Schlussbericht zum Verwendungsnachweis — Teil I: Kurzbericht

Zuwendungsempfänger	**Sentics GmbH, Hermann-Münch-Straße 2, 38440 Wolfsburg**
Förderkennzeichen	16KISR016
Verbundvorhaben	RePro — Resiliente Kommunikationssysteme für sichere und flexible Produktionssysteme
Teilvorhaben Sentics	Entwicklung von intrinsisch und extrinsisch resilienten Kommunikationssystemen für Produktivumgebungen
Laufzeit	01.01.2023 – 31.03.2026 (ursprünglich bis 31.12.2025, kostenneutral um drei Monate verlängert)
Verbundkoordination	Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann, TU Braunschweig (IWF)

Aufgabenstellung und Stand der Technik

Trotz umfangreicher Arbeitsschutzmaßnahmen verzeichnet die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung jährlich über 36.000 Unfälle mit Personenschäden im innerbetrieblichen Transport. Etablierte Technologien zur Kollisionsprävention haben diese Zahlen nicht nachhaltig senken können. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an industrielle Kommunikationssysteme: Sie müssen echtzeitfähig, ausfallsicher, resilient gegen externe Angriffe und interne Störungen sowie zunehmend für sicherheitskritische Funktionen zertifizierbar sein. Ausgangspunkt des Sentics-Teilvorhabens war ein KI-basiertes, kamerabasiertes Echtzeit-Lokalisierungssystem, das zu Projektbeginn in mehreren Referenzinstallationen in der Lebensmittel-, Verpackungsmittel- und Konsumgüterindustrie erprobt war. Der Stand der Technik zeigte jedoch eine Lücke zwischen verfügbaren Punktlösungen und einer integrierten Systembetrachtung unter dem Gesichtspunkt der Resilienz-by-Design. Ziel des Teilvorhabens war, die Sentics-Systemplattform um Multi-Konnektivität (Ethernet, WiFi, 5G, LTE), um Resilienz gegen Einzelkomponentenausfälle und um Schnittstellen zu infrastrukturseitigen Aktoren zu erweitern und das Gesamtsystem in drei Testumgebungen zunehmenden Reifegrads zu validieren.

Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben gliederte sich in sieben inhaltliche Arbeitspakete (Anforderungen, Messverfahren, Architektur, Algorithmen, Evaluation für autonome Transportfahrzeuge, Evaluation in modularen Fertigungszellen, Zertifizierung) und ein Querschnitts-Arbeitspaket Projektmanagement. Der Projektstart verzögerte sich durch Kooperationsvertragsverhandlungen, konnte aber im ersten Projektjahr aufgeholt werden. Der Austritt des Partners Kopernikus Automotive führte 2024 zu einer Umverteilung der Inhalte zur TU Braunschweig und Sentics; die zugehörige Aufstockung wurde beantragt und bewilligt. Zum Projektende wurde eine kostenneutrale Verlängerung um drei Monate bewilligt, um die Evaluierung einer alternativen Kommunikationsarchitektur (UDP statt MQTT, bedingt durch Latenzanforderungen) und verzögerte AGV-Arbeiten abschließen zu können. Die Sentics-Testumgebungen umfassten die Open Hybrid LabFactory in Wolfsburg als ca. 2.500 m² große Forschungsumgebung mit bis zu 50 Kameras, das Forschungsparkhaus am Flughafen Braunschweig mit 19 PTZ-Kameras als überdachte Validierungsumgebung sowie den Außenparkplatz der VW Gläsernen Manufaktur Dresden mit 26 PTZ-Kameras als industrielle Realumgebung einschließlich einer 4-tägigen Feldtestkampagne.

Wesentliche Ergebnisse

Zum Abschluss liegen ein konsortialer, iterativ revidierter Anforderungskatalog für resiliente Kommunikation (Meilenstein M1), eine produktionsreife Systemarchitektur mit Edge-Inferenz auf NVIDIA DeepStream 7.0 (YOLOv5/v10, NvDCF-Tracker), einer räumlichen Fusionsschicht über alle Kameraansichten und einer Multi-Kanal-

Ausgabe (Kafka für Metadaten, UDP für Echtzeitpositionen) sowie ein automatisierter Calibration-Sync-Dienst (GitHub-Repo, Webhook, 12-h-Sync, REST-API) vor. Die Erkennungsmodelle wurden um Gabelstapler, Paletten, Handhubwagen und PKW erweitert; der systematische Einsatz synthetischer Trainingsdaten auf Basis digitaler Zwillinge reduzierte den manuellen Label-Aufwand signifikant. In der OHLF wurden mehrere Kommunikations- und Warnmodule integriert (Gabelstapler-Modul Linde E35 mit Geschwindigkeitsreduktion, Gate-Modul, Projektor-Warnung an Kreuzungspunkten, anforderungsgesteuerte Toröffnung). Der Feldtest in der VW Gläsernen Manufaktur Dresden wies die Standort-Portierbarkeit nach: Alle 26 Kameras, die Kalibrierung, die Fahrzeugerkennung und die räumliche Lokalisierung funktionierten zuverlässig. Als Anschlussbedarf wurde die markerbasierte Fahrzeug-Identifikation identifiziert, die in Außenumgebungen unter variablen Belichtungsbedingungen nicht ausreichend robust war. Die Sentics-Vorgehensweise zur Erstellung und Validierung von KI-Erkennungsmodellen wurde in den konsortialen Anforderungskatalog für die dynamische Zertifizierung eingebracht.

Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Konsortium bestand aus der TU Braunschweig mit vier Instituten (IWF als Verbundkoordinator, IBR, IfN, IfF), der Volkswagen AG als industriellem Endanwender (Referenzstandort Gläserne Manufaktur Dresden) und dem TÜV Süd als Zertifizierungspartner. Der ursprüngliche Partner Kopernikus Automotive schied während der Projektlaufzeit aus. Sentics kooperierte besonders eng mit den Instituten der TU Braunschweig bei der gemeinsamen Nutzung der OHLF und der Entwicklung des Forschungsparkhauses, mit Volkswagen bei Planung und Durchführung des Dresden-Feldtests sowie mit dem TÜV Süd bei der Erarbeitung von Vorgehensweisen für die dynamische Zertifizierung KI-basierter Sicherheitsanwendungen.

Ausblick und Verwertung

Die im Projekt erweiterte Systemplattform bildet die Grundlage eines neuen optischen Echtzeit-Lokalisierungssystems mit expliziter Resilienzbetrachtung. Über den bisherigen Fokus Arbeitssicherheit hinaus adressiert sie Anwendungen in Inventur, Arbeitsergonomie-Bewertung, Nachverfolgungsaufgaben und Flottensteuerung. Sentics führt die Projektergebnisse in die Produktentwicklung über; der Transfer in Pilotanwendungen bei Industriekunden ist vorgesehen.