



Maren Henzel, M.Sc.

Timm Ruppert, M.Sc.

Prof. Dr. Hermann Winner

Straßenbahn in Zukunft

Was die Straßenbahn vom Auto lernen kann



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

fashionweek-berlin.mercedes-benz.de

Fußgängerschutzsystem

Kollisionswarnung

Cruise Control

Müdigkeitsassistent

Automatische
Notbremsung

Nachtsicht
Assistent

Automatisiertes
Fahren

Abstandswarnung

Car2X-
Communication

Kreuzungs-
Assistent

Verkehrszeichen-
Assistent

Tot-Winkel
Assistent

Remote
Park-
Assistent

Was die Straßenbahn vom Auto lernen kann



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Automatisierungsgrade nach VDA (Verband der Automobilindustrie)

avd.de



Keine

Assistiert

Teilautomatisiert

Hochautomatisiert

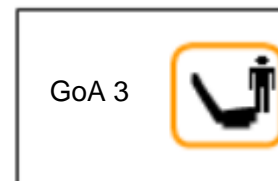
Vollautomatisiert

Fahrerlos

Automatisierung

Automatisierungsgrade nach UITP (Union Internationale des Transport Publics)

uitp.org



GoA = Grades of Automation

Das Kooperationsprojekt MAAS



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Automatisierungsgrade nach VDA (Verband der Automobilindustrie)

avd.de



Keine

Assistiert

Teilautomatisiert

Hochautomatisiert

Vollautomatisiert

Fahrerlos

Automatisierung

Automatisierungsgrade nach UITP (Union Internationale des Transport Publics)

uitp.org



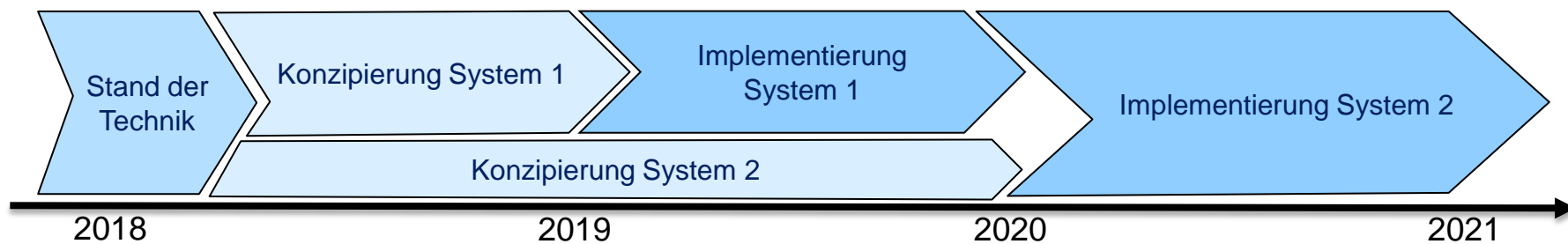
GoA = Grades of Automation

Das Kooperationsprojekt MAAS



„Machbarkeitsstudie zu Assistenz und Automatisierung der Straßenbahn“ - MAAS

- 01.11.2017 – 30.04.2021
- Zwei wissenschaftliche Mitarbeiter seitens der TU
- Kooperative Bearbeitung des Projekts mit der HEAG mobilo



Das Kooperationsprojekt MAAS

Für die Assistenzfunktionen benötigt werden bspw. ...

- **Umwelterfassung**
- **Kommunikation mit umgebenden Verkehrsteilnehmern**
- **Kommunikation mit Infrastruktur**
- **Fahrgastkommunikation**
- **Absicherung**

renishaw.de



giga.de

Blick in die Zukunft



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Beispiel 1: Effizientes Fahren mit Train2Infrastructure-Communication

- Nach dem Vorbild der Car2I-Communication
- Optimierung der Geschwindigkeit für die Straßenbahn auf Basis von prädizierten Lichtsignalanlagen-schaltungen
- Nutzen:
 - Minderung des Energiebedarfs
 - Minderung des Bremsenverschleißes
 - Erhöhung des Komforts für den Fahrgast
 - Verbesserter Verkehrsfluss

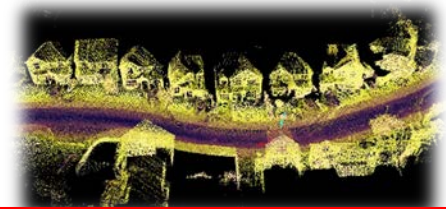


Blick in die Zukunft

Für die Assistenzfunktionen benötigt werden bspw. ...

- **Umwelterfassung**

renishaw.de



- **Kommunikation mit umgebenden Verkehrsteilnehmern**

- **Kommunikation mit Infrastruktur**

HEAG mobilo



- **Fahrgastkommunikation**



giga.de

- **Absicherung**

Blick in die Zukunft

Beispiel 2: Fahrerlose Straßenbahn auf dem Betriebshof

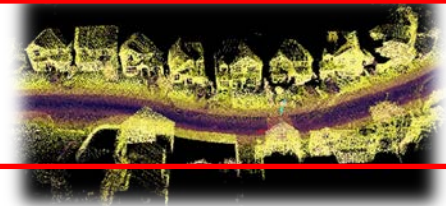
- Rangierfahrten vor und nach „Dienstantritt“
- Hinderniserkennung mit automatischer Bremsfunktion
- Eigenständiges Fahren der Straßenbahn nachdem die Zielposition festgelegt wurde
- Nutzen
 - Optimierung des Personal- und Maschineneinsatzes
 - Optimierung des Platzbedarfs



Blick in die Zukunft

Für die Assistenzfunktionen benötigt werden bspw. ...

- **Umwelterfassung**



renishaw.de

- **Kommunikation mit umgebenden Verkehrsteilnehmern**

- **Kommunikation mit Infrastruktur**

- **Fahrgastkommunikation**

- **Absicherung**

HEAG mobilo



giga.de

Blick in die Zukunft



Beispiel 3: Fahrerlose Straßenbahn in verkehrsarmen Zeiten

- Vollautomatische Fahrzeugführung unter Überwachung durch Leitzentrale
- Mehrfach redundante Sensorsysteme, lückenlose und hochzuverlässige Abdeckung des Kommunikationsnetzes
- In Zweifelsfällen Übergabe an Leitzentrale für teleoperierten Betrieb

- Nutzen
 - Ausweitung des Angebots durch höhere Wirtschaftlichkeit
 - Minderung des Energiebedarfs
 - Minderung des Bremsenverschleißes
 - Erhöhung des Komforts für den Fahrgast

Blick in die Zukunft

Für die Assistenzfunktionen benötigt werden bspw. ...

renishaw.de

- **Umwelterfassung**
- **Kommunikation mit umgebenden Verkehrsteilnehmern**
- **Kommunikation mit Infrastruktur**
- **Fahrgastkommunikation**
- **Absicherung**





TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FZD
*INNOVATION
DURCH VERSTÄNDNIS*