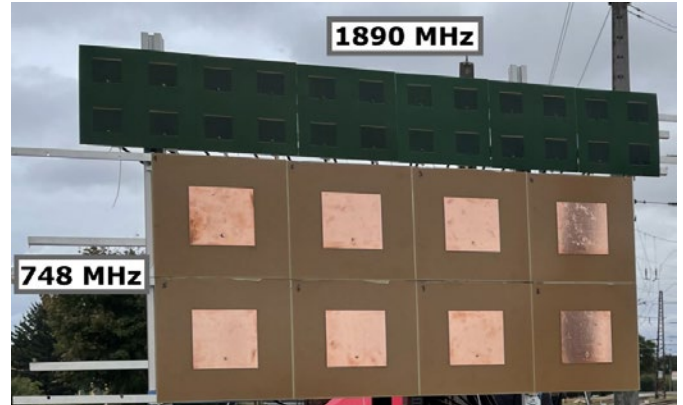




2: Massive MIMO Messaufbau zur Messung der Funkkanaleigenschaften Quelle: AIT



3: Massive MIMO Antennenarray von vorne

Quelle: AIT

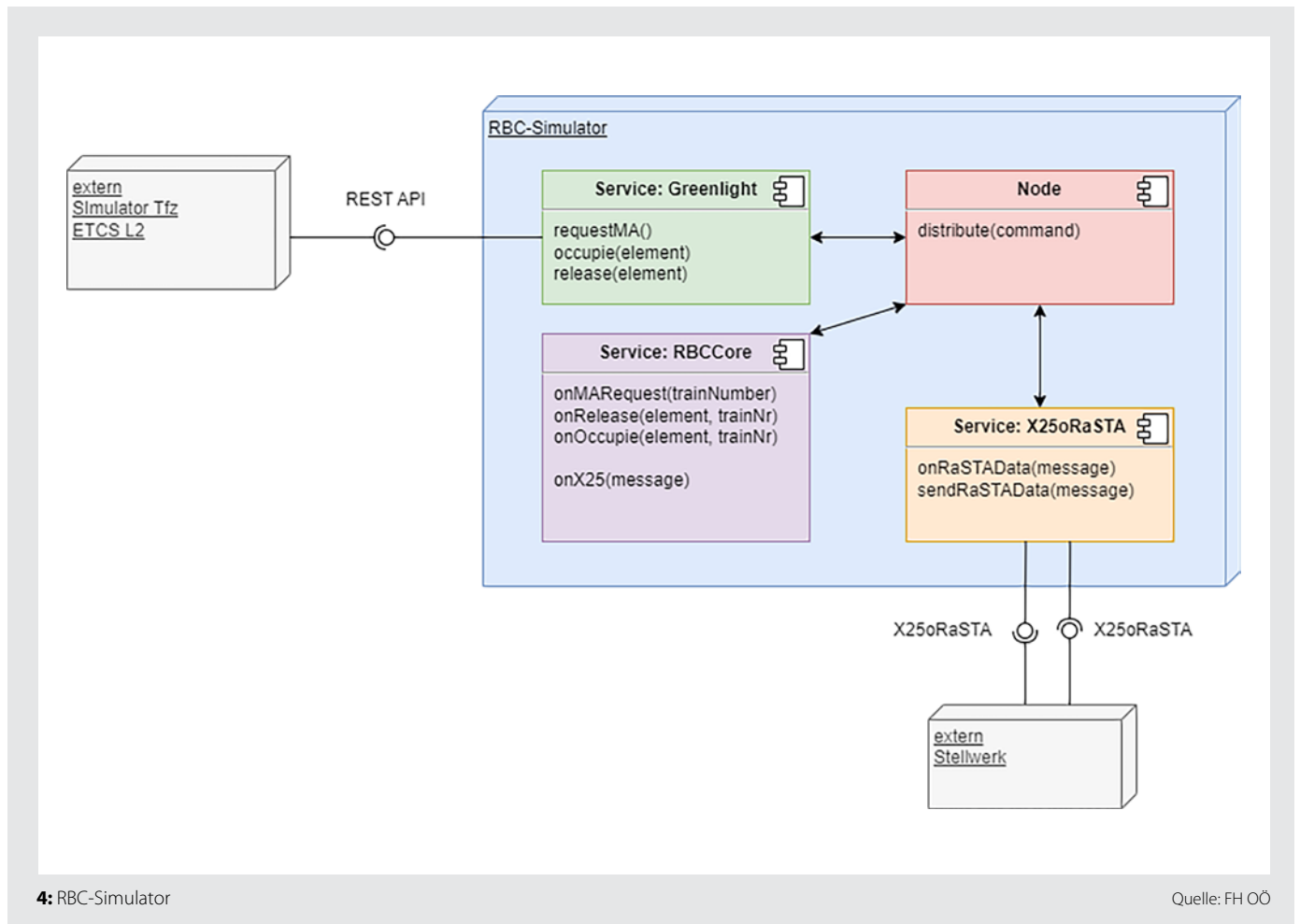
Die Modernisierung der Regionalbahnen ist daher Teil des Prozesses zur Verbesserung des Schienenverkehrs, um diesen wettbewerbsfähiger zu machen.

Im Rahmen des TARO-Arbeitspakets 7 konzentrierten sich einige der Forschungsthemen auf den Einsatz alternativer Kommunikationsmittel und insbesondere der drahtlosen Kommunikation (in Zusammen-

arbeit mit dem Projektpartner AIT Austrian Institute of Technology). Des Weiteren wurde der Einsatz von Blockchain-Technologien (in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner SCS Super Computing Systems) erforscht und ein Experiment mit einem RBC-Simulator-Prototyp (in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner FH Oberösterreich) durchgeführt.

a. Testung der Möglichkeiten drahtloser Kommunikation

Die drahtlose Vernetzung von Komponenten der Bahnsicherungstechnik ermöglicht eine Kostenreduktion für den Betrieb von Nebenbahnen. Trotz der kostengünstigeren Absicherung von Eisenbahnkreuzungen mit drahtloser Vernetzung konnte



4: RBC-Simulator

Quelle: FH OÖ

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für AIT, FH OÖ, TU Graz, SCS, Railcargo, ÖBB /
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten
 genehmigt / © DVV Media Group GmbH

im Projekt der Nachweis erbracht werden, dass das höchste Sicherheitsniveau gehalten werden kann. In funkbasierten 5G Systemen bietet „Massive MIMO“¹⁾ die Möglichkeit, durch viele Antennenelemente zufällige Variation in der Funksignalstärke auszugleichen und somit eine definierte Paketfehlerrate und daraus resultierende Latenz zu garantieren. Im Arbeitspaket wurde die Eignung von „Massive MIMO“ für den Bahnbetrieb untersucht. Es wurden die Funkkanaleigenschaften (siehe Bilder 2 und 3) bei zwei Trägerfrequenzen gemessen und ein geometrie-basiertes stochastisches Kanalmodell erstellt. Mit Hilfe numerischer Simulationen wurde gezeigt, dass die Fehlerrate durch eine Erhöhung der Anzahl der Antennen erheblich verringert werden kann, was einen potenziellen Austausch von drahtgebundenem Außenelement durch drahtlose Kommunikation ermöglicht.

b. Blockchain-Technologie für Stellwerklogik

Die Blockchain-Technologie ermöglicht es, mehrere Rechner in einem Verbund laufen zu lassen und damit die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Insbesondere in sicherheitskritischen Bereichen, wie zum Beispiel Stellwerken ermöglicht dies den Einsatz von Standard-Rechnern, wo sonst spezielle Hardware eingesetzt werden muss. Bei jeder Änderung des Systemzustands wird die zugehörige Logik von allen beteiligten Rechnern berechnet. Diese einigen sich per Konsensalgorithmus jeweils auf den neuen Systemzustand. Im Projekt TARO wurde ein Konzept erstellt, wie Stellwerklogik auf einer Blockchain abgebildet werden kann. Das Konzept wurde anschließend in einem Prototyp mit Substrate Framework²⁾ umgesetzt und mithilfe eines Simulators getestet. Es konnte im Projekt gezeigt werden, dass der Ansatz konzeptionell funktioniert. In einer Laborumgebung konnte ferner gezeigt werden, dass die Performance für den Bereich Regionalbahnen ausreichend ist. Fragestellungen für weiterführende Projekte umfassen, wie die Lösung in die Gesamtarchitektur integriert werden könnte und welche technischen Gutachten etc. für die Anwendung der Blockchain erforderlich sind.

1) MIMO-Multiple Input Multiple Output. Quelle: AIT, M. Hofer, D. Löschenbrand, S. Zelenbaba, G. Humer, B. Rainer, and T. Zemen, "Massive MIMO channel measurements for a railway station scenario", in IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Glasgow, Scotland, March 2023

2) www.substrate.io

c. Radio Center Simulator (RBC-Simulator)

Die Möglichkeit, Nebenbahnen mit ETCS L2 Fahrzeugen in bestehende RBC-Anlagen der Hauptstrecken eingliedern zu können, wurde im Projekt mit einem Prototyp evaluiert. Dabei sollte insbesondere das Zusammenspiel bestehender Systeme, die über etablierte Schnittstellen wie X25³⁾ verfügen, mit innovativen Technologien und Protokollen, wie X25oRaSTA⁴⁾, demonstriert werden.

Der Prototyp wurde im Projekt als verteiltes System in einer Microservice-Architektur aufgebaut. Die logische sowie physische Aufteilung der Komponenten ermöglicht ein hohes Maß an Flexibilität hinsichtlich der Entwicklung, Inbetriebnahme und Skalierbarkeit der Anwendung. Dem Microservice wurden dabei folgende Aufgaben zugeteilt:

- Service Greenlight: bietet der Fahrzeugsimulation eine REST-API zur Anforderung von Movement Authorities sowie zur Belegt- und Freimeldung an
- Service X25oRaSTA: kommuniziert den Zustand der Gleiselemente über X25oRaSTA mit der Stellwerkskomponente
- Service RBCCore: verwaltet das Streckennetz und bündelt die extrahierten Informationen der beiden anderen Microservices in ein logisches Gesamtbild.

Das gesamte Teilsystem wurde im Rahmen des Demonstrators in Oberwart getestet, welcher Teil des TARO-Arbeitspakets 7 ist.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Die in diesem Artikel vorgestellten Schwerpunkte des mehrjährigen F&E Projekts TARO im Bereich Innovationen für den Güterverkehr sowie Regionalbahntechnik der Zukunft adressieren konkrete Herausforderungen des Systems Bahn. Die verschiedenen Arbeitspakete ergänzen sich dabei gegenseitig und greifen aktuelle technologische Entwicklungen auf. Viele der einbezogenen Technologien werden im System Bahn erstmals eingesetzt, wodurch TARO in diesen Bereichen Grundsteine legt, von der auch andere Forschungsprojekte profitieren können. Konkret tragen die Projektergebnisse zu Projekten in Europe's Rail Joint Undertaking bei.

3) Protokollfamilie für die paketorientierte Übertragung von Daten über ein WAN (Wide Area Network).

4) X25 over RaSTA (Rail Safe Transport Application)

Das dreijährige Projekt befindet sich aktuell in der Finalisierung und der Projektabschluss ist für Ende 2023 vorgesehen. Insgesamt wirken im Projekt TARO 17 Partnern aus Industrie, Wissenschaft sowie Eisenbahnverkehrs- und Infrastrukturunternehmen mit. Darüber hinaus fand eine enge Zusammenarbeit mit anderen Forschungsprogrammen wie Europe's Rail Joint Undertaking, dem European DAC Delivery Program and DAC4EU statt. Das Projekt TARO konnte für diese europaweiten Programme wichtigen Input liefern. Dank der umsetzungsorientierten bzw. bedarfs-trägerorientierten Ausrichtung des Projektes können die unterschiedlichsten Erkenntnisse aus TARO unmittelbar genutzt und weiterentwickelt werden. Dadurch trägt TARO dazu bei, Kapazität, Qualität und Produktivität zu erhöhen und so einen wertvollen Beitrag zur Verkehrsverlagerung zu liefern.

<https://konzern.oebb.at/de/taro>

Summary

The TARO research project: Increasing productivity, capacity and quality of the rail system

The presented focal points of the multi-year R&D project TARO regarding innovations for the cargo rail as well as for the future regional rail technology address specific challenges of the rail system. The different working packages complement each other and pick up current technological developments. Many of the included technologies are being implemented for the first time in the rail system, whereby TARO lays the foundations in this sector and even other research projects can benefit from it. Specifically, the project content contributes to other projects in Europe's Rail Joint Undertaking.

The three-year project is currently in the state of finalizing and the project closing is terminated for the end of 2023. In total, 17 partner from industry, science as well as railway- and infrastructural companies are participating in the TARO project. Moreover, a close cooperation with other scientific programs such as Europe's Rail Joint Undertaking, the European DAC Delivery Program and DAC4EU took place. For these European programs, project TARO could deliver an important input. Thanks to the implementation-oriented or needs-based orientation of the project, the different results from TARO can immediately be used and further developed. There, TARO contributes to increase capacity, quality and productivity and hence deliver an important contribution for the traffic transformation.