

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil I – Kurzbericht

WIR!-Projekt: Exakte Lokalisierung und Fahrregelung für autonome Eisenbahnfahrzeuge (FKZ 03WIR1221B)

Zuwendungs-empfänger: Smart Rail Connectivity Campus e. V.

Laufzeit: 08/2023 – 07/2025

Gefördert durch:



Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

1 Ursprüngliche Aufgabenstellung

Die Aufgaben des Smart Rail Connectivity Campus e. V. (SRCC) umfassten zentrale Steuerungs-, Koordinations- und Managementaufgaben, die für einen erfolgreichen Projektverlauf erforderlich waren. Sie vereinten sowohl organisatorische Projektleitungsaufgaben als auch technisch-fachliche Leitungsfunktionen, um sicherzustellen, dass das Projekt zielgerichtet, effizient und risikoarm durchgeführt wird.

Im Rahmen der organisatorischen Projektleitung, welche in Zusammenarbeit mit dem Konsortialführer durchgeführt wurden, verantwortete SRCC sämtliche Aktivitäten zur Identifikation, Einbindung und Koordination relevanter Stakeholder. Dazu gehörten insbesondere die Abstimmung mit Eisenbahnverkehrs- und -infrastrukturunternehmen, die Einholung notwendiger Genehmigungen sowie die Sicherstellung eines rechtssicheren und geordneten Betriebs im Gleisbereich. Ebenso wurden alle erforderlichen Dokumente und Prozesse gemäß bahnspezifischen Richtlinien begleitet und überwacht. Ergänzend umfasste dieser Teilbereich die regelmäßige Evaluation des Projektfortschritts durch Reviews und strukturierte Nachbereitungen.

Die technisch-fachliche Projektleitung stellte sicher, dass die technische Entwicklung des Projekts sowohl sicherheitskonform als auch betrieblich umsetzbar war. Dies beinhaltete die Beratung zu relevanten Normen wie zu der „Spezifikation und [dem] Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS)“ oder „Anforderungen für die Softwareentwicklung“ in Bahnanwendungen [siehe DIN EN 50126, DIN EN 50128 etc.], die Ausarbeitung und Bewertung technischer Anforderungen wie der Sicherheitsanforderungen im Kontext der SIL-4-Tauglichkeit, die Vorbereitung und Durchführung von Feldtests sowie die fachliche Auswertung der Messergebnisse. Zudem wurden Regeltermine, Workshops und Demonstrationen organisiert, um den Wissenstransfer im Konsortium zu fördern und die Ergebnisse für die Öffentlichkeit verständlich aufzubereiten. Ergänzend erfolgte die Koordinierung aller technischen Schnittstellen zwischen Fahrzeugen, Infrastruktur und Testumgebung.

Insgesamt dienten die Arbeiten somit der strukturierten Führung des Projekts, der Gewährleistung einer hohen Qualität aller Arbeitsergebnisse sowie dem reibungslosen Zusammenspiel aller beteiligten Partner. Es bildete die Grundlage für Transparenz, Effizienz und erfolgreiche Umsetzung der gemeinsamen Projektziele.

2 Ablauf des Vorhabens

Zu Beginn erfolgten mehrere Projekttreffen mit allen Projektpartnern sowie bilaterale Treffen, um ein Gesamtbild des Vorhabens zu erarbeiten. Im Zuge dessen wurden auch die Übergaben zwischen den Projektpartnern besprochen, also beispielsweise in welchem Format Daten bereitgestellt werden. In den mindestens monatlich stattfindenden Projekttreffen wurden auch weitere Schritte und Abläufe der Testfahrten besprochen. Diese Treffen dienten auch zur Qualitätskontrolle, um den Fortschritt im Projekt zu überprüfen. In mehreren Tests bzw. Testfahrten (Juni 2024, September 2024, März 2025, Mai 2025) wurden Messdaten in Waschhalle, Tunnelbereich und offener Strecke erhoben, die den Projektpartnern als Grundlage zur Modellierung, Fusion und Entwicklung dienten (vgl. Bericht der TU Chemnitz).

3 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

Das Projekt ELFE konnte SRCC sein Know-how im Bereich der Projektleitung ausbauen und den Grundstein in der Testplanung und Testdurchführung von Realfahrten im Eisenbahnsektor ausbauen und vertiefen, sowie den Einblick in die exakte Lokalisierung erhalten, um zukünftig weitere Projekte im Kontext der Automatisierung von Schienenfahrzeugen zu realisieren.

In den vergangenen Jahren konnte der SRCC e.V. seine Erfahrung in der Leitung und Koordinierung anspruchsvoller Förderprojekte mit interdisziplinären Konsortialpartnern aus Wissenschaft und Wirtschaft kontinuierlich erweitern. Durch die erfolgreiche Zusammenarbeit mit vielfältigen Akteuren aus Forschungseinrichtungen, Industrieunternehmen und Eisenbahnunternehmen festigte der Verein seine Kompetenzen im professionellen Projektmanagement weiter und baut dieses Know-how aus.

Aufbauend auf bereits vorhandenem Fachwissen zu den bahntechnischen Normen, zu der Automatisierung von Zügen und der Integration in bestehende Zugregelsysteme sowie zu modernen Lokalisierungsmethoden konnte der Verein seine Kompetenz weiter vertiefen und professionell stärken.

Der SRCC e. V. baute seine Expertise im Bereich der Versuchsplanung, des Versuchsaufbaus und des praktischen Versuchsablaufs kontinuierlich hinsichtlich der notwendigen Prozesse und Schritte aus. Darüber hinaus wurde das Know-how in der Durchführung von Realfahrten im Bahnbetrieb wesentlich erweitert. Hierbei spielte nicht nur die inhaltliche Kommunikation und der Abstimmung für eine Versuchsdurchführung mit relevanten Stakeholdern eine Rolle, sondern vielmehr der Austausch mit den (Projekt-) Mitgliedern, anderen Forschungseinrichtungen und potenziellen Partnern aus der Eisenbahnbranche.

Dieses gewachsene Know-how bildet eine solide Grundlage für zukünftige Projekte und Kooperationen. Gerne bringen wir diese Expertise in neue Partnerschaften ein, um gemeinsam innovative Lösungen für den Bahnsektor zu gestalten.

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil II – Ausführlicher Bericht

WIR!-Projekt: Exakte Lokalisierung und Fahrregelung für autonome Eisenbahnfahrzeuge (FKZ 03WIR1221B)

**Zuwendungs-
empfänger:** Smart Rail Connectivity Campus e.V.

Laufzeit: 08/2023 – 07/2025

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

1 Durchgeführte Arbeiten

AP 0: Projektleitung und -koordinierung

Das Arbeitspaket verfolgte das Ziel, eine wirksame Steuerung des Projekts sicherzustellen, indem Risiken systematisch adressiert sowie alle definierten Ergebnisse und Meilensteine fristgerecht erreicht werden. Zudem gewährleistete es eine koordinierte und kohärente Verwaltung, Aufbereitung und Verbreitung des erzeugten Wissens sowie die Klärung sämtlicher rechtlicher und organisatorischer Fragestellungen, welche durch den Smart Rail Connectivity Campus e. V. (SRCC) in Zusammenarbeit mit dem Konsortialführer erfolgreich bearbeitet wurden. Schließlich umfasste es die Erfüllung aller Anforderungen der Finanzierungspartner sowie die Definition, Nachverfolgung und Kontrolle von Maßnahmen aus regelmäßigen Meetings und die übergreifende Koordination des rechtlichen, vertraglichen, finanziellen und administrativen Managements des Konsortiums. Aus diesen Zielen ergaben sich zwei Hauptaufgaben: die organisatorische und die technisch-fachliche Projektleitung und -steuerung.

Bei der Identifikation der Stakeholder konnte auf eine breitgefächerte Interessenslandschaft geschaut werden und für das Projekt als relevant eingestuft und geclustert werden. Neben den Direkten Anteilseignern, wie den Bahnunternehmen und den Projektpartnern, hängen stark am Projekt und dessen Erfolg und einer Verwendung der Ergebnisse. In zweiter Linie wurden die Industrien identifiziert, welche die Produkte erstellen und vermarkten, sowie der Endnutzer – der Triebwagenführer oder zukünftige, automatisierte Fahrfunktion. Mit geringerem Interesse wurden dann Interesseninhaber anderer Branchen oder die Kommunen eingestuft.

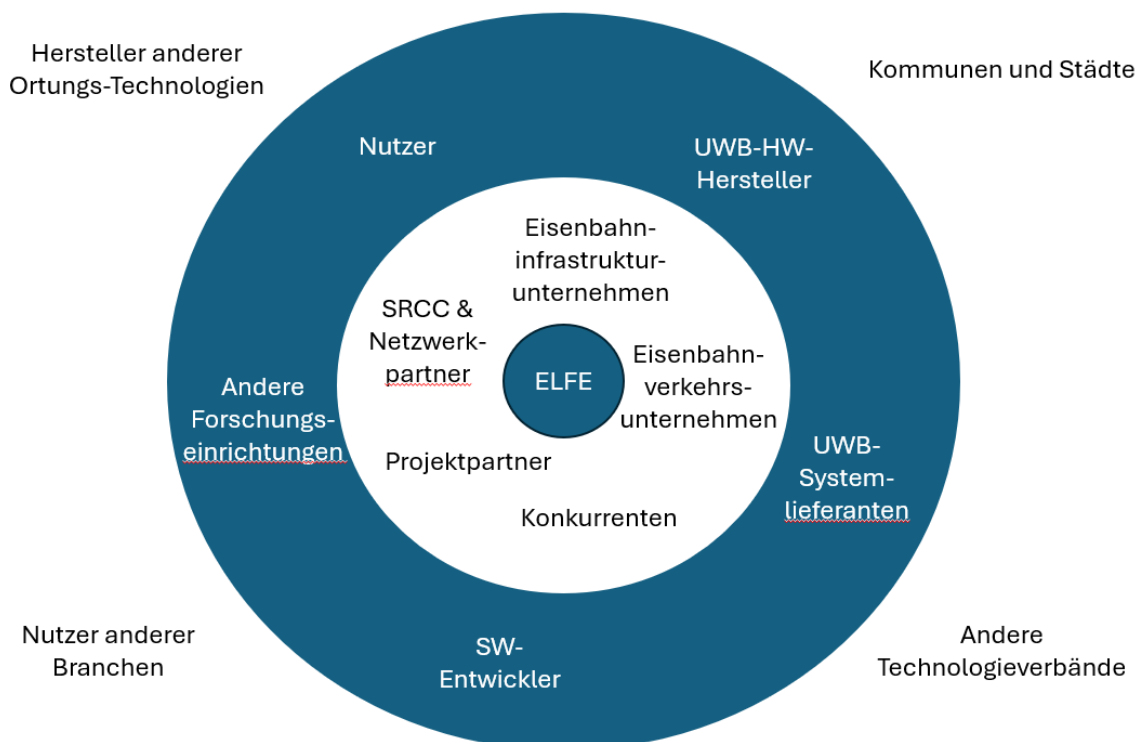


Abbildung 1: Zwiebelschalendiagramm der Interesseninhaber

Im Rahmen der Netzwerkaktivitäten konnte das Projekt ELFE vorgestellt werden und in Diskussionsrunden oder bilateralen Gesprächen das berechtigte Interesse abgefragt und plausibilisiert werden.

Im Rahmen der Stakeholdermanagements wurde über die Projektlaufzeit hinweg geschaut, wie

- Projektpartner (TU Chemnitz, Pinpoint GmbH, DRAIVE GmbH) im Projekt agieren, fortschreiten und steuernd gehandelt werden oder bei den an sie gestellten Aufgaben unterstützt werden musste,
- Kunden und Nutzer (u.a. DB RegioNetz Verkehrs GmbH) das Thema verfolgen,
- Technologielieferanten (z.B. Hardwarelieferant Ci4Rail) auf dem Markt agieren, oder
- andere Forschungseinrichtungen (wie der TU Dresden) in dem Thema forschen.

Die beiden Projektpartner konnten als Vereinsmitglieder gewonnen und in die Familie des Smart Rail Connectivity Campus aufgenommen werden.

Das erforderlichen Eisenbahnverkehrs- und Eisenbahninfrastrukturunternehmen – DB RegioNetz Verkehrs GmbH und DB RegioNetz Infrastruktur GmbH (vereinfachend jeweils: Erzgebirgsbahn, kurz: EGB) – wurden wiederholt erfolgreich in ein Projekt des SRCC eingebunden, wobei die enge und konstruktive Zusammenarbeit mit der Erzgebirgsbahn maßgeblich zum Fortschritt beigetragen hat. Die Zusammenarbeit für die Nutzung und die Ausrüstung der Fahrzeuge sowie der Waschhalle liefen mit der Erzgebirgsbahn als assoziierten Partner durch die langjährige Geschäftsbeziehung im Rahmen des SRCC in einem sehr offenen und innovativen Umfeld.

Zudem wurden die Erstellung und Koordinierung aller notwendigen Genehmigungen zur Nutzung der Halle, der Gleisanlagen und der Schienenfahrzeuge effizient durchgeführt. Die bahnbetrieblichen Prozesse wurden in enger Abstimmung gesteuert und die Beantragung aller erforderlichen Beta-Dokumente gemäß der Richtlinie der Deutschen Bahn DB sowie zugehöriger Fahrplananordnungen wurde zuverlässig unterstützt. Darüber hinaus wurden sämtliche sicherheitsrelevanten Vorgaben, insbesondere gemäß Richtlinie 132.0118 zu Arbeiten im Gleisbereich, konsequent berücksichtigt und bei der Planung und Durchführung der Feldtests umgesetzt. Durch die kontinuierliche, zielführende Abstimmung aller beteiligten Projekte mit der Erzgebirgsbahn wurde die erfolgreiche Umsetzung der organisatorischen, betrieblichen und sicherheitsbezogenen Anforderungen nachhaltig gewährleistet.

In den Projektreviews konnte der Status des Projekts sowie der hinreichende Fortschritt über die Projektmonate hinweg einer Prüfung unterzogen werden. Dies wurde zyklisch in den Projektregelrunden – Moderation und Protokollierung durch SRCC – fokussiert und die Zielerreichung mit den Projektmitgliedern abgeschätzt. Hierbei wurden auch Maßnahmen der Steuerung wie Fast Tracking (parallele Bearbeitung von Inhalten) oder dem Crashing (Ressourcenerhöhung) eingesetzt. Die Abstimmung und Lösungsfindung zu technischen Fragestellungen konnte in Workshops mit den Projektpartner realisiert werden.

Die Ergebnisse der Tracking-Aktivitäten mündete unter anderem in die durch SRCC organisierte Berichtslegung der Konsortialpartner an den Projektträger.

Die technisch-fachlichen Arbeiten wurden erfolgreich abgeschlossen, indem auf Basis des fundierten Know-hows in den Bahntechnik der bei SRCC tätigen Mitarbeitenden eine umfassende Beratung zu sicherheitsrelevanten Anforderungen durchgeführt wurde, einschließlich der Bewertung, welche Aspekte der EN 50126, EN 50128, EN 50129 und EN 50716, welche während Projektlaufzeit Gültigkeit erlangte, im Projekt zu berücksichtigen waren. Darüber hinaus wurde das Konsortium dahingehend beraten, die technische Lösung so auszugestalten, dass weder sicherheitsrelevante Fragestellungen noch betriebliche Prozesse eine Hürde für den Projektfortschritt darstellten. Dadurch wurde sichergestellt, dass die Gesamtlösung konform zu

bahnspezifischen Sicherheitsstandards entwickelt worden ist und eine nahtlose Integration in bestehende Betriebsabläufe ermöglicht wurde.

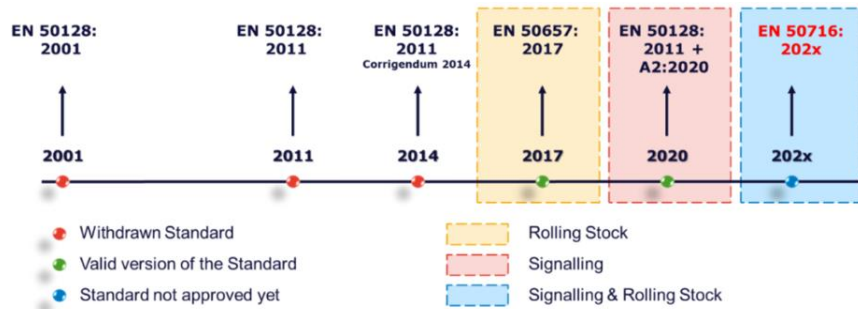


Abbildung 2: Bahnnormung im Überblick [Quelle: Lucia Capogna, „Software in Railway Applications“, aus „The Safety-Critical Systems Club Newsletter“ Vol.31.3.]

Die Grundlage der langjährigen Erfahrung der Mitarbeitenden des SRCC war ein fundamentaler Baustein, weil das Wissen in der Testplanung (Testprozess, -orte, -aufbau, etc.), Testdurchführung und Testauswertung vorlag. Mit dieser Basis wurde eine umfassende Anforderungsanalyse für den Testaufbau und das benötigte Equipment erstellt. Zudem wurden die Feldtests sorgfältig organisiert und vorbereitet, wobei das Team auch maßgeblich an der Durchführung vor Ort mitgewirkt hat. Während der Testphasen wurde das beteiligte Personal durch das Sicherheitspersonal fachkundig eingewiesen und fortlaufend unterstützt, sodass ein sicherer und effizienter Ablauf gewährleistet war. Darüber hinaus wurde das Konsortium bei der strukturierten Erfassung, Dokumentation und ersten Interpretation der Testergebnisse begleitet.

Die Kompetenz des Risikomanagements und der Problemlösung konnte SRCC mit der Unterstützung von der TU Chemnitz ZWT und unter anderem der Erzgebirgsbahn unter Beweis stellen, um z. B. die mangelnde Verfügbarkeit von geplanten Schienenfahrzeugen für Testfahrten oder Präsentationen zu kompensieren.



Abbildung 3: Ausgerüstete Waschhalle mit dem Versuchsfahrzeug

Im Vorfeld der Feldtests wurde durch die Projektleitung die Inbetriebnahme im Labor für den Aufbau und Einsatz als Gesamtsystem eingeplant, organisiert und erfolgreich mit den Projektpartnern umgesetzt. Dies brachte dem SRCC weiteres Know-how in der technischen Inbetriebnahme, der Messwerterfassung und -auswertung entlang der Sensor-Aktor-Verarbeitungskette. Hierbei wurde auch die Testauswertung und Ergebnisaufbereitung unterstützt.

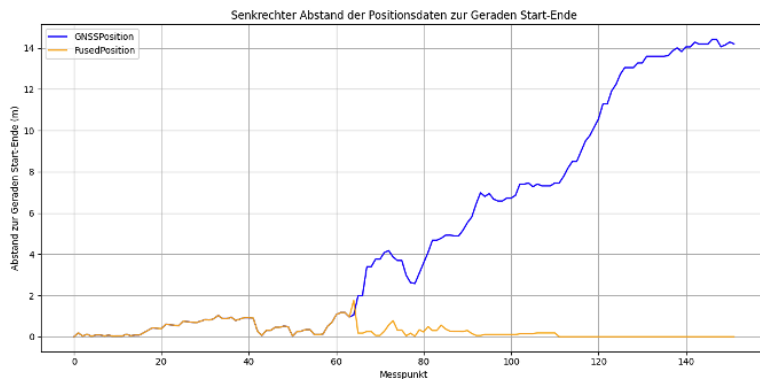


Abbildung 4: Abweichung der GNSS-Position (blau) und der fusionierten Position (orange) innerhalb der Waschhalle
[Quelle: Projektergebnisse ELFE, siehe auch Berichte der Projektpartner]

Insgesamt ist das Arbeitspaket erfolgreich abgeschlossen worden, indem alle relevanten Schritte von der Planung bis zur Auswertung professionell durchgeführt und in das Gesamtprojekt integriert wurden.

2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die im Rahmen des Projektes beim Antragsteller entstandenen Ausgaben betragen insgesamt 57.475,86 €. Sie liegen damit 11.856,06 € unter der bewilligten Zuwendung. Die Ausgaben wurden im Wesentlichen für Personalausgaben zur Beschäftigung wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Antragsteller (57.271,35 €) verwendet. In geringem Umfang entstanden außerdem Reisekosten (204,51 €).

Geplant und beantragt waren ursprünglich Personalausgaben i. H. v. 69.115,92 €. Damit wurden gegenüber dem ursprünglichen Fördermittelantrag 11.844,92 € weniger an Personalmitteln ausgegeben. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass die verantwortliche Projektmitarbeiterin des SRCC drei Monate vor Projektende verlassen hat und eine Neubesetzung in Anbetracht der kurze Restlaufzeit des Vorhabens nicht möglich war. Darüber hinaus konnte die vorgesehene Projektstelle mit einem geringen zeitlichen Verzug von einem Monat (09/23 statt 08/23) besetzt werden. Damit war die Projektstelle insgesamt 4 Projektmonate unbesetzt, was den geringeren Mittelbedarf erklärt.

Ausgaben für Dienstreisen im Inland wurden mit 204,51 € in etwa auf dem Niveau der geplanten Ausgaben von 216,00 €.

3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Die exakte Lokalisierung sowie das Anhalten von Schienenfahrzeugen an diskreten Landmarken sind essenzieller Grundbaustein des automatisierten Bahnbetriebs. Diese Fähigkeiten können im ersten Schritt die Zugüberwachung durch die Infrastruktur sowie den Triebfahrzeugführer wesentlich entlasten und bilden die technische Grundlage für den Ausbau der Automatisierung. Die Projektergebnisse bilden einen Startpunkt für die Automatisierung, beginnend mit den Wartungs-, Rangier- und Bereitstellungsfahrten der Eisenbahnverkehrsunternehmen, welche zukünftig durch den Einsatz von UWB-Technologie und Automation ressourcensparender durchgeführt werden könnten. (vgl. Bericht der TU Chemnitz).

Die Innovationskraft des Smart Rail Connectivity Campus und der verbundenen KMUs in der Region Chemnitz-Erzgebirge hebt die WIR!-Region als Zukunftsstandort und Innovationsraum hervor.

4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Der Verein SRCC hat Projekthinhalte in Netzwerkveranstaltungen, auf der eigenen Homepage und in den sozialen Medien präsentiert, um Nachwuchs zu gewinnen, das Netzwerk auszubauen und die Innovationskraft im Erzgebirge darzulegen. Netzwerkpartner konnten auf die Themen des automatisierten Bahnbetriebs aufmerksam gemacht werden und potenzielle Netzwerk- und Konsortialpartner angesprochen und für den Forschungs-Campus und die Stärkung der Wirtschaft in der Region des Erzgebirges gewonnen werden. Außerdem stellen die Projektergebnisse eine Grundlage für weitere Projekte dar.

Da das Konsortium Projektergebnisse in einem angesehenen Journal publiziert hat, wird auch in Zukunft stets auf das Vorhaben verwiesen. Die damit verbundene Strahlkraft sorgt für internationale Aufmerksamkeit des Projektvorhabens unserer Region, welche durch Innovation gekennzeichnet ist. Neue oder bereits existierende Firmen werden angesprochen und können sich am Standort ansiedeln und dem demografischen Wandel in der Region entgegenwirken. Die Ergebnisse werden auch im Rahmen von Veranstaltungen mit Schulklassen (wie bei dem PublicDay4Kids der Digital Rail Convention 2025) und Lehrveranstaltungen u.a. der Technischen Universität Chemnitz in der Vorstellung des Smart Rail Connectivity Campus aufgezeigt.

Auf Basis der aktuellen Resultate bereitet ein Teil des Konsortiums ein Folgeprojekt vor, welches sich weiterführend mit der Anwendung der UWB-Technologie, Lokalisierung im automatisierten Rangierbetrieb und einer verlässlichen Testumgebungen für bahnspezifische Anwendungen befassen soll. Die Antragstellung läuft zum aktuellen Zeitpunkt noch. Die Grundlage ist somit gelegt für zukünftige Forschungsvorhaben und eine nachhaltige Weiterentwicklung der Technologie im Bahnumfeld.

5 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

Die Veröffentlichungen aus dem SRCC heraus zielten auf die Marketing-relevanten Inhalte auf der Homepage des Vereins, Pressemitteilungen (wie oben genannt), Nennungen von Referenzen bei Antragstellungen, sozialen Medien (wie Instagram® und LinkedIn®) und Video-Beiträgen bei Youtube® ab.

Im September 2024 berichtete die „Freie Presse“ in der Presse über das laufende Projekt in [„Autonomes Fahren: Chemnitzer testen zentimetergenaue Navigation mit Zug“](#):

Freie Presse



Triebfahrzeugführer Daniel Martin und Stefanie Friedel vom Smart Rail Connectivity Campus bei einer Messfahrt mit einem Siemens Desiro von der DB RegioNetz Verkehrs GmbH/Erzgebirgsbahn.

Bild: Andreas Seidel
Chemnitz

© 24.09.2024

Autonomes Fahren: Chemnitzer testen zentimetergenaue Navigation mit Zug



Von Christian Mathea

Um in Zukunft ohne Fahrer zu fahren, müssen Züge ihre Position kennen. Im Außenbereich helfen dafür Satellitendaten. Aber was passiert, wenn ein Zug in ein Gebäude fährt? Dann kommen Firmen wie Pinpoint ins Spiel.

Abbildung 5: Presseartikel über ELFE-Testfahrt [Quelle: Freie Presse]

Im Rahmen einer Netzwerkveranstaltung „Rail.S-Mitglieder laden ein“ konnten die Projektergebnisse am [Fahrzeug- und Technologiezentrum Chemnitz \(FTC\)](#) im Mai 2025 vorgestellt werden. Die Veranstaltung, welche neben den Mitgliedern auch interessierte weitere Firmen und Gäste der Bahnbranche anspricht, unterteilte sich in vier Teile:

- Vorstellung des Netzwerkmitgliedes und Projektpartners Pinpoint GmbH, welcher neben dem SRCC e.V. im Rail.S aktiv ist,
- Rundgang durch die restaurierten Werkshallen des ehemaligen Reichsbahn-Ausbesserungswerkes (RAW), in denen die Fahrzeuge der Erzgebirgsbahn (EGB) gewartet, instandgesetzt oder modifiziert werden,
- Fahrt mit dem Treibwagen SIEMENS Desiro VT642 in einer Waschhalle mit der Präsentation der Ergebnisse anhand der Livedemo der Signalverarbeitung,
- Get-together für den Austausch und die Diskussion unter den Mitgliedern und Gästen.

Zu nennen ist neben der Vorstellung des Projekts ELFE bei der Westsächsischen Hochschule Zwickau, auch das [Netzwerktreffen des SRCC](#) im August 2024 im Rathaus Annaberg- Buchholz.

Weitere Vorstellungen der Ergebnisse des Projekts sind u.a. für Folgeantragstellungen und die Gewinnung von Netzwerkpartnern und / oder Forschungsmitglieder geplant.