

# Développement de véhicules automatisés sur l'aire d'essai Mercedes-Benz à Immendingen – Projets de marquages routiers

## Dr. Nils Katzorke

- 2016 B.A, Bachelor en transport et gestion logistique de l'Ecole supérieure en sciences appliquées Ostfalia à Braunschweig
- 2018 Master en Business-engineering, Ecole supérieure Steinbeis à Berlin
- 2023 Docteur en administration des entreprises, Université à Prague
- 2016 – 2018 Coordinateur de projet pour la construction du centre technologique et de tests de Mercedes-Benz à Immendingen
- Depuis 2018 Responsable pour le développement stratégique du centre technologique et de tests de Mercedes-Benz à Immendingen





# Développement de véhicules automatisés sur le terrain d'essai de Mercedes-Benz à Immendingen - Projets de marquages routiers

Nils Katzorke

Directeur de projet pour le développement des terrains d'essai

16 novembre 2023

Journée technique SISTRA- Sursee, Suisse

Mercedes-Benz



# Agenda

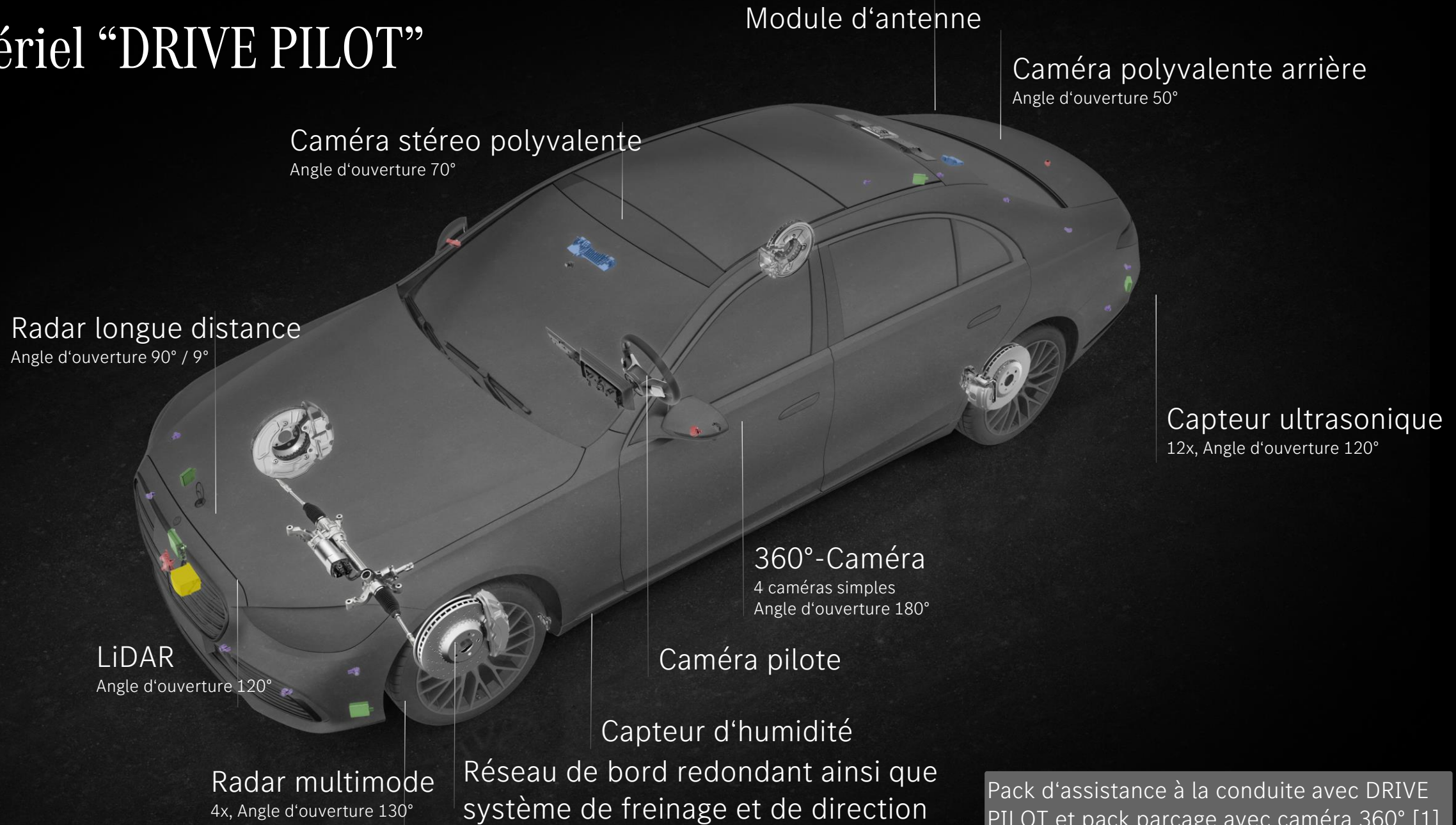
1. L'importance des marquages routiers pour les véhicules automatisés
2. Le monde entier à un seul endroit
3. Maximisation de la polyvalence des terrains d'essai

# Agenda

1. L'importance des marquages routiers pour les véhicules automatisés
2. Le monde entier à un seul endroit
3. Maximisation de la polyvalence des terrains d'essai



# Marériel "DRIVE PILOT"

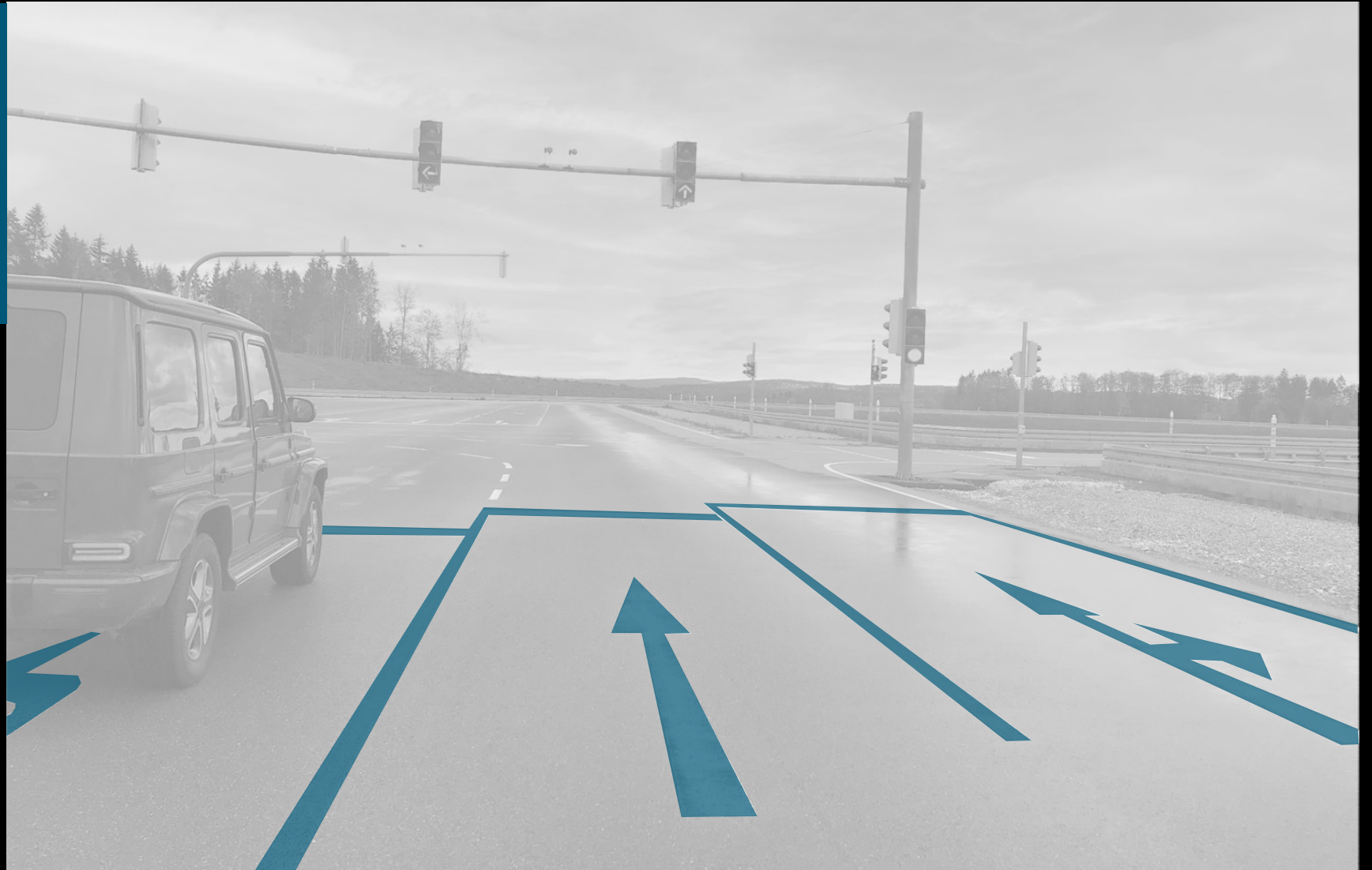


Pack d'assistance à la conduite avec DRIVE PILOT et pack parcage avec caméra 360° [1]

# Caractéristiques des marquages routiers

## Marquages routiers

- Couleur
- Modèle
- Contraste
- Réflexion (Réflexion diffuse /  
Rétroreflexion dans  
l'obscurité)



# Agenda

1. L'importance des marquages routiers pour les véhicules automatisés
2. Le monde entier à un seul endroit
3. Maximisation de la polyvalence des terrains d'essai



# Terrain d'essai Immendingen



Parcours de manutention

Aire de freinage

Aire de dynamique de conduite

Aire Bertha

Chemin

Ligne droite de route principale

Courbe de route principale

Route de campagne

Route de montagne

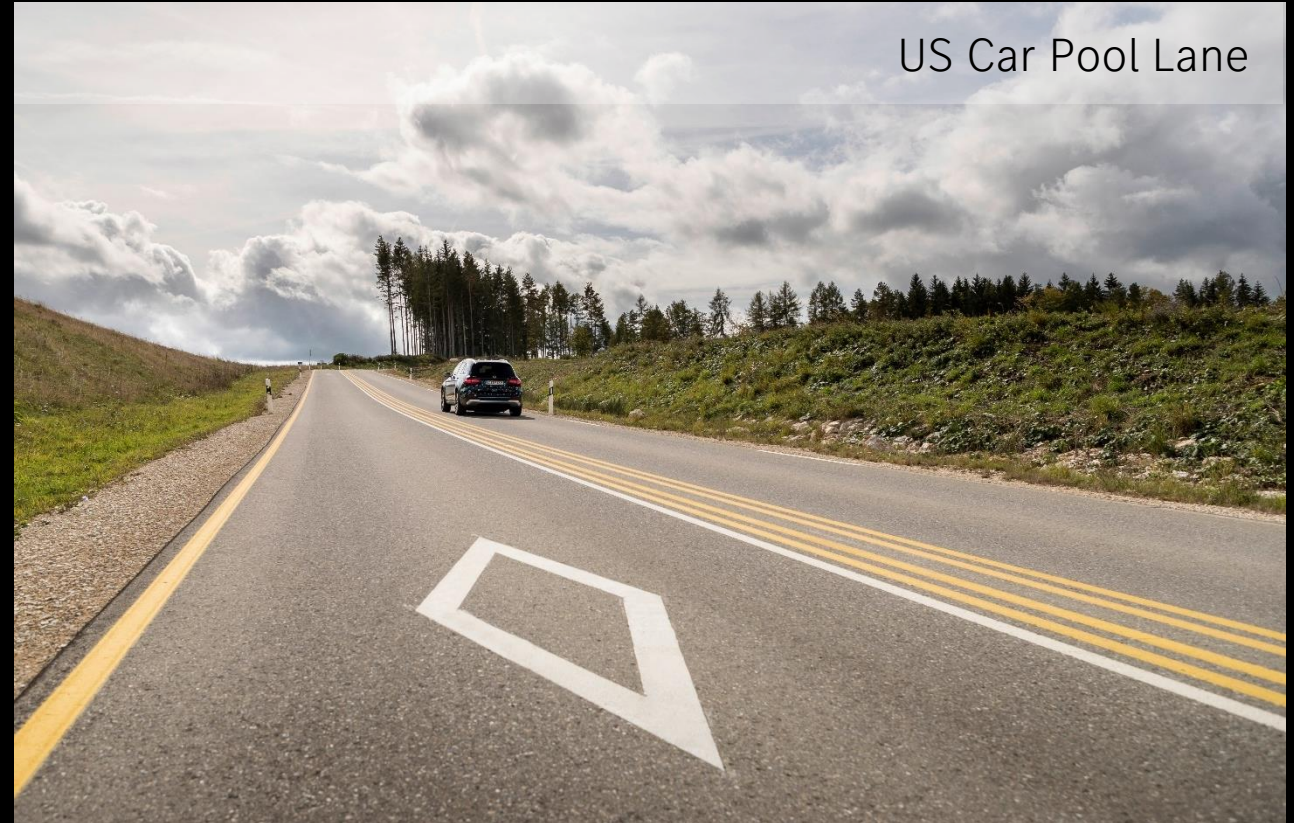
Parcours sur chaussée humide

- Surface 520 ha
- 55 km de pistes d'essai
- 12 km de mauvaises routes
- 30 ha de surface enrobée
- Marquage de 7 pays
- Ouvert en 2018
- Jusqu'à 400 véhicules



# Défis pour l'exploitant du terrain d'essai [2]

- Réseau routier de > 64,2 Mio. de km dans le monde [3]
  - Standards différents et propres à chaque pays
  - Le respect des standards ne peut pas être entièrement assuré
- Usure / salissures
- Absence de marquages (bord des routes)
- Chantiers et autres influences temporaires



Identification de scénarios critiques et adaptation agile des marquages nécessaires sur le terrain d'essai

[2] Katzorke, 2021

[3] CIA, 2013



# Marquages routiers propres à chaque pays

Chine



France



Japon



Espagne



Corée du Sud



USA





# Marquages spécifiques de places de parc

- Immendingen possède un grand nombre de différents marquages internationaux de places de parc
- Utilisation pour tester les systèmes d'assistance au parkage ainsi que les places de parc régulières à des fins de mobilité





# Marquages spécifiques de places de parc

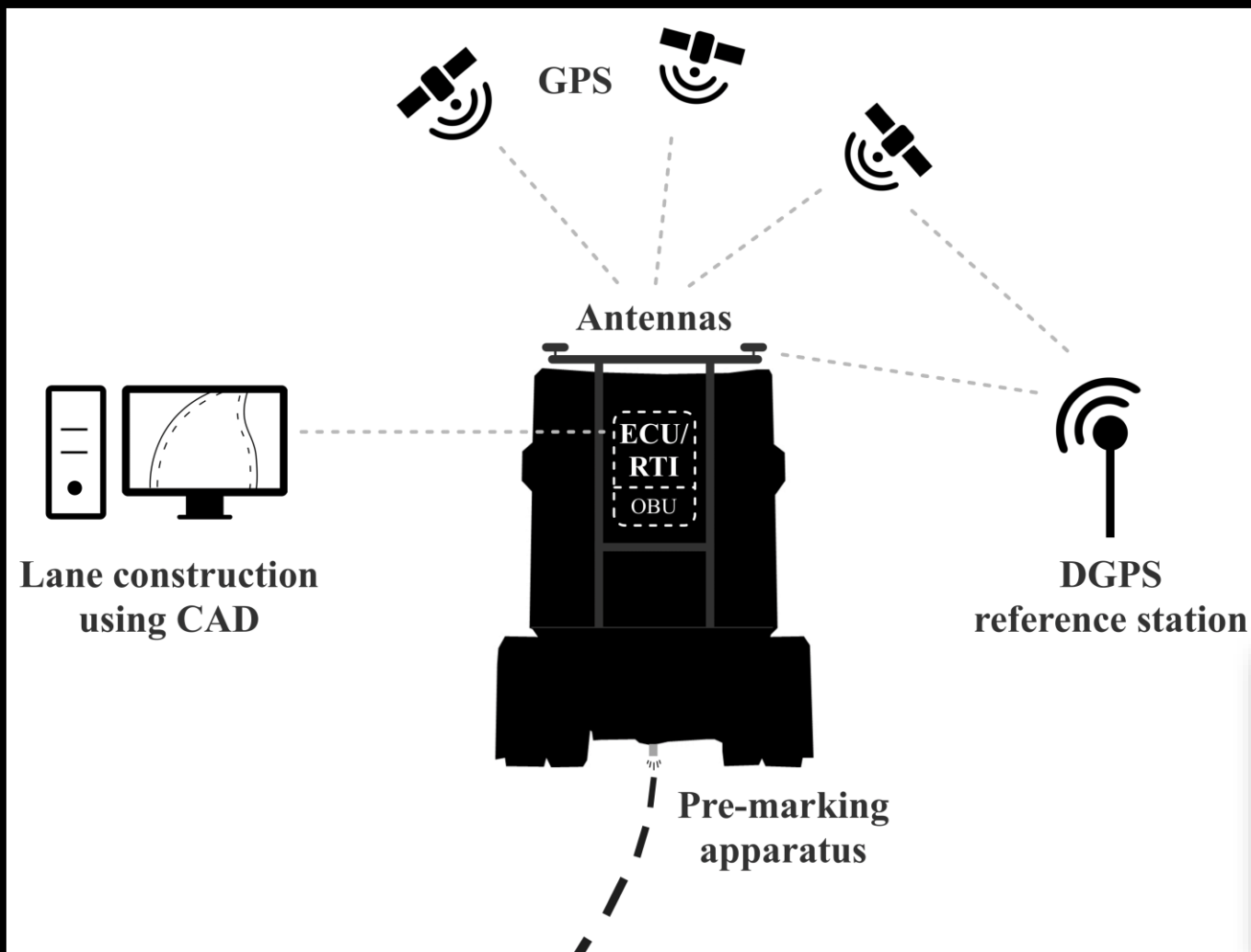


# Agenda

1. L'importance des marquages routiers pour les véhicules automatisés
2. Le monde entier à un seul endroit
3. Maximisation de la polyvalence des terrains d'essai



# Véhicules automatisés pour le prémarquage temporaire des motifs de marquage [4]



Structure du système pour le concept de prémarquage assisté par RTK

[4] Katzorke, 2022



# Véhicules automatisés pour le prémarquage temporaire de modèles de marquage [4]

© IEEE 2022 | <https://doi.org/10.1109/ICCVE52871.2022.9743020>

Courbe ( $r = 500$  m)

Courbe en S

Vue aérienne des manoeuvres de marquage sur l'aire de conduit dynamique

[4] Katzorke, 2022

# Conclusion: Concept de prémarquage automatisé [4]

- Les précisions sont en dessous des normes nationales (Allemagne, Angleterre, Irlande) en ce qui concerne les marquages permanents
- Précisions suffisantes pour les tests de certification et de notation
- Retour positif des utilisateurs → Marquages de manoeuvres très demandés
- Les vibrations des PL occasionnent des erreurs de positionnement [5]
  - On recommande des petits véhicules automatisés tels que VL ou plateformes

## Preuve du concept atteint

- + Faibles coûts
- + Précision suffisante
- + Temps d'application faibles
- Précisions en dessous des normes nationales (de meilleurs résultats sont atteints avec de plus petits véhicules)

[4] Katzorke, 2022

[5] Heinrich, 2021



# Analyse des propriétés de matériaux appropriées [6]



Mise en place de ' l'expérience  
Marquages longitudinaux et transversaux en  
tant que film de propriétés différentes (type I  
ou II, blanc ou jaune, avec ou sans primer,  
différentes colles)



# Exemples de projets | Zone de test systèmes de parcage

- Différents marquages de place de parc propre à chaque pays
- Des objets tels que bloqueurs de roues, barrières, poteaux et bordures peuvent être placés si nécessaires
- Des mannequins sont utilisés pour les véhicules et les piétons





# Exemples de projets | US Highway Divider (séparateurs)

- Selon MUTCD
- Contient des plots rétroréfléchissants



Rétroréflexion des plots  
de jour et de nuit



# Exemples de projets | Passages pour piétons





# Plateformes cibles pour l'application automatisée de films

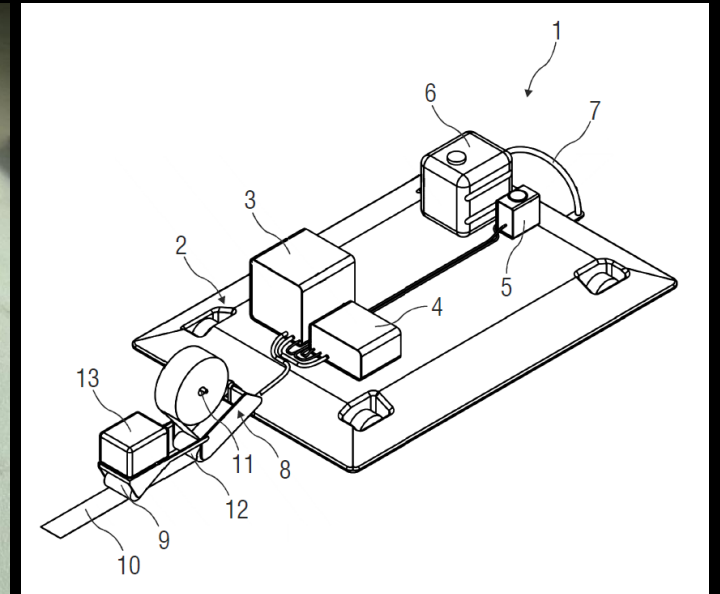
- Dispositif et méthode pour l'application automatisée de films en utilisant des données géoréférencées
- Pour une adaptation flexible de modèles de marquage sur env. 20 ha de surfaces d'enrobés (utilisés à Immendingen)
- Brevet déposé en 2022



Véhicule cible global



Plateforme



Manipulateur [7]

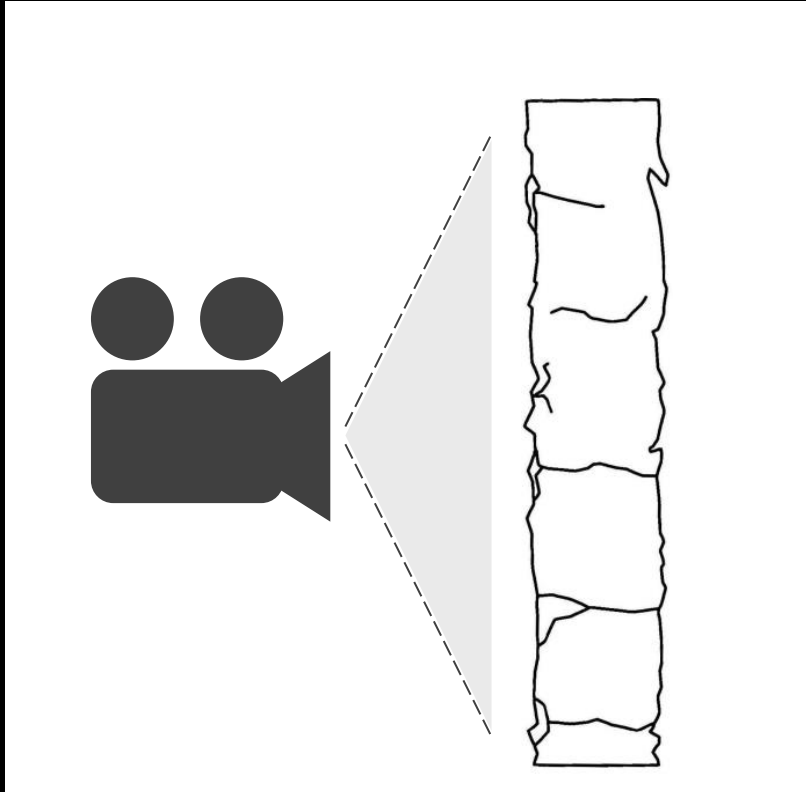


# Digitalisation de marquages existants pour tests virtuels

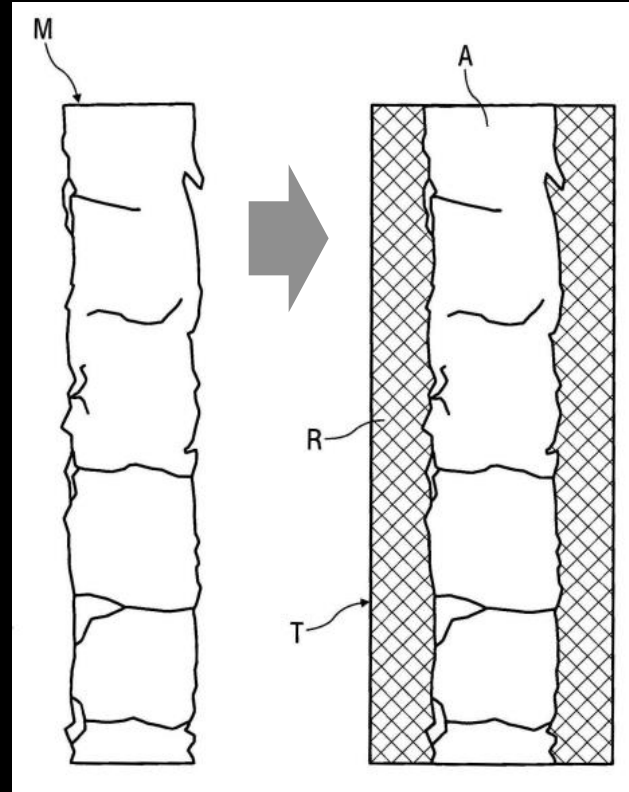
Les marquages routiers appliqués peuvent être rapidement modélisés sur le terrain d'essai jumeau digitalisé si'il existe des données linéaires géoréférencées.



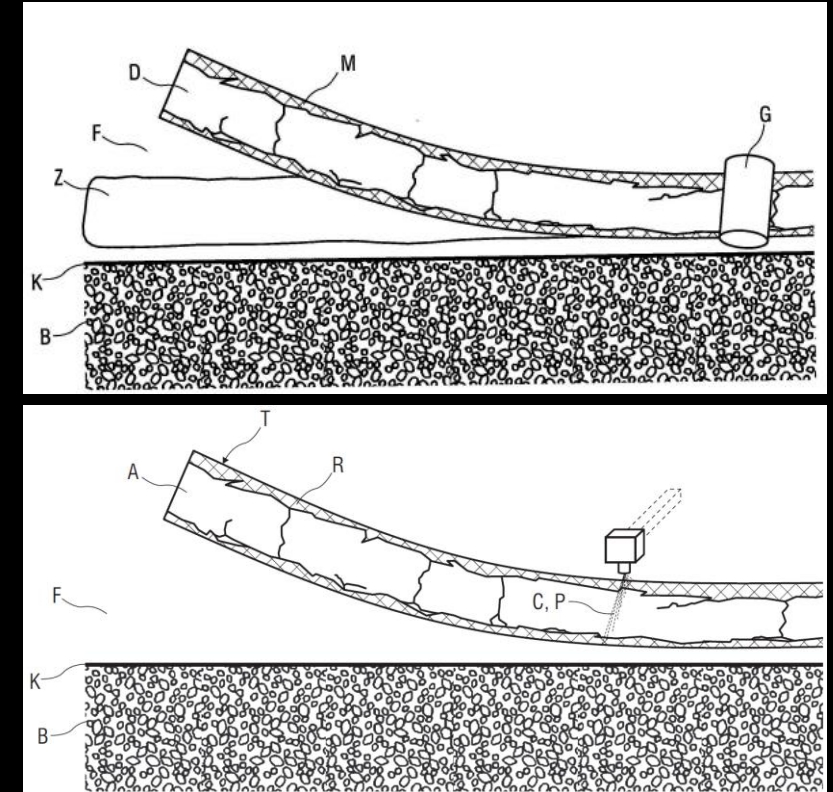
# Marquages routiers défectueux reproductibles



Saisir des modèles de dommages sur l'espace routier public



Fabrication d'un gabarit



Application directe au moyen de peinture / pulvérisation de matière plastique ou fabrication d'un film adhésif



# Conclusion & Contact

## Principaux messages

- Les véhicules automatisés utilisent les marquages routiers pour naviguer dans le trafic
- Des standards internationaux de marquage harmonisés accélèrent l'introduction de systèmes de conduite automatisée
- L'adaptation agile des marquages sur les terrains d'essai permet de représenter de nombreux scénarios

Nils Katzorke, DBA

 [nils.katzorke@mercedes-benz.com](mailto:nils.katzorke@mercedes-benz.com)

Autres publications

 [researchgate.net/profile/nils-katzorke-2](https://researchgate.net/profile/nils-katzorke-2)

# Bibliographie

- 
- [1] J. Haab und C. Rössing, “Autonomes Fahren – Intelligent Drive in der neuen S-Klasse im Spannungsfeld zwischen Komfort und Sicherheit,” präsentiert auf dem VDI-Abend „Autonomes Fahren“, Stuttgart, Deutschland, 16. März 2021.
- 
- [2] N. Katzorke, “Erkennung von Straßenausstattung durch automatisierte Fahrzeuge: Entwicklung und Erprobung,” präsentiert auf dem Aachener Fachsymposium Straßenwesen – Smart Infrastructure, Aachen, Deutschland, 17. Juni 2021. [LINK](#).
- 
- [3] Central Intelligence Agency. “The World Factbook.” CIA.gov. <https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/roadways/> (abgerufen am 15. Mai 2021). [LINK](#).
- 
- [4] N. Katzorke, “Using RTK-based automated vehicles to pre-mark temporary road marking patterns for test maneuvers of automated vehicles,” IEEE ICCVE, Lakeland, FL, USA, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICCV52871.2022.9743020. [LINK](#).
- 
- [5] L. Heinrich, “Handlungsempfehlungen zur Entwicklung eines Vorgehens zur anforderungsgerechten Vormarkierung für temporäre Straßenmarkierungen,” nicht veröffentlicht.
- 
- [6] N. Katzorke, S. Kastner, P. Kolar und H. Lasi, “Agile altering of road marking patterns for lane detection testing,” IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2022, doi: 10.1109/TITS.2022.3174919, [LINK](#).
- 
- [7] D. Rottler, S. Werr, N. Strube und N. Katzorke, “Vorrichtung und Verfahren zum Aufbringen einer Fahrbahnmarkierung auf einen Untergrund,” Deutsches Patent DE 10 2022 003 420.4, 2022, [LINK](#).
- 
- [8] N. Katzorke, “Verfahren zur physischen Simulation von geschädigten Fahrbahnmarkierungen und/oder Rückständen entfernter Fahrbahnmarkierungen,” Deutsches Patent DE 10 2023 000 230.5, 2023, [LINK](#).
-