



**Partnerspezifischer Schlussbericht  
CMORE Automotive GmbH**

zum Teilvorhaben

**„Integriertes Daten-Management und  
-Verarbeitung“**

(Förderkennzeichen: 19A19013I)

im Verbundprojekt

**KI-DeltaLearning - Methoden und Werkzeuge zur  
effizienten Erweiterung und Transformation  
vorhandener KI-Module autonomer Fahrzeuge**

*Projektlaufzeit: 01.01.2020 – 30.04.2023*

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Dokumenteninformation

### Autoren

Dr. Christian König – CMORE Automotive

### Kontakt

Dr. Christian König  
CMORE Automotive GmbH  
Kemptener Straße 99  
88131 Lindau  
Deutschland

Phone: +49 151 203427-65  
Email: [christian.koenig@dxc.com](mailto:christian.koenig@dxc.com)

Projektwebsite: [www.ki-deltalearning.de](http://www.ki-deltalearning.de)



## Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Kurze Einführung in das Projekt und das Projektumfeld</b>  | <b>4</b>  |
| 1.1 Aufgabenstellung  | 4         |
| 1.2 Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde   | 4         |
| 1.2.1 Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen   | 4         |
| 1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens  | 6         |
| 1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde   | 7         |
| 1.4.1 Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden           | 7         |
| 1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen  | 7         |
| <b>2 Eingehende Darstellung der geleisteten Projektarbeit</b>   | <b>8</b>  |
| 2.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele              | 8         |
| 2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises  | 11        |
| 2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit   | 11        |
| 2.4 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans     | 11        |
| 2.5 Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen | 12        |
| 2.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Absatz 11 der NKBF   | 12        |
| <b>Literatur</b>  | <b>13</b> |



# 1 Kurze Einführung in das Projekt und das Projektumfeld

## 1.1 Aufgabenstellung

Die Aufgaben die sich das Projekt KI-DeltaLearning als Ganzes gesetzt hat, sind im „Zusammenfassenden Schlussbericht“ des Verbundprojektes ausführlich beschrieben.

Die wesentlichen Aufgaben seitens CMORE im Projekt waren im TP1 „Datengewinnung“, insbesondere in AP 1.1 „Integriertes Datenmanagement und -verarbeitung“ angesiedelt. Dort sollte eine Plattform für Datenmanagement und -verarbeitung aufgebaut werden, die in der Lage ist, die Messdaten (bestehend aus mehreren Videodatenstreams, Lidardaten, Metadaten) teilweise automatisch zu prozessieren und den Nutzer:innen zur Verfügung zu stellen, damit einzelne manuelle Prozessschritte durchgeführt werden können.

## 1.2 Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

### 1.2.1 Bezug des Vorhabens zu den förderpolitischen Zielen

#### 1.2.1.1 BMWK-Fachprogramm (zum Zeitpunkt der Antragstellung BMWi)

Das BMWK-Fachprogramm, im Rahmen dessen das vorliegende Vorhaben gefördert wurde, formuliert als Hauptziel die „Stärkung der industriellen und wissenschaftlichen Innovationskraft Deutschlands im Bereich des automatisierten Fahrens“.

Der Zeitdruck ist hoch und eine systematische Förderung der Erforschung von KI im Allgemeinen und der Entwicklung von KI-basierten automatischen Fahrfunktionen war und ist weiterhin daher zwingend geboten. So empfiehlt die Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) der Bundesregierung in ihrem neuen Gutachten, ihre Aktivitäten bei autonomen Systemen und KI weiterhin zu verstärken – ein Impuls, der von den Ressorts BMBF und BMWK positiv aufgegriffen wurde.

Das hier dokumentierte Vorhaben hat einen zentralen Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschafts- und Wissenschaftsstandorts Deutschland geleistet. Durch das Projekt wurden die nationale Automobilindustrie und Forschungslandschaft befähigt, bestehende Kompetenzen für eine Schlüsseltechnologie im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens auf- und auszubauen. Die Aufrechterhaltung und der Ausbau der Innovationskraft der deutschen Automobilindustrie allgemein und insbesondere auch der Automobilzulieferer ist von *erheblichem Bundesinteresse*, da es langfristig zur Generierung von Wertschöpfung am Standort Deutschland beiträgt.

Das Vorhaben weist einen konkreten Bezug zur Programmsäule „Automatisiertes Fahren“ des BMWK-Fachprogramms auf. In Summe adressiert KI-DeltaLearning drei der dort definierten sieben Themenfelder:



Tabelle 1: Beiträge des Vorhabens KI-DeltaLearning zu den Forschungszielen des BMWK-Fachprogramms:

| Themenfeld  | Forschungsziel  | Beitrag KI Delta Learning   |
|---|---|---|
| Innovative Sensorik und Aktoriksysteme                | Weiterentwicklung Sensorik- und Aktoriksysteme und dazugehörige Architektur   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Steigerung der Nutzbarkeit bestehender Sensorik-Architekturen bei sich ändernden Sensor-Setups</li> <li>▪ Weiterverwendung von Daten von einer Sensorgeneration zur nächsten bzw. die Überbrückung von Deltas zwischen unterschiedlichen Sensortypen (z.B. zwischen Video, Lidar und Radar)</li> </ul>   |
| Neuartige Verfahren zur Datenfusion und -verarbeitung | Optimierung der Verfahren zur Sensordatenfusion und -auswertung   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Herausforderung aus Sicht der KI besteht nicht primär durch sich ändernde Automatisierungsgrade, sondern z.B. durch sich ändernde Einsatzorte</li> <li>▪ Befähigung zur Weiterverwendung bestehender Verfahren in anderen Umgebungen bzw. Einsatzorten bzw. Use Cases – mit dem Fokus auf verschiedene Wahrnehmungsaufgaben</li> </ul>         |
| Angepasste Testverfahren und Validierung              | Entwicklung neuartiger Indikatoren, Testverfahren und -methoden für Test und der Absicherung der automatisierten Fahrfunktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entwicklung von Ansätzen für den robusten Einsatz von KI-Modulen, die u.a. Widerstandsfähigkeit gegen unbekannte, seltene oder kritische Szenen ermöglichen</li> <li>▪ Messbarmachung von Robustheit durch Definition von „Kritikalitätsfunktionen“ messbar gemacht</li> <li>▪ Definition von Robustheit als Lernziel für KI-Module</li> </ul> |

### 1.2.1.2 KI-Strategie der Bundesregierung

Die Bundesregierung hat im Rahmen der Strategie Künstliche Intelligenz das Ziel ausgegeben, Deutschland zu einem führenden KI-Standort zu machen und die Entwicklung der KI gemeinwohlorientiert und zum Nutzen des Menschen voranzutreiben. Hierzu wurden zwölf Handlungsfelder definiert, in denen die Technologie sowie deren Förderung strukturell verbessert werden sollte. Im Rahmen dieses Vorhabens sind hiervon drei hervorzuheben: die Förderung der Forschungslandschaft, der Transfer der neuesten Methoden in die Wirtschaft und Industrie sowie die Verfügbarmachung von Daten.

Im Strategie-Papier wird weiter der Aspekt der Mobilität speziell herausgehoben: „Wir wollen, dass KI ihr Potenzial voll entfaltet, um unsere Mobilität insgesamt sicherer, umweltfreundlicher, effizienter und preiswerter zu gestalten.“ Um diesem Anspruch gerecht zu werden muss KI entwickelbar und modular sein, sodass neue Aspekte und Erkenntnisse (Deltas) sicher und effizient in bestehende Algorithmen integriert werden können. Hierfür hat dieses Vorhaben einen wesentlichen Beitrag geleistet, indem es:

- *Förderung der Forschungslandschaft:* Forschungsunternehmen und Wissenschaftspartner in ein Konsortium aus Industrie und Politik eingebunden hat, um so die Innovationskraft der deutschen Forschungslandschaft zu stärken.
- *Verfügbarmachung von Daten:* Daten erhoben, katalogisiert, strukturiert und vor allem für ein breites Forum aus Partnern verfügbar gemacht hat, um gemeinsame Nutzung und Verarbeitung im Bereich der deutschen Automobilindustrie zu ermöglichen.
- *Transfer der neuesten Methoden in die Wirtschaft und Industrie:* den unmittelbaren Transfer von Forschungsergebnissen in die Wirtschaft gefördert hat. Durch die Einbindung von Unternehmen aus allen Bereichen der automobilen Wertschöpfungskette (OEM, Tier1 und Zulieferer) und in den Kontext der VDA Leitinitiative wurde sichergestellt, dass Ergebnisse schnell und standardisiert bereits in frühen Stadien des Projekts genutzt werden können.



### 1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Der Ablauf des gesamten Projektes ist im „Zusammenfassenden Schlussbericht“ des Verbundprojektes detailliert beschrieben.

Die nötigen Arbeiten, um die Ziele von KI-DeltaLearning zu erreichen, wurden in 6 Teilprojekten (TPs) organisiert. Die eigentliche Forschungs- und Entwicklungsarbeit zum Lernen von Deltas war in folgenden TPs verortet:

- TP2: Transfer Learning
- TP3: Didaktik
- TP4: Automotive Tauglichkeit

Der projekteigene Datensatz wurde in TP1: Datengewinnung erzeugt, während die begleitende Prüfung der Zwischenergebnisse und gegebenenfalls die Aktualisierung der Projektroadmap in TP5: Evaluation geleistet wurde. Die in Projekten dieser Größenordnung nötige Koordination und die Ergebnisverbreitung waren in TP6: Projektorganisation angesiedelt. Die untenstehende Grafik zeigt den Projektstrukturplan mit diesen TPs und den dazugehörigen Arbeitspaketen (APs).

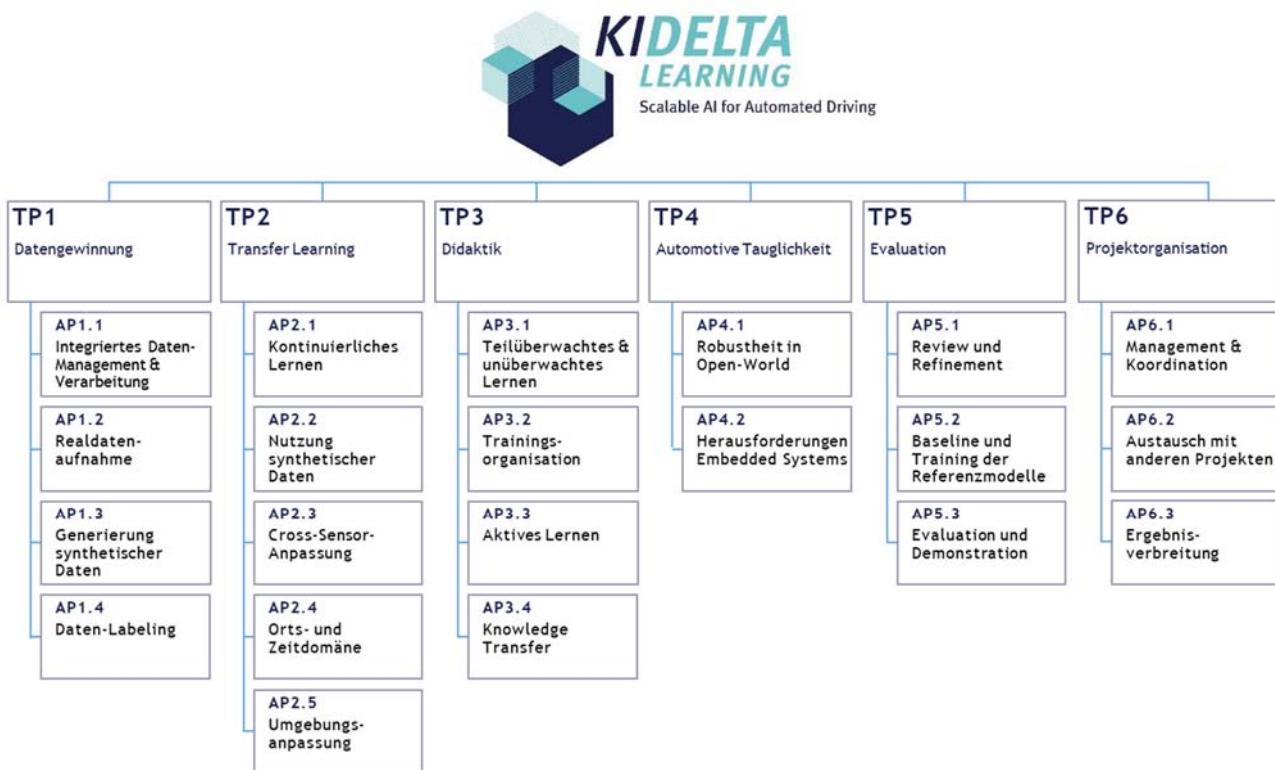


Abbildung 1: Projektstrukturplan von KI-DeltaLearning

Die oben erwähnte rollierende Planung wurde konkret über die Etablierung von vier Projektinkrementen (PIs) realisiert, in denen die Ergebnisse immer weiter verfeinert wurden:

- Projektinkrement I: Grundlegende Arbeiten
- Projektinkrement II: Entwicklung
- Projektinkrement III: Optimierung
- Projektinkrement IV: Evaluation



Der initial vorgesehene Zeitplan musste wegen der Verzögerungen durch die Corona-Pandemie und die langwierige Abstimmung der Datenschutzvereinbarung etwas gestreckt werden, weswegen auch eine Projektverlängerung von vier Monaten vom Konsortium beantragt und vom Projektträger genehmigt wurde. Der so entstandene Zeitplan der Pls ist in der folgenden Grafik wiedergegeben.

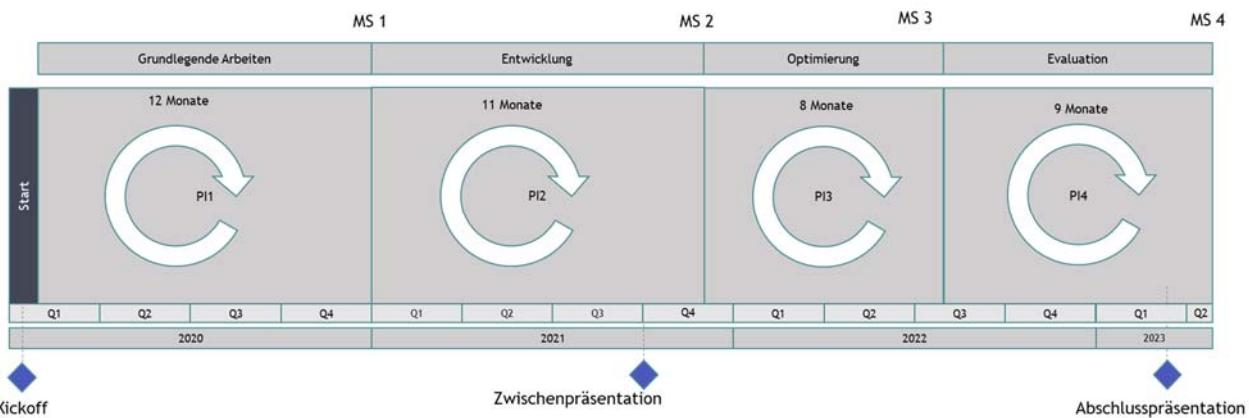


Abbildung 2: Realisierter Projektplan inklusive der Änderungen

## 1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

### 1.4.1 Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden

Die Plattform für Datenmanagement und -verarbeitung wurde von Grund auf neu erstellt, daher wurde nicht unmittelbar auf existierende Lösungen aufgebaut. Gleichzeitig wurden natürlich, wie es in der Software-Entwicklung üblich ist, existierende Architekturprinzipien, Frameworks und Bibliotheken genutzt.

## 1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

CMORE Automotive hat innerhalb des KI-DeltaLearning-Konsortiums eng mit den Verbundpartnern zusammenarbeitet, um die erstellte Plattform für Datenmanagement und -verarbeitung zu spezifizieren und zu evaluieren. Dabei konnten Vorschläge der Nutzer der Plattform aufgegriffen und direkt umgesetzt werden, um eine bessere Funktionalität und leichtere Bedienbarkeit zu erreichen.



## 2 Eingehende Darstellung der geleisteten Projektarbeit

### 2.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

#### Zielsetzung von AP 1.1

Ziel des Arbeitspaketes 1.1 war die Erstellung eines Systems zum integrierten Datenmanagement und der Verarbeitung dieser Daten. Dieses System sollte die Daten, die bei Versuchsfahrten (AP 1.2) aufgenommen werden, speichern und - soweit möglich - automatisch verarbeiten. Den Nutzern sollte dabei eine Oberfläche angeboten werden, die einen guten Überblick über die Daten liefert und es erlaubt, die Daten soweit möglich einzusehen und zu evaluieren. Dabei sind die wesentlichen Anwendungsfälle:

- Betrachten der Datensätze zu einer Begutachtung
- Automatische Verarbeitung der Datensätze mittels mehrerer Prozessschritte
- Manuelle Freigabe von "Key-Frames" (besonders relevanten Momenten in einem Datensatz)

Weiterhin sollten Aspekte wie Nutzerrechte-Management oder Anonymisierung der Daten in Hinblick auf persönliche Daten in den Kamerabildern, wie beispielsweise Gesichtern oder Fahrzeugkennzeichen, integriert werden. Die Verarbeitung der Daten sollte soweit möglich automatisiert erfolgen und einen Austausch von einzelnen Prozessschritten ermöglichen, um einfach an unterschiedliche Workflows anpassbar zu sein.

#### Ergebnisse von AP 1.1

Im Rahmen des AP 1.1 wurde eine Plattform für integriertes Datenmanagement und -verarbeitung aufgebaut, die im Wesentlichen aus zwei Teilen besteht; Die Benutzeroberfläche einerseits, die es erlaubt Informationen über die Daten zu erhalten und diese zu editieren, sowie die zugrundeliegende Plattform andererseits, die größtenteils automatisiert die einzelnen Datenverarbeitungsschritte ausführt.

Die Benutzeroberfläche bietet zum einen die Übersicht über alle verfügbaren Datensätze, inklusive wichtiger Metadaten wie beispielsweise Länge des Datensatzes, Datum der Erstellung, sowie Status in der automatischen und manuellen Verarbeitung der Daten. Darüber hinaus ist es ebenfalls möglich, nach Datensätzen zu filtern oder zu suchen.



**Suche nach Aufnahmen**

Recordings

— Query Builder

**Automatische Datenverarbeitung**

**Manuelle Freigabe der “Key-frames”**

**Labeling**

Details, IO Path, Duration, Recording Status, Key Frame Status, Annotation Status, Created, Last modified

| ID                    | Path                            | Duration | Recording Status     | Key Frame Status | Annotation Status  | Created                     | Last modified |
|-----------------------|---------------------------------|----------|----------------------|------------------|--------------------|-----------------------------|---------------|
| X4c9NII8czsp0BzQj4l   | BB_XY_6226_2022-07-14-08-42-05/ | 1414     | key-frame-anonymized | approved         | ready-for-delivery | 2022-07-25T10:53:35.059541Z |               |
| UedkNY1BSUaee6rdNj2AH | BB_XY_6226_2022-07-13-15-05-21/ | 1039     | key-frame-anonymized | approved         | ready-for-delivery | 2022-07-25T12:45:58.859275Z |               |
| w-c0Nt1BSUaee6rdNjLB  | BB_XY_6226_2022-07-13-12-13-21/ | 702      | key-frame-anonymized | approved         | ready-for-delivery | 2022-07-25T11:12:22.6/13902 |               |
| wn55_jEBczsp0BzQjTA   | BB_XY_6226_2022-06-29-09-04-40/ | 179      | key-frame-anonymized | approved         | ready-for-delivery | 2022-07-14T11:30:36.059683Z |               |
| PfexxjYMBKsktNw_X3v0B | BB_XY_6226_2022-08-22-15-53-34/ | 7380     | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-09-10T02:19:28.170079Z |               |
| XqBmOjMBKsktNw_XzpZP  | BB_XY_6226_2022-08-24-16-28-36/ | 5885     | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-09-13T18:40:10.472545Z |               |
| Hb67JoMBKsktNw_Xejbx  | BB_XY_6226_2022-08-22-14-43-40/ | 2921     | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-09-10T08:19:03.550274Z |               |
| 3KycjYMBKsktNw_X2gpp  | BB_XY_6226_2022-08-22-13-59-30/ | 2647     | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-09-10T04:16:19.905439Z |               |
| FAD8C4EBFFFvqjMzJgjD  | BB_XY_6226_2022-03-15-13-34-03/ | 581      | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-05-28T18:44:43.279037Z |               |
| HmLi8czsp0BzQjgv2     | BB_XY_6226_2022-07-12-07-05-30/ | 13628    | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-07-23T11:06:48.468506Z |               |

| ID                    | Path                            | Duration | Recording Status     | Key Frame Status | Annotation Status  | Created                     | Last modified |
|-----------------------|---------------------------------|----------|----------------------|------------------|--------------------|-----------------------------|---------------|
| X4c9NII8czsp0BzQj4l   | BB_XY_6226_2022-07-14-08-42-05/ | 1414     | key-frame-anonymized | approved         | ready-for-delivery | 2022-07-25T10:53:35.059541Z |               |
| UedkNY1BSUaee6rdNj2AH | BB_XY_6226_2022-07-13-15-05-21/ | 1039     | key-frame-anonymized | approved         | ready-for-delivery | 2022-07-25T12:45:58.859275Z |               |
| w-c0Nt1BSUaee6rdNjLB  | BB_XY_6226_2022-07-13-12-13-21/ | 702      | key-frame-anonymized | approved         | ready-for-delivery | 2022-07-25T11:12:22.6/13902 |               |
| wn55_jEBczsp0BzQjTA   | BB_XY_6226_2022-06-29-09-04-40/ | 179      | key-frame-anonymized | approved         | ready-for-delivery | 2022-07-14T11:30:36.059683Z |               |
| PfexxjYMBKsktNw_X3v0B | BB_XY_6226_2022-08-22-15-53-34/ | 7380     | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-09-10T02:19:28.170079Z |               |
| XqBmOjMBKsktNw_XzpZP  | BB_XY_6226_2022-08-24-16-28-36/ | 5885     | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-09-13T18:40:10.472545Z |               |
| Hb67JoMBKsktNw_Xejbx  | BB_XY_6226_2022-08-22-14-43-40/ | 2921     | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-09-10T08:19:03.550274Z |               |
| 3KycjYMBKsktNw_X2gpp  | BB_XY_6226_2022-08-22-13-59-30/ | 2647     | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-09-10T04:16:19.905439Z |               |
| FAD8C4EBFFFvqjMzJgjD  | BB_XY_6226_2022-03-15-13-34-03/ | 581      | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-05-28T18:44:43.279037Z |               |
| HmLi8czsp0BzQjgv2     | BB_XY_6226_2022-07-12-07-05-30/ | 13628    | key-frame-anonymized | approved         | session-created    | 2022-07-23T11:06:48.468506Z |               |

Showing 121 to 130 of 143
10

Abbildung 3: Web-Ansicht der Plattform für integriertes Datenmanagement und -verarbeitung mit Hervorhebung wichtiger Metadaten sowie der Funktion zum Suchen und Filtern

Für einzelne Datensätze wiederum bietet die Benutzeroberfläche eine Übersicht über die Videodaten, eine Darstellung des zeitlichen Verlaufs einzelner Attribute in dem Datensatz sowie eine Möglichkeit zur manuellen Freigabe von "Key-Frames". Aus den freigegebenen Key-Frames wird wiederum eine Liste von Zeitstempeln generiert, die an ein Team weitergegeben wird, deren Aufgabe es ist, die Daten (Video und Lidar) zu diesem Zeitstempel zu labeln, d. h. die einzelnen Bereiche in den Bilddaten Objektklassen zuzuordnen. Dieses Labeling (auch Annotation genannt) bildet später die Grundlage (Ground Truth) für das Training der Algorithmen.



## Metadaten



“Key Frame” Freigabe

Attribute

Abbildung 4: Ansicht eines Datensatzes mit Hervorhebung der Reiter für Metadaten, der Darstellung der Attribute im Zeitverlauf sowie der Funktionen für die "Key Frame" Freigabe

Auf der Plattform für die Datenverarbeitung laufen eine Reihe von Prozessen sequentiell ab, um die Rohdaten aufzubereiten. Diese Schritte sind im Einzelnen:

- Validieren und Importieren der Daten
- Erstellung von Videos aus den Rohdaten
- Automatische Vorauswahl der Key-Frames
- Extraktion aller Sensordaten für die Key-Frames (nach manueller Freigabe), incl. Anonymisierung
- Erstellung einer Session in C.LABEL für das Labeling-Team

Diese einzelnen Prozessschritte sind als sog. Container implementiert, also eigenständig lauffähige Prozesse. Dies erlaubt eine hohe Flexibilität bei der Umsetzung, z. B. für das Ändern oder Ergänzen einzelner Prozessschritte.

Gegenüberstellung der Ziele mit den Ergebnissen:

Im Vergleich zu den Zielen lässt sich sagen, dass im AP 1.1 die Plattform für die Datenverarbeitung erfolgreich aufgebaut wurde und alle angestrebten Einsatzzwecke erfüllt werden konnten. Die Datensätze können schnell und einfach überblickt und durchsucht werden. Die Datenverarbeitung ist größtenteils automatisiert und die manuelle Nutzung ist durch eine übersichtliche Oberfläche vereinfacht. Zuletzt sind Datenschutzaspekte in Hinblick auf Anonymisierung von Gesichtern und Kennzeichen berücksichtigt. Die Implementierung als Container-basierte Cloud-Lösung ermöglicht einen hohen Grad an Flexibilität und Automatisierung der Datenverarbeitung.



Neben den hauptsächlichen Arbeiten in TP1 war CMORE ebenfalls in TP5 (Evaluation) vertreten; wenn auch mit relativ geringen Aufwänden.

In AP 5.1 (Review & Refinement) hat sich CMORE an den Überprüfungen der Ergebnisse aus dem vorangegangenen Projekt-Inkrement beteiligt und daraus mögliche Änderungen für die Anforderungen im folgenden Projekt-Inkrement abgeleitet.

Zu dem state-of-the-art hat CMORE in AP 5.2 (Baseline und Training der Referenzmodelle) beigetragen.

Die Plattform für Datenverarbeitung und -management, die in AP 1.1 erstellt wurde, hat CMORE im Rahmen von AP 5.3 (Evaluation und Demonstratoren) den anderen Partnern als Demonstrator zur Verfügung gestellt.

## 2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Tabellarische Auflistung der Kostenposition:

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| Personalkosten                     | 232.285,35 € |
| FuE-Fremdleistungen                | 377.037,00 € |
| Sonst. unmittelbare Vorhabenkosten | 27.917,59 €  |

## 2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die geleisteten Aufwände werden als angemessen und notwendig betrachtet, insbesondere da die erstellte Plattform seitens der Nutzer:innen als relevant und sehr gut anwendbar beurteilt wurde.

Die Plattform zur Datenverarbeitung und -management aus AP 1.1 wurde von Grund auf neu entwickelt, um einerseits für das Projekt optimale Ergebnisse zu liefern und andererseits um als Ganzes oder in Teilen weiter verwertet werden zu können. Diese Neuentwicklung bedeutet natürlich initial mehr Aufwand als eine Weiterentwicklung von bestehenden Lösungen, erlaubt allerdings längerfristig mehr Potential für eine Verwertung in einem Dienstleistungs-Unternehmen, bei dem nicht unbedingt der Verkauf von standardisierten Produkten im Vordergrund steht, sondern die Bereitstellung von maßgeschneiderten Lösungen für den jeweiligen Anwendungsfall.

## 2.4 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Die Ergebnisse die von CMORE im Rahmen von KI-DeltaLearning erarbeitet wurden, werden an unterschiedlicher Stelle weiter genutzt.

Einerseits wird das Projekt in Kundenansprachen als Referenz für die Kompetenz auf dem Gebiet der Verarbeitung von Daten aus Messkampagnen herangezogen.



Das Modell zur Anonymisierung wird innerhalb des Unternehmens als sog. „re-usable component“ weiterentwickelt, um für zukünftige Anwendungen, z. B. für Kundenprojekte, nutzbar zu sein.

Weiterhin wird die Plattform zur Datenverarbeitung und -management aus AP 1.1 auf die Amazon AWS Umgebung migriert, um dort für ein Luxoft-internes Projekt zur Verarbeitung und Speicherung von Testdaten genutzt zu werden.

## **2.5 Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Im Rahmen der Projektdurchführung wurden keine Entwicklung anderer Stellen auf dem Gebiet des Vorhabens bekannt.

## **2.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Absatz 11 der NKBF**

Die gesamte Liste aller Veröffentlichungen aus dem Gesamtprojekt findet sich im „Zusammenfassenden Schlussbericht“.



## Literatur

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Fachprogramm Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien,“ Mai 2015.
- [2] B. Schölkopf, „Kybernetische Revolution,“ [sueddeutsche.de](http://www.sueddeutsche.de/politik/aussenansicht-kybernetische-revolution-1.3907249), 15 März 2018. [Online]. Available: <http://www.sueddeutsche.de/politik/aussenansicht-kybernetische-revolution-1.3907249>. [Zugriff am 24 April 2018].
- [3] Bundesministerium für Bildung und Forschung, „Verstärkt in Forschung und Innovation investieren,“ 28 Februar 2018. [Online]. Available: <https://www.bmbf.de/de/verstaerkt-in-forschung-und-innovation-investieren-5739.html>. [Zugriff am 24 April 2018].
- [4] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Machnig: G7 intensivieren Austausch und Kooperation zu Künstlicher Intelligenz,“ 27 März 2018. [Online]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2018/20180327-machnig-g7-intensivieren-austausch-und-kooperation-zu-kuenstlicher-intelligenz.html>. [Zugriff am 24 April 2018].
- [5] Bundesministerium für Bildung und Forschung, „Lernende Systeme müssen der Gesellschaft dienen - nicht umgekehrt,“ 16 März 2018. [Online]. Available: <https://www.bmbf.de/de/lernende-systeme-muessen-der-gesellschaft-dienen--nicht-umgekehrt-5842.html>. [Zugriff am 24 April 2018].
- [6] Bundesregierung, „Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung,“ 11 2018. [Online]. Available: [https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html?file=files/downloads/Nationale\\_KI-Strategie.pdf](https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html?file=files/downloads/Nationale_KI-Strategie.pdf). [Zugriff am 05 12 2018].

## Berichtsblatt

|  |   |
|--|---|
| 1. ISBN oder ISSN<br>---   | 2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung)<br>Schlussbericht |
| 3. Titel   |   |
| <p>Verbundprojekt: KI-DeltaLearning - Methoden und Werkzeuge zur effizienten Erweiterung und Transformation vorhandener KI-Module autonomer Fahrzeuge</p> <p>Teilvorhaben: Integriertes Daten-Management und -Verarbeitung</p>   |   |
| <p>4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]<br/>Dr. König, Christian</p>   |   |
| <p>5. Abschlussdatum des Vorhabens<br/>30.04.2023</p>  |   |
| <p>6. Veröffentlichungsdatum</p>   |   |
| <p>7. Form der Publikation<br/>Schriftlicher Bericht</p>   |   |
| <p>8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)<br/>CMORE Automotive GmbH<br/>Kemptener Straße 99<br/>88131 Lindau</p>   |   |
| <p>9. Ber. Nr. Durchführende Institution<br/>---</p>   |   |
| <p>10. Förderkennzeichen<br/>19A19013I</p>   |   |
| <p>11. Seitenzahl<br/>13</p>   |   |
| <p>12. Fördernde Institution (Name, Adresse)<br/>Bundesministerium für<br/>Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)<br/>53107 Bonn</p>  |   |
| <p>13. Literaturangaben<br/>6</p>  |   |
| <p>14. Tabellen<br/>1</p>  |   |
| <p>15. Abbildungen<br/>4</p>   |   |
| 16. Zusätzliche Angaben<br>---   |   |
| 17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)<br>TÜV Rheinland Consulting GmbH, Projektträger Bodengebundene Verkehrstechnologien, 51105 Köln  |   |
| 18. Kurzfassung  |   |
| <p>Im Rahmen des Verbundprojektes KI-DeltaLearning wurden Methoden und Werkzeuge zur effizienten Erweiterung und Transformation vorhandener KI-Module autonomer Fahrzeuge auf die Herausforderungen neuer Domänen oder komplexerer Szenarien entwickelt. Zentrale Fragestellungen waren: Wie kann gelerntes Wissen weiter genutzt werden, auch wenn ein neuer Sensor genutzt wird, wie kann ein KI-System mit einer neuen Umwelt zureckkommen ohne alles von vorn zu lernen oder wie kann ein Trainingsprozess speziell für Deltas aussehen.</p> <p>Das Projekt fokussierte sich dabei auf drei Kernbereiche: 1) dem Transfer-Learning – dem Delta zwischen der bisher trainierten und einer neuen Domäne 2) der Didaktik – wie Deltas im Lernprozess begegnet werden kann und 3) der Automotive-Tauglichkeit – dem Delta zwischen Automotive-Anforderungen und aktuellen KI-Ansätzen. Zusätzlich wurden im Projekt Daten gewonnen, um die neuartigen Ansätze entwickeln, demonstrieren und evaluieren zu können.</p> <p>Im Teilprojekt CMORE wurden Lösungsansätze für ein integriertes Daten-Management und -Verarbeitung erforscht, umgesetzt und erfolgreich getestet.</p> |   |
| 19. Schlagwörter<br>Autonomes Fahren, KI, Methoden, Werkzeuge, Transformation, neue Domänen, Austausch Sensoren, Transfer-Learning, Automotive-Tauglichkeit, integriertes Daten-Management und -Verarbeitung.  |   |
| 20. Verlag<br>---  | 21. Preis<br>---  |

## Document Control Sheet

|   |  |  |
|---|--|--|
| 1. ISBN or ISSN<br>---  | 2. type of document (e.g. report, publication)<br>Final Report |  |
| 3. title<br><br>Joint project: KI-DeltaLearning - Methods and tools for the efficient expansion and transformation of existing AI modules of autonomous vehicles<br>Subproject: Integrated data management and processing   |  |  |
| 4. author(s) (family name, first name(s))<br><br>Dr. König, Christian   |  | 5. end of project<br>30.04.2023          |
|   |  | 6. publication date                      |
|   |  | 7. form of publication<br>Written Report |
| 8. performing organization(s) (name, address)<br><br>CMORE Automotive GmbH<br>Kemptener Straße 99<br>88131 Lindau   |  | 9. originator's report no.<br>---        |
|   |  | 10. reference no.<br>19A19013I           |
|   |  | 11. no. of pages<br>13                   |
| 12. sponsoring agency (name, address)<br><br>Bundesministerium für<br>Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)<br>53107 Bonn   |  | 13. no. of references<br>6               |
|   |  | 14. no. of tables<br>1                   |
|   |  | 15. no. of figures<br>4                  |
| 16. supplementary notes<br>---  |  |  |
| 17. presented at (title, place, date)<br><br>TÜV Rheinland Consulting GmbH, Projektträger Bodengebundene Verkehrstechnologien, 51105 Köln   |  |  |
| 18. abstract<br><br>As part of the KI-DeltaLearning joint project, methods and tools were developed for the efficient expansion and transformation of existing AI modules of autonomous vehicles to meet the challenges of new domains or more complex scenarios. The central questions were: How can learned knowledge continue to be used even if a new sensor is used, how can an AI system cope with a new environment without learning everything from scratch or what a training process specifically for deltas can look like. The project focused on three core areas: 1) transfer learning - the delta between the previously trained domain and a new domain, 2) didactics - how deltas can be addressed in the learning process and 3) automotive suitability - the delta between automotive -Requirements and current AI approaches. In addition, data was obtained in the project in order to be able to develop, demonstrate and evaluate the novel approaches.<br>In the CMORE subproject, approaches to solutions for integrated data management and processing were researched, implemented and successfully tested. |  |  |
| 19. keywords<br>Autonomous driving, AI, methods, tools, transformation, new domains, exchange sensors, transfer learning, automotive suitability, integrated data management and processing.  |  |  |
| 20. publisher<br>---  | 21. price<br>---   |  |