

# KI UND 5G – HOFFNUNGSTRÄGER FÜR BLINDE BEI PFÜTZEN UND STRAßENKREUZUNGEN

am Beispiel des Shared Guide Dog 4.0

Pascal Stahr, M. Sc.  
Kevin Kleinelütern, B. Sc.  
Prof. Dr. Henner Gärtner  
Prof. Dr. Jochen Maaß

Helmer Luis Barcos Paso  
Burhan Umur Avci  
Fabian Petersen  
Robin Blessin



IFB  
HAMBURG



consider it  
CO-CREATING THE DIGITAL FUTURE

TAVF

FTZ 3i intelligent industrial innovations

HAW  
HAMBURG

## WAS ÄNDERTE SICH AM 15. JUNI 2019?



➔ HAW Hamburg beforscht die urbane Mikromobilität

# DER BLINDENFÜHRHUND HILFT BEI DER ORIENTIERUNG UND MOBILITÄT

So viele blinde und sehbehinderte Menschen...

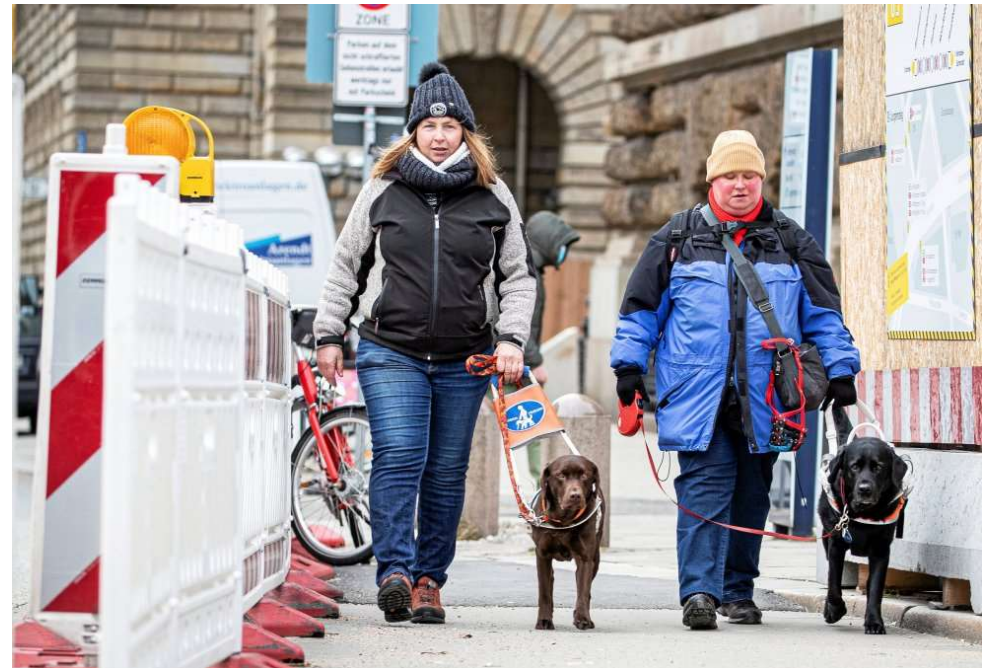
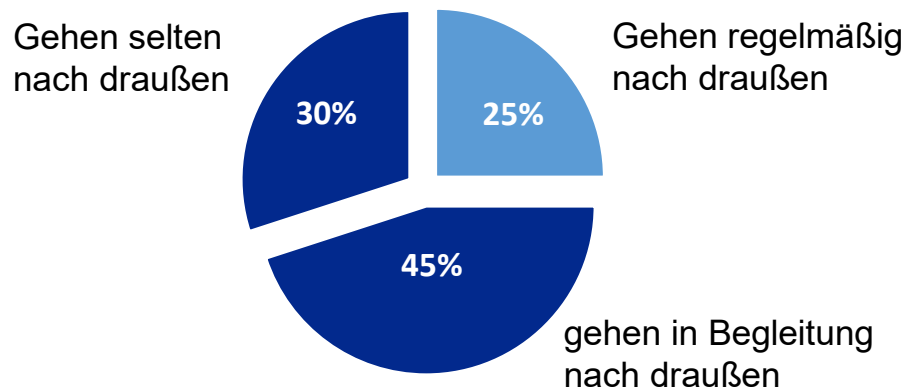
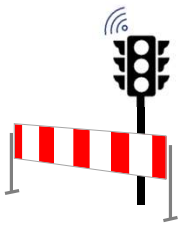


Foto: Roland Magunia / Roland Magunia/Funke Foto Services, Hamburger Abendblatt, 27.02.2021

- **Führt** Personen **sicher** durch den Verkehr
- Ermöglicht ein **unabhängigeres Leben**
- Erfüllung **sozialer, physischer und mentaler Bedürfnisse**

# WIE FUNKTIONIERT DER SHARED GUIDE DOG 4.0?



erkennt **Hindernisse** mittels Kamera und LiDAR Sensor **führt über Kreuzungen** per ITS-G5 Kommunikation



Navigiert selbstständig mit einen speziell entwickelten **Path Planning Algorithmus**



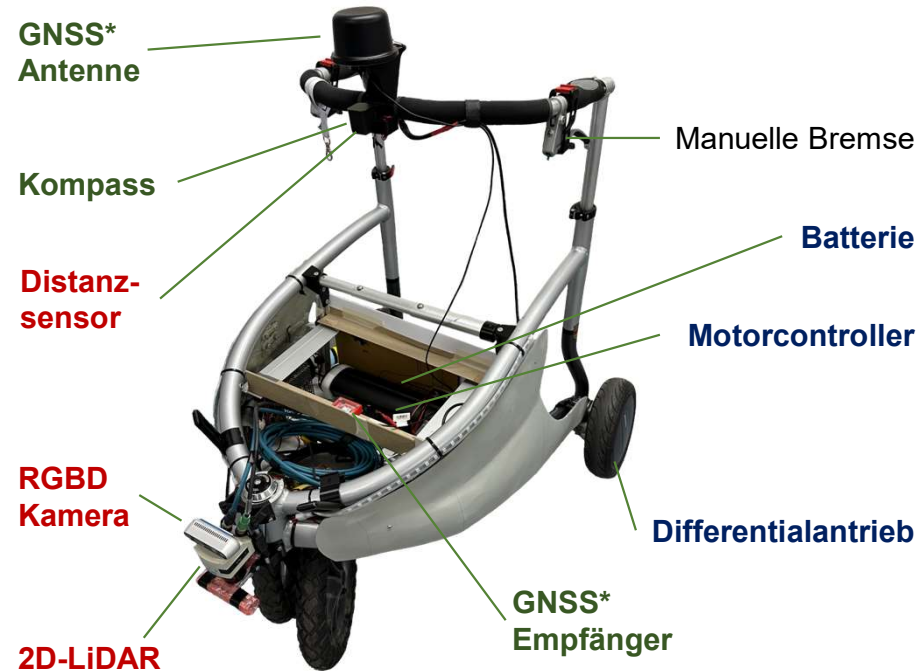
deckt **vielfältige Bedürfnisse** ab, z. B. bei Sehbehinderung, Geheinschränkung oder Demenz



nutzt **Kartendaten** von **Open Street Map** und **Geoportal-Hamburg.de**



basiert auf dem Open Source **Robot Operating System ROS**



\* GNSS = Global Navigation Satellite System (e. g. GPS)

4

## WAS SAGEN NUTZER ÜBER DEN SHARED GUIDE DOG?



## EVERY PUDDLE IS DIFFERENT EXCEPT IT'S WET

- **Chance auf Pfützen in Hamburg** 195 d  859 h  p. a.
- **Schlaglöcher** als Risiko unter der **Oberfläche**
- **Machine Learning (ML)-Ansatz** um Pfützen in verschiedensten Formen zu erkennen



Ländlich: Himmel

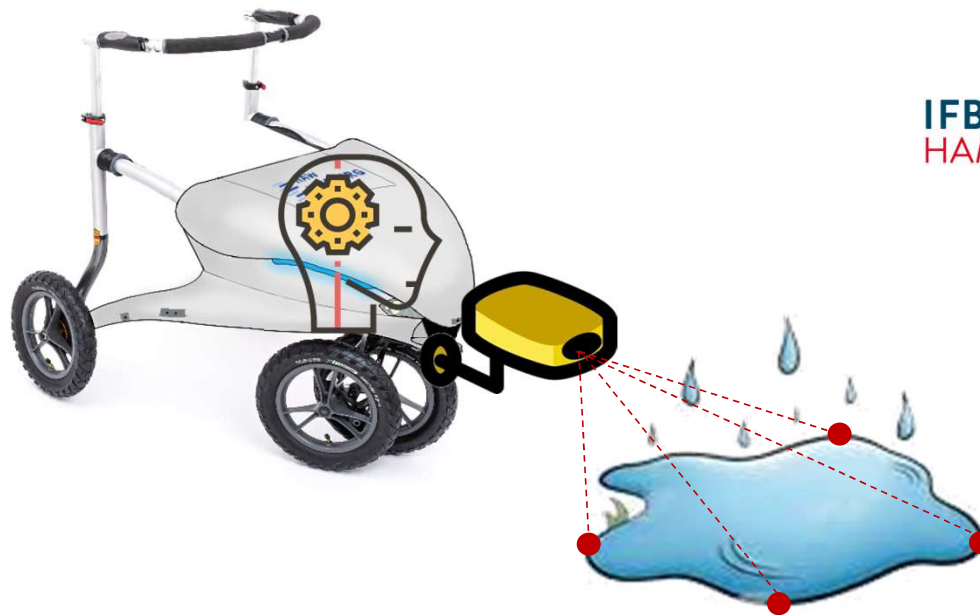


Urban: Menschen oder Gebäude



Grobe Oberflächen

# WELCHES PROBLEM LÖST NUN UNSER JÜNGSTES PROJEKT?



**IFB**  
**HAMBURG** | Hamburgische  
Investitions- und  
Förderbank

# GRUNDSÄTZLICHE ANSÄTZE ZUR PFÜTZENERKENNUNG

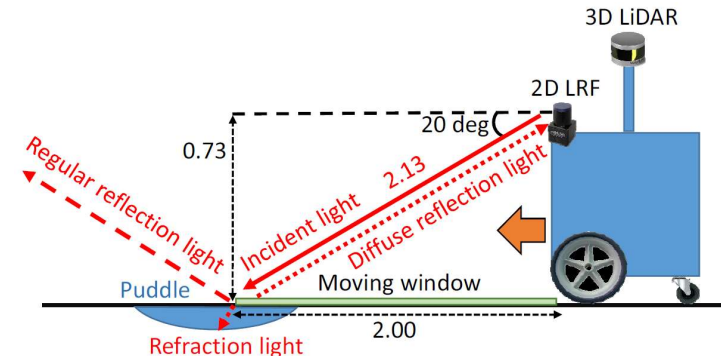
## KAMERABASIERT

- Stereokamera
- RANSAC-Algorithmus



## LASER- ODER RADARBASIERT

- 2D Laser Range Finder (time-of-flight)
- 3D Lidar Scanner + Rad-Odometrie



**Kim Jisu [et al.]** Wet Area and Puddle Detection for Advanced Driver Assistance Systems [Journal]. - [s.l.] : SpringerProfessional, **2016**. - 1/2016 : Bde. International Journal of Control, Automation and Systems, S. 268.

**Tahara Hirotaka [et al.]** Puddle Detection for Avoidance Path Planning of Wheeled Mobile Robot Using Laser Reflection Intensity [Journal]. - Lisbon : IECON 2019, **2019**. - 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society : Bd. Annual Conference of Industrial Electronics Society, S. 700. 8

**KI und 5G – Hoffnungsträger für Blinde bei Pfützen und Straßenkreuzungen** – gefördert von der IFB Hamburg

Kongress Urbane Mobilität 2023 am 07.06.2023

Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner (Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de)



# 1. KI-BASIERTER ANSATZ ZUR PFÜTZENERKENNUNG „PUDDLE 1000“



Han, Xiaofeng; Nguyen, Chuong; You, Shaodi You; Lu, Jianfeng: Single Image Water Hazard Detection using FCN with Reflection Attention Units. In: European Conference on Computer Vision, 2018, S. 105-121. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01231-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01231-1_7), 2021

9

**KI und 5G – Hoffnungsträger für Blinde bei Pfützen und Straßenkreuzungen** – gefördert von der IFB Hamburg  
Kongress Urbane Mobilität 2023 am 07.06.2023  
Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner ([Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de](mailto:Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de))

## VERFAHREN IM ÜBERBLICK

### • **YOLO**

- Echtzeit-Objekterkennung
- Effiziente Hardware-Nutzung
- Kleine Objekte gut erkannt
- Ungenau in der Segmentierung
- Braucht diverses Training

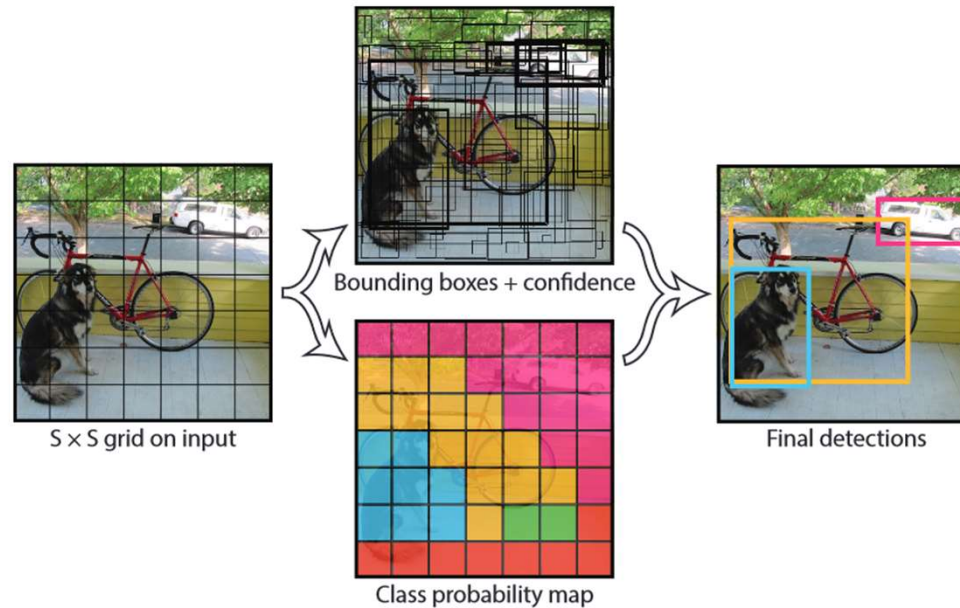
### • **U-Net**

- Hohe Genauigkeit
- Erkennung feiner Details
- Effiziente Ressourcen-Nutzung
- Langsame Verarbeitung

### • **Mask R-CNN**

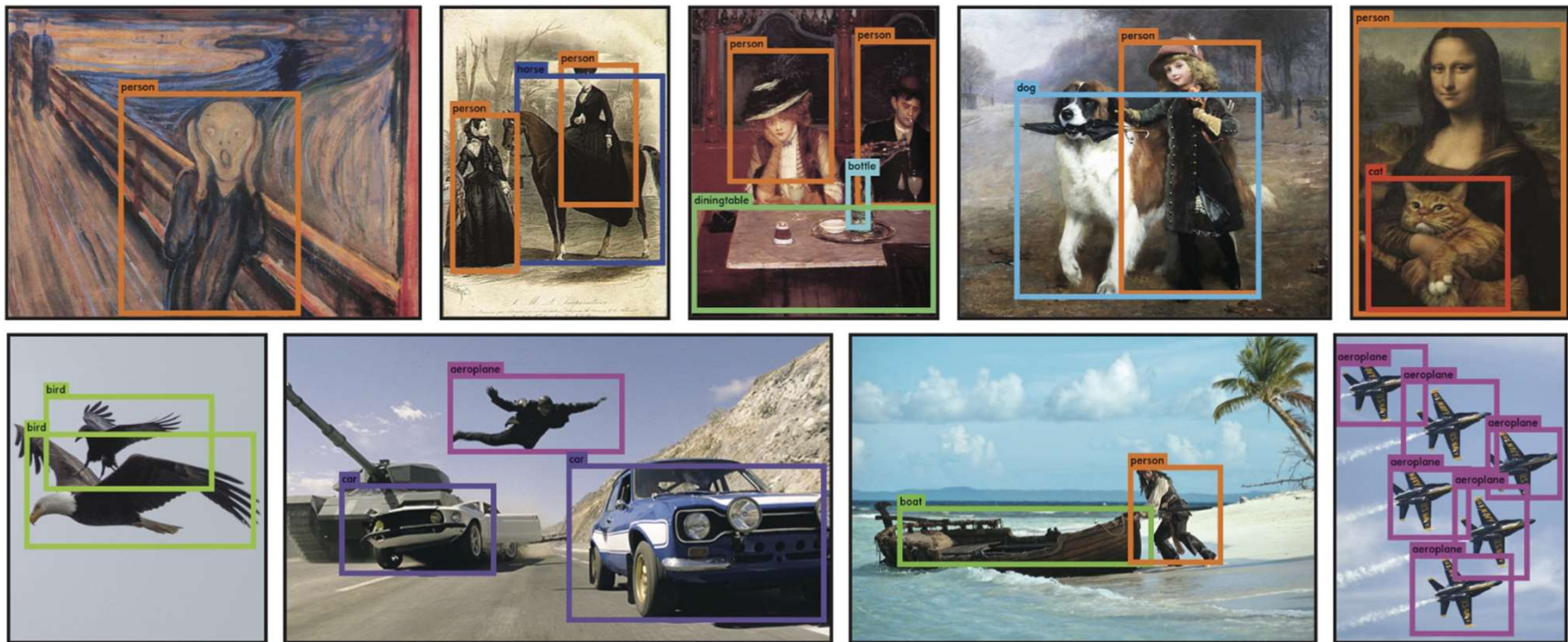
- Präzise Segmentierung
- Hohe Berechnungskosten
- Langsame Inferenzgeschwindigkeit

## YOLO IM DETAIL



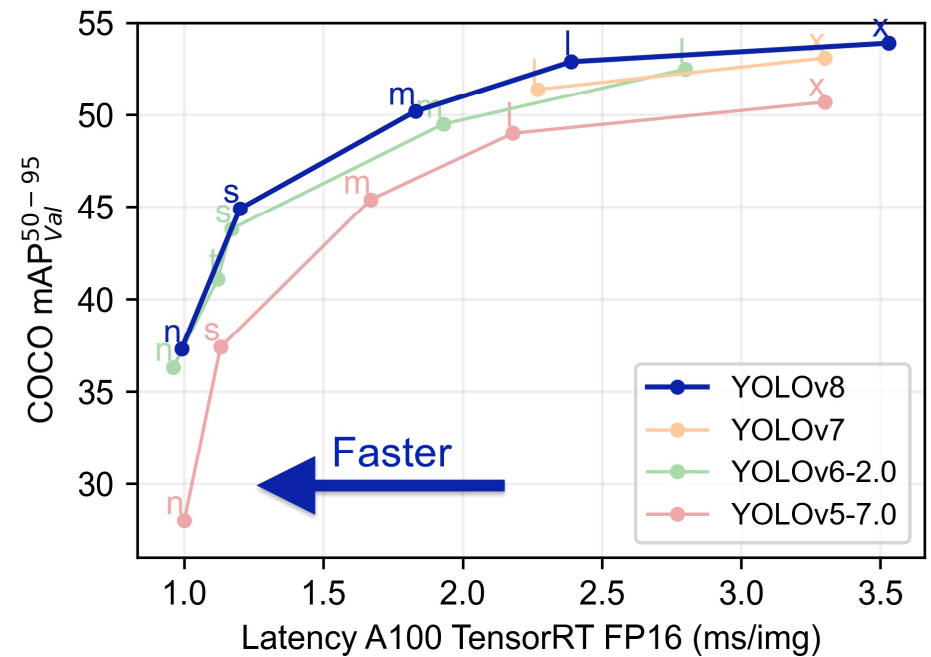
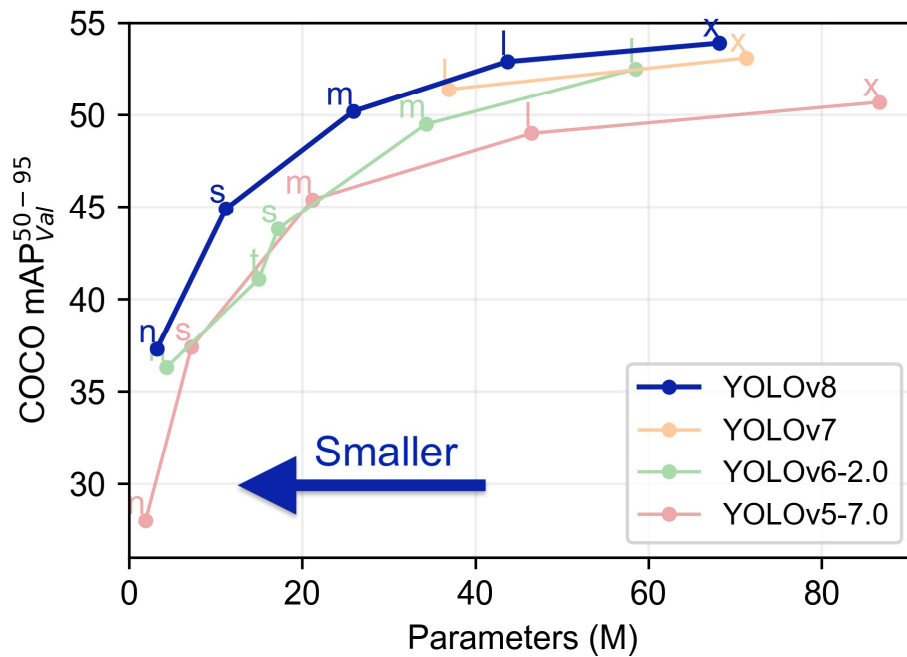
**Figure 2: The Model.** Our system models detection as a regression problem. It divides the image into an  $S \times S$  grid and for each grid cell predicts  $B$  bounding boxes, confidence for those boxes, and  $C$  class probabilities. These predictions are encoded as an  $S \times S \times (B * 5 + C)$  tensor.

## YOLO IM DETAIL

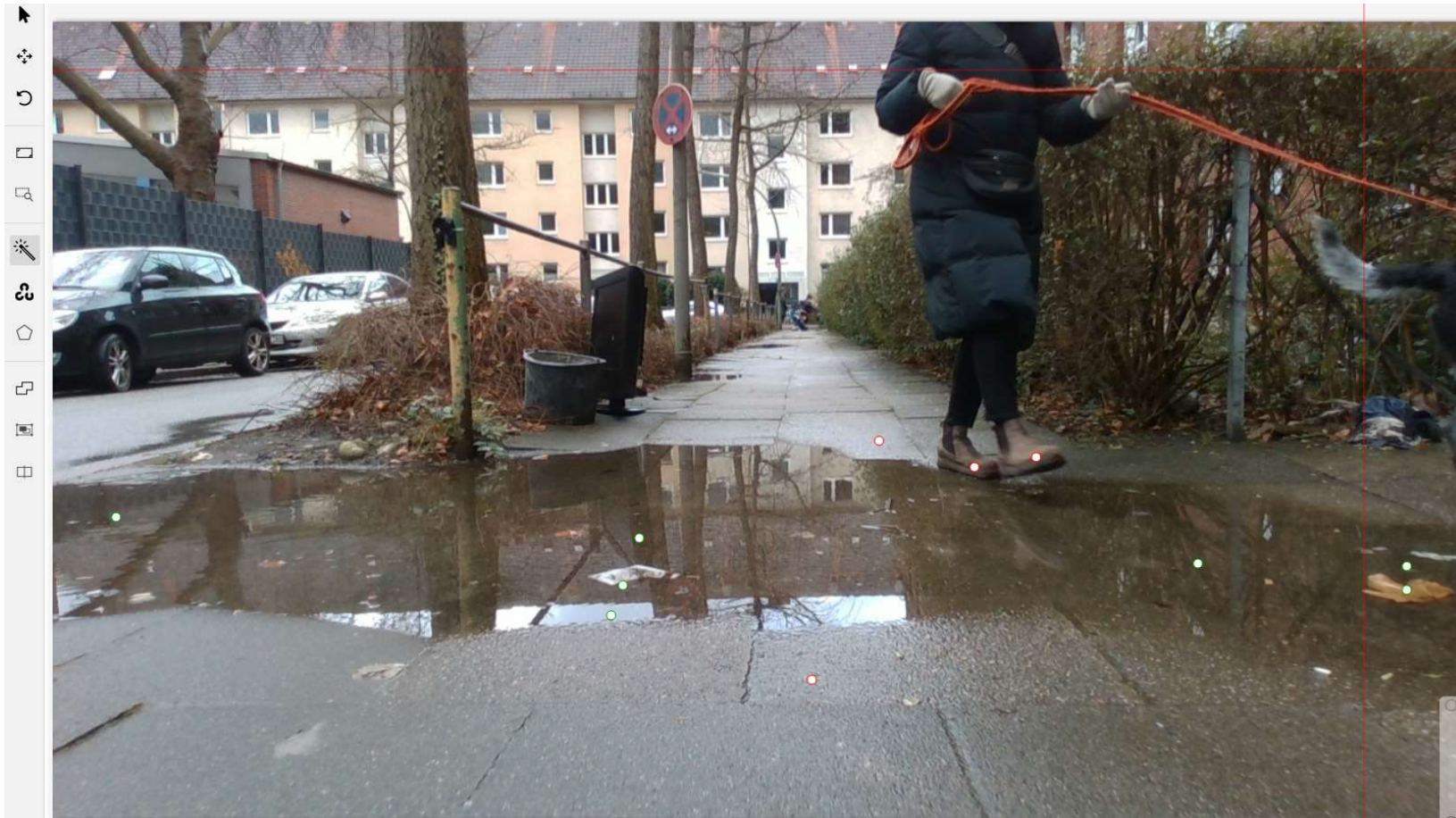


**Figure 6: Qualitative Results.** YOLO running on sample artwork and natural images from the internet. It is mostly accurate although it does think one person is an airplane.

# YOLO IM DETAIL



## BEREITSTELLUNG DER TRAININGSDATEN



14

**KI und 5G – Hoffnungsträger für Blinde bei Pfützen und Straßenkreuzungen** – gefördert von der IFB Hamburg  
Kongress Urbane Mobilität 2023 am 07.06.2023  
Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner (Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de)

## BEREITSTELLUNG DER TRAININGSDATEN



15

## ERGEBNISSE



16



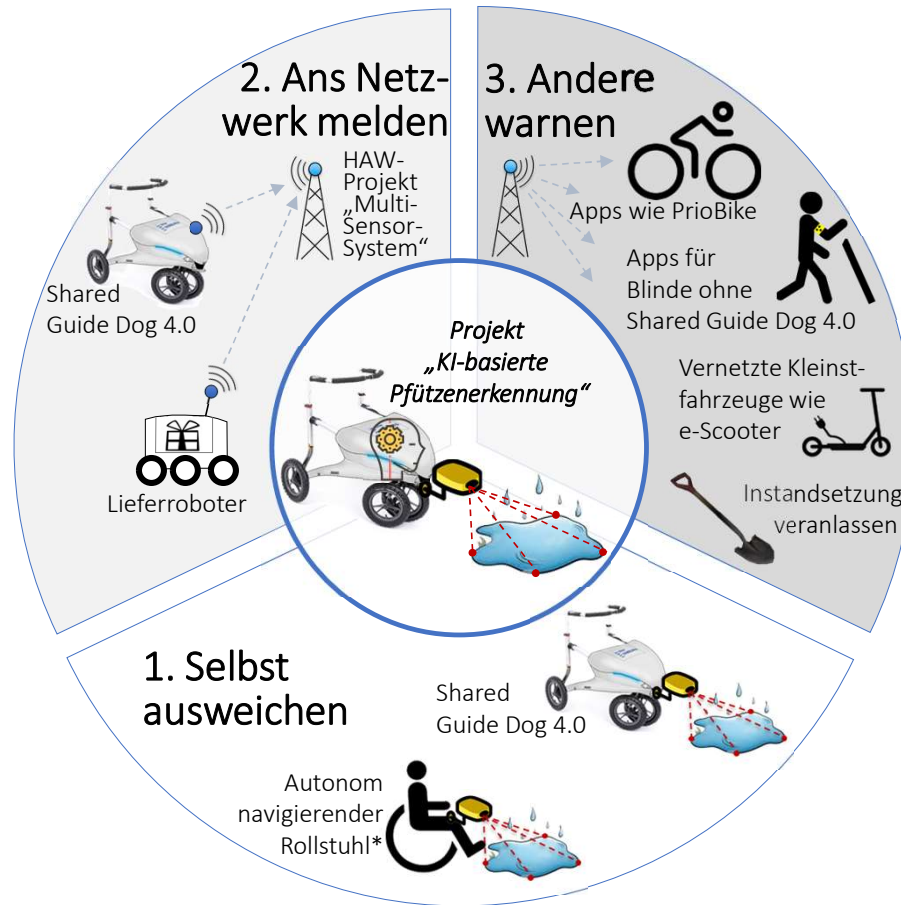
## ERGEBNISSE



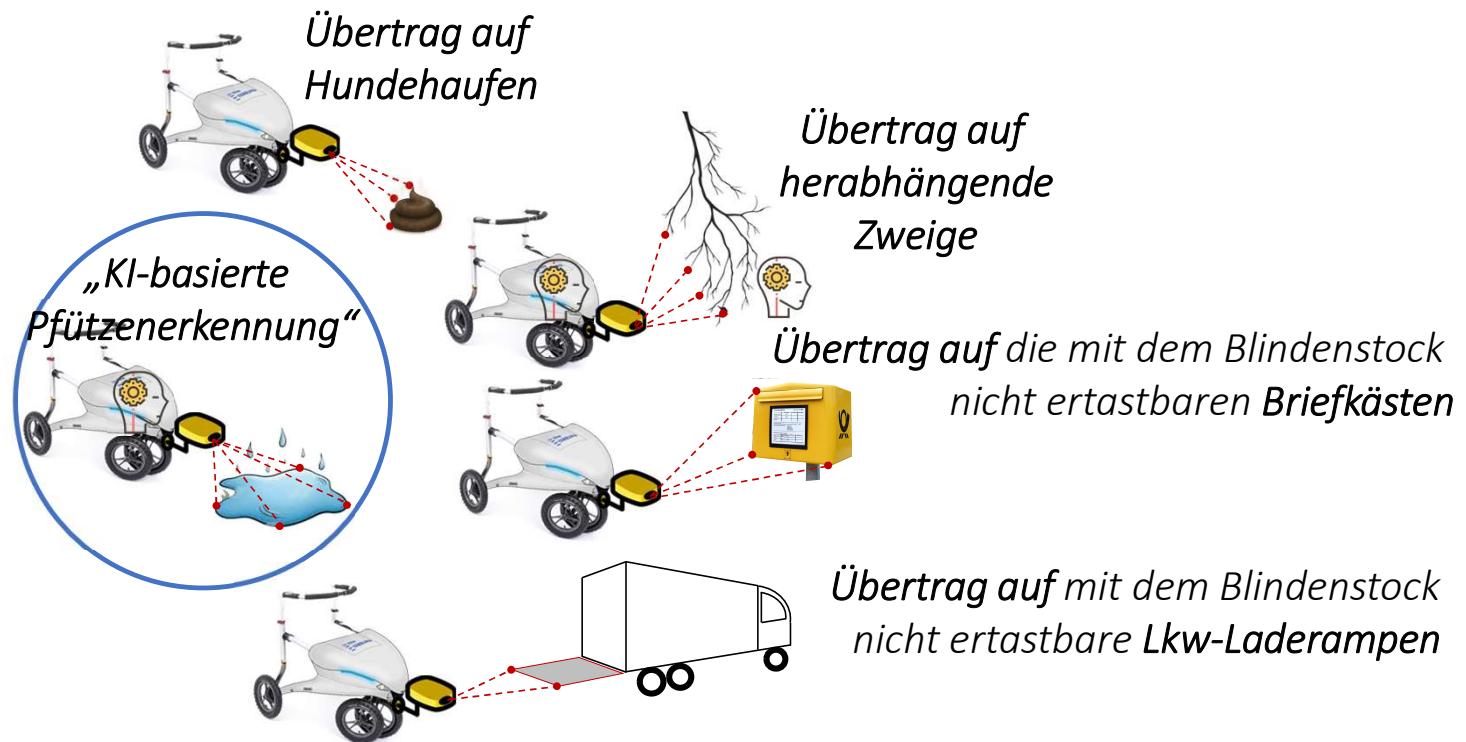
17

**KI und 5G – Hoffnungsträger für Blinde bei Pfützen und Straßenkreuzungen** – gefördert von der IFB Hamburg  
Kongress Urbane Mobilität 2023 am 07.06.2023  
Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner (Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de)

# WARUM WOLLEN WIR DIE PFÜTZENERKENNUNG BEHERRSCHEN?



## UND WENN WIR MIT PFÜTZEN FERTIG SIND?



## KANN DER SHARED GUIDE DOG AUCH „STADT“?



Auf der Teststrecke für Autonomes und Vernetztes Fahren

<https://tavf.hamburg/>

**KI und 5G – Hoffnungsträger für Blinde bei Pfützen und Straßenkreuzungen** – gefördert von der IFB Hamburg  
Kongress Urbane Mobilität 2023 am 07.06.2023  
Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner (Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de)



## Teststrecke für Automatisiertes und Vernetztes Fahren in Hamburg (TAVF)

-  TAVF-Strecke
-  HEAT-Strecke
-  Ausgestattete Ampeln
-  Mahatma-Gandhi-Brücke (Klappbrücke)
-  Prognosefunktionalität
-  VITAL-Knoten
-  Geplante Erweiterung bis Ende 2021



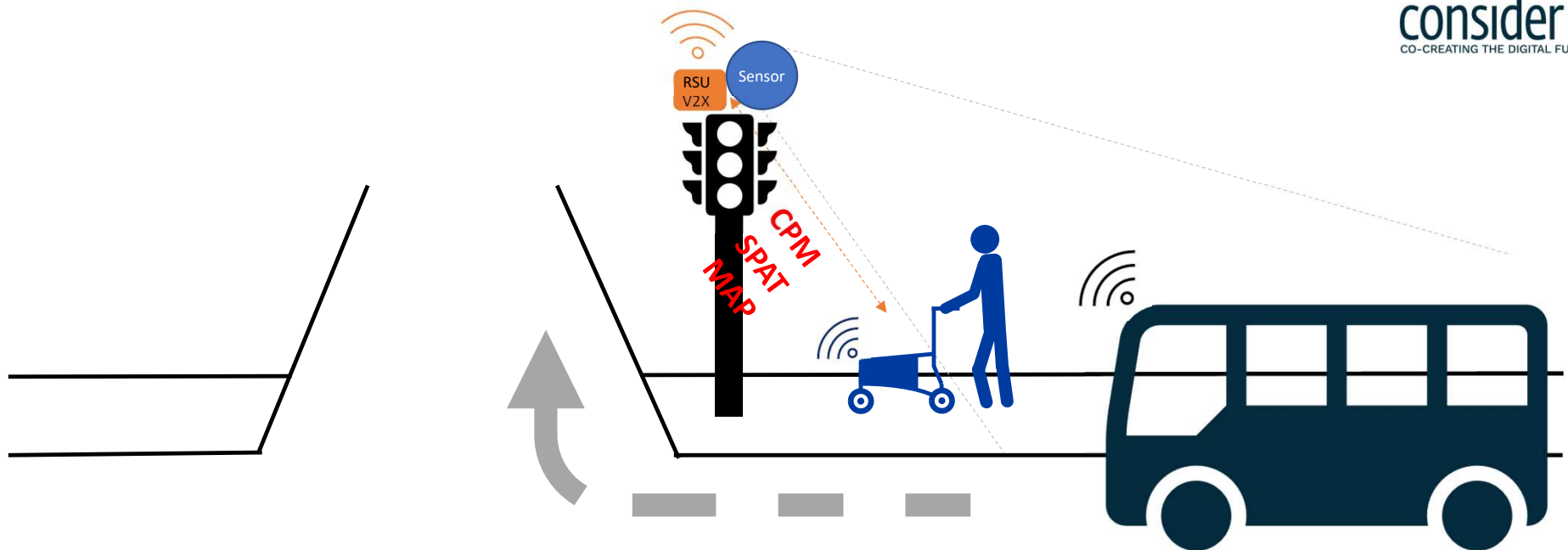
## Technische Ausstattung

- Mehr als 70 Lichtsignalanlagen
- Ermöglicht Fahrzeugherstellern, Tech-Unternehmen und Forschungseinrichtungen die Erprobung von Intelligent Transportation System (ITS) Anwendungen in einer realen Verkehrsumgebung

## Use-Cases

1. Schutz vulnerabler Verkehrsteilnehmer
2. Green light optimized speed advisory (GLOSA)
3. Priorisierung des ÖPNV und von Einsatzfahrzeugen

## KANN DIE AMPEL MIT DEM BLINDENHUND SPRECHEN?



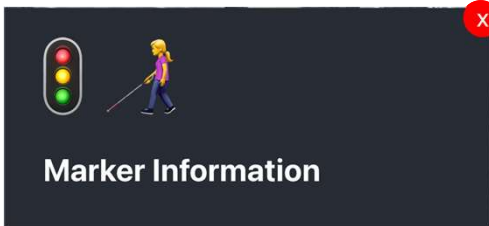
- Vulnerable Road Users werden von der Infrastruktur erkannt
- Der Shared Guide Dog 4.0 erhält Informationen zu Verkehrsteilnehmern, Ampelphasen und Kreuzungslayout

## KURZGESAGT: JA!



Cohda Wireless MK5 OBU Rev 3.0  
von [Consider it](#)  
als Kommunikationseinheit

# WIE „SIEHT“ DER SHARED GUIDE DOG DIE KREUZUNG?



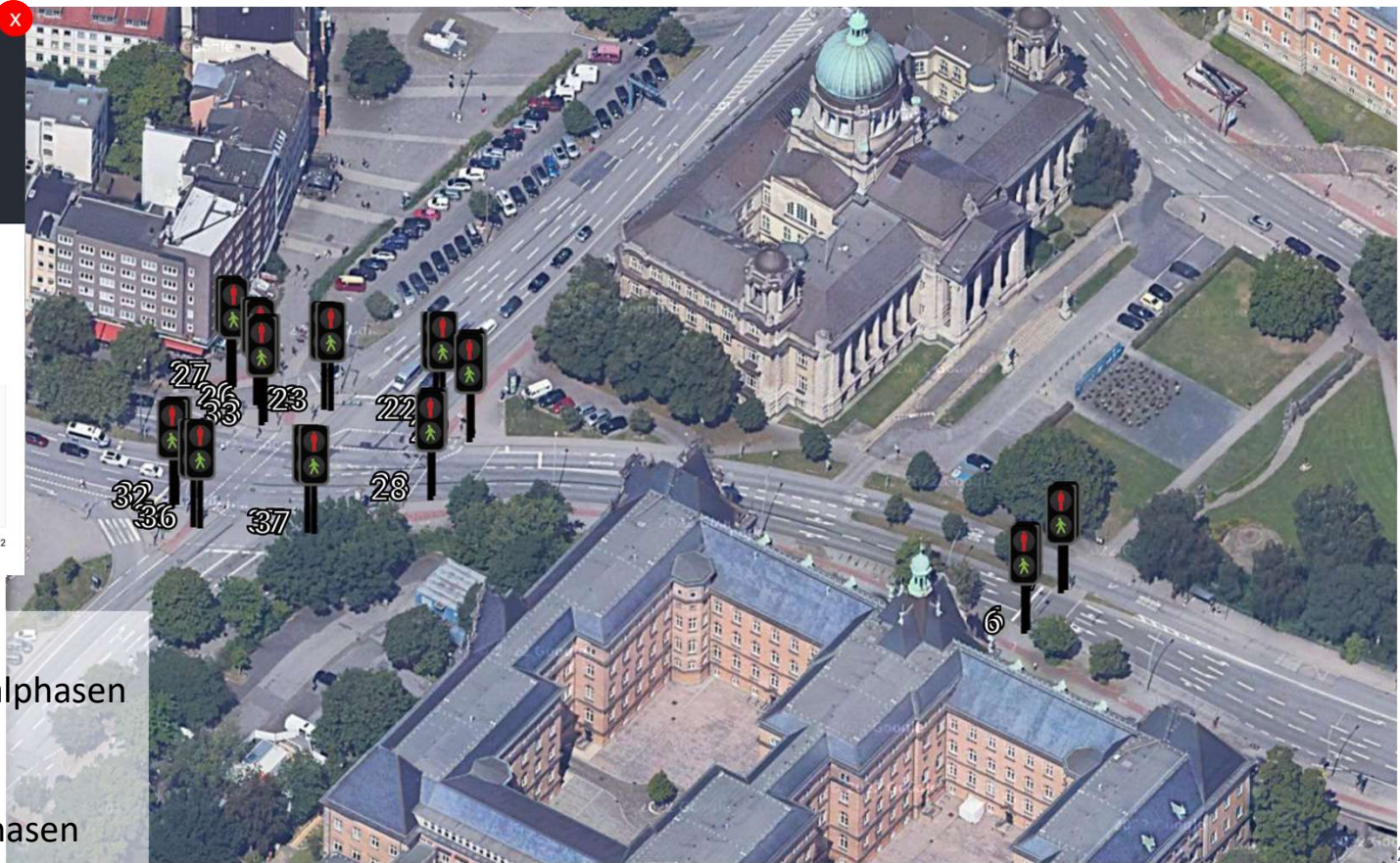
## Marker Information

Lane ID: 6  
Intersection ID: 1328

Latitude: 53.55609708680548  
Longitude: 9.976977209094992

```
▼ "root" : { 5 items  
  "intersectionId" : int 1328  
  "laneWidth_m" : float 3.25  
  ▶ "lanes" : [ ... ] 2 items  
  ▶ "refPoint" : { ... } 2 items  
  "type" : string "v2x-map"  
}
```

53.55609708680548 , 9.976977209094992



## Empfang der

- Ampelposition und Signalphasen
- Kreuzungsgeometrie
- Anforderung von Grünphasen



# DER SHARED GUIDE DOG HAT GELERNT, EINE STRAÙE ZU ÜBERQUEREN

- Der Shared Guide Dog kommt an die Ampel und empfängt die Ampelphase  
„Es ist rot“
- Die Ampel schaltet auf grün  
„Es ist grün“
- Der Shared Guide Dog kann seinen Weg fortsetzen und die Straße sicher überqueren



# KI UND 5G – HOFFNUNGSTRÄGER FÜR BLINDE BEI PFÜTZEN UND STRAßENKREUZUNGEN



**VIelen DANK FÜR EURE  
AUFMERKSAMKEIT!**



Miguel Martinez, M.Sc. | [Miguel.MartinezGenis@haw-hamburg.de](mailto:Miguel.MartinezGenis@haw-hamburg.de)  
Pascal Stahr, M.Sc. | [Pascal.Stahr@haw-hamburg.de](mailto:Pascal.Stahr@haw-hamburg.de)  
Kevin Kleinelumern, B.Sc. | [Kevin.Kleinelumern@haw-hamburg.de](mailto:Kevin.Kleinelumern@haw-hamburg.de)

Prof. Dr. Henner Gärtner | [Henner.Gaertner@haw-hamburg.de](mailto:Henner.Gaertner@haw-hamburg.de)  
Prof. Dr. Jochen Maaß | [Jochen.Maass2@haw-hamburg.de](mailto:Jochen.Maass2@haw-hamburg.de)