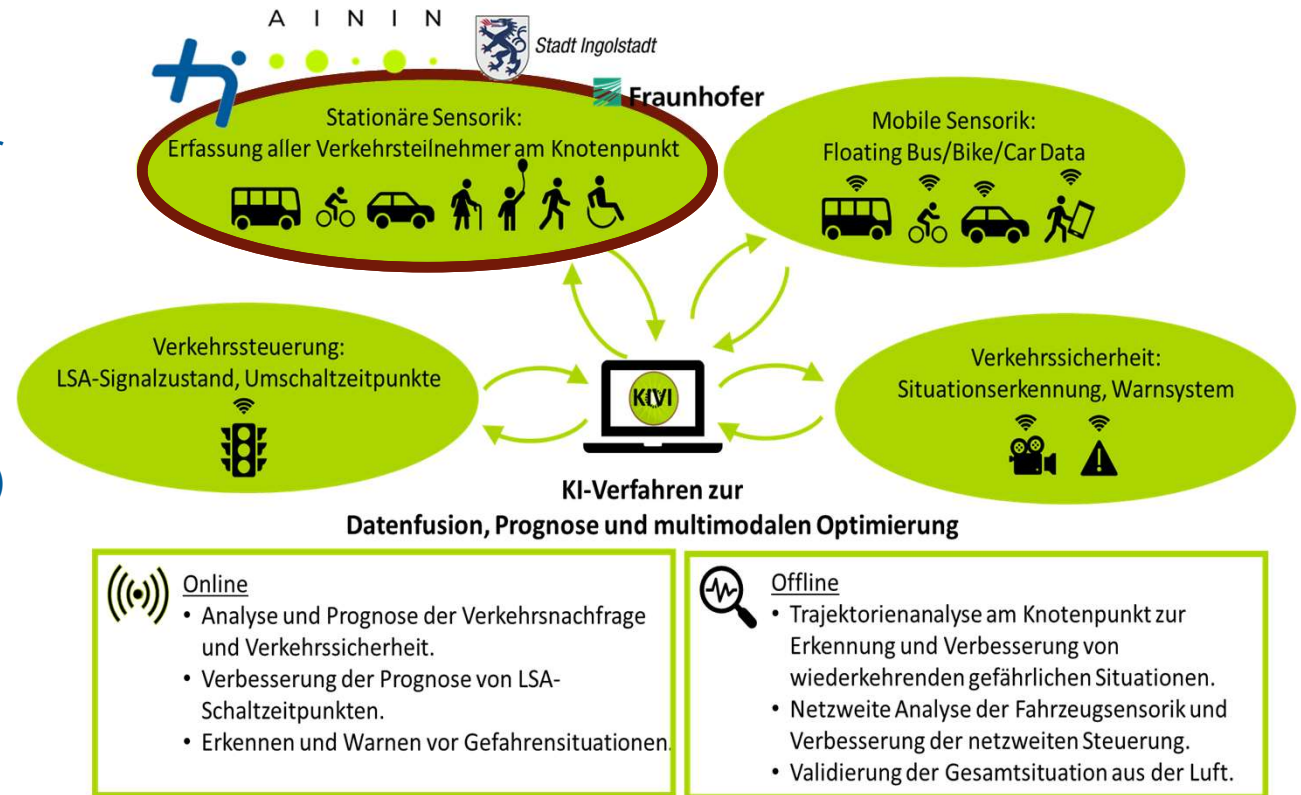
- Abdeckung des gesamten Kreuzungsbereichs
- Bewegung einzelner Objekte statt aggregierter V.-Kenngrößen
- Ableitung von Trajektorien (Ort/Zeit)
- Fahrtrichtungsunabhängige Detektion aller Objekte (auch VRU etc.)
- Komplexe Situationen
- Analyse und Bewertung von Verkehrsabläufen



Typische Situation einer Verdeckung

Projekt KIVI (2020-23):

- Nutzung aller Daten über alle Verkehrsteilnehmer hinweg für mehr Effizienz und Verkehrssicherheit.
- Einsatz von KI-Verfahren für eine globale Verkehrssteuerung und höhere Verkehrssicherheit speziell an Kreuzungen (Unfallschwerpunkte) im urbanen Umfeld.
- **Aufbau High Definition Testfeld**



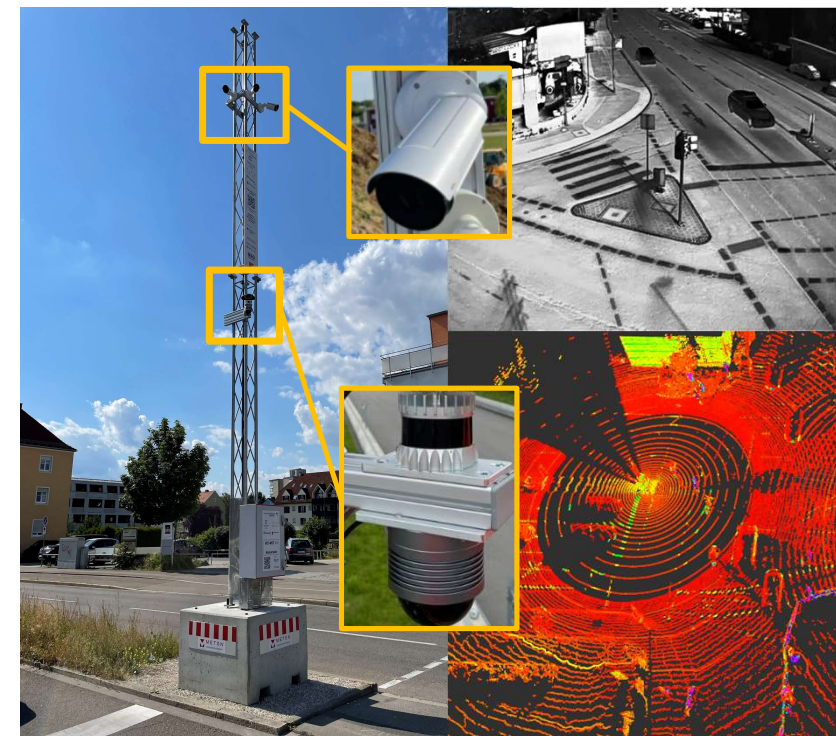
Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

Stationäre Sensorik: Das High Definition Testfeld Ingolstadt.



Anforderungen:

- Möglichst hohe und redundante Abdeckung der kritischen Kreuzungsbereiche
- Besondere Berücksichtigung von VRU
- Echtzeitfähigkeit der Sensorik und Datenverarbeitung (Fusion, OE, Warnfktn.)
- Konformität zur DSGVO (Übertragbarkeit auf andere TF)
- Sensoren mit geeigneter Auflösung für KI-Weiterverarbeitung
- Outdoor-tauglich
- Ganzjährig hohe Datenqualität



→ Cluster aus zwei LIDAR Sensoren (Ouster 64 below horizon/ Robosense Bpearl) sowie eine mehrere Thermalkameras je Standort

Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

High Definition Testfeld Ingolstadt: Sensor-Spezifikationen und Rohdatenvolumen.



AXIS Q1942-E
Res 640x480
Frame Rate bis 30fps
PoE

11 GB/h



>70 GB/h

← 40 GB/h



22 GB/h



Robosense

Lines 32
Range 30m @ 10% Lambertscher Reflexionsgrad
Res hor. 0,1 – 0,4° / vert. 2,81
Frame Rate 5-20 Hz
FoV vert 89° / hor 360°

Ouster OS-1-64-BH MidRange

Lines64
Range 90m @ 10% Lambertscher Reflexionsgrad
Res vertical 0,1 cm
Frame Rate 10-20 Hz
FoV 45° ver t/ 360° hor



Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

Stationäre Sensorik: Das High Definition Testfeld Ingolstadt.

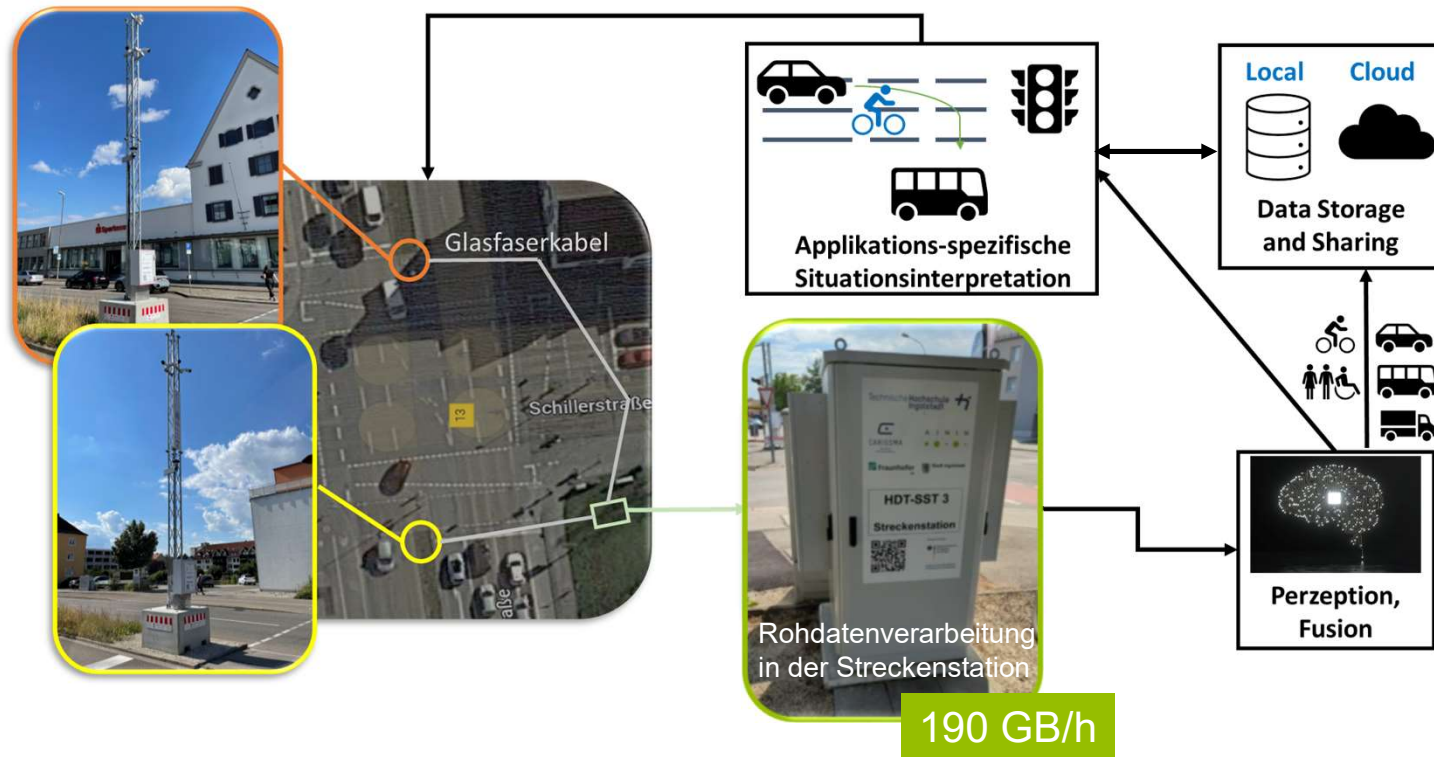


Standorte:



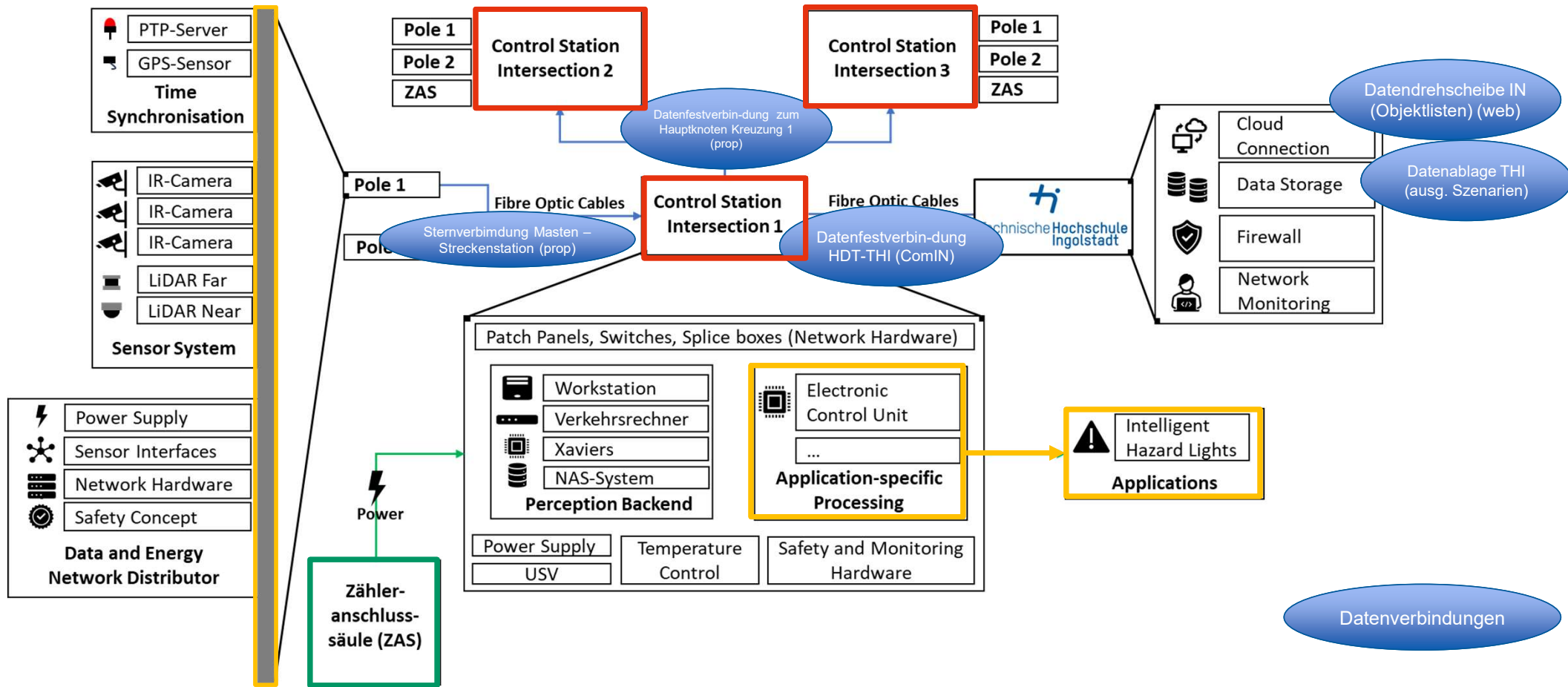
Geschlossenes hochbelastetes Kreuzungsdreieck mit zahlreichen sicherheitskritischen Szenarien

Zwei Masten je Standort:



Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

Architektur im Detail.



Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

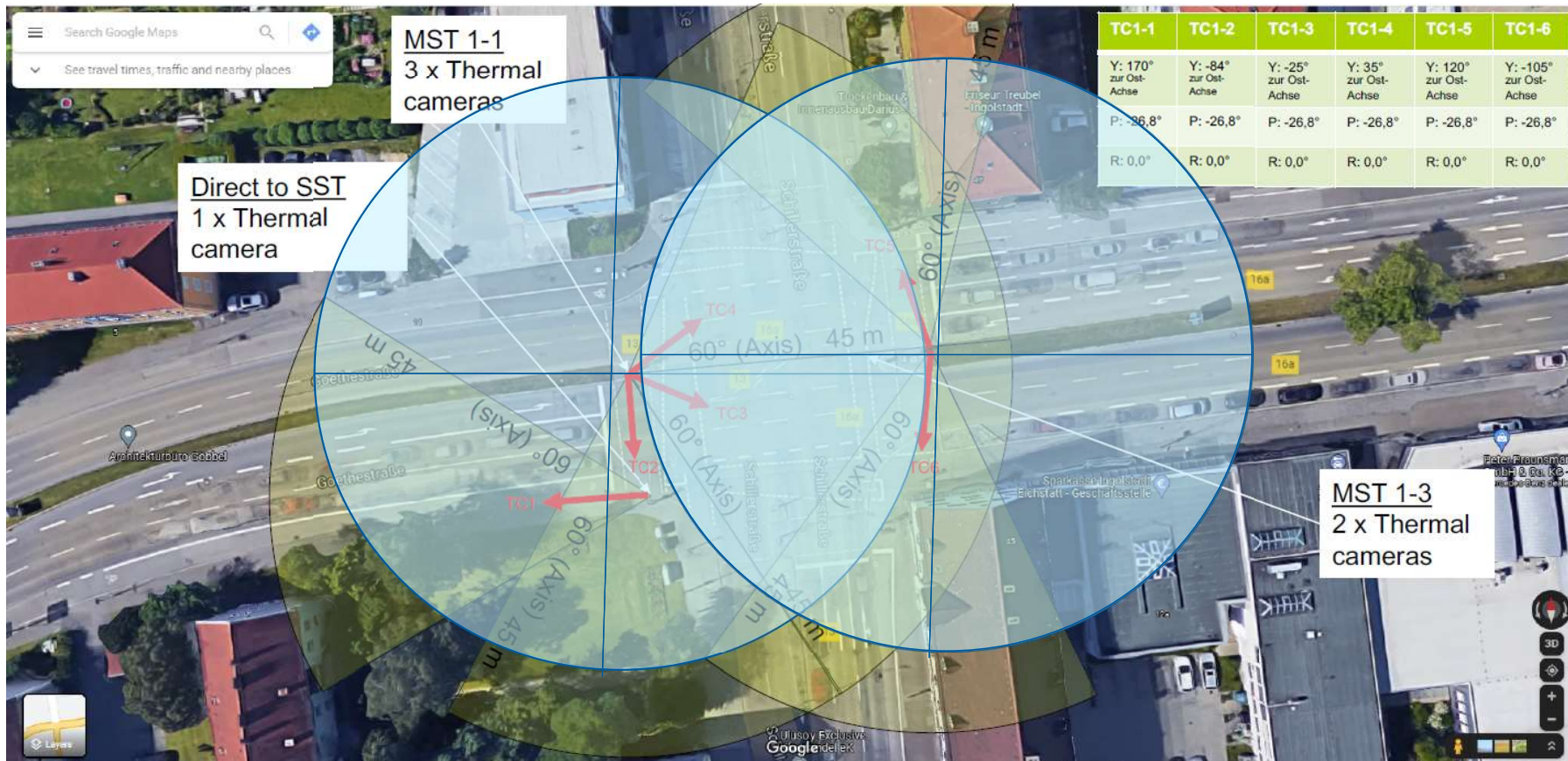
Field of View der Sensorik (Kreuzung 1)



Thermal-Kamera

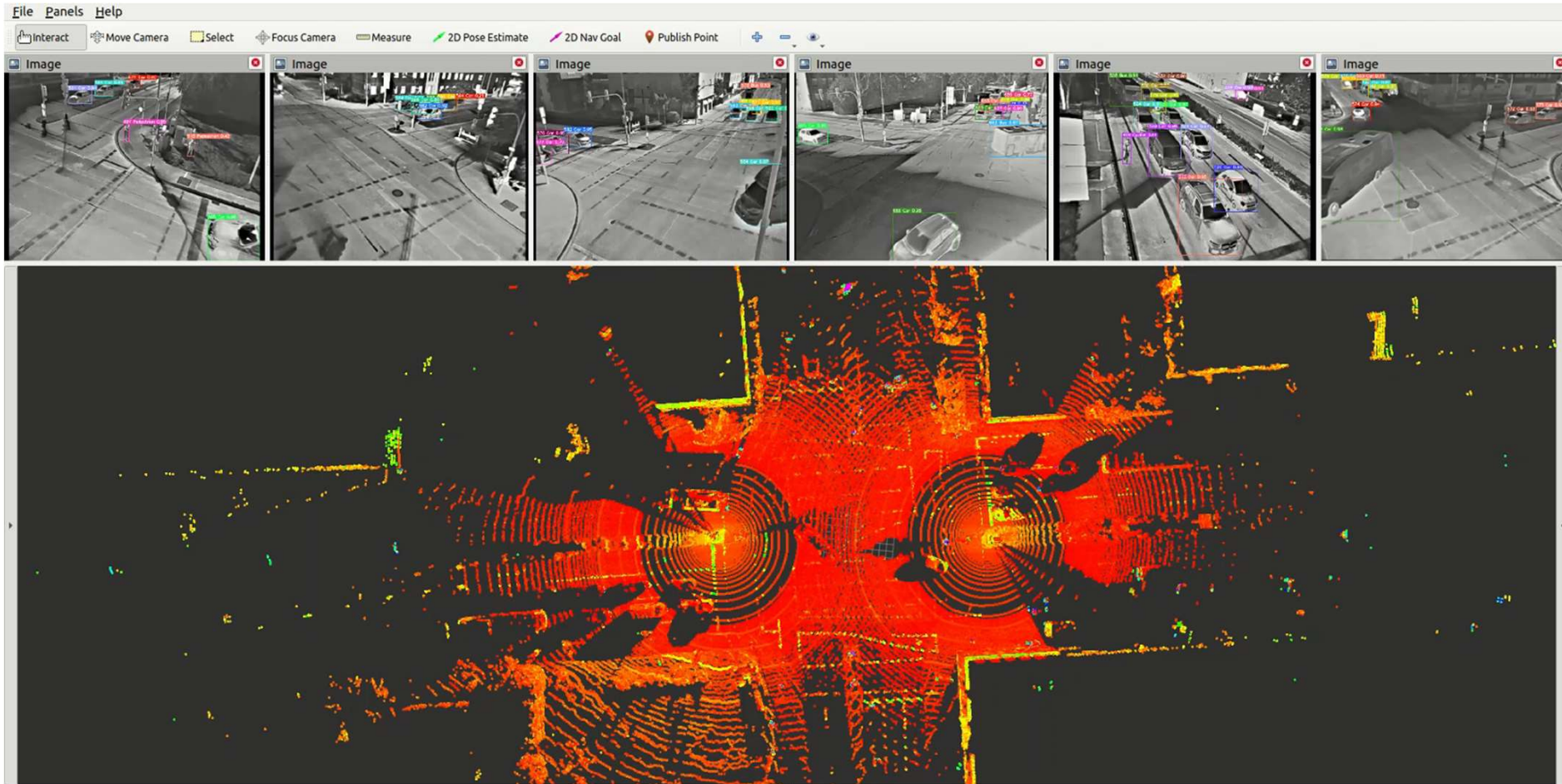


Laser Scanner Cluster



Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

Sensor-“Livestream“. (Kreuzung 1)

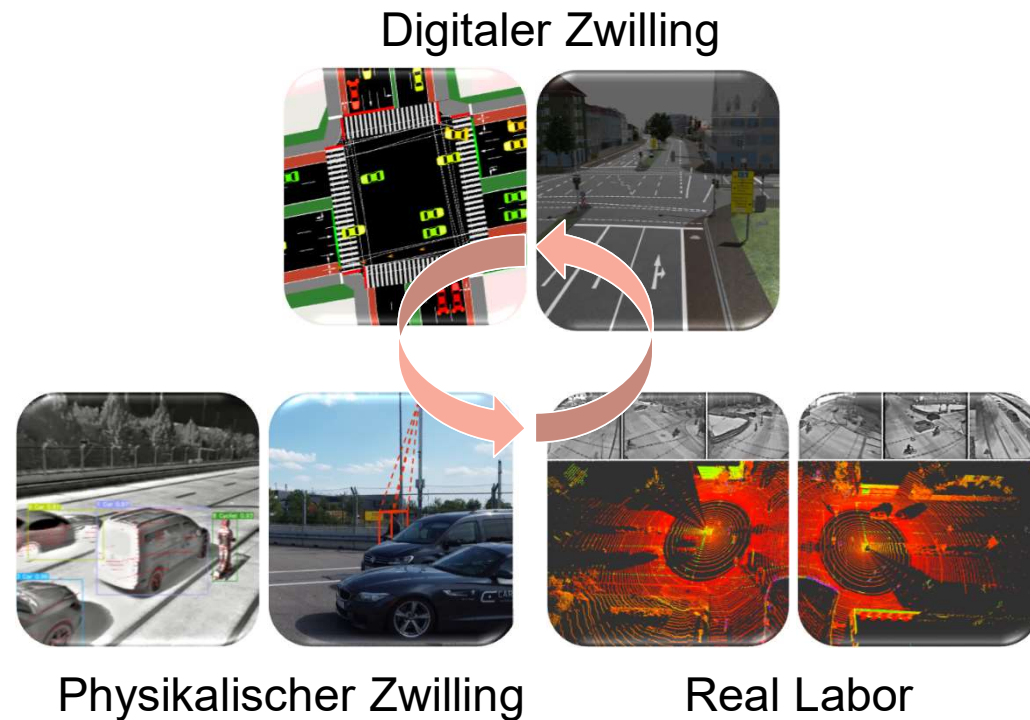


*Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.
Entwicklungsprozess.*



Entwicklungswerkzeuge:

- Abdeckung des gesamten Entwicklungs- und Testzyklus (digitaler Zwilling - physischer Zwilling - reales Labor).



Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

High Definition Testfeld Ingolstadt.



Physikalischer Zwilling:

- Entwicklung und Erprobung von Algorithmen für VRU-Detektion – insbesondere in kritischen Szenarien auf abgeschlossenem Gelände (CARISSMA Outdoor).
- Sensorkalibrierung und -robustheit



Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

High Definition Testfeld Ingolstadt.



Digitaler Zwilling:

- Prototyp einer realistischen Repräsentation des Verkehrs auf Basis Realdaten auf HD-Map (Lanelet).
- Simulation der Auswirkungen von Maßnahmen.

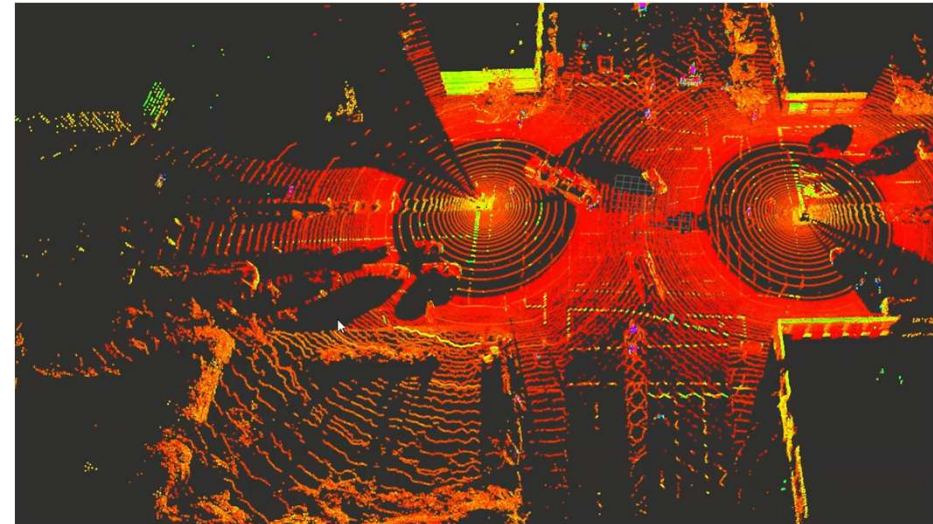


Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

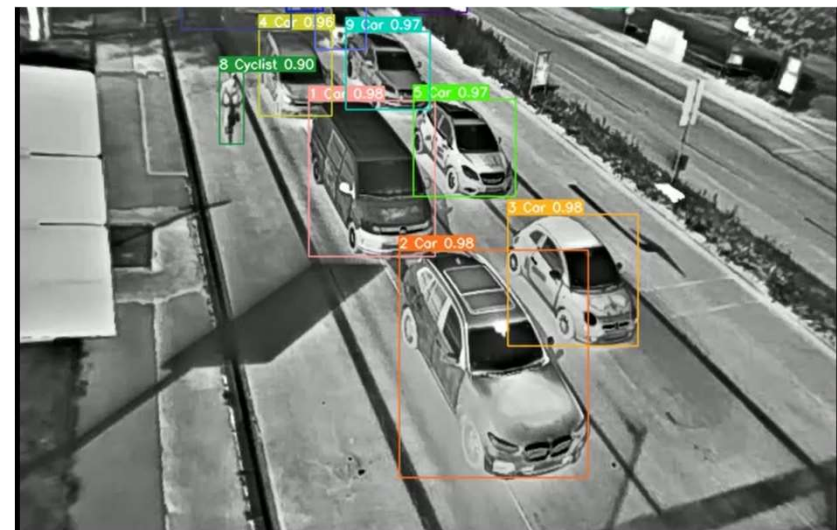
Objekterkennung in Echtzeit.



RGB Video



LIDARe



Thermal Kameras

Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

Herausforderungen und Lessons Learned.



Planung und Aufbau:

- Frühzeitige Einbindung eines VT-Planungsbüros.
- P.-Verlängerung durch
 - aufwändige Ausschreibungsrunden für Sensoren und Bauleistungen,
 - Ausschreibung durch RA Kanzlei für Baurecht,
 - Suche nach einer geeigneten Verkehrstechnik-Baufirma.
 - Gesamtsystemintegration.
 - Genehmigungen durch öff. Hand (Stadt IN).
- Kosten.

Betrieb und Forschung:

- Erhalt und Wartung sowie
- Stromkosten und Internet von ca. 2.000 €/Monat müssen über Forschungsprojekte sichergestellt werden.
- Verstetigung finanziell nicht gesichert.
- Genehmigungen für den Weiterbetrieb.
- Akzeptanz bei der Bevölkerung.

Innovative Sensorinfrastruktur im Verkehr.

Öffentlichkeitsarbeit.





Das High Definition Testfeld...

- bietet **als Reallabor** eine hervorragende Grundlage für die zukünftige Erforschung von Verkehrsszenarien und datengetriebener Entwicklung von (KI-)Algorithmen zur Verkehrs-Steuerung und -Beeinflussung,
- liefert heute schon erste wertvolle Hinweise auf das **Potenzial innovativer Sensorik** zur Verbesserung der Sicherheit von VRU in Kreuzungsbereichen,
- zeigt auf, wie **DSGVO-konforme Sensorik** im Feld aufgebaut und betrieben werden kann,
- ist die Basis für weitere **Forschungsprojekte im Bereich Verkehrssicherheit** und sicheres automatisiertes Fahren für die THI und AININ,
- stellt aus unserer Sicht einen **Prototypen für die intelligente Mobilität** in einer Smart City dar.



**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit.**

Contact

Prof. Dr. Werner Huber

**Esplanade 10
D-85049 Ingolstadt**

**Tel +49 841 93482523
Mobil +49 177 6000062**

Werner.Huber@thi.de

