



Continental

Arbeitspakete



Autor: Heiko Schnieders
Datum: 26.04.2023
Ort: Frankfurt am Main



**Finanziert von der
Europäischen Union**
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

1. Nutzerrollen
2. Komponenten
3. Konzept
4. AI Agent
5. Labeling Konzept
6. Testfahrt(en)



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kapitel 1

Executive Summary

Executive Summary



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Folgende wissenschaftliche und technische Ergebnisse wurden bisher von Continental erarbeitet:

- Ableitung der Szenarien für Levelkonformes Verhalten und Definition der Nutzerrollen
- Konzeptionelle MMI Entwicklung mit ersten MMI Elementen und Assets
- Fahrzeugaufbau zur Durchführung von Probandenstudien und Datenaufzeichnung
- Erstellung eines Labeling Konzepts und zugehöriger Spezifikation
- Training eines ersten "Mode Match Creator"-Agenten mittels Reinforcement Learning
- Entwicklung einer Simulationsumgebung für die Entwicklung des „Mode Match Creator“-Agenten
- Erfassung von Daten durch Probandenstudie mit definierten Studienszenarien für KI-Entwicklung



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

KARLI Nutzerrollen des automatisierten Fahrens

Beschreibung und Zuordnung zu SAE Leveln

KARLI Nutzerrollen des automatisierten Fahrens



Gefördert durch:
 Bundesministerium
 für Wirtschaft
 und Klimaschutz

Nutzerrolle	Kürzel	Beschreibung	Zuordnung SAE-Level	Icon (Vorschlag)
Aktiver Fahrer	K-R1	Verantwortlicher, aktiver Fahrzeugführer, möglicherweise unterstützt durch Assistenzsysteme.	0-1	
Überwachender Fahrer	K-R2	Verantwortlicher Fahrzeugführer, unterstützt durch Assistenzsysteme / Automatisierungssysteme, die die Fahraufgabe unter dauerhafter Überwachung des Fahrers übernehmen.	2	
Bereitschaftsfahrer	K-R3	Verantwortlicher Fahrzeugführer, unterstützt durch Automatisierungssysteme, die die Fahraufgabe vollständig übernehmen, jedoch jederzeit die Übernahme durch den Nutzer anfordern können und diesen als Rückfallebene nutzen.	3	
Zeitweiser Passagier	K-R4	Auf definierten Streckenabschnitten beteiligt sich der Nutzer in keiner Weise an der Fahrzeugführung, die Fahraufgabe wird vollständig dem Automatisierungssystem übergeben. Dieses ist in der Lage, alle Situationen ohne das Zutun des Nutzers zu bewältigen. Außerhalb dieser Streckenabschnitte wird ein Teil der Fahraufgabe an den Nutzer übertragen.	4 (Sub Trip)	
Vorbereitender Fahrer	K-R4-	Der Nutzer bereitet sich auf die anstehende Transition aus K-R4 in ein niedrigeres Level vor.	4 (Sub Trip)	
Dauerhafter Passagier	K-R5	Der Nutzer beteiligt sich während der gesamten Fahrt in keiner Weise an der Fahrzeugführung, die Fahraufgabe wird vollständig von dem Automatisierungssystem übernommen.	4 (Full Trip) - 5	



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



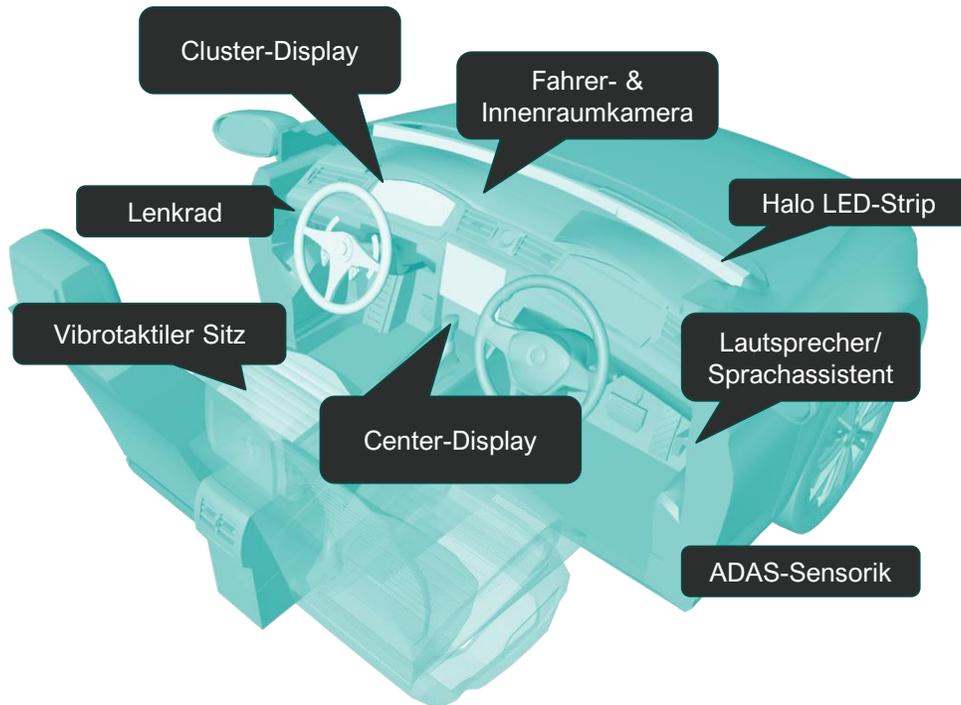
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Komponenten - Konzept – Funktionsweise

Ziel: Steuerung der Systemadaptivität in Passung zu Nutzerrolle

Komponenten



Cockpit des Forschungsfahrzeugs (Passat B8)



Gefördert durch:
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das Forschungsfahrzeug besitzt mehrere Ein- und Ausgabegeräte, um mit dem Fahrer zu interagieren. Außerdem werden während der Fahrt Fahrzeuginnenraum und -Umgebung aufgezeichnet.

Zur Interaktion werden verschiedene Modalitäten sowie unterschiedliche visuelle Informationskanäle genutzt:

- **Das Wizard-of-Oz-Fahrzeug verfügt auf Seite des Probanden über:**
 - Eine Lenkradattrappe mit Tasten und Schaltwippen
 - Gas- und Bremspedalattrappen
 - Ein digitales Cluster-Display hinter dem Lenkrad
 - Einen Sitz mit einer vibrotaktile Matte für haptische Signale
 - Ein Center-Display mit Touchscreen, auf dem verschiedene Funktionen des Fahrzeugs benutzt und eingestellt werden können.
 - Ein Lautsprechersystem, an das die Systeme gekoppelt sind
 - Ein Halo LED-Strip, das als Lichtband entlang der Windschutzscheibenwurzel verläuft und mit Signalen und Animationen in unterschiedlichen Farben angesteuert werden kann
- **Auf der Seite des Wizard-of-Oz-Fahrers befinden sich:**
 - Ein Lenkrad
 - Gas- und Bremspedal
 - Ein Überwachungsdisplay für Fahrzeugfunktionen

Konzept

In unserem Fahrzeug wird der Ansatz verfolgt, die HMI-Elemente auf solche Weise einzusetzen, dass der Nutzer sich levelkonform verhält.

Das bedeutet beispielsweise, dass je nach Nutzerrolle bestimmte fahrfremde Tätigkeiten unterbunden werden.

Auf Basis der *Multiple-Resource-Theory* [1] soll so ein Informationskanal des Nutzers benutzt werden, der während der aktuellen Tätigkeit nicht belegt ist. Beispielsweise sollte, sobald die Fahrerin sich auf K-R2 umdreht, ein Warnton erklingen, da sie gerade nicht auf die Displays sieht oder sehen kann. Im Hintergrund besitzt die KI einen sogenannten „HMI-Agent“. Dieser Agent hat, wie in der Tabelle rechts dargestellt, ein Set an Signalen, welche er an das HMI senden kann. Der Agent entscheidet je nach vorliegendem Nutzerzustand, Fahrsituation und Automatisierungsgrad welche Signale er ausgibt. Diese „HMI-Bibliothek“ des Agenten besteht aus unterschiedlichen Stufen von Benachrichtigungen. Diese Stufen bauen aufeinander auf und sind ähnlich einer Warnkaskade strukturiert. Diese Warnkaskade bietet dem HMI-Agenten eine Struktur, um bei steigender Dringlichkeit geeignete Signale anzusteuern.

[1] Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Human factors*, 50(3), 449-455.



Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:

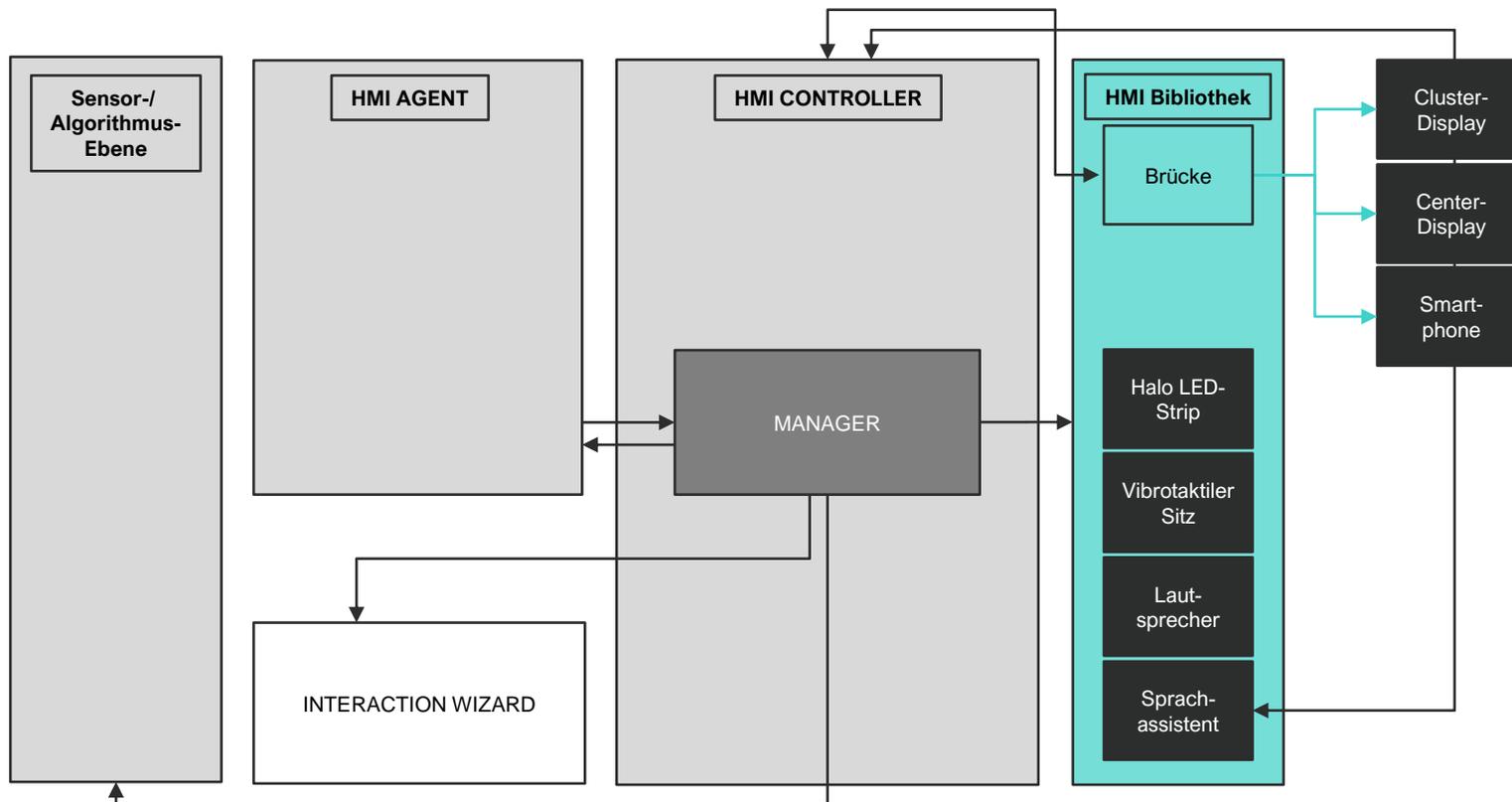


aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

	Benachrichtigung in Stufe 0	Benachrichtigung in Stufe 1 (Zeitintervall 5 s)	Benachrichtigung in Stufe 2 (Zeitintervall 5 s)	Benachrichtigung in Stufe 3 (Zeitintervall 5 s)
Cluster-Display	Basis	Warn-Piktogramm	Warn-Piktogramm mit erläuterndem Text	Pulsierendes Warn-Piktogramm mit erläuterndem Text, ggf. größer oder mit rotem Rahmen
Center-Display	Basis	Warn-Piktogramm	Warn-Piktogramm mit erläuterndem Text	Pulsierendes Warn-Piktogramm mit erläuterndem Text, ggf. größer oder mit rotem Rahmen
Halo LED-Strip	Basis	Warn-Animation	Warn-Animation mit intensiverer Helligkeit oder Sättigung	Warn-Animation mit noch intensiverer Helligkeit oder Sättigung
Vibrotaktile Sitz	Basis	Vibrationsmuster: Einfache Vibration von unten nach oben	Vibrationsmuster: Einfache Vibration von unten nach oben, mit verstärkter Intensität	Vibrationsmuster: Einfache Vibration von unten nach oben, mit verstärkter Intensität und Geschwindigkeit der Vibration
Lautsprecher	Basis	Warnton	Warnton mit höherer Lautstärke	Warnton mit höherer Lautstärke und z.B. erhöhtem Takt.

HMI-Bibliothek – Möglichkeiten für Signale, die dem HMI-Agent je nach Dringlichkeit zur Verfügung stehen

Funktionsweise



Flowchart zur Erläuterung der Systembestandteile und Signalsteuerung



Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Die Software, die im Hintergrund die Signale steuert und verarbeitet, hat mehrere Bestandteile: Die Sensor-/Algorithmus-Ebene verarbeitet bzw. interpretiert die Sensoraden (z.B. Interieur-Kameradaten). Der HMI-Controller ist die zentrale Komponente, welche zusammen mit dem HMI-Agenten die Daten der Sensor/Algorithmus-Ebene auswertet und entsprechende Signale an die Ausgabegeräte (HMI-Bibliothek) sendet. Alle (Touch)-Screen Devices werden über ein HMI-Prototyping-Framework angesteuert. Über eine „Brücke“ werden die Signale passend für die HMI-Software umgesetzt. Auch Inputs der (Touch)-Screens können an den zentralen Controller gesendet werden. Andere Geräte des HMIs – wie z.B. der Halo LED-Strip, die Vibrationsmatte und das Sprachdialogsystem – laufen in einer gesonderten Instanz. Sind auf der Sensor-/Algorithmus-Ebene Daten (noch) nicht verfügbar, werden aber für die Gesamtfunktion des Systems benötigt, kann zudem ein menschlicher Interaction-Wizard Signale initiieren und steuern.



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

AI Agent & Labeling Konzept

Ziel: Steuerung der Systemadaptivität in Passung zu Nutzer:Innen Rolle

Simulationsumgebung: Model-based Simulation

Die **Model-based Simulation**, kurz **MBS**, kann das Verhalten von Fahrern und Fahrerinnen auf Basis von Modellen simulieren. Mit Hilfe der MBS können intelligente Systeme zur **Nutzerinteraktion** erzeugt werden, unter Verwendung von Methoden des **Reinforcement Learnings**.

Dabei wird zunächst ein sogenannter Human-Machine Interaction Agent, kurz **HMI Agent**, mit Hilfe der MBS trainiert. Der HMI Agent kann Aktionen bzw. sogenannte **Cues** aktivieren, welche einer spezifischen Interaktion entsprechen. Dies kann z.B. die Anzeige eines Symbols sein. Nach einem erfolgreichen Training, kann der HMI Agent in einem Fahrzeug bereitgestellt werden. Das Verhalten der Fahrer und Fahrerinnen als auch die Entscheidungen des HMI Agenten können während realen Fahrten aufgezeichnet, und in einer **Datenbasis** zusammengeführt werden. Diese dient wiederum als Grundlage für die **Parametrisierung der MBS**, um möglichst reale Szenarien simulieren zu können.



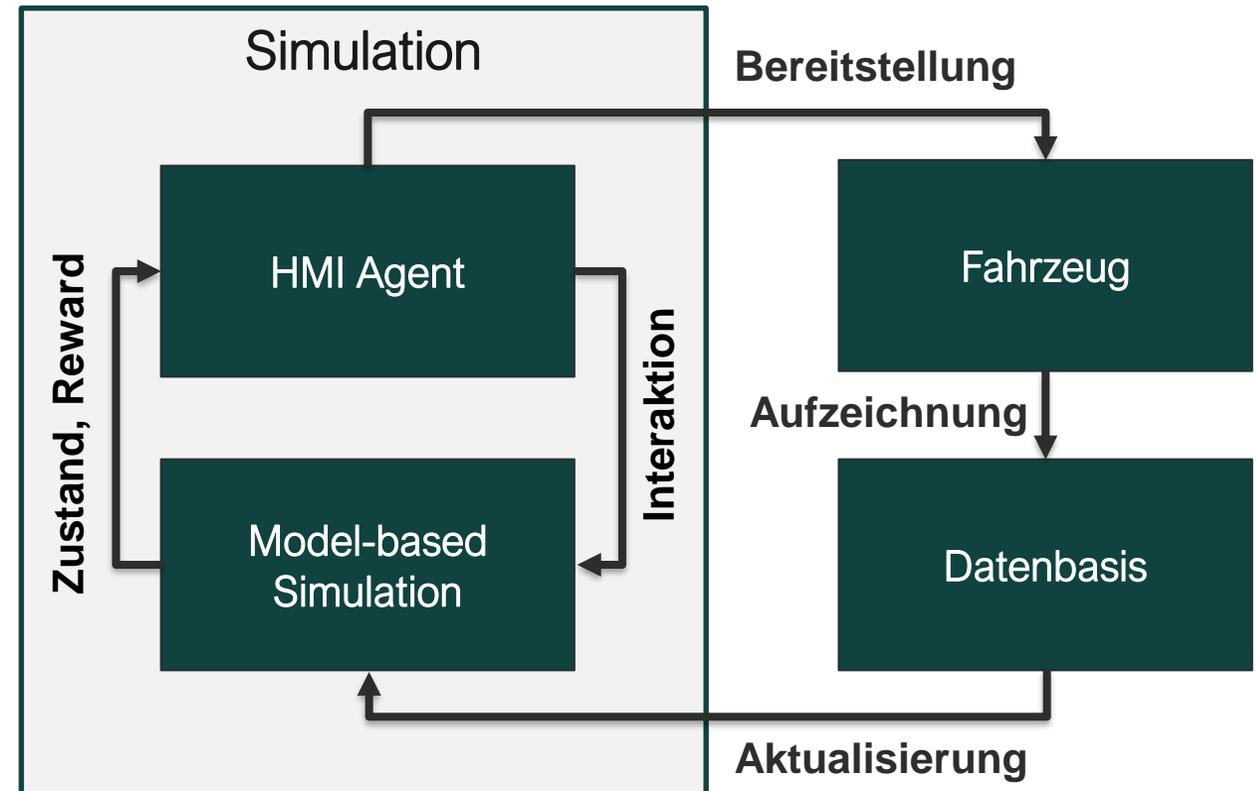
Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Mode Match Creator: HMI Agent



Gefördert durch:

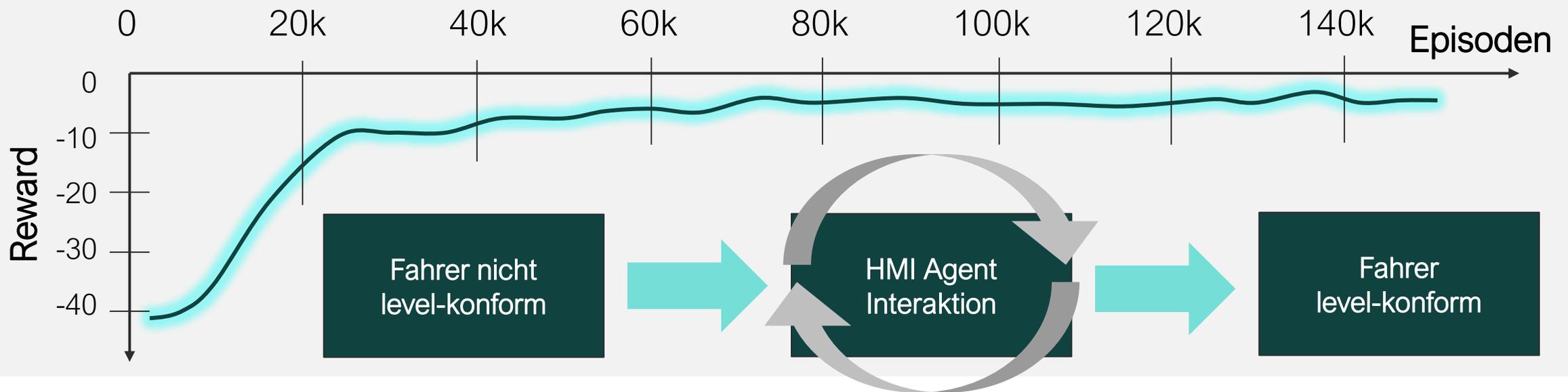


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Finanziert von der
NextGenerationEU

Die Kernaufgabe des HMI Agenten ist es, einen Fahrer oder eine Fahrerin, in einem **level-konformen Zustand** zu halten. Dazu erhält der Agent am Eingang u.a. den aktuellen **Fahrerzustand** und wertet aus, ob ein nicht level-konformer Zustand vorliegt. Wenn dies der Fall ist, werden entsprechende **Interaktionen** eingeleitet, welcher der Agent während des Trainings durch die MBS erlernt hat. Während dem Training **maximiert** der HMI Agent den **akkumulierten Reward** über mehrere Szenarien (Episoden).

Unten im Schaubild ist ein Beispiel einer solchen Reward-Kurve abgebildet. Dabei spiegelt der **Reward** das **Optimierungsziel** (Fahrer bzw. Fahrerin level-konform) wider. In unserm Fall ist die Reward-Funktion so gewählt, dass der optimale Reward nahe Null liegt.



Labeling Konzept und Spezifikation

Das **Labeling Konzept** und die dazugehörige **Labeling Spezifikation** beschreiben zum einen die Anforderungen und den **Prozess** des Labelings, und zum anderen die konkrete **Labeldefinition** als auch die **Datenstruktur**, um die Labels in einem konsistenten und **austauschbaren Format** ablegen zu können. Das Labeling Konzept wurde für die Applikation LKV entworfen, kann aber auch projektweit Anwendung finden.

Das Konzept umfasst zwei Labelingstufen:

- Ein **Onlinelabeling**, welches während oder unmittelbar nach einer Studienfahrt durchgeführt wird
- Ein **Offlinelabeling**, welches nach einer Studie ausgeführt wird

Beide Labelingstufen sehen sowohl ein automatisches als auch manuelles Labeling vor. Ein Ausschnitt aus den abgestimmten definierten Labels ist auf der rechten Seite dargestellt.



Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Labelname	Typ	Beschreibung
Allgemein		
<u>timestamp</u>	AON	Einheitlicher Zeitstempel notwendig zu <u>Referenzzwecken</u> .
<u>timestampExperiment</u>	MON	Weitere Zeitstempel, welche bestimmte Experimentphasen markieren.
<u>temperatur</u>	AON	Umgebungstemperatur des Fahrzeuges.
<u>weather</u>	AON	Witterungsbedingung, welche während der Studie herrschte.
Fahrerzustand		
<u>drowsiness</u>	AON	Beschreibt die Müdigkeit eines Probanden.
<u>distractionLevel</u>	AON	Beschreibt die visuelle Ablenkung des Probanden.
<u>eyesOnRoad</u>	AON	Zeigt an, ob der Proband die Augen auf der Straße hat oder nicht.
<u>gazeSector</u>	AON	Definiert den Bereich, den der Proband visuell wahrnimmt bzw. ansieht.
<u>handPos3D</u>	AOFF/MOFF	Definiert die Position der Hände (3D).
<u>activity</u>	MON/MOFF	Beschreibt die aktuelle Fahreraktivität.
<u>handsOnWheel</u>	AON	Wird automatisch, basierend auf dem Lenkmoment bestimmt.
<u>workloadLevel</u>	MOFF	Beschreibt die aktuelle mentale Arbeitslast des Probanden.
<u>speech</u>	AOFF/AON	Textrepräsentation der Gespräche im Fahrzeug.
<u>emotion</u>	MOFF	Emotion bzw. Gesichtsausdruck des Probanden.
<u>valenzExtreme</u>	MON	Extreme positive und negative Stimmung.



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Testfahrt(en)

Ziel: Steuerung der Systemadaptivität in Passung zu Nutzer:Innen Rolle

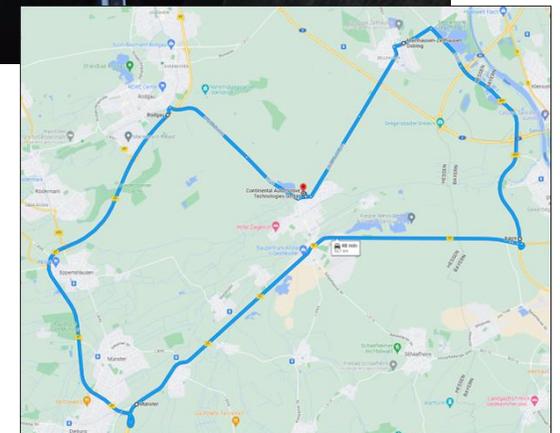
Testfahrten

Iterative Verbesserung des Test-Setups und des HMIs

- August 2022
Testfahrten mit Fokus auf Systemtests
- Februar / März 2023
Testfahrten mit Fokus auf Datenaufzeichnung der Szenarien
- August / September 2023
Testfahrten mit Fokus auf Wirksamkeit unterschiedlicher HMI-Modalitäten
- Frühjahr 2024
Testfahrten / Abschließende Nutzerevaluation



Versuchsszenario im Wizard-of-Oz-Fahrzeug



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kontakt



Fabian Faller
Technischer Projektleiter, Applikationsleiter „LKV“
fabian.faller@continental.com



Christian Hellert
Technischer Leiter KI
christian.hellert@continental.com



Markus Bosl
Interactiondesigner – HMI Prototyping
markus.bosl@continental-corporation.com



Heiko Schnieders
Projektleiter
heiko.schnieders@continental.com



Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages