# Schlussbericht gem. Nr. 8.2 NKBF 98

Vorhabenbezeichnung:

# Verbundvorhaben Gaia-X 4 KI

**DATEN- UND DIENSTE-ÖKOSYSTEM FÜR KI-ORIENTIERTE FORSCHUNG & ENTWICKLUNG**

Ein Projekt der Gaia-X 4 Future Mobility Projektfamilie

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Laufzeit des Vorhabens:

**01.06.2021 – 31.05.2024**

| Berichtszeitraum: | Erstellt am: |
|---|---|
| **Schlussbericht** | **31.05.2024** |
| Organisation: | Förderkennzeichen: |
| **STTech GmbH** | 19A21011L |

Gefördert von:

Funded by the European Union
NextGenerationEU

Supported by:
Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action
on the basis of a decision by the German Bundestag

Technische Projektleitung
i.A. Gereon Hinz

Administrative Projektleitung
i.A. Gereon Hinz

# Inhaltsübersicht

I KURZE DARSTELLUNG ZU ... 3

1. Aufgabenstellung ... 3
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde ... 4
3. Planung und Ablauf des Vorhabens ... 5
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn ... 6
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen oder Firmen außerhalb des Verbundprojektes ... 7

II EINGEHENDE DARSTELLUNG ... 8

1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegeben Ziele ... 8
2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises ... 19
3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit ... 19
4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans ... 20

Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten ... 20

Wissenschaftliche und/oder wirtschaftliche Anschlussfähigkeit ... 21

5. Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet bei anderen Stellen ... 24
6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse ... 25

III ANHANG ... 26

Abbildungsverzeichnis ... 26

Tabellenverzeichnis ... 26

# I KURZE DARSTELLUNG ZU

## 1. Aufgabenstellung

Die STTech GmbH beteiligte sich am Verbundprojekt "GAIA-X 4 KI" mit dem Ziel, die Potentiale der GAIA-X-Initiative für unterschiedliche Anwendungszenarien, z.B. für die Automobilindustrie und die Versicherungsbranche zu erschließen. Der Fokus der STTech lag dabei auf der Erforschung und Entwicklung von KI-basierten Lösungen für die vernetzte Ereignisdetektion und die Erklärbarkeit von Algorithmen im Kontext von GAIA-X. Diese Schwerpunkte wurden in enger Zusammenarbeit mit den anderen Projektpartnern in den Teilprojekten (TP) 1 bis 6 bearbeitet.

Im TP1 "GAIA-X" lag die Aufgabe der STTech in der kontinuierlichen Abstimmung der eigenen Anforderungen und Schnittstellen mit den sich dynamisch entwickelnden Spezifikationen der GAIA-X-Initiative. Dies umfasste die aktive Verfolgung der relevanten Arbeitsgruppen und die Einbringung der STTech-spezifischen Anforderungen in den Standardisierungsdiskussionen. Ziel war es, die Interoperabilität der STTech-Lösungen mit der GAIA-X-Plattform sicherzustellen und gleichzeitig die spezifischen Bedürfnisse der verschiedenen Industrien zu berücksichtigen.

Im TP2 "Infrastruktur Ökosysteme" konzentrierte sich die STTech auf die Optimierung der Mikroservice-Architektur für den Einsatz in einem Produktionsumfeld. Die Herausforderung lag dabei in der Sicherstellung hoher Sicherheits- und Verfügbarkeitsstandards, die für den Betrieb von KI-Anwendungen in der Produktion unerlässlich sind. Die STTech entwickelte innovative Methoden zur Optimierung von Datenbankzugriffen, Netzwerkkommunikation und Ressourcenverbrauch, um die Skalierbarkeit und Performance der Mikroservices zu verbessern.

In den TPs 3 bis 5 arbeitete die STTech an der Entwicklung und Implementierung von KI-basierten Lösungen für konkrete Anwendungsfälle in der Automobilindustrie und die Versicherungsindustrie, um ein möglichst breites Spektrum für die Anforderungsermittliung aufzunehmen. Im TP3 "Automobilitätsdatenraum und Ökosysteme" lag der Fokus auf der Sicherstellung der Datenqualität und der Erweiterung der KI-Funktionen um Aspekte der Erklärbarkeit. Im TP4 "Use Case Produktion im Bereich Automotive" entwickelte die STTech KI-basierte Lösungen für die Qualitätssicherung in der Produktion mit Blick auf ein Logistikszenario mit Versicherungsaspekten. Im TP5 "Use Case AVF" konzentrierte sich die STTech auf die Entwicklung von KI-basierten Lösungen für das Zustandsmonitoring und die sichere Datenfusion im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens in Szenarien mit Bezug zu Unfällen während Nutzfahrten im Umfeld von Produktionsanlagen. So gelang eine effektive Verknüpfung der Anwendungsfälle in Produktion, Logistik, Verischerung, und Automotive.

Die Projektergebnisse der STTech tragen zu den förderpolitischen Zielen des Förderprogramms „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ bei, indem sie:

- Innovationen im Bereich KI und autonomes Fahren fördern: Die Entwicklung von KI-basierten Algorithmen für die Zustandsüberwachung, die Online-Situationsannotation und die Szenariengenerierung trägt zur Steigerung des Technologiereifegrads im Bereich des automatisierten Fahrens bei.
- Den Aufbau eines europäischen Daten- und Dienste-Ökosystems unterstützen: Die Einbettung der entwickelten Algorithmen in den GAIA-X-Kontext fördert die Interoperabilität und Datensouveränität und trägt zum Aufbau eines europäischen Datenraums für die Mobilität bei.
- Die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen stärken: Die im Projekt entwickelten Softwarewerkzeuge und Algorithmen können von deutschen Unternehmen verwendet werden, um innovative Produkte und Dienstleistungen im Bereich KI und autonomes Fahren voranzutreiben.

# 2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die STTech GmbH konnte bei der Durchführung des Projekts "GAIA-X 4 KI" auf eine Reihe von Voraussetzungen zurückgreifen, die maßgeblich zum Erfolg des Vorhabens beigetragen haben.

Fundierte Expertise im Bereich KI und autonome Systeme: Das STTech-Team verfügt über jahrelange Erfahrung in der Forschung und Entwicklung von KI-basierten Lösungen für autonome Systeme, insbesondere im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens. Diese Expertise ermöglichte es der STTech, die komplexen Herausforderungen des Projekts zu bewältigen und innovative Lösungen zu entwickeln.

Bestehende Partnerschaften und Kooperationen: Die STTech pflegt enge Partnerschaften und Kooperationen mit führenden Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Bereich der Automobilindustrie und der KI-Entwicklung. Diese Kooperationen ermöglichten den Zugang zu relevanten Daten, Technologien und Expertisen, die für die Durchführung des Projekts unerlässlich waren.

Agile Entwicklungsmethoden: Die STTech setzt agile Entwicklungsmethoden ein, um schnell auf sich ändernde Anforderungen reagieren zu können und die Projektergebnisse iterativ zu verbessern. Dieser agile Ansatz ermöglichte es der STTech, die dynamischen Entwicklungen im GAIA-X-Umfeld zu berücksichtigen und die Projektergebnisse kontinuierlich an die neuesten Standards anzupassen.

Enge Zusammenarbeit mit den Projektpartnern: Die STTech arbeitete eng mit den anderen Projektpartnern zusammen, um die Projektziele gemeinsam zu erreichen. Der

regelmäßige Austausch von Informationen und Ergebnissen ermöglichte es der STTech, die eigenen Arbeiten optimal in das Gesamtprojekt zu integrieren und Synergien zu nutzen.

Förderung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Die Förderung durch das BMWi ermöglichte es der STTech, die notwendigen Ressourcen für die Durchführung des Projekts bereitzustellen. Die finanzielle Unterstützung ermöglichte es der STTech, die eigenen Mitarbeiter für das Projekt freizustellen und die notwendigen Hard- und Softwarekomponenten zu beschaffen. Wichtig war ebenfalls die Möglichkeit der vorwettbewerblichen Zusammenarbeit in einem leistungsstarken und erfahrenen Konsortium führender Unternehmen, um gemeinsam die richtigen Anforderungen und Lösungen für zentrale GAIA-X Fragestellungen zu identifizieren.

# 3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die STTech GmbH plante und führte ihre Arbeiten im Projekt "GAIA-X 4 KI" in enger Abstimmung mit den anderen Projektpartnern und den Vorgaben des Förderprogramms durch. Die Planung orientierte sich an den definierten Meilensteinen und Arbeitspaketen des Gesamtprojekts.

Agile Vorgehensweise:

Um den dynamischen Entwicklungen im GAIA-X-Umfeld gerecht zu werden, setzte die STTech agile Entwicklungsmethoden ein. Dies ermöglichte eine flexible Anpassung der Planung an neue Erkenntnisse und Anforderungen, die sich im Laufe des Projekts ergaben.

Regelmäßige Abstimmungen:

Regelmäßige Abstimmungen mit den Projektpartnern in Form von Meetings, Workshops und Telefonkonferenzen stellten sicher, dass die Arbeiten der STTech optimal in das Gesamtprojekt integriert waren und Synergien genutzt werden konnten.

Dokumentation und Berichterstattung:

Die STTech dokumentierte ihre Arbeiten und Ergebnisse fortlaufend und erstellte regelmäßige Berichte für die Projektpartner und den Projektträger. Dies ermöglichte eine transparente Nachverfolgung des Projektfortschritts und die frühzeitige Identifizierung von Herausforderungen.

Iterative Entwicklung:

Die STTech entwickelte die KI-basierten Lösungen iterativ, um die Ergebnisse schrittweise zu verbessern und zu validieren. Prototypen und Demonstratoren wurden eingesetzt, um die Funktionalität der Lösungen zu testen und Feedback von den Projektpartnern einzuholen.

fenzen und Workshops sowie die Veröffentlichung von wissenschaftlichen Artikeln.

# 4. Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Beginn

Zu Beginn des Projekts "GAIA-X 4 KI" existierten bereits verschiedene Ansätze und Initiativen im Bereich der vernetzten Ereignisdetektion und der Erklärbarkeit von Algorithmen, insbesondere im Kontext des automatisierten und vernetzten Fahrens.

Diverse Forschungsprojekte beschäftigten sich mit der Entwicklung von Algorithmen zur Detektion von Ereignissen im Straßenverkehr, z.B. durch die Fusion von Daten aus verschiedenen Sensoren (Kamera, Lidar, Radar). Organisationen wie ASAM (Association for Standardization of Automation and Measuring Systems) arbeiteten an Standards für den Austausch von Daten und die Beschreibung von Ereignissen im Kontext des automatisierten Fahrens (z.B. OpenSCENARIO, OpenLABEL). Erste kommerzielle Lösungen zur Ereignisdetektion wurden von Unternehmen wie Mobileye und Bosch angeboten, die jedoch meist auf proprietären Systemen basierten und die nur für eingeschränkte Anwendungszwecke vorbereitet wurden. Die Erklärbarkeit von KI-Algorithmen war ein aktives Forschungsfeld, mit verschiedenen Ansätzen zur Visualisierung und Interpretation von Entscheidungsprozessen. Ethische Richtlinien für den Einsatz von KI wurden von Organisationen wie der EU-Kommission und dem IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) entwickelt, die die Erklärbarkeit als wichtiges Kriterium für vertrauenswürdige KI hervorhoben. Die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) stellte Anforderungen an die Transparenz und Erklärbarkeit von automatisierten Entscheidungen, die auch für KI-Algorithmen relevant waren. Trotz der bestehenden Ansätze gab es zu Beginn des Projekts "GAIA-X 4 KI" noch Herausforderungen im Bereich der vernetzten Ereignisdetektion und der Erklärbarkeit von Algorithmen. Die fehlende Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen und Datenformaten erschwerte den Datenaustausch und die Entwicklung von übergreifenden Lösungen. Die Skalierbarkeit von KI-Lösungen auf große Datenmengen und komplexe Szenarien war eine Herausforderung, insbesondere im Kontext des vernetzten Fahrens. Die Vertrauenswürdigkeit von KI-Algorithmen war ein wichtiges Anliegen, das durch die Erklärbarkeit und die Einhaltung ethischer Richtlinien gestärkt werden musste. Das Projekt "GAIA-X 4 KI" knüpfte an diesen Stand an und zielte darauf ab, die genannten Herausforderungen durch die Entwicklung von GAIA-X-basierten Lösungen zu adressieren.

Besonders hervorzuheben ist, dass GAIA-X zu Beginn des Projekts selbst noch in einer frühen Entwicklungsphase war. Das Ökosystem und die konkreten Inhalte der Plattform waren gerade erst am Entstehen. Dies stellte eine zusätzliche Herausforderung für das Projekt dar, da die Annahmen und Lösungsansätze für die vernetzte Ereignisdetektion und die Erklärbarkeit von Algorithmen im Kontext von GAIA-X neu reflektiert und validiert werden mussten. Reflektion und Validierung im GAIA-X-Kontext: Die STTech GmbH widmete sich daher intensiv der Aufgabe, die

bestehenden Ansätze und Lösungen für KI-Anwendungsfälle im Kontext von GAIA-X zu überprüfen und anzupassen. Dies umfasste die Analyse der GAIA-X-Architektur und der Federated Services, die Entwicklung von GAIA-X-kompatiblen Schnittstellen und Datenmodellen sowie die Evaluierung der Leistungsfähigkeit und Skalierbarkeit von KI-Lösungen in der GAIA-X-Umgebung. GAIA-X als Chance: Gleichzeitig bot GAIA-X auch die Chance, die Herausforderungen im Bereich der vernetzten Ereignisdetektion und der Erklärbarkeit von Algorithmen zu lösen. Die dezentrale Architektur von GAIA-X ermöglichte den Aufbau eines sicheren und souveränen Datenraums, in dem Daten aus verschiedenen Quellen geteilt und verarbeitet werden konnten. Die Federated Services von GAIA-X boten die Möglichkeit, KI-Lösungen als Dienste anzubieten und so die Interoperabilität und Skalierbarkeit zu verbessern.

# 5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen oder Firmen außerhalb des Verbundprojektes

Über die Laufzeit des Förderprojektes Gaia-X 4 KI wurden folgende Drittfirmen beauftragt: Es wurden keine Drittfirmen beauftragt.

Im Rahmen des Förderprojekts Gaia-X 4 KI hat die STTech GmbH ihre Expertise und ihre Ergebnisse aktiv in die relevante Community eingebracht. Dies geschah durch die Teilnahme an verschiedenen Workshops und Konferenzen, die sich mit den Themen GAIA-X, Künstliche Intelligenz oder autonomen Fahren beschäftigten. Besonders hervorzuheben ist die enge Zusammenarbeit mit den Konsortialpartnern im Projekt. Die STTech GmbH beteiligte sich aktiv an der Entwicklung um zu den GAIA-X Grundlagen beizutragen. Darüber hinaus tauschte sich die STTech GmbH regelmäßig mit anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus, die an ähnlichen Themen arbeiten, um Synergien zu nutzen und den Wissenstransfer zu fördern. Dieser Austausch erfolgte sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene und trug dazu bei, die Projektergebnisse der STTech GmbH in einem breiteren Kontext zu verankern und ihre Sichtbarkeit zu erhöhen.

# II EINGEHENDE DARSTELLUNG

## 1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegeben Ziele

Die Zuwendung des BMWi im Projekt "GAIA-X 4 KI" ermöglichte der STTech GmbH, Personal- und Sachmittel für die Erforschung und Entwicklung von KI-basierten Lösungen im Kontext der GAIA-X-Initiative bereitzustellen. Die Mittel wurden primär für die Finanzierung von Personalkosten der am Projekt beteiligten Mitarbeiter, die Beschaffung von Hard- und Software sowie die Durchführung von Workshops und Reisen verwendet. Im Folgenden werden die wissenschaftlich-technischen Ergebnisse des Vorhabens im Vergleich zu den ursprünglichen Zielen dargestellt und erläutert. Darstellung und Erläuterung der wissenschaftlich-technischen Ergebnisse

TP1 GAIA-X:

Ziel: Sicherstellung der Interoperabilität der STTech-Lösungen mit der GAIA-X-Plattform unter Berücksichtigung der spezifischen Bedürfnisse der Automobilindustrie.

Ergebnis: Die Anforderungen und Schnittstellen der STTech wurden erfolgreich an die dynamischen Entwicklungen der GAIA-X-Spezifikationen angepasst. Der Einsatz des Eclipse Dataspace Connectors ermöglichte die Durchführung und Auswertung von Testszenarien. Die Einbindung neuer Trends wie generative KI in die Anforderungsdefinition stellt die Zukunftsfähigkeit der STTech-Lösungen sicher.

TP2 Infrastruktur Ökosysteme:

Ziel: Anpassung der Mikroservice-Architektur an ein Produktionsumfeld mit hohen Sicherheits- und Verfügbarkeitsstandards und Verbesserung der Skalierbarkeit.

Ergebnis: Die Mikroservice-Architektur wurde erfolgreich optimiert und die Skalierbarkeit durch innovative Methoden zur Optimierung von Datenbankzugriffen, Netzwerkkommunikation und Ressourcenverbrauch verbessert. Health Checks, Monitoring-Tools, Fallback-Strategien und verbesserte Deployment- und Update-Strategien erhöhen die Zuverlässigkeit und Fehlertoleranz der Architektur. Ein Demonstrator auf Basis von PoCs wurde erfolgreich mit prototypischen Daten getestet.

TP3 Automobilitätsdatenraum und Ökosysteme:

Ziel: Entwicklung eines Mobility Data Space unter Berücksichtigung von Datenschutz und Datensicherheit.

Ergebnis: Es wurden Verfahren zur Bewertung der Datenqualität untersucht und die KI-Funktionen um Aspekte der Erklärbarkeit erweitert. Die Erhöhung der Datenvarietät stellt die Repräsentativität der Daten für Testzwecke sicher. Die Auseinandersetzung mit relevanten Richtlinien und Vorschriften und die Modifikation der

Datenverarbeitungspipeline gewährleisten die Konformität mit aktuellen Standards. Zusätzlich wurde die technische Realisierbarkeit verschiedener Datenschutzkonzepte, wie z.B. Pseudonymisierung und differenzierter Zugriffskontrolle, im Kontext des Automobilitätsdatenraums evaluiert. Die Analyse der fachlichen Relevanz verschiedener Ereignistypen im Datenraum ermöglichte die Priorisierung von Use Cases und die Optimierung der Datenverarbeitungspipeline.

TP4 Use Case Produktion im Bereich Automotive:

Ziel: Entwicklung und Erprobung von KI-basierten Lösungen für die Qualitätssicherung in der Produktion.

Ergebnis: Initiale Tests der ausgewählten Anwendungsfälle wurden erfolgreich durchgeführt und ein Rahmenwerk zur Bewertung der Qualität der Testläufe entwickelt. Die Anwendung von KI zur Verbesserung der Qualitätssicherungsprozesse und die Anpassung der Qualitätsskriterien an die spezifischen Anwendungsfälle führten zu einer präziseren und effektiveren Qualitätsbewertung. Für die effiziente Umsetzung der KI-basierten Qualitätssicherung in der Produktion wurden Softwarewerkzeuge entwickelt, die die Integration der KI-Modelle in die Produktionsumgebung erleichtern. Die entwickelten datengetriebenen Wissensmodelle wurden in ein bestehendes Wissensmanagementsystem integriert, um die Vernetzung und den Austausch von Wissen zu ermöglichen.

TP5 Use Case AVF:

Ziel: Entwicklung von KI-basierten Lösungen für das Zustandsmonitoring und die sichere Datenfusion im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens.

Ergebnis: Der spezifische Anwendungsfall wurde erweitert und verbessert, die Sicherheit im Datenaustausch erhöht und Methoden zur sicheren Datenfusion erforscht. Die Untersuchung zum V-Modell in der Testphase stellt die Praxisnähe der Ergebnisse sicher. Im Bereich Zustandsmonitoring wurde ein generischer, KI-basierter Ansatz entwickelt, der auf verschiedene Szenarien und -systeme anwendbar ist. Die prototypische Implementierung ermöglicht die automatisierte Online-Detektion von zuvor definierten Zustands-Ereignissen und liefert gleichzeitig eine Erklärung für die algorithmische Entscheidung.

TP6 Projektmanagement, Vernetzung und Ergebnisverbreitung:

Ziel: Sicherstellung eines reibungslosen Projektablaufs, Koordination der Teilprojekte und Verbreitung der Projektergebnisse.

Ergebnis: Die STTech GmbH hat ihre partnerschaftliche Rolle im Projekt erfolgreich wahrgenommen und durch die aktive Teilnahme an Diskussionen und die Mitwirkung bei der Organisation zum Projekterfolg beigetragen. Das Projekt hat gezeigt, dass die GAIA-X-Initiative ein großes Potenzial für die Entwicklung und den Einsatz von KI-basierten Lösungen in der Automobilindustrie bietet. Die dezentrale Architektur von GAIA-X ermöglicht den Aufbau eines sicheren und souveränen Datenraums, der die Grundlage für innovative KI-Anwendungen bildet. Die Arbeiten im Projekt haben die

Bedeutung von Standards und Interoperabilität für die Entwicklung von KI-Lösungen im Kontext von GAIA-X verdeutlicht. Die STTech GmbH hat sich aktiv an der Diskussion von Standards beteiligt, um die Interoperabilität von Daten und KI-Modellen zu fördern. Die agile Vorgehensweise im Projekt hat sich bewährt und ermöglichte eine flexible Anpassung der Planung an neue Erkenntnisse und Anforderungen. Die enge Zusammenarbeit mit den anderen Projektpartnern war ein wichtiger Erfolgsfaktor. Der regelmäßige Austausch von Informationen und Ergebnissen ermöglichte es, Synergien zu nutzen und die Projektergebnisse optimal aufeinander abzustimmen. Die im Projekt "GAIA-X 4 KI" erzielten Ergebnisse und gesammelten Erfahrungen bilden eine solide Grundlage für die zukünftige Entwicklung und den Einsatz von KI-basierten Lösungen in der Automobilindustrie.

Die Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem Projekt können von der STTech GmbH im internationalen Wettbewerb global verwendet werden, um sowohl im GAIA-X Kontext, als auch im generellen KI-, Autonomie-, und Automatisierungskontext zur Erreichung neuer Level an Qualität beizutragen.

Im Folgenden wird im Detail auf den vorgestellten kombinierten Use Case eingegangen, die die STTech Ergebnisse in einem Demonstrator für das Projekt zusammengefasst hat und die zentralen Ergebnisse abbildet und umfasst.

**Gaia-X kompatible Eventverarbeitung zwischen Fahrzeugproduktion und autonomen Nutzfahrten - CAPTD**

Im Verlauf des gesamten Projekts hat sich die Beteiligung von STTech über alle technischen Pakete hinweg erstreckt. Die Forschung und Entwicklung im Bereich des Use Cases wurde kontinuierlich durch das Hinzufügen neuer Elemente erweitert. Insbesondere hat das System die Fähigkeit entwickelt, Geschäftsprozesse über Cloud- und Gaia-X-Anbindungen zu klassifizieren und auszuführen. Diese Entwicklung war entscheidend, um die Anforderungen der Stakeholder im Live Use Case zu erfüllen.

Das System hat speziell die Fähigkeit erlangt, Geschäftsprozesse zu klassifizieren und auszuführen, die notwendig sind, um die Anliegen der im Live Use Case beteiligten Stakeholder zu lösen. Dies geschah über die entsprechenden Cloud- und Gaia-X-Anbindungen.
Ein weiterer wichtiger Fokus des Projekts war die Zuverlässigkeit der KI-Entscheidung im Netzwerk, da diese den Wert der Anwendung unmittelbar bestimmt. In diesem Zusammenhang wurde erkannt, dass die Arbeit, die über viele Jahrzehnte hinweg geleistet wurde, um die Arbeit für menschliche Nutzer und Interaktionen zu erleichtern, für die KI bisher noch nicht oder nur in einem viel geringeren Maße geschehen ist. Dies ist besonders relevant, wenn die KI-Agenten sich in neuen Systemen wie Gaia-X zurechtfinden und Vorgänge zuverlässig beherrschen müssen.
Das Deployment, die Orchestrierung und die Zuverlässigkeit von KI-basierten Multiagentensystemen im Gaia-X Scope wurden deshalb über die gesamte Projektlaufzeit hinweg fokussiert und intensiv untersucht.

Zur Vereinfachung und um einen umfassenden Überblick zu ermöglichen, werden alle Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Beteiligung von STTech in diesem Abschnitt gebündelt dargelegt.

**Anwendungsszenario**

Das Anwendungsszenario zeichnet sich durch die nahtlose Integration und Verknüpfung von Daten aus verschiedenen Quellen aus. Es beinhaltet Daten von unterschiedlichen Stakeholdern, die durch verschiedene Datenräume navigieren. Diese Räume sind durch unterschiedliche Eigentumsverhältnisse und Regulierungen charakterisiert, die bei der Datenverarbeitung über die Netzwerke hinweg berücksichtigt werden müssen.

Die zentrale Annahme in diesem Szenario ist, dass während einer autonomen Fahrt ein Ereignis oder ein "Event" auftritt. Dieses Event sollte im Kontext seiner Umgebung sofort und automatisch verarbeitet werden. Angesichts der Komplexität des Ereignisses ist dies nur durch die Integration fortgeschrittener KI-Lösungen in das Netzwerk oder die Cloud möglich.

Die KI-Lösungen ermöglichen es, alle für die automatisierte Entscheidungsfindung notwendigen Daten zusammenzuführen. Dies umfasst nicht nur die Erfassung und Verarbeitung der Ereignisdaten, sondern auch die Berücksichtigung der damit verbundenen Kontextinformationen. Damit wird eine umfassende und genaue Analyse des Ereignisses ermöglicht, die zur Generierung einer passenden Reaktion oder Maßnahme führt.
Zusätzlich erfüllt das Anwendungsszenario die Anforderungen von Gaia-X, einem europäischen Projekt zur Entwicklung einer sicheren und vertrauenswürdigen Dateninfrastruktur. Gaia-X legt besonderen Wert auf Datenschutz, Datenverfügbarkeit und Datentransparenz. Durch die Integration von Gaia-X in das Anwendungsszenario wird sichergestellt, dass diese Anforderungen erfüllt sind, während gleichzeitig eine effiziente und effektive Verarbeitung von Ereignissen ermöglicht wird

Wir gehen davon aus, dass das Anwendungsszenario auch zukünftig eine solide Grundlage für zukünftige Entwicklungen in den Bereichen autonome Systeme, Datenmanagement und Künstliche Intelligenz bietet. Durch die Integration von fortschrittlichen KI-Lösungen in das Netzwerk oder die Cloud wird das Potenzial für weiterführende Forschung und Entwicklung in diesen Bereichen eröffnet.
Mit Blick auf den Zeitraum über das Projekt hinaus könnten unsere Ergebnisse dazu beitragen, die autonome Technologie weiter voranzutreiben, indem es Möglichkeiten für verbesserte Entscheidungsfindung und schnellere Reaktionszeiten auf Ereignisse bietet. Die Auswirkungen könnten weitreichend sein und Bereiche wie das Transportwesen, die Logistik und sogar die städtische Planung beeinflussen, indem sie effizientere und sicherere autonome Systeme ermöglichen.
Darüber hinaus könnte die Einhaltung der Gaia-X Anforderungen dazu beitragen, das Vertrauen der Öffentlichkeit in autonome Systeme und die Verwendung ihrer Daten zu stärken. Dies könnte dazu führen, dass mehr Benutzer bereit sind, autonome Technologien zu nutzen und ihre Daten für die Verbesserung dieser Systeme zur

Verfügung zu stellen. Letztendlich könnte dieses Anwendungsszenario dazu beitragen, den Weg für eine Zukunft zu ebnen, in der autonome Systeme ein integraler Bestandteil unseres täglichen Lebens sind. Es bietet eine Blaupause für die effektive und sichere Integration von KI und Datenmanagement in autonome Systeme und könnte so dazu beitragen, diese Zukunft Wirklichkeit werden zu lassen.

Im Folgenden wird der Use-Case und das erreichte Ergebnis näher beschrieben.

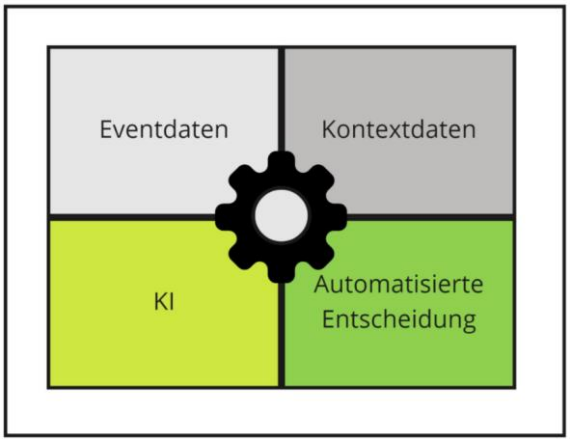


*Abbildung: Automatisierte Verarbeitung von Eventdaten mit ihrem Kontext durch KI zur sofortigen automatisierten Entscheidungsfindung*

### Events und Schadensereignisse

Events oder Schadensereignisse, die es zu Gaia-X kompatibel zu verarbeiten gilt, können dabei entlang der gesamten Nutzfahrt auftreten, wobei die Nutzfahrt sowohl ein Werk verlassen, oder in ein Werk hineinführen kann. Somit können je nachdem wann auf der Strecke das Ereignis auftritt, unterschiedliche Regeln für die Datenverarbeitung gelten. Die automatisierte Auswertung kann also von der korrekten Lokalisierung der beteiligten Personen und Maschinen abhängen und davon welche Verträge für die jeweiligen am Szenario teilnehmenden Personen für die jeweiligen Raum abgeschlossen wurden. So könnten Personen beispielsweise beim Betreten eines Werksgeländes bestimmte Regeln akzeptiert haben, oder für ein Fahrzeug, welches sich als Teil seiner Nutzfahrt vom Werksgelände entfernt, um ein kurzes Stück öffentliche Straße zu überqueren zusätzliche Regeln gelten, sobald es einen öffentlichen Verkehrsraum betritt. An einem entsprechenden Ereignis könnten beispielsweise Werksmitarbeiter, Besucher, Lieferanten oder Passanten beteiligt sein. Diese verfügen über Zugriff auf unterschiedliche Netzwerke. So kann von einem Passanten, der an einem Werksgelände vorbei geht, nicht angenommen werden, dass er sich in ein Werks-VPN einklinkt, um eine automatisierte Schadensverarbeitung zu unterstützen. Umgekehrt ist eine Maschine oder ein Fahrzeug vom Werksgelände vielleicht nur an das lokale Werksnetzwerk angebunden. Da die untersuchten Ereignisse in einer Vielzahl von Varianten auftreten können, sollte idealerweise die Regulierung der Zugriffe auf die für die Eventverarbeitung notwendigen Daten ebenfalls automatisiert erfolgen, bzw. mittels Gaia-X geregelt sein. Um ein möglichst

skalierbares Beispiel zu untersuchen, wurden daher verschiedene Kombinationen von Daten und Datenverarbeitungsregeln gesammelt und miteinander verknüpft.

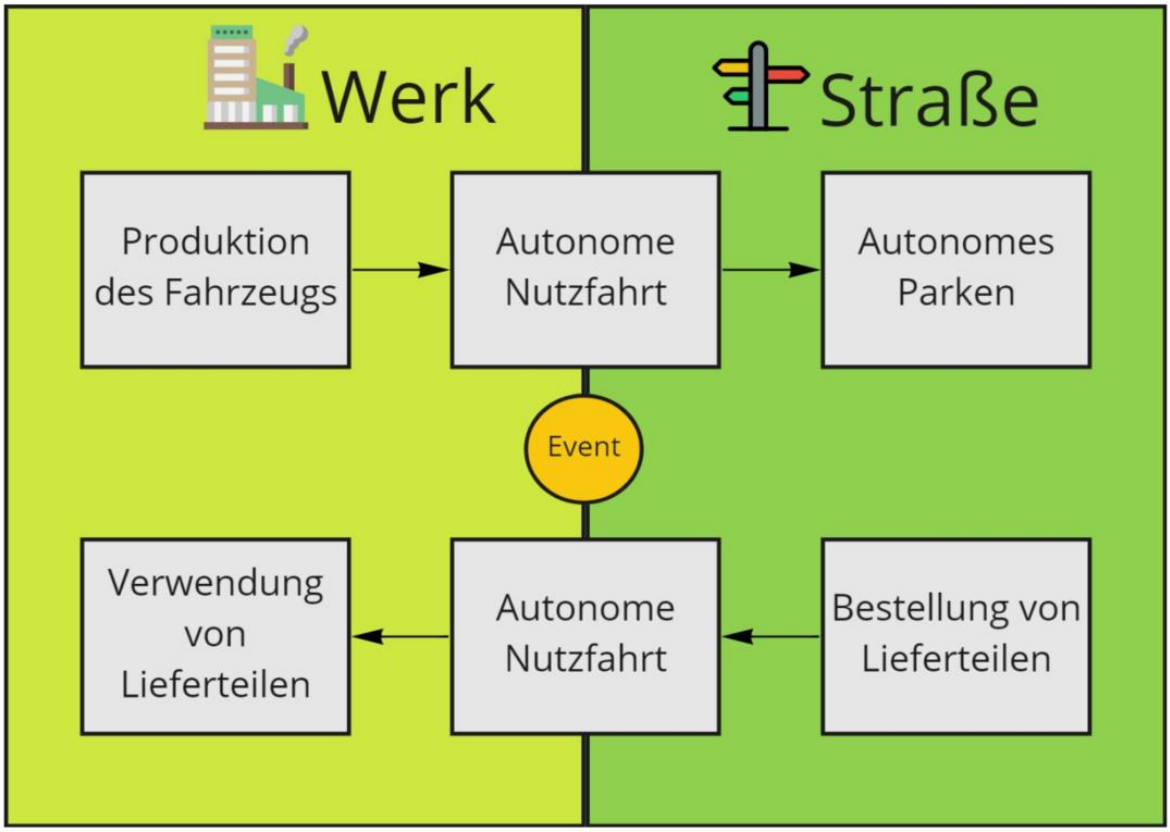


*Abbildung: Bidirektionale Ausgestaltung möglicher zu verarbeitender Ereignisse oder Schadensfälle, wobei Ereignisse in unterschiedlichen Verkehrsräumen oder Übergangszenarien stattfinden können*

Da je nach Ausprägung des Events unterschiedliche Prozessschritte durchgeführt werden müssen, wurde ein Microservice orientierter Ansatz für die Architektur gewählt. Dies ermöglicht eine einfache logische Trennung von unabhängigen Komponenten und fördert eine Vielzahl softwaretechnischer Eigenschaften, wie zum Beispiel die Testbarkeit, die Updatefähigkeit oder den Austausch von Softwaremodulen. Ziel ist es hierbei ein skalierbares Versuchssetup zu erreichen, welches dann in den Skalierungskontext von Gaia-X gesetzt werden kann, um die entsprechende Leistungsfähigkeit zu untersuchen. Für die Modellierung der Ereignisverarbeitung wurde ein Business Process Model (BPM) ähnlicher Ansatz gewählt. Dies ermöglicht eine einfache Anordnung und Umsortierung von für die Verarbeitung gültigen Regeln und eine praktische Ankopplung von lernenden und regelbasierten Systemen für die automatisierte Entscheidungsfindung. Die Events werden mittels eines Event-frameworks zwischen den einzelnen Softwaremodulen ausgetauscht. Einzelnen Nutzern können unterschiedliche Nutzerrecht und Identitäten zugeordnet werden, damit diese jeweils maßgeschneidert in die Prozesse eingebunden werden können. Ebenso können den an einem Ereignis beteiligten Nutzern und Maschinen über ein Tasksystem automatisiert Aufgaben zugeordnet werden, die geeignet sind, um die Ereignisverarbeitung zu ermöglichen und abschließen zu lassen. Die einzelnen

Bestandteile bilden somit eine konzeptionelle, erprobte Kette, welche einen State-of-the-Art KI-Prozess für die automatisierte Ereignisverarbeitung abbilden kann. Folgend sollen Schlüsselschnittstellen durch Gaia-X Ansätze ersetzt oder ergänzt werden, wobei die KI-Fähigkeit des Systems erhalten bleiben soll.

Im Rahmen der bisherigen Arbeiten wurde der Use Case zu Beginn prototypischen Implementiert. Dafür wurde erst eine Variante ohne Gaia-X (ohne die Verwendung von EDC) erstellt und funktionsfähig gestaltet. Im Anschluss wurden die Schnittstellen auf EDC umgesetzt und somit eine Gaia-X kompatible Lösung erstellt. Weiterhin wurde das Konzept weiter detailliert und eine Anbindung an einen Gaia-X 4 KI Data Space konzeptionell untersucht.

Umgesetzt wurde ein System, welches unterschiedliche Stakeholder einbinden kann, um deren Szenario Ereignisse aufnehmen und automatisiert bearbeiten zu können. Dabei kann das System wahlweise mit oder ohne den Eclipse Data Space Connector betrieben werden, um an andere Gaia-X Systeme und Data Spaces ankoppeln zu können. Die Integration des EDCs ist positiv verlaufen und der Prototyp konnte mit dafür erzeugten Testdaten initial erprobt werden.

Im Demoszenario wenden sich Nutzer des Systems, die teilweise vor Ort und teilweise dezentral an Ereignissen im Use Case Umfeld teilhaben, mit ihren Ereignissen an die Automatisierungsumgebung, damit ihnen dort weitergeholfen werden kann. Hierfür wurden unterschiedliche Szenarien und Interaktionen definiert und implementiert.

Die Szenarien beinhalten im ersten Schritt Nutzeranfragen folgender Art:

- Anfrage für autonome Transportfahrt
- Rückfragen zu Vertragsbedingungen bezüglich Unfallversicherung
- Melden eines ausgebrochenen Feuers
- Spezifische Fragen zum Umgang mit einem Unfall eines autonomen Roboters oder Fahrzeugs
- Anfrage für das Rufen eines Abschleppdienstes oder Notfalleinsatzes

Bei allen eintreffenden Anfragen werden die folgenden Schritte durchgeführt:

- Semantische Analyse der Anfrage
- Priorisierung der Anfrage entsprechend dem semantischen Inhalt
- Automatische Lösung der Anfrage sofern möglich
- Triggern eines automatisierten oder manuellen Arbeitsprozesses für die Lösung der Anfrage sofern nötig
- Versionsverwaltung der Anfragen und Erstellung von Statistiken
- Interaktion mit dem Nutzer zur Informierung über den aktuellen Status der Anfrage oder zum Einholen von benötigten Informationen

Zudem wurde eine initiale Nutzerverwaltung implementiert, die Rechteverwaltung und Versionierung ermöglicht. Die folgende Abbildung zeigt einen Login Vorgang und einen Upload Screen, über den in der initialen Version Anfragen an das System

geschickt werden können. Die Anfragen werden dabei einem einfachen Scheduling unterworfen, bzw. damit modelliert. Die aktuellen Anfragen werden unten im Bildschirm gezeigt und die dazugehörigen aktuellen Prioritäten und Queues von laufenden Bearbeitungen werden oben rechts angezeigt. Gaia-X EDC ist über das Icon links oben im Bild hervorgehoben.

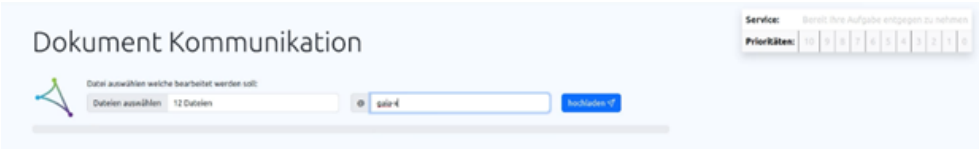


*Abbildung: Login und Fallübermittlungsoberfläche des initialen Prototyps mit Eclipse Data Space Connector Anbindung*

Die nächste Abbildung zeigt einen beispielhaften Systemzustand in dem unten kürzlich bearbeitete Nutzeranfragen angezeigt werden. Die erste Grafik illustriert die Priority-Queue, wobei zwei aktuell laufende Tasks dargestellt werden. „Fahre den Roboter A2 in die Halle B.“ Und „Fahre den Roboter A3 in die Halle B.“ Es werden also zwei Roboter in Halle B angefordert und das System schickt diese nach erfolgreich interpretierter Nutzeranfrage dorthin. Weiterhin sind 3 Tasks mit den Prioritäten 8 und 5 in der Queue, die auf Ausführung warten.

*Abbildung: Darstellung aktuell in Bearbeitung befindlicher Nutzeranfragen und noch in der Queue befindliche Aufgaben mit entsprechender Priorität*

Anschließend sieht man in der nächsten Grafik den dazugehörigen Gesamtsystemzustand in der Benutzeroberfläche. Dort ist für jede Nutzeranfrage, die dazu generierte Antwort, die Nutzeranfrage und die mittels semantischen Inhaltes zugeordnete Priorität sichtbar. Bereits automatisiert abgeschlossene Aufgaben sind dabei grün hinterlegt. Aktuell laufende oder in der Queue befindliche Prozesse sind gelb hinterlegt. In der dargestellten Situation sind die laufenden Prozesse solche, die eine physikalische, automatisierte Bewegung, sowie Zugriff auf eine begrenzte Ressource (Roboter A1-A3) benötigen und die daher eine gewisse Zeit für die erfolgreiche Ausführung benötigen.

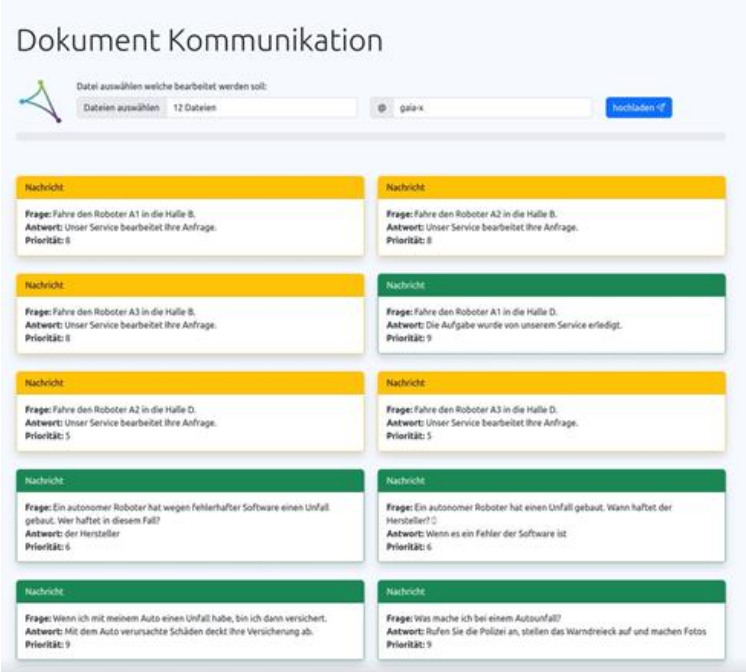


*Abbildung: Situationsaufnahme des initialen Prototypens bei der Bearbeitung von Nutzeranfragen. Grüne Anfragen sind bereits vollständig (automatisch) gelöst. Gelbe Anfragen sind in diesem Moment noch in der (automatischen) Bearbeitung*

Die folgende Grafik illustriert die Architektur des Systems. Auch hier ist der Gaia-X Eclipse Dataspace Connector hervorgehoben. Zusätzlich sind lokale und Cloudinstanzen hervorgehoben. Die Kette beginnt mit einem Trigger durch einen Nutzer, der nach Login eine Nutzeranfrage an das System schickt, welche über den EDC übermittelt wird. Diese Anfrage kann entweder in Form von Bild, Video, Text oder Audio, oder in einer Kombination davon gemacht werden. So könnte beispielsweise eine Beschreibung eines Unfallszenarios mit einem Foto der Unfallstelle kombiniert werden, um eine Nutzeranfrage zu erläutern. Wegen der Varianz der Eingabeformate und zur Absicherung der Inhalte findet eine Vorverarbeitung statt, welche die Daten in das erwartete Format transformiert, sofern die Daten als geeignet bewertet werden. Danach folgt die semantische Interpretation und darauf aufbauend die Prioritätsbewertung entsprechend definierten Prozessregeln. Es wird eine geeignete Antwort für den Nutzer generiert und übermittelt, und wenn nötig eine zu lösende Aufgabe an die automatisierten, bzw. teil-automatisierten Agenten übermittelt. Der Nutzer wird bei Abschluss der Aufgabe informiert.

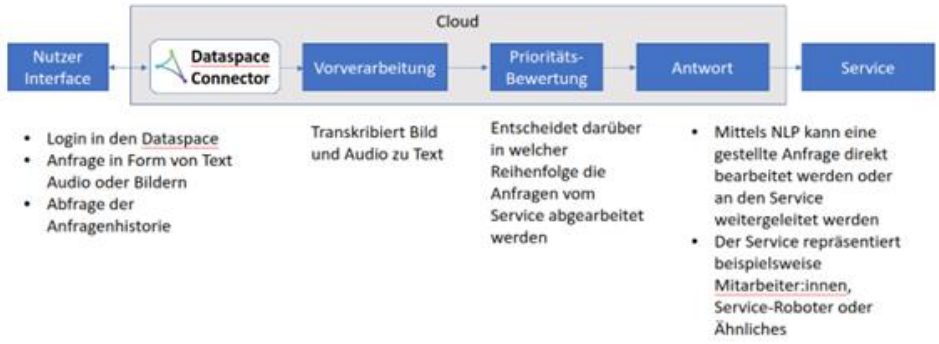


*Abbildung: Prozessablauf des initialen Prototypens für die automatisierte Fallbearbeitung im Gaia-X System. Der Demonstrator bildet eine Kette von der Nutzeranfrage bis zur automatischen Beantwortung des Anliegens*

Wesentlicher Bestandteil moderner KI-Lösungen sind unterschiedliche KI-Algorithmen mit variierenden Leistungsanforderungen. Um entsprechende Grenzwertanalysen durchführen zu können, und die dazugehörige Leistungsfähigkeit der Algorithmen zu erschließen, wird die Einsatzfähigkeit von Large Language Models im Gaia-X Kontext untersucht. Bei dem Einsatz von Large Language Modellen im Prototypen liegt das Hauptaugenmerk auf der Feinabstimmung von Basismodellen, der Anreicherung von Trainingsdaten und der Evaluierung effektiver Tools und Frameworks zur Erleichterung ihres Trainings, der Bereitstellung und Ausführung.

**Feinabstimmung von großen Sprachmodellen**

In der Pre-Trainingsphase werden LLMs wie GPT-4 auf einem umfangreichen Korpus von Internettexten trainiert. In dieser Phase werden die Modelle mit der Fähigkeit ausgestattet, komplexe Sprachmuster und Nuancen zu erkennen und ein umfassendes Verständnis von Syntax, Semantik und Weltfakten aufzubauen. Die anschließende Feinabstimmungsphase umfasst zusätzliches Training dieser vortrainierten Modelle auf speziell kuratierten, aufgabenspezifischen Datensatz, der auf den Gaia-X Anwendungsfall CAPTD zugeschnitten ist. Die Feinabstimmung ermöglicht es, die vortrainierten generischen Modelle an verschiedenen Anwendungsfälle anzupassen und so ihre Fähigkeit zu verbessern, kontextspezifische, qualitativ hochwertige Antworten zu generieren.

**Anreicherung der Trainingsdaten**

Ein robuster, domänenspezifischer Datensatz ist für die Feinabstimmungsphase unerlässlich. Dies wird erreicht durch die Integration einer Vielzahl von Datenquellen, die mit der jeweiligen Aufgabe und Domäne in Verbindung stehen, wie z. B. gecrawlte Daten und andere relevante Dokumente. Diese Strategie der Datenanreicherung fördert ein ganzheitlicheres Verständnis der spezifischen Domäne und ermöglicht es den Modellen, genauere und kontextbezogene Antworten zu geben.

**Implementierung von Tools mit erweiterter Funktionalität**

Um die Fähigkeiten des KI-Modells zu erweitern, wurde ein RAG-Ansatz (Retrieval-Augmented Generation) unter Verwendung von Vektordatenbanken eingesetzt. Diese Strategie ermöglicht es den Sprachmodellen, auf eine Teilmenge der aus der Datenbank abgerufenen Dokumente zuzugreifen, um informiertere und kontextspezifischere Antworten zu erzeugen. Das RAG basierte System ist eine entscheidende Komponente bei der Anreicherung der generierten Antworten und gewährleistet eine robuste und evidenzbasierte automatische Beantwortung von diversen Fragenstellungen.

**Evaluierung und Implementierung von Tools und Frameworks für LLMs**

Insbesondere wurden Tools und Frameworks evaluiert, die den Lebenszyklus von KI-Modellen unterstützen können: vom Training und der Validierung bis hin zur Bereitstellung und Ausführung. Mehrere Open-Source-Tools wie LORA und DeepSpeed für effizientes Training, ZenML und MLflow und Seldon für Pipelining, Experiment tracking und Deployment on-premise als auch in der Cloud wurden untersucht, die diese Anforderungen erfüllen und so die Skalierbarkeit, Effizienz und Robustheit von LLM Operationen im Rahmen von Gaia-X ermöglichen.

**Ansteuern von Geschäftsprozessen zur Lösung von Ereignissen**

Neben dem Auslöser des Ereignisses, der beispielsweise über eine Email, eine SMS, oder über Sensoren in das System kommuniziert werden kann, wurden auch Geschäftsvorgänge aufgenommen, die ausgelöst werden müssen, um das Ereignis abzuarbeiten. Für diese Geschäftsvorgänge wurde eine Vollständige Klassifizierung aufgenommen und anhand von Testdaten erprobt. Erzeugt wird also auf Basis der Kontextdaten des Szenarios eine Antwort an den Systemnutzer, sowie ein Antriggern der klassifizierten Geschäftsvorgänge. Hierfür wurden zusätzlich die notwendigen Schnittstellen definiert um solche Geschäftsprozesse ansteuern zu können und entsprechende. Diese Geschäftsvorgänge können z.B. das Auszahlen von Versicherungssummen nach Prüfung der Vertrags- und Ereigniskonstellation, oder die Entsendung von Notfalleinsatzkräften sein.

**GAIA-X orientierte IT Governance Struktur für den Use Case**

Der Einsatz der erforschten Technologien in der Praxis ist nur dann umsetzbar, wenn das Konzept wesentliche IT Governance, Privacy und Security Anforderungen abdeckt. Deshalb wurden für diese Bereiche jeweils repräsentative Anforderungen und Lösungskonzepte abgebildet und im GAIA-X Kontext eingeordnet. Dies hat zu einer erheblichen Vertiefung des Use Cases positiv beigetragen. Die Änderungsanforderungen wurden experimentell berücksichtigt.

**Zuverlässigkeit der KI Entscheidungsfindung im Cloud System**

Für die Funktion des Use Case Systems ist die Zuverlässigkeit der KI-Anwendung wesentlich. Diese muss auch in einem Cloud-Contet erreicht werden. Deshalb wurden zahlreiche Tests zur Zuverlässigkeit durchgeführt und verschiedenste Methoden für die Erhöhung der Zuverlässigkeit konzeptualisiert und erprobt. Die Zuverlässigkeit der

Ergebnisse konnte dadurch erhöht werden. Erprobt wurden unterschiedliche Ansätze, die jeweils mit einzelnen oder übergreifenden Prozessschritten kombiniert wurden.

**Durchführung von Tests mit praxisnahen Falldaten**

Um möglichst realitätsnahe Anforderungen bestimmen und praxisnahe Fehlerklassen ermitteln zu können, wurde die KI-Kette mit praxisnahen Inputdaten zu versicherungsrelevanten Ereignissen erprobt. Hierbei zeigt sich eine sehr gute Qualität für die automatisierte Beantwortung von fallspezifischen Sachbearbeiter Anliegen, z.B. im Rahmen der Verarbeitung von fallrelevanten Vertragsdaten, und ebenfalls eine sehr gute Qualität für die automatisierte Lösung von Endkundenanliegen unter Berücksichtigung des Szenario Kontexts und der zugehörigen Vertragswerke.

# 2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises können dem beigefügten Erfolgskontrollbericht entnommen werden.

# 3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die im Projekt "GAIA-X 4 KI" geleistete Arbeit war notwendig und angemessen, um die ambitionierten Projektziele im Bereich der vernetzten Ereignisdetektion und der Erklärbarkeit von Algorithmen im Kontext von GAIA-X zu erreichen. Die STTech GmbH hat ihre Expertise im Bereich KI und autonome Systeme eingebracht und einen wichtigen Beitrag zum Erfolg des Gesamtprojekts geleistet. Die entwickelten Lösungen und gewonnenen Erkenntnisse haben ein hohes Verwertungspotenzial und tragen zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie bei. Die STTech GmbH plant, die Projektergebnisse bzw. Erkenntnisse in zukünftige Projekte und Produktentwicklung einfließen zu lassen und neue, innovative Lösungen für die Automobilindustrie und andere Industrien zu entwickeln. Die Erfolgsaussichten nach Projektende sind vielversprechend. Die STTech GmbH wird die im Projekt entwickelten Ansätze in ihrer Produktentwicklung berücksichtigen und neue, innovative Lösungen für die verschiedenen Industrien anbieten. Der Zeithorizont für die Verwertung der Ergebnisse liegt bei 2-3 Jahren. Die STTech GmbH wird die Projektergebnisse weiterhin in relevanten Gremien und Verbänden verbreiten und den Know-how-Transfer mit anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen fördern. Die Teilnahme an Konferenzen und Workshops sowie die Veröffentlichung von Artikeln sind geplant. Die STTech GmbH wird die Zusammenarbeit im Bereich der Standardisierung fortsetzen und sich an der Weiterentwicklung beteiligen.

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

### Projektergebnisse und Verwertung bei STTech GmBH

Die STTech GmbH ist ein international tätiges High-Tech-Startup mit Sitz in München, das sich auf die Entwicklung und Vermarktung von KI-basierten Lösungen für autonome Systeme spezialisiert hat. Die im Projekt "GAIA-X 4 KI" gewonnenen Erkenntnisse und entwickelten Technologien werden von der STTech GmbH genutzt, um ihre Marktposition im globalen Wettbewerb zu stärken und innovative Produkte und Dienstleistungen für die Automobilindustrie anzubieten. Die Verwertung sollte also global durchgeführt und die Lösungen weltweit eingesetzt werden. Die STTech GmbH plant, die im Projekt entwickelten Softwarewerkzeuge und Algorithmen in ihre Produktentwicklung zu integrieren und neue, innovative Lösungen für die Industrie anzubieten. Dabei plant die STTech GmbH die Projektergebnisse an die spezifischen Anforderungen ihrer globalen Kunden anpassen und die Lösungsansätze in ihre bestehenden Produktportfolio integrieren. Im Rahmen des Projekts "GAIA-X 4 KI" wurden verschiedene Lösungsansätze und Strategien entwickelt, die u.a. im Bereich der vernetzten Ereignisdetektion und der Erklärbarkeit von KI-Algorithmen eingesetzt werden können. Die STTech GmbH wird diese Module und Algorithmen als Grundlage für die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen nutzen. Dabei wird die STTech GmbH die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse über die Interoperabilität und Skalierbarkeit von KI-Lösungen in der GAIA-X-Umgebung berücksichtigen. Die im Projekt "GAIA-X 4 KI" entwickelten Lösungen und Technologien wurden in enger Zusammenarbeit mit den anderen Projektpartnern erarbeitet. Die STTech GmbH plant, die Projektergebnisse weiterhin in relevanten Gremien und Verbänden zu verbreiten und den Know-how-Transfer mit anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu fördern. Die Teilnahme an Konferenzen und Workshops sowie die Veröffentlichung von wissenschaftlichen Artikeln sind geplant.

## Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten

Die wissenschaftlich-technischen Erfolgsaussichten des Projekts "GAIA-X 4 KI" sind vielversprechend. Die STTech GmbH hat im Projekt wichtige Erkenntnisse im Bereich der vernetzten Ereignisdetektion und der Erklärbarkeit von Algorithmen im Kontext von GAIA-X gewonnen. Die entwickelten Softwaremodule und Algorithmen, die im Projekt bis zum Prototypenstatus gebracht wurden, demonstrieren die Machbarkeit und das Potenzial der GAIA-X-basierten Lösungen u.a. für die Automobilindustrie. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse über die Interoperabilität und Skalierbarkeit von KI-Lösungen in der GAIA-X-Umgebung bilden eine solide Grundlage für die zukünftige Entwicklung und den Einsatz von KI-basierten Lösungen in der Automobilindustrie. Die

STTech GmbH wird die Projektergebnisse weiterverwenden und in ihre Produktentwicklung einfließen lassen, um innovative Lösungen für die Automobilindustrie und andere Industrien zu entwickeln.

## Wissenschaftliche und/oder wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Die im Projekt "GAIA-X 4 KI" erzielten Ergebnisse und entwickelten Technologien weisen eine hohe wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit auf. Die entwickelten Softwaremodule und Algorithmen können als Basis für weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich KI und autonomes Fahren dienen und in andere Projekte und Anwendungsfelder übertragen werden. Die STTech GmbH wird die Projektergebnisse weiterhin in relevanten Gremien und Verbänden verbreiten und den Wissenstransfer mit anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen fördern. Die Teilnahme an Konferenzen und Workshops sowie die Veröffentlichung von wissenschaftlichen Artikeln sind geplant. Die enge Vernetzung mit der wissenschaftlichen Community und der Automobilindustrie ermöglicht es der STTech GmbH, die Projektergebnisse in einem breiten Kontext zu verankern und ihre wirtschaftliche Verwertung zu fördern.

Die Ergebnisse des Forschungsprojekt können von der STTech GmbH vielfältig verwertet werden. Zentrale Arbeitsinhalte der STTech GmbH sind Plattformtechnologien und KI-Technologien. Die Ergebnisse aus dem Projekt könnten somit zum einen zur kompetenten Beratung von Kunden genutzt werden. Zum anderen könnten die Plattform- und KI-Technologien zur Realisierung konkreter, GAIA-X-bezogener Plattformen genutzt werden, und zwar sowohl im Automotivekontext, als auch im Kontext anderer Domänen. Weiterhin sind die Ergebnisse aus den Usecases, Produktlinie und Fahrzeug für eine Verwertung im Rahmen neuer Produkte bzw. Serviceleistungen für Fahrzeughersteller von Wert. Insbesondere bzgl. der Inhalte der Produktionslinienarbeiten erhält die STTech bereits Anfragen von Fahrzeugherstellern, die an den Ergebnissen interessiert sind. Zuzammengefasst sind die Ergebnisse vielseitig verwertbar, und können im Rahmen von Beratung, oder im Rahmen von Produktentwicklungen als Basis verwendet werden. Weiterhin können die Ergebnisse direkt in die Lehre für Studenten eingebracht werden, insbesondere beim Punkt vernetztes automatisiertes Fahren. Da die STTech an Plattofrmtechnologien für führende Industriepartner arbeitet, in denen komplexe Anforderungen an Automatisierung, Datenqualität und Datenverfügbarkeit für KI-Anwendungen zusammenkommen, können die Ergebnisse als Antworten auf entscheidende Forschungsfragen genutzt werden, um zum einen diese Plattformentwicklungen durch Kompatibilität mit den GAIA-X-Konzepten im Wert zu steigern, und zum anderen wertige Anwendungen zu ermöglichen, die aktuell mangels der GAIA-X-Konzepte noch in der finalen Umsetzung blockiert sind. Insbesondere Betiräge zu Harmonisierung und Referenzlösungen, GAIAX-kompatible Softwarestacks und Orchestrierungslösungen, sowie konkrete algoritmische

Anwendungen im Produktions- und HAF-Kontext können für die STTech Plattformlösungen verwertet werden.

Die positiven Projektergebnisse können zum einen kurzfristig zur Harmonisierung von Schnittstellen in kooperativen und individuellen Plattformarbeiten der STTech beitragen, zum anderen mittelfristig neuartige Features für diese Plattformen ermöglichen, die derzeit noch durch technische Hürden blockiert sind. Langfristig können diese unterschiedlichen Entwicklungen miteinander gekoppelt und auf eine gemeinsame technologische Basis gestellt werden. Die STTech ist mit der Entwicklung mehrerer Plattformtechnologien befasst, in denen jeweils relevante Herausforderungen bestehen, insbesondere bei der Verarbeitung von Daten mittels KI-Lösungen, so dass eine Verwertung der positiven Ergebnisse in diesen Entwicklungen möglich ist. Hierbei geht es um den effektiven Transport von Daten, sowie die effektive und datenschutzkonforme Erzeugung und Verarbeitung der Daten mit KI-Plattformlösungen.

Die im Projekt untersuchten Fragestellungen sind nach wie vor von zentraler Bedeutung für aktuelle wissenschaftliche und technische Herausforderungen. Es besteht bis zu einem gewissen Grad Einigkeit darüber, dass die entsprechenden Plattformlösungen einen großen Mehrwert erzeugen können. Es besteht nun mehr Klarheit bei den technischen Lösungen und insbesondere bei Architekturen, Datenflüssen und Schnittstellen. Die technischen und gesetzlichen Voraussetzungen sind gereift, so dass die wissenschaftlichen und technischen Erfolgsaussichten sehr gut sind.

Die positiven Ergebnisse können sowohl in Form von Gremienarbeit, als auch in Form Projektarbeiten und Produktentwicklungen weiterentwickelt werden. Diese Weiterentwicklung ist aufgrund der Forschungsnatur der Ergebnisse nach wie vor notwendig für eine erfolgreiche Verwertung. Durch die Beschaffenheit des Konsortiums und die Natur der Forschungsfragen sind sowohl die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit in Form von darauf aufbauenden wissenschaftlichen Studien und Forschungsprojekten, als auch die wirtschaftliche Anschlussfähigkeit in Form von darauf aufbauenden Mehrwertdiensten für KI-Plattformlösungen exzellent.

Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten werden geprägt von der Entwicklung der regulatorischen Landschaft. In den letzten Jahren gab es in Deutschland wirtschaftliche Einbrüche durch externe Faktoren. Zusätzlich kommt es in den folgenden Jahren zu neuer umfassender Regulierung im Bereich KI (European AI Act). Deshalb und wegen des sehr hohen Aufwandes bereits bestehende Regulierungen zu erfüllen, sind verschiedene relevante Technologien zunehmend nicht mehr, oder nur nach langer Verspätung in der EU verfügbar (vgl. KI-Modelle wie multimodale LLama Versionen und andere). Es ist daher wichtig die Verwertung lokal, aber auch global voranzutreiben, Ergebnisse also global zu verwerten und die STTech muss agil mit der sich verändernden regulatorischen und globalen Landschaft umgehen.

**Fazit und Ausblick**

Das Projekt hat bedeutende Fortschritte in der Use Case Forschung erzielt und neue Wege in der Klassifizierung und Ausführung von Geschäftsprozessen über Cloud- und Gaia-X-Anbindungen aufgezeigt. Es hat ein System entwickelt, das in der Lage ist, die Anforderungen der Stakeholder im Live Use Case effektiv zu erfüllen. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Zuverlässigkeit der KI-Entscheidungen im Netzwerk gelegt, die den Wert der Anwendung maßgeblich bestimmt. Im Anwendungsszenario wurde eine nahtlose Integration und Verknüpfung von Daten aus verschiedenen Quellen erreicht. Ein solides System wurde implementiert, das mit oder ohne den Eclipse Data Space Connector betrieben werden kann, was eine flexible Anbindung an andere Gaia-X Systeme und Data Spaces ermöglicht.

Das Projekt hat zudem die Auswirkungen des Einsatzes von KI in neuen Systemen wie Gaia-X verdeutlicht und gezeigt, dass eine größere Anstrengung zur Erleichterung der Arbeit für KI-Agenten notwendig ist, ähnlich wie es über Jahrzehnte hinweg für menschliche Nutzer und Interaktionen der Fall war.

Im Rahmen des Projekts wurden auch wertvolle Erfahrungen gesammelt und Erkenntnisse gewonnen, die über den konkreten Use Case hinaus von Bedeutung sind. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse und die entwickelten Lösungsansätze können auch in anderen Kontexten Anwendung finden und so zur Weiterentwicklung von KI-Systemen im Gaia-X Kontext beitragen.

Insgesamt hat das Projekt gezeigt, dass die Integration von KI in Datenmanagementprozesse nicht nur machbar, sondern auch äußerst wertvoll ist. Es hat einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung von autonomen Systemen, Datenmanagement und Künstlicher Intelligenz geleistet und einen Weg in eine Zukunft aufgezeigt, in der autonome Systeme ein integraler Bestandteil unseres täglichen Lebens sind. Mit dem erfolgreichen Abschluss des Demonstrators ist ein wichtiger Meilenstein erreicht, aber die Reise geht weiter. Die gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen bilden eine solide Grundlage für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in diesem spannenden und wichtigen Bereich. Es ist zu erwarten, dass die im Rahmen dieses Projekts entwickelten Ansätze und Lösungen auch in Zukunft einen wertvollen Beitrag zur Weiterentwicklung von KI-Systemen leisten werden.

Insgesamt war die Umsetzung des ein großer Erfolg. Es hat neue Maßstäbe in der Integration von fortschrittlichen KI-Lösungen in die Datenverarbeitung und Entscheidungsfindung gesetzt und innovative Möglichkeiten für die effiziente und effektive Bearbeitung von Ereignissen eröffnet. Durch die strikte Einhaltung der Gaia-X Anforderungen wurde ein außergewöhnlich hohes Maß an Datenschutz, Datenverfügbarkeit und Datentransparenz erreicht.

Das Projekt hat nicht nur die gesetzten Ziele erreicht, sondern diese in vielen Bereichen sogar übertroffen. Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf die Zuverlässigkeit der KI-Entscheidungen im Netzwerk, wurden als wertvolle

Lernerfahrungen gesehen und führten zu wichtigen Erkenntnissen für zukünftige Projekte.

Die Annahme, dass KI-Lösungen eine effiziente und effektive Verarbeitung von Ereignissen ermöglichen, wurde vollumfänglich bestätigt. Die herausragende Rolle der Zuverlässigkeit der KI-Entscheidungen wurde deutlich und hat wertvolle Erkenntnisse für die zukünftige Forschung und Entwicklung in diesem Bereich geliefert.

Eine Fortsetzung der Arbeit sieht vielversprechend aus und könnte sich auf die Weiterentwicklung von KI-Lösungen für die automatisierte Verarbeitung von Ereignissen konzentrieren. Hier könnte insbesondere die Zuverlässigkeit der KI-Entscheidungen weiter verbessert werden.

Es steht bereits ein leistungsfähiges und bewährtes System als Prototyp zur Verfügung, das Ereignisse effizient und effektiv verarbeiten kann. Darüber hinaus sind wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse aus der Projektarbeit vorhanden, die als solide Grundlage für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dienen können.

# 5. Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet bei anderen Stellen

Während der Projektlaufzeit von GAIA-X 4 KI konnten wir diverse Fortschritte im Bereich KI und autonomes Fahren beobachten, die relevant für unsere Arbeit bei der STTech waren. Besonders hervorzuheben sind die Entwicklungen im Bereich der generativen KI, die im Projektzeitraum an Relevanz gewonnen haben und die wir in unsere Anforderungsdefinition und Konzeptentwicklung integriert haben. Die rasante Weiterentwicklung von Modellen wie ChatGPT und DALL-E zeigte das Potenzial dieser Technologie für die Automobilindustrie, z.B. im Bereich der automatisierten Szenariengenerierung und der simulationsbasierten Validierung. Weiterhin relevant für unsere Arbeit waren die Fortschritte im Bereich der Standardisierung von Daten und Schnittstellen für das automatisierte und vernetzte Fahren. Die STTech GmbH hat sich aktiv an diesen Entwicklungen beteiligt, indem sie an den relevanten Workshops und Konferenzen teilgenommen und ihre Expertise in die Standardisierungsgremien eingebracht hat. Die gewonnenen Erkenntnisse flossen direkt in die Entwicklung unserer KI-basierten Lösungen ein und trugen dazu bei, die Interoperabilität und Skalierbarkeit unserer Lösungen zu verbessern. Zusätzlich zu den genannten Entwicklungen haben wir auch die Fortschritte in verwandten Förderprojekten und Forschungsgebieten verfolgt, um Synergien zu nutzen und unsere Arbeit im Projekt "GAIA-X 4 KI" optimal auszurichten. Besonders hervorzuheben sind hier die Projekte der KI-Familie des BMWi, die sich mit der Entwicklung und Absicherung von KI-basierten Funktionen für das automatisierte Fahren beschäftigen. Die Erkenntnisse

aus diesen Projekten, insbesondere im Bereich der Datengenerierung, der Datenannotation und der simulationsbasierten Validierung, flossen in unsere Arbeit ein und trugen zur Verbesserung unserer KI-Lösungen bei. Abgrenzen lassen sich ebenfalls Projekte wie das Projekt CeCaS, welches durch das BMBF gefördert wird, und sich im Detail mit den Auswirkungen der KI-Durchbrüche auf die Fahrzeugarchitektur und die verändert Arbeitsweise im Bereich des Anforderungsmanagements konzentriert.

# 6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

Nachfolgende Veröffentlichungen der Ergebnisse erfolgten während des Projektverlaufs: Die STTech GmbH hat zusätzlich die Ergebnisse ihrer Forschungsarbeiten im Projekt "GAIA-X 4 KI" aktiv in die wissenschaftliche Community und die Automobilindustrie getragen. Neben der kontinuierlichen Dokumentation und dem Austausch von Ergebnissen innerhalb des Projektkonsortiums wurden die Erkenntnisse der STTech GmbH in verschiedenen Formaten veröffentlicht und präsentiert. Während der Projektlaufzeit wurden die Fortschritte und Ergebnisse der STTech GmbH regelmäßig in Form von Statuspostern und Präsentationen auf internen Projektmeetings vorgestellt. Dies ermöglichte einen intensiven Austausch mit den Projektpartnern und trug zur kontinuierlichen Verbesserung der entwickelten Lösungen bei. Darüber hinaus präsentierte die STTech GmbH ihre Forschungsergebnisse auf ausgewählten Fachkonferenzen und Tagungen, um die Erkenntnisse einem breiteren Fachpublikum zugänglich zu machen und den wissenschaftlichen Diskurs zu fördern. Die STTech GmbH plant, die Projektergebnisse auch nach Projektende in Form von wissenschaftlichen Publikationen zu veröffentlichen, um die gewonnenen Erkenntnisse nachhaltig zu dokumentieren und der wissenschaftlichen Community zur Verfügung zu stellen. Die Projektergebnisse wurden unter anderem auf der Hannovermesse 2024 vorgestellt. Weiterhin wurden die Projektergebnisse auf der IAA 2021 vorgestellt. Die Projektergebnisse wurden auch als Teil von Vorträgen bei der Fachtagung Zahlungsverkehr 2024 und in zwei aufeinanderfolgenden Projektfahren bei der Automotive Computing Conference vorgestellt. Der Abschlussbericht zu diesem Projekt wird in der Technischen Informations-bibliothek Hannover und der Bibliothek des BMWK zur Verfügung gestellt.

# III ANHANG

## Abbildungsverzeichnis

*Abbildung: Automatisierte Verarbeitung von Eventdaten mit ihrem Kontext durch KI zur sofortigen automatisierten Entscheidungsfindung*

*Abbildung: Bidirektionale Ausgestaltung möglicher zu verarbeitender Ereignisse oder Schadensfälle, wobei Ereignisse in unterschiedlichen Verkehrsräumen oder Übergangszenarien stattfinden können*

*Abbildung: Login und Fallübermittlungsoberfläche des initialen Prototyps mit Eclipse Data Space Connector Anbindung*

*Abbildung: Darstellung aktuell in Bearbeitung befindlicher Nutzeranfragen und noch in der Queue befindliche Aufgaben mit entsprechender Priorität*

*Abbildung: Situationsaufnahme des initialen Prototypens bei der Bearbeitung von Nutzeranfragen. Grüne Anfragen sind bereits vollständig (automatisch) gelöst. Gelbe Anfragen sind in diesem Moment noch in der (automatischen) Bearbeitung*

*Abbildung: Prozessablauf des initialen Prototypens für die automatisierte Fallbearbeitung im Gaia-X System. Der Demonstrator bildet eine Kette von der Nutzeranfrage bis zur automatischen Beantwortung des Anliegens*

## Tabellenverzeichnis

No table of figures entries found.

# Berichtsblatt

| 1. ISBN oder ISSN | 2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) |
|---|---|
| - | **Schlussbericht** |

3. Titel

**Verbundvorhaben Gaia-X 4 KI**

DATEN- UND DIENSTE-ÖKOSYSTEM FÜR KI-ORIENTIERTE FORSCHUNG & ENTWICKLUNG
Abschlussbericht STTech

Ein Projekt der Gaia-X 4 Future Mobility Projektfamilie

| 4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] | 5. Abschlussdatum des Vorhabens |
|---|---|
| Juri Kuhn,<br>Hinz, Gereon | **31.05.2024** |
| | 6. Veröffentlichungsdatum<br>**Geplant** |
| | 7. Form der Publikation<br>**Broschüre geplant** |

| 8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) | 9. Ber. Nr. Durchführende Institution |
|---|---|
| STTech GmbH<br>Tölzer Straße 1<br>82031 Grünwald | Technische Informationsbibliothek (TIB) Hannover |
| | 10. Förderkennzeichen *)<br>19A21011L |
| | 11. Seitenzahl<br>26 |

| 12. Fördernde Institution (Name, Adresse) | 13. Literaturangaben |
|---|---|
| Bundesministerium für<br>Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)<br>53123 Bonn | 0 |
| | 14. Tabellen<br>0 |
| | 15. Abbildungen<br>6 |

16. Zusätzliche Angaben

17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)

18. Kurzfassung

1. Derzeitiger Stand von Wissenschaft und Technik

2. Begründung/Zielsetzung der Untersuchung

3. Methode

4. Ergebnis

5. Schlussfolgerung/Anwendungsmöglichkeiten

19. Schlagwörter

| 20. Verlag | 21. Preis |
|---|---|
| **Nicht anwendbar** | **Nicht anwendbar** |

## Document Control Sheet

| 1. ISBN or ISSN | 2. type of document (e.g. report, publication) |
|---|---|
| Planned | **Final report** |

3. title

**Gaia-X 4 KI**

DATEN- UND DIENSTE-ÖKOSYSTEM FÜR KI-ORIENTIERTE FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

Ein Projekt der GAIA-X 4 Future Mobility Projektfamilie

| 4. author(s) (family name, first name(s)) | 5. end of project |
|---|---|
| Juri Kuhn,<br>Hinz, Gereon | **31.05.2024** |
| | 6. publication date<br>**Planned** |
| | 7. form of publication<br>**Broschüre geplant** |
| 8. performing organization(s) (name, address)<br>STTech GmbH<br>Tölzer Straße 1<br>82031 Grünwald | 9. originator's report no.<br>Technische Informationsbibliothek (TIB) Hannover |
| | 10. reference no.<br>19A21011L |
| | 11. no. of pages<br>26 |
| 12. sponsoring agency (name, address)<br>Bundesministerium für<br>Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)<br>11019 Berlin | 13. no. of references<br>0 |
| | 14. no. of tables<br>0 |
| | 15. no. of figures<br>6 |

16. supplementary notes

17. presented at (title, place, date)

**Not Applicable**

18. abstract

1. Derzeitiger Stand von Wissenschaft und Technik

2. Begründung/Zielsetzung der Untersuchung

3. Methode

4. Ergebnis

5. Schlussfolgerung/Anwendungsmöglichkeiten

19. keywords

| 20. publisher | 21. price |
|---|---|
| **Not Applicable** | **Not Applicable** |