Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin
Nationales Metrologieinstitut

Ground-Truth Referenzsystem zur Bewertung der Robustheit von Wahrnehmungssensorik von Fahrzeugen

Dr. Sascha Meyne, Dr. Thorsten Schrader
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

01 – Einleitung & Motivation

02 – Sensorplattform MOPAS

03 – Anwendungsfälle für MOPAS

04 – Zusammenfassung

01 – Einleitung & Motivation

02 – Sensorplattform MOPAS

03 – Anwendungsfälle für MOPAS

04 – Zusammenfassung

Sicherheit beim autonomen Fahren (AD)

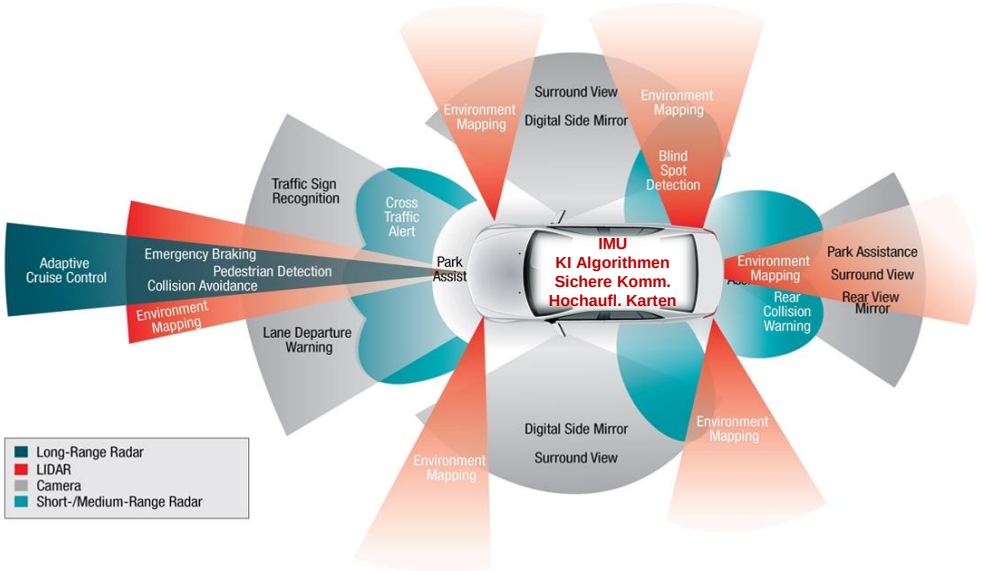
- **80-90% aller Unfälle** im Straßenverkehr gehen auf **menschliches Versagen** zurück
- Grundsätzlich hat AD das Potential, die Zahl der **Unfälle drastisch zu reduzieren**
- Akzeptanz vom AD nur bei **wahrnehmbar geringerem Risiko:** Reduzierung von mind. einer Größenordnung [1]
- **ABER**: die Komplexität, Vielschichtigkeit und Varianz des Problems stellt **höchste Anforderungen** an Wahrnehmungshardware und Entscheidungslogik

[1] PEGASUS - Projekt zur Etablierung von generell akzeptierten Gütekriterien, Werkzeugen und Methoden sowie Szenarien und Situationen zur Freigabe hochautomatisierter Fahrfunktionen, 2016

Paradigma „Sense, Plan, Act“

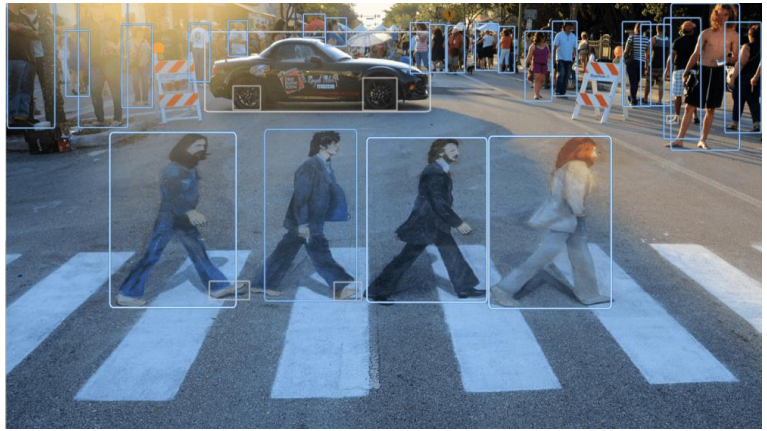
- **Sense: Konsistente Erkennung** des Umfeld und Lokalisierung des Fahrzeugs **in Echtzeit**
- **Plan: Routenplanung** und **Vorhersage** des Verhaltens anderer Verkehrsteilnehmer
- **Act: Ausführen** der Fahrbefehle für die Längs- und Querführung des Fahrzeugs

→ Durchführung von „Plan“ und „Act“ setzt **akkurate und synchrone Kenntnis der Umgebung** voraus



Warum ein Sensor alleine nicht ausreicht

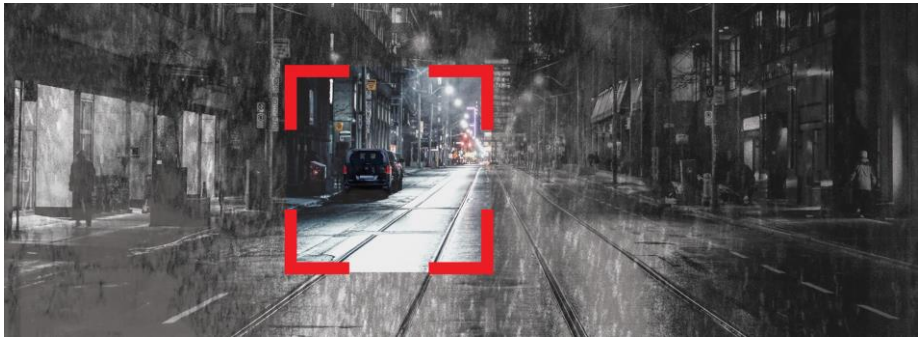
- Objekte sind mehr als ihre optische **Repräsentation** (gleiches gilt für den HF- und IR-Bereich)
- **Kameras** fehlen Tiefen- / Entfernungsinformation
- **Lidar** Punktwolken sind schwer zu interpretieren (speziell in großer Entfernung)
- Nicht jedes **metallische Ziel** stellt eine Gefahr dar
- … usw.



Quelle: https://www.blickfeld.com/de/blog/es-geht-nicht-ohne-lidar/

Widrigkeiten (Multi-) Sensorischer Wahrnehmung

- **Reflektivität**
- **Störstreukörper** (Regen, Schnee, Verschmutzung)
- **Störquellen** (Sonne, fremde Radare/Lidare)
- **Umgebungsbedingungen** (Beleuchtung, Kontraste)
- Breite **Anwendungsspektren**
  - Entfernungen
  - Geschwindigkeiten



Quelle: https://www.dense247.eu/home/index.html

01 – Einleitung & Motivation

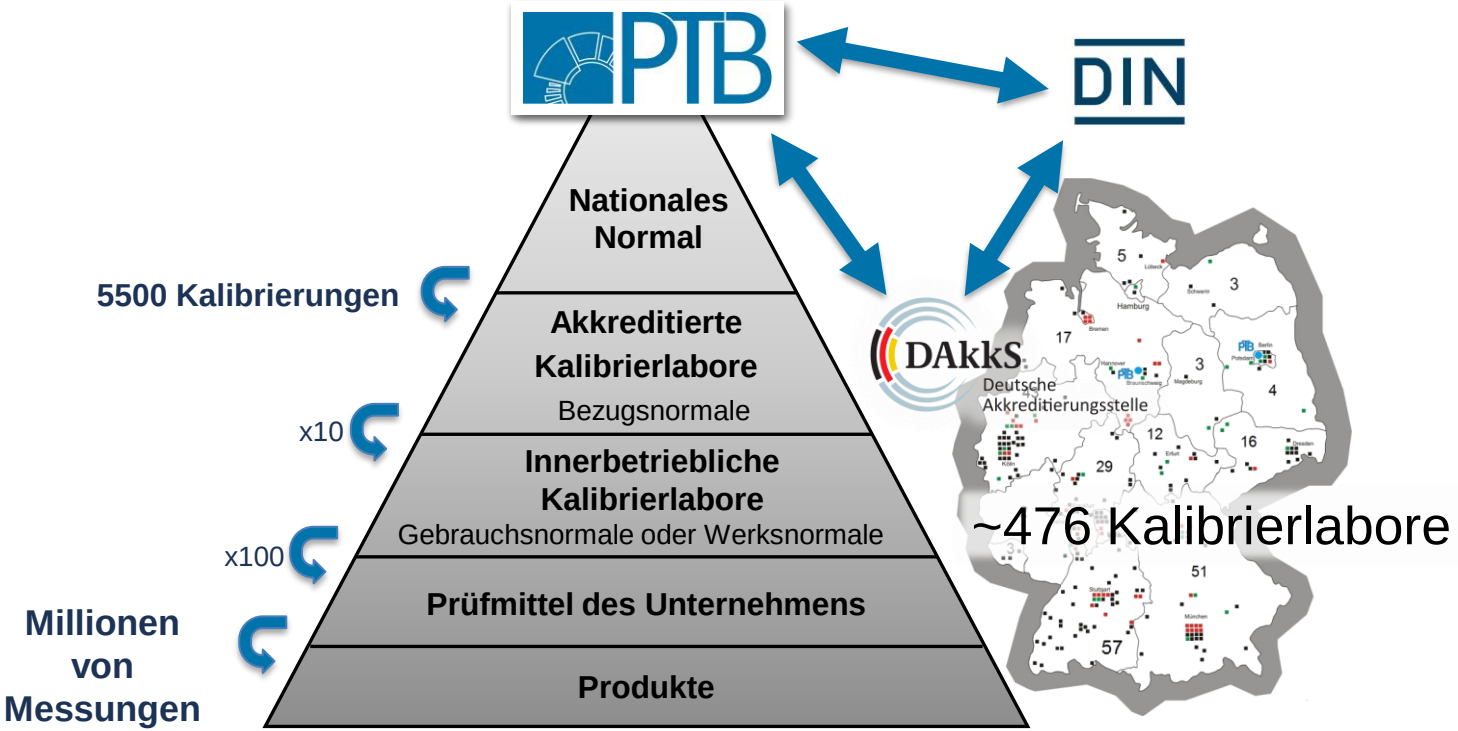
02 – Sensorplattform MOPAS

03 – Anwendungsfälle für MOPAS

04 – Zusammenfassung

Nationale Qualitätsinfrastruktur

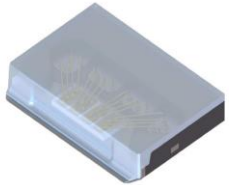
Gesetzliches Messwesen	Einheiten- und Zeitgesetz	Industrielles Messwesen



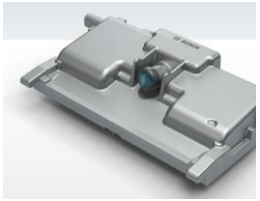
Modulare Sensorplattform MOPAS

- **MO**bile **P**latform for **A**utomotive **S**ensor Network Testing
- **State-of-the-Art Sensorarten** je mindestens ein Mal vertreten
- **Forschungsfahrzeug** als Träger des modularen Ground-Truth Referenzsystems
- **Sensorreferenz** für städtische Szenarien und Autobahnen

LR/MR/SR Radar



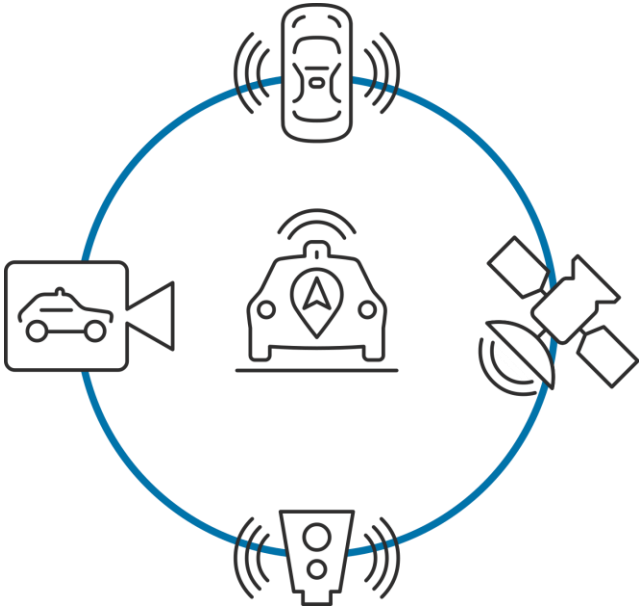
(Solid State) Lidar



Kamera

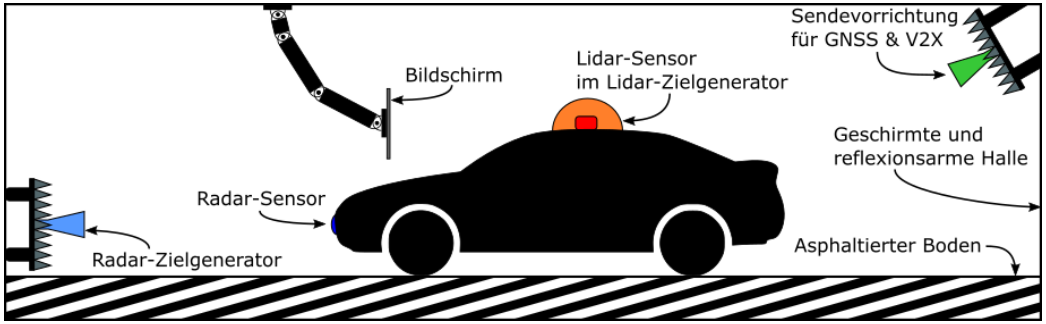
Workflow Sensordatenerfassung

- **Datenaufzeichnung (Recording)**
  - Kompromiss Datenqualität – Datenrate
- **Annotation der Daten (Labelling)**
  - Datengehalt: Paradoxon der 1-Milliarden-Fahrkilometer
- **Abspielen / Verzerren der Daten (Replay)**
  - Kohärentes Bild der Umgebung
  - Modifikation der Daten und Einspeisung in KI-Algorithmen
  - Angreifbarkeit von KI: *Adversarial attacks*
- **Referenz für Fahrzeugsensoren**
  - Abgleich / Plausibilisierung
- **Heterogene Datenströme / Sensordatenfusion**
  - Ermittlung von KPIs



Aufbau einer QI für HAD / AD

- Abwägung **Einzelprüfung und Prüfung im Verbund**
- Berücksichtigung der **Entscheidungslogik** (KI, klassische Regelung, etc.)
- Synthetische Signale und Simulation sorgen für **Reproduzierbarkeit**
- Sicherstellung der **Rückführbarkeit von Messungen**
- Bewertung **individueller und kollektiver Systemgrenzen**



01 – Einleitung & Motivation

02 – Sensorplattform MOPAS

03 – Anwendungsfälle für MOPAS

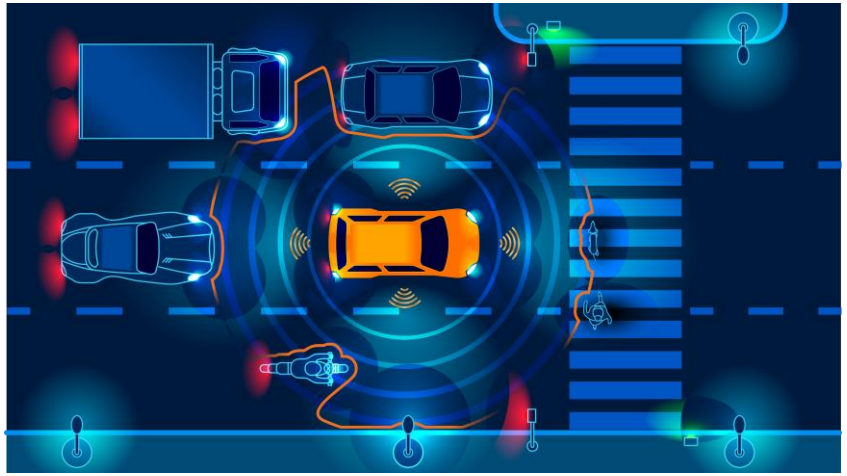
04 – Zusammenfassung

Systemkenntnis Perzeption

- **Identifikation Systemgrenzen**
  - Widrige Betriebsbedingungen
  - Störquellen (optisch, EM)
- **Parametrische Studien im Data Replay**
  - Bekannte Algorithmen sukzessive durch gezielte Signalverzerrung abtesten
- **Durchführung von Fallstudien**
  - Schlechtwetter-Fahrten
  - Ausfall von Sensoren

(Eigen-) Kalibrierung von Sensorsystemen

- Fähigkeit der Systeme, sich **im Feld zu justieren / kalibrieren**
- Leistungsfähigkeit nach **(leichtem) Unfall** oder bei **Ersatz von Komponenten**
- **Adaptive Kalibrierung** von Sensoren
- **Redundanz / Ausfallsicherheit** der Systeme
- **Angreifbarkeit** der Erkennungssysteme



01 – Einleitung & Motivation

02 – Sensorplattform MOPAS

03 – Anwendungsfälle für MOPAS

04 – Zusammenfassung

Zusammenfassung

Fazit

- ✓ Konzept einer Ground-Truth Referenz zum Kompetenzaufbau und zur Erprobung von hochautomatisierten / autonomen Fahrfunktionen
- ✓ Vielfältige Möglichkeiten der Charakterisierung innerhalb der PTB
- ✓ Modularität und Flexibilität im Fokus der Entwicklung

Ausblick

- ➢ Identifikation von Kooperationspartnern aus Forschung und Industrie sowie Einwerben von Drittmitteln
- ➢ Aufbau einer Qualitätsinfrastruktur für Fahrzeuge mit HAD / AD Funktionen und Einbettung in das regionale Innovationscluster

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Dr. Sascha Meyne
Telefon: 0531 592-1637
E-Mail: sascha.meyne@ptb.de
www.ptb.de

Stand: 21.09.2021