

AUTONOM NAVIGIEREN AUF DEM GEHWEG – WAS KÖNNEN MIKROMOBILE VON BLINDEN LERNEN?

PROJEKT GEHWEGNAVI



M.Sc.
**Bhavinkumar
Patel**



B.Sc.
**Kevin
Kleinelütern**



Prof. Dr.
**Henner
Gärtner**



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?

mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024

Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

GEHWEGNAVI

EINE BESONDERE HERAUSFORDERUNG FÜR DAS AUTONOME NAVIGIEREN

WAS VEREINT ...



M.Sc.
**Bhavinkumar
Patel**



B.Sc.
**Kevin
Kleinelütern**



Prof. Dr.
**Henner
Gärtner**

EINE PIZZA,



EINE BLINDE UND



EINEN BESEN?



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?

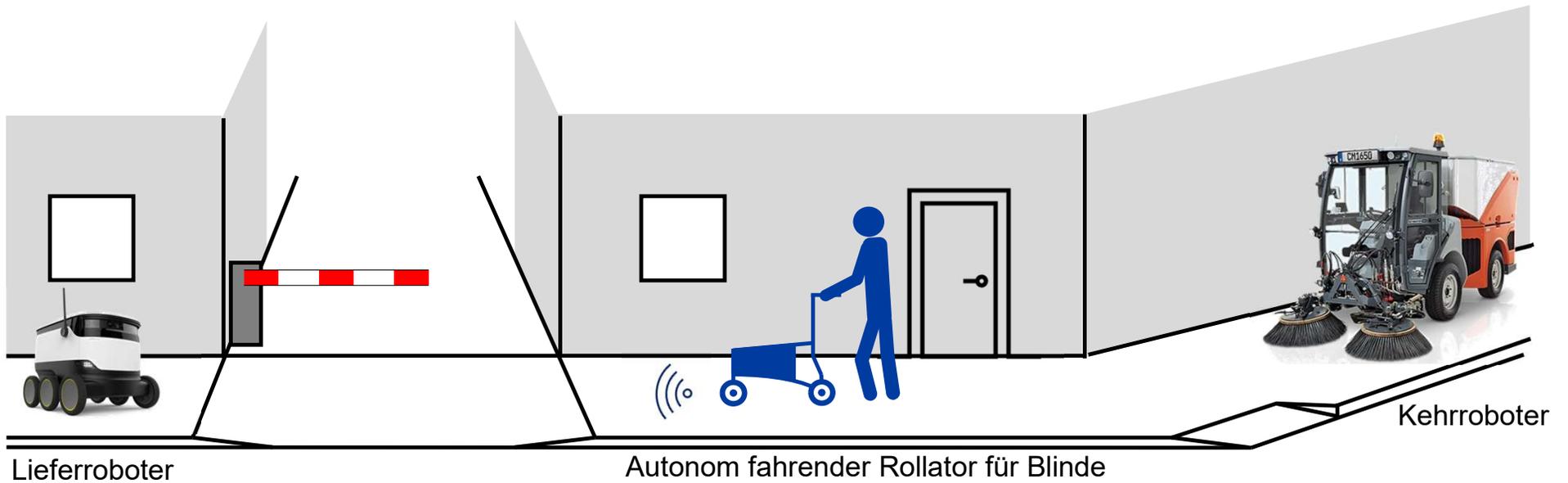
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024

Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

Bilder: Gustavo Gusto, Mobilitaetsfuchs.net, w.grube.de

WAS VEREINT EINE PIZZA, EINE BLINDE UND EINEN BESEN?

SIE ALLE MÜSSEN AUF DEM GEHWEG NAVIGIEREN



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?

mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024

Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

AUF DEM GEHWEG GIBT ES VIELE HINDERNISSE



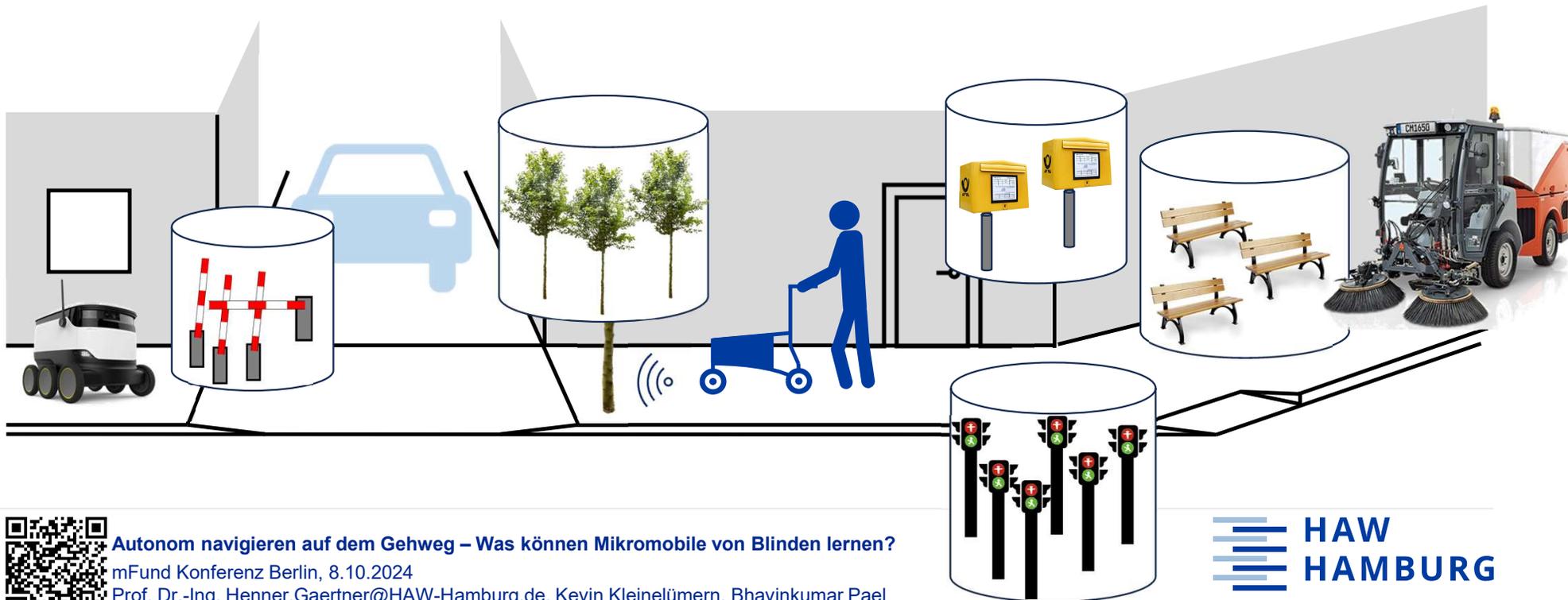
Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?

mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024

Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

Bilder: Starship Technologies, Hako

IM NEUEN PROJEKT **GEHWEGNAVI** WOLLEN WIR EXISTIERENDE DATENTÖPFE ÜBER HINDERNISSE VERWERTEN



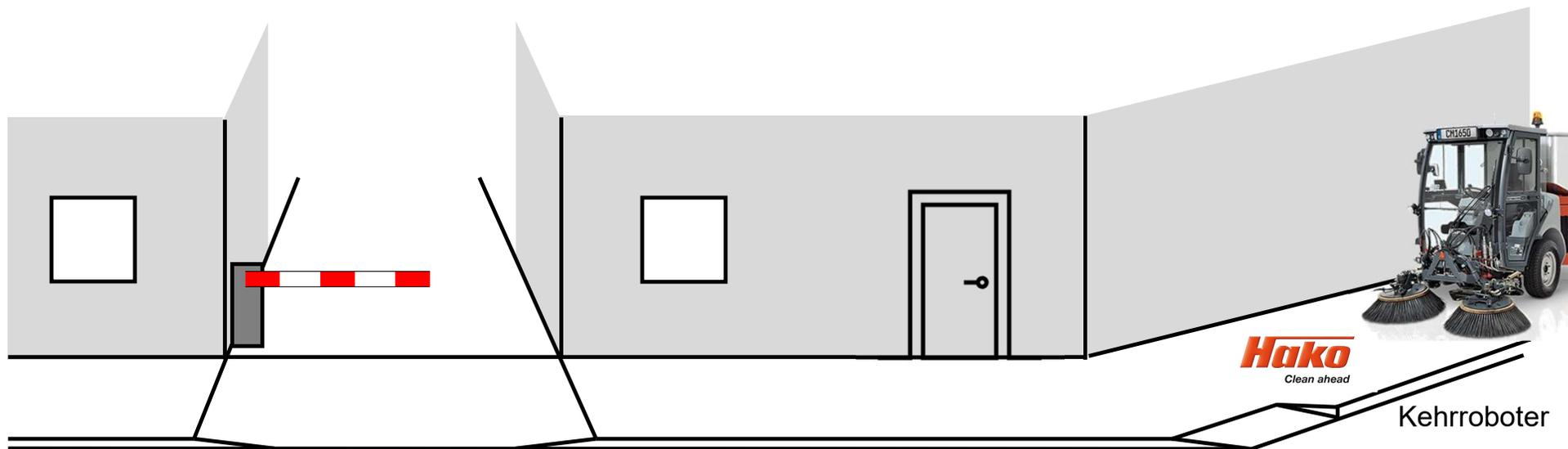
Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?

mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024

Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

Bilder: Starship Technologies, Hako

KENNEN SIE DIESES FAHRZEUG EIGENTLICH?



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?

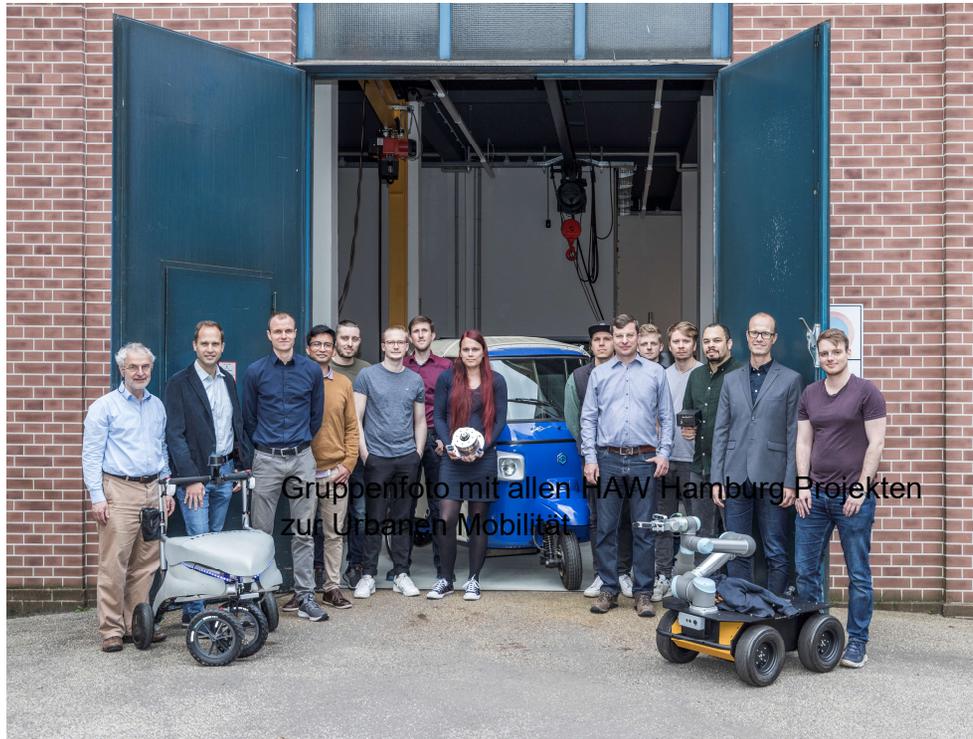
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024

Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

Bild: Hako

NÄCHSTER THEMENKONGRESS MOBILITÄT IN HAMBURG AM 22. MAI 2025

Kevin Kleinelütern am Stand des Barcamps mit dem Thema „KI-basierte Pflanzenerkennung“



Gruppenfoto mit allen HAW Hamburg Projekten zur Urbanen Mobilität



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

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 einem speziell entwickelten **Path Planning Algorithmus**



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



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



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



10



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

TESTGEBIET IST DIE „TAVF“ IN HAMBURG

Teststrecke für Autonomes und Vernetztes Fahren

Technische Ausstattung

- 12 km Teststrecke
- Mehr als 200 Lichtsignalanlagen

Use-Cases (Beispiele)

1. Schutz vulnerabler Verkehrsteilnehmer
2. Priorisierung von ÖPNV und Einsatzfahrzeugen



<https://tavf.hamburg/>

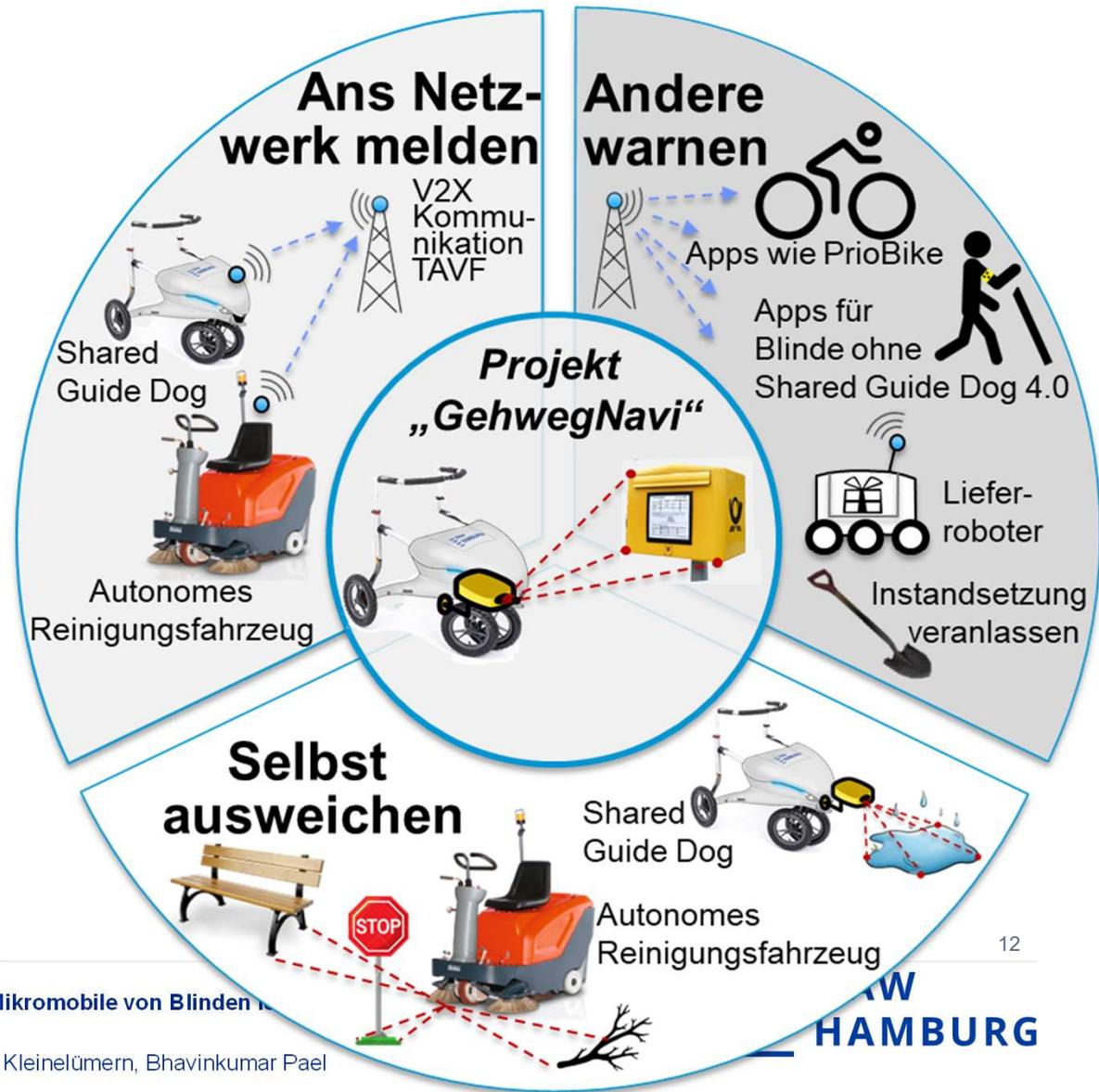


Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

PROJEKTZIEL GEHWEGNAVI

Den Gehweg fit machen
fürs autonome Fahren
mit Mikromobilen:

- Urbanes Kartenmaterial nutzen
- Hindernisse aus mFund Datenquellen hinzuziehen
- Auf der verbleibenden Fläche navigieren
- Dynamischen Hindernissen ausweichen (z. B. Rechtsgehgebot)



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden n...
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

HAW
HAMBURG

UNZÄHLIGE GEEIGNETE MFUND DATENQUELLEN ...

- **Geographische Karte**
 - Straßen-und Wegenetz als Knoten-Kanten-Modell
 - Geländere relief, Feinkartierung Straße, Kreuzungsskizzen
- **Navigationshilfen**
 - Lichtsignalanlagen und Verkehrszeichen
 - Blindenleitstreifen
 - Bushaltestellen, Taxistände
 - Baustellen
 - Bedeutungsräume für den Fußverkehr
 - Typische Unfallorte
- **Helferlein**
 - Barrierefreie Indoor-Karten ausgewählter Gebäude
 - Baumkataster
- **Points of Interest**
 - Briefkästen
 - Touristische Ziele
- **KI-Trainingsdaten**
 - Asphalt-schadstellen



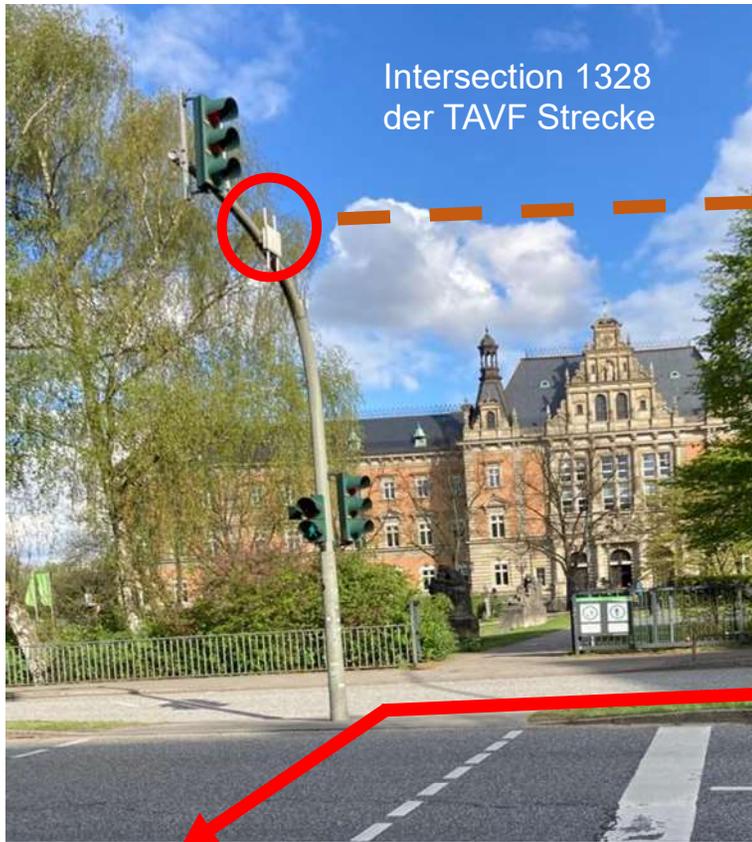
WAS FEHLT?

- **Statische Hindernisse**
 - Poller
 - Begrenzungssteine
 - Treppenstufen
 - Schlaglöcher
 - Pfützen
- **Dynamische Hindernisse**
 - e-Scooter
 - Parkende Lieferfahrzeuge



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

SHARED GUIDE DOG 4.0 KOMMUNIZIERT MIT ANDEREN VERKEHRSTEILNEHMERN ÜBER V2X



V2X

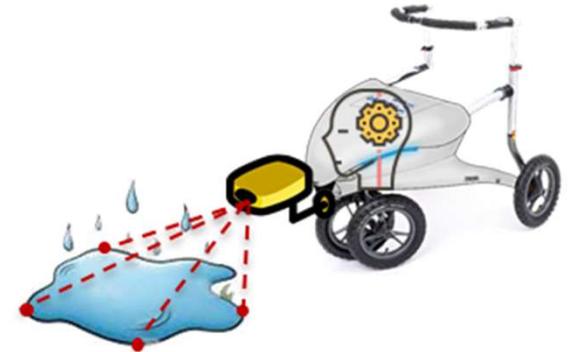


Cohda Wireless MK5
On Board Unit Rev 3.0
von ConsiderIT
als Kommunikationseinheit



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

SHARED GUIDE DOG 4.0 ERKENNT PFÜTZEN, UM IHNEN AUSZUWEICHEN



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

AUSWAHL DER TECHNIK

U-Net

Hohe Genauigkeit

Erkennung feiner Details

Effiziente Ressourcen-Nutzung

Langsame Verarbeitung

YOLO

Echtzeit-Objekterkennung

Effiziente Hardware-Nutzung

Kleine Objekte gut erkannt

Ungenau in der Segmentierung

Braucht diverses Training

Mask R-CNN

Präzise Segmentierung

Hohe Berechnungskosten

Langsame Inferenzgeschwindigkeit



Details (anders als z. B. bei der Erkennung von Tumoren in der Medizin) nicht entscheidend



Echtzeit ist das ausschlaggebende Kriterium



Präzise Abgrenzung nicht wichtig, da Pfützen meist mit seichtem Ufer beginnen



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

BEREITSTELLUNG DER TRAININGSDATEN



17



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

BEREITSTELLUNG DER TRAININGSDATEN



18



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

GEHWEGNAVI – DIE NAVIGATION DURCH DIESE HINDERNISSE GILT ES ZU BEHERRSCHEN



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?
mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024
Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelütern, Bhavinkumar Pael

RUBRIKEN IN DER MOBILITHEK



Allgemeine Informationen zur Wegeplanung

- Adressmerkmale
- Topografische Orte
- Points of interest
- Parameter zur Berechnung von Umweltfaktoren
- Parameter zur Berechnung von Fahrtkosten



Baustelleninformationen

- Langzeit-Baustellen
- Kurzzeit-Baustellen



Fußverkehrsnetze

- Fußwegenetz und Einrichtungen zur Barrierefreiheit



Unerwartete Ereignisse und Bedingungen im Straßenverkehr

- Unfall- und Störungsmeldungen
- Straßenzustandsinformationen



Statische Straßendaten

- Straßengeometrie
- Straßenbreite
- Anzahl der Fahrstreifen
- Steigungen/Gefälle
- Kreuzungen
- Straßenklassifizierung



Statische Verkehrsschilder und Verkehrsregelungen

- Zufahrtsbedingungen für Tunnel
- Zufahrtsbedingungen für Brücken
- Geschwindigkeitsbegrenzungen
- Sonstige Verkehrsschilder
- Dauerhafte Zufahrtsbeschränkungen
- Sonstige Verkehrsregelungen
- Verkehrsmanagementpläne



Dynamische Verkehrsschilder und Verkehrsregelungen

- Sperrungen und dynamische Beschränkungen von Straßen
- Sperrungen und dynamische Beschränkungen von Fahrstreifen
- Sperrungen und dynamische Beschränkungen von Brücken
- Sperrungen und dynamische Beschränkungen an Tunneln
- Sonstige Beschränkungen und Verkehrsregelungen
- Lkw-Überholverbote
- Dynamische Geschwindigkeitsbegrenzungen
- Wechselrichtungsregelungen
- Temporäre Verkehrsmanagementmaßnahmen



Echtzeit Verkehrsdaten

- Verkehrsaufkommen
- Geschwindigkeiten
- Lage und Länge von Verkehrsstaus
- Aktuelle Reisezeiten
- Prognostizierte Reisezeiten
- Erwartete Reisezeitverluste
- Wartezeiten an Grenzübergängen zu Nicht-EU-Staaten
- Sonstige Verkehrsdaten an Grenzübergängen



Öffentlicher Verkehr: Linienverkehr

- Anschlussverbindungen an Verkehrsknotenpunkten
- Betriebskalender
- Betriebszeiten
- Fahrpläne (dynamisch), voraussichtliche Ankunfts- und Abfahrtszeiten
- Fahrpläne (statisch)
- Fahrzeugdetails
- Netztopologie und Routen/Strecken
- Planmäßige Umsteigebeziehungen im Linienverkehr
- Störungen, Verspätungen, Ausfälle
- Verkehrsunternehmen
- Standardtarife
- Besondere Ticketarten
- Fahrgastklassen
- Geschäftsbedingungen
- Standardticketarten
- Vertriebsinformationen
- Zugangsknoten und Haltestellen: Standorte und Ausstattungsmerkmale
- Zugangsknoten und Haltestellen: Geometrien und Lagepläne
- Zugangsknoten und Haltestellen: aktueller Status von Ausstattungsmerkmalen
- Zugangsknoten und Haltestellen: Barrierefreiheit und interne Wegführung



Autonom navigieren auf dem Gehweg – Was können Mikromobile von Blinden lernen?

mFund Konferenz Berlin, 8.10.2024

Prof. Dr.-Ing. Henner.Gaertner@HAW-Hamburg.de, Kevin Kleinelumern, Bhavinkumar Pael



ERGEBNISSE IN DER MOBILITHEK

- 1.100 Ergebnisse in diesen Rubriken auf die Region Hamburg

The screenshot shows the 'mobil.thek' website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Datenangebote', 'Blog', 'Die Mobilithek', 'Hilfe', and 'Kontakt'. On the right, there are icons for accessibility (a person with a cane and a person with a wheelchair) and language options 'DE | EN'. Below the navigation, the main heading is 'Suchergebnisse' with a yellow badge indicating '1.146' results. A search bar contains the text 'Suche' and a magnifying glass icon. To the right of the search bar is a dropdown menu labeled 'Aktualität'. Below the search bar, there are several filter tags: 'Statische Verkehrsschilder und Verkehrsregelungen', 'Straßen', 'Allgemeine Informationen zur Wegeplanung', 'Baustelleninformationen', 'Fußverkehrsnetze', 'Echtzeit Verkehrsdaten', 'Statische Straßendaten', 'Unerwartete Ereignisse und Bedingungen im Straßenverkehr', 'Dynamische Verkehrsschilder und Verkehrsregelungen', and 'Raumbezug'. At the bottom left of the filter area, there is a link that says 'Filter löschen'.



GEHWEGNAVI – NAVIGATION AUF DEM GEHWEG



**VIelen DANK FÜR IHRE
IHR AUfMERKSAMKEIT!**



Miguel Martinez, M.Sc. | Miguel.MartinezGenis@haw-hamburg.de
Pascal Stahr, M.Sc. | Pascal.Stahr@haw-hamburg.de
Kevin Kleinelumern, B.Sc. | Kevin.Kleinelumern@haw-hamburg.de

Prof. Dr. Henner Gärtner | Henner.Gaertner@haw-hamburg.de
Prof. Dr. Jochen Maaß | Jochen.Maass2@haw-hamburg.de