

DAK-Erprobung im Projekt DAC4EU

Zusammenfassung bisheriger Aktivitäten, Ausblick auf zukünftige Erprobungen und Übersicht über weitere DAK-Projekte

DANIEL JOBSTFINKE | FABIAN WARTZEK

Das DAC4EU-Projekt erprobt seit dem Jahr 2020 die Digitale Automatische Kupplung (DAK). Mit fortschreitender Entwicklung der DAK durch die Hersteller haben sich die Erprobungsschwerpunkte bereits mehrfach weiterentwickelt. Dieser Beitrag fasst bisherige Aktivitäten und Ergebnisse des DAC4EU-Projekts zusammen, stellt den aktuellen Stand der Technik im Projekt vor und gibt einen Ausblick auf die geplanten Schwerpunkte bis zum Projektende. Weiterhin wird eine kurze Übersicht über andere DAK-Projekte gegeben.

Vorstellung des DAC4EU-Projekts

Das DAC4EU-Projekt wird vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) mit mittlerweile rund 30 Mio. EUR finanziert. Das Projektkonsortium besteht aus den drei Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) DB Cargo AG, Rail Cargo Austria AG und SBB Cargo AG, den drei Güterwagenhaltern GATX AG, VTG GmbH und Ermewa Holding SA sowie der Deutschen Bahn AG (DB AG) als Konsortialführer. Zwischenzeitlich starteten weitere europäische Projekte zur Entwicklung, Erprobung und Einführung der DAK. Gemeinsam ist allen das Ziel, die DAK in Europa zu realisieren. Die verschiedenen Projekte stehen dabei nicht in Konkurrenz zueinander, sondern ergänzen sich mit jeweils unterschiedlichen Schwerpunkten und arbeiten in enger Abstimmung.

Erprobungsschwerpunkte im DAC4EU-Projektverlauf

Das DAC4EU-Projekt gliedert sich in mehrere Projektphasen mit unterschiedlichen Erprobungsschwerpunkten. Das Projekt begann mit Phase I, die sich von Sommer 2020 bis Sommer 2021 erstreckte. Inhalt war die vergleichende Erprobung verschiedener DAK-

Funktionsprinzipien (Scharfenberg, Schwab, Willison/SA3), die sich zum damaligen Zeitpunkt allesamt im Prototypstadium befanden. Die Erprobungen fanden ausschließlich in Versuchseinrichtungen statt. Die Ergebnisse sind im Zwischenbericht zur Phase I [1] sowie in verschiedenen Fachartikeln [2, 3] veröffentlicht. Die Erprobungsergebnisse dienten dem „European DAC Delivery Programme“ (EDDP, s. u.) als wichtige Grundlage zur Auswahl des grundsätzlichen Funktionsprinzips. Die Entscheidung fiel auf das Scharfenberg-Prinzip als Basis für die Weiterentwicklung zur DAK für Europa [4].

Nach diesem grundlegenden Systementscheid erfolgte die anschließende betriebsnahe Erprobung in Phase II von Spätsommer 2021 bis Ende 2022 ausschließlich mit DAK nach dem Scharfenberg-Prinzip. In dieser Phase wurden die DAK-Prototypen erstmals außerhalb von Versuchsgeländen erprobt. Neben Zugfahrten auf unterschiedlichsten Strecken und Prozessen in Kundengleisanschlüssen waren vor allem Rangierbahnhöfe verschiedener Größe mit ihren diversen Betriebsverfahren zentraler Bestandteil der Erprobung. Solche Versuche fanden bis heute in mittlerweile zehn europäischen Ländern statt. Detaillierte Ergebnisse dieser Phase sind im Zwischenbericht [5] sowie in einem Fachartikel [6] veröffentlicht.

Die betriebsnahe Erprobung zeigte, dass zum einen bereits zahlreiche Prozesse des Bahnbetriebs mit der DAK umgesetzt werden konnten, zum anderen aber auch in mehreren Bereichen noch Optimierungsbedarf bestand. Weiterhin konnten einige Aspekte in Ermangelung von prüffähigen Komponenten noch nicht getestet werden. Dies galt (und gilt) beispielsweise für (Hybrid-) DAK an Lokomotiven. Unter anderem aus diesen Gründen entschloss sich das BMDV zu einer Verlängerung des Projekts über das ursprüngliche Projektende im Dezember 2022 hinaus. Einige der Inhalte und Ergebnisse dieser folgenden Phasen III und IV sind im weiteren Verlauf dieses Beitrags dargestellt. Zuvor soll

jedoch ein kurzer Überblick über die Aktivitäten außerhalb des DAC4EU-Projekts erfolgen.

Aktivitäten außerhalb von DAC4EU

Der Wechsel des Kupplungssystems im gesamten europäischen Schienengüterverkehrssektor ist eine Herausforderung mit einer Vielzahl von Facetten. Mit Beginn der intensiven Tests in DAC4EU konnten immer wieder Verbesserungs- und Testbedarfe identifiziert werden, die dann wieder in andere bzw. auch neue Projekte integriert wurden. Im Folgenden soll kurz ein Überblick über die aktuell laufenden Aktivitäten gegeben werden.

Gefördert auf europäischer Ebene gibt es aktuell drei Aktivitäten bzw. Projekte, aufgeführt in Tab. 1. Das EDDP [7] ist eine für alle Interessierten offene Organisation mit dem Ziel, die sektorübergreifenden Themen zu bearbeiten und zu koordinieren. Dazu zählen aktuell im Wesentlichen die Themen Migration und Finanzierung. Das Flagship Project 5 „TRANS4M-R – Transforming Europe’s Rail Freight“ (kurz FP5 TRANS4M-R) [8] ist das zentrale Projekt, in dem ein Konsortium aus u. a. EVU und Herstellern die Systeme für den Digitalen Güterzug entwickelt, testet und für den Zulassungsprozess vorbereitet. Ein wichtiger Aspekt für die Entwicklung und spätere Migration ist eine solide Wissensbasis über die Wagen- und Lokflotte sowie die verfügbaren Werkstattkapazitäten in Europa. Diese Basis wird im Projekt DACFIT [9] geschaffen. Darüber hinaus ist ein weiteres Projekt in Planung, um u. a. die ausreichende Robustheit der Systeme und die Betriebssicherheit nachzuweisen.

Neben den Vorhaben, die auf europäischer Ebene gefördert werden, gibt es Projekte, die national in den Ländern gefördert oder finanziert werden (Tab. 2). In Deutschland wird das DAC4EU-Projekt [10], wie zuvor bereits erläutert, seit 2020 durch das BMDV finanziert. In der Schweiz wurde das Projekt DAC+ „Erprobung der DAC4 in der Schweiz“ durchgeführt [11]. Hier wurde die betriebliche Integration

EDDP	FP5 TRANS4M-R	DACFit	Weiteres Projekt
			Aktuell in der Beantragung
Koordination & Migration	Entwicklung	Flotten- & Werkstättenanalyse	Nachweisführung
[7]	[8]	[9]	
Gefördert durch Europe's Rail			

Tab. 1: Europäisch geförderte Vorhaben

Quelle: DAC4EU

DAC4EU	DAC+	DACIO
		
Test & Betriebserprobung	Test & Betriebserprobung	Auswirkungen Rangierbetrieb
Finanziert durch das BMDV	Gefördert durch das BAV	Gefördert durch das FFG in Österreich
[10]	[11]	[12]

Tab. 2: National geförderte Vorhaben

Quelle: DAC4EU

eines DAK-Gesamtsystems unter Nutzung der Powerline+ Kommunikationstechnologie getestet. In Österreich wurden im Rahmen des Projekts DACIO [12] die Auswirkungen der DAK auf die Rangierprozesse untersucht.

Detailuntersuchungen der Phase III und Systemvalidierung in Phase IV

Bereits während der Phasen I und II des DAC4EU-Projekts ließen die DAK-Hersteller die Ergebnisse der Versuche in ihre Entwicklung einfließen und stellten mehrmals Optimierungen und neue Ansätze für einzelne Aspekte vor. Dieser Prozess wurde durch die anderen Projekte und die damit verbundenen Aktivitäten weiterer DAK-Hersteller zusätzlich beflügelt. Damit ergab sich ein noch weiter gesteigerter Bedarf nach systematischen Versuchen, um zu prüfen, welche Weiterentwicklungen (und Kombinationen an Weiterentwicklungen) bereits identifizierte Schwachstellen wirklich lösen und wo möglicherweise noch immer Entwicklungsbedarf besteht.

Die Phase III (2023) diente vorrangig der Detailuntersuchung einzelner Aspekte und Lösungen. Hier ging es sowohl um Fragestellungen, auf die die bisherigen Versuche noch keine Antwort lieferten, als auch um die Überprüfung der Wirksamkeit von Weiterentwicklungen. Neben technischen Aspekten ging es hier teilweise auch um Details betrieblicher Verfahren. Erstmals kamen in dieser Phase auch Prüfstände bei der DB Systemtechnik GmbH in Minden zum Einsatz, auf denen einzelne Subsysteme getestet werden konnten, ohne dass dafür ein kompletter Güterwagen oder gar ein kompletter Zug erforderlich war.

An Phase III schloss sich ab Anfang 2024 die Phase IV an, in der es um die Validierung weiterentwickelter Systeme ging. Während in Phase III oftmals nur einzelne DAK oder sogar nur Subkomponenten im Fokus standen, ging es in Phase IV wieder vermehrt um das Zusammenwirken der Systeme auf der Ebene mehrerer Wagen bzw. eines ganzen Zuges.

Zurückblickend kann gesagt werden, dass die Phasen III und IV in einigen Aspekten nahtlos ineinander übergingen und inhaltlich nicht immer vollständig voneinander trennbar waren. Aus diesem Grund werden auch die Versuche und Erkenntnisse aus beiden Phasen in einem gemeinsamen Zwischenbericht zusammengefasst, der zeitnah auf der Internetseite des

BMDV veröffentlicht wird. Da die vollständige Beschreibung aller Versuche und ihrer Ergebnisse den Rahmen dieses Artikels sprengen würde, sei an dieser Stelle auf den Zwischenbericht verwiesen. Im Folgenden sollen exemplarisch die zwei Themenbereiche Elektrokontakt-Kupplung für die Strom- und Datenverbindung (E-Kupplung) und Kupplungsfunktionen im Ablaufbetrieb detaillierter behandelt werden.

Versuche, Weiterentwicklung und aktueller Stand der Technik

In den Projektphasen I und II kam es wiederholt zu Beschädigungen und Fehlfunktionen der E-Kupplungsprototypen. Des Weiteren deuteten Messungen in diesen Phasen darauf hin, dass das seinerzeit verwendete Energieversorgungssystem mit 110V Gleichspannung für die Versorgung langer Züge nicht ausreichen würde. Zusätzlich zeigten weitergehende Betrachtungen, dass die ursprünglichen Prototypen aufgrund ihrer Bauhöhe mit den verschiedensten Arten von Stirnwandklappen an Güterwagen kollidieren würden. Diese Erkenntnisse führten zur Entwicklung zweier neuer E-Kupplungsprototypen im Jahr 2023.

Diese Prototypen wurden anschließend im zweiten Halbjahr 2023 durch mehrere Projekte in unterschiedlichen Aspekten getestet. DAC4EU führte dabei Kuppel- und Fahrversuche analog zu denen in Phase I durch (Abb. 1). Die Versuchsergebnisse dienten einem Expertengremium zur Einigung auf eines der beiden Designs als Basis für eine zukünftig einheitliche E-Kupplung bei allen DAK-Herstellern [13]. Neben der Eignung für Wagen mit Stirnwandklappen ist die Auslegung für eine Energieversorgung mit 400 V Wechselstrom ein wesentliches neues Konstruktionsmerkmal.

Ein wesentliches Ergebnis der betriebsnahen Erprobung in Phase II sind die auf zahlreichen Zugbildungsanlagen und unter unterschiedlichen Betriebsverfahren bestätigten Anforderungen an die DAK im Ablaufbetrieb. Diese Form des Betriebs ist ein besonderes Merkmal des Einzelwagenverkehrs. Für einen unter allen Randbedingungen zuverlässigen Prozess im Ablaufbetrieb sind die folgenden Funktionalitäten der DAK erforderlich:

- Die Kupplung muss das Entkuppeln im Stillstand in der Einfahrgruppe ermöglichen.
- Die Kupplung muss das Entkuppeln in der Bewegung am Ablaufberg ermöglichen.
- Die Kupplung muss unbeabsichtigtes Wiederkuppeln bis zum Ablauen der Wagen verhindern (Pufferstellung/Prevent Coupling).
- Die Kupplung muss im Richtungsgleis automatisch kuppeln (die Pufferstellung muss automatisch deaktiviert werden).

In der Kombination dieser Anforderungen liegt nicht nur eine Herausforderung für die DAK, sondern eine generelle Herausforderung für automatische Kupplungssysteme im Ablaufbetrieb, wie bereits ein Versuchsbericht aus den 1970er Jahren zeigt. [14]



Abb. 1: Neues E-Kupplungsdesign während der Erprobung im Herbst 2023 mit geöffneter Klappe im gekuppelten Zustand der DAK

Quelle: DAC4EU



Abb. 2: Erprobung einer manuellen Bedieneinrichtung im Ablaufbetrieb

Quelle: DB AG

Zusätzlich zu den vorstehend genannten Funktionalitäten sind für das Bedienkonzept die folgenden Randbedingungen relevant:

- **Ergonomie:** Die Bedieneinrichtung muss durch ergonomische Bewegungen mit arbeitsschutzkonformen (niedrigen) Kräften bedienbar sein.
- **Arbeitsicherheit:** Die Bedienung muss ohne jegliche Gefährdung für den Bediener auch während der Bewegung der Wagen durchführbar sein.
- **Montage/Migration:** Die Bedieneinrichtung muss mit möglichst geringem Aufwand an einer Vielzahl von Güterwagenbauarten mit unterschiedlichen Konstruktionsmerkmalen montierbar sein.
- **Sicherheit:** Eine unbefugte oder unbeabsichtigte Bedienung (z. B. durch Gegenstände am Gleis) muss verhindert werden.

Mit den in Phase II verfügbaren Prototypen ließ sich ein Ablaufbetrieb nicht vollumfänglich zufriedenstellend umsetzen. Die DAK-Hersteller entwickelten daraufhin mehrere Prototypen weiterentwickelter Bedieneinrichtungen. Diese wurden in den Phasen III und IV in unterschiedlichen Stufen erprobt (Abb. 2).

Insgesamt erscheinen nun nach über vier Jahren Entwicklung und Erprobung der DAK Bedienkonzepte mit elektrischen Aktuatoren deutlich vielversprechender als rein manuelle Systeme bei der Erfüllung der Anforderungen des Ablaufbetriebs. Zur Bedienung ist bei Systemen mit elektrischen Aktuatoren ein Knopfdruck ausreichend; Schimpulse über Lichtschranken, Funk, Balisen im Gleis o.ä. können problemlos integriert werden, und die Hürden für eine zukünftige weitere Automatisierung erscheinen vergleichsweise niedrig. Gleichzeitig

bringt ein solches System aber auch unabdingbare Anforderungen an die weitere Ausrüstung der Fahrzeuge mit sich: Damit Güterwagen mit elektrischen Aktuatoren im Ablaufbetrieb behandelt werden können, ist eine Energieversorgung zwingend erforderlich. Damit ergeben sich automatisch Anforderungen an die Ausrüstung gesamter Züge inkl. der verwendeten Loks. Anhand des Beispiels der Bedieneinrichtung werden hier die zahlreichen Wechselwirkungen zwischen technischer Ausführung, Möglichkeiten des Betriebs und Konsequenzen für die Umrüstung/Migration deutlich.

Geplante Aktivitäten im weiteren Projektverlauf

Die Aktivitäten im DAC4EU-Projekt der letzten Jahre haben zu substanziellen Fortschritten bei der Entwicklung der DAK geführt. Die durch Versuche systematisch identifizierten technischen Schwachstellen wurden an die Hersteller adressiert, die ihrerseits Antworten in Form von Weiterentwicklungen lieferten. Insgesamt stellt sich damit heute die Spannweite der Möglichkeiten, aber auch der Limitationen um ein Vielfaches klarer dar als zu Beginn des Projekts. Die Überführung dieser Erkenntnisse in eine kommerziell nutzbare Anwendung steht momentan jedoch noch aus. Unter anderem aus diesem Grund hat das BMDV im Jahr 2024 einer weiteren Projektverlängerung bis Mitte 2026 zugestimmt.

Ähnlich wie bisher sollen im weiteren Projektverlauf Weiterentwicklungen in geeigneter Weise erprobt werden. Neben Versuchen in bereits bekannter Form können dazu vermehrt auch Prüfstandsversuche genutzt werden, da die Vielzahl an bisher gesammelten Daten und Erfahrungen aus dem realen Betrieb ausreichend Input für solche Versuche bietet. So können mittels einer hohen Anzahl von Zyklen (z. B. Kuppel-/Entkuppelvorgänge) unter definierten Randbedingungen (z. B. Nässe) in kurzer Zeit Erkenntnisse zum Langzeitverhalten gewonnen werden, ohne real mit einem Zug fahren zu müssen.

Merkmal	DAC4EU Demonstrator-Zug	Kommerzielle Erprobung
Zugkonfiguration	viele gemischte Wagenbauarten	wenige möglichst einheitliche Wagenbauarten
Ziel der Konfiguration	möglichst breite Abdeckung technischer möglicher Wagenparameter	Wagen, die zur Abwicklung des jeweiligen Verkehrs erforderlich sind
Triebfahrzeug	wechselnde Triebfahrzeuge (nach Verfügbarkeit); Kupplung per Adapterwagen	gleiche Triebfahrzeuge in festen Umläufen; Kupplung per Hybrid-DAK
Belastungen	gezielte Versuche, damit geringe Häufigkeit, aber hohe Kräfte	reguläres Betriebsgeschehen, damit große Häufigkeit von niedrigen bis mittleren Kräften
Ausrüstung	messtechnisch hochgradig instrumentiert	lediglich Erfassung statistischer Kennzahlen (Anzahl Bedienvorgänge, gefahrene Kilometer etc.)
Betriebsverantwortung	Probefahrt-EVU mit speziell geschulten Mitarbeitern und Versuchsleitern	durchführendes EVU mit regulärem Betriebspersonal
Zugriff	Probefahrten in der Regel tagsüber mit Vor- und Nachbereitung an Vor- und Folgetagen	Fahrten gemäß Fahrplan (rund um die Uhr), Zugriff nur an ausgewählten Orten und Zeiten
Betriebsstunden	gezielte Planung von einzelnen Rangier- und Fahrversuchen	Durchführung aller für den Betrieb erforderlichen Fahrten über einen langen Zeitraum

Tab. 3: Unterschiede zwischen Demonstrator-Zug und kommerzieller Erprobung

Quelle: DAC4EU

THEMENSCHWERPUNKTE:

Ausgabe Nr. 3/25

Offizielles Tagungsheft zur 66. Oberbaufachtagung des VDEI

- Fahrzeuggebundene Diagnose von Weichenherzstücken
- Innovative Nahverkehrs- bzw. Zuginnenraumdesigns
- 100km Schienenwechsel: Hochleistungs-schienenwechsel auf der Strecke 2690
- Iberische Halbinsel: Situationen und Entwicklungen im Schienenverkehr
- Lange Züge an zu kurzen Bahnsteigen
- FMI-Verfahren und Erfahrungen aus Projekt Angermünder-Stettin

Anzeigenschluss: 11.2.25

Erscheinungstermin: 11.3.25

Ausgabe Nr. 4/25

- Eisenbahnüberführung Süderelbe
- Fehmarnsundbrücke: Instandhaltung unter herausfordernden Bedingungen
- Behindertengerechtigkeit an Bahnhöfen
- Aktiver und passiver Lärm- und Erschütterungsschutz
- Fahrgastlenkung: Nadelöhrsituation am Bahnhof

Anzeigenschluss: 13.3.25

Erscheinungstermin: 10.4.25

Ausgabe Nr. 5/25

Offizielles Messeheft mit Ausstellervorbericht zur iaf des VDEI, Münster und Messeheft zur transport logistic, München

- Die Zukunft der Fahrweginstandhaltung
- Projekt Automated Train: Sensorik der 2. Generation für ATO-GoA4
- Instandhaltungsberatung aus verschiedenen Blickwinkeln
- Automatisierte Gleisgeomatriemessung
- Sicherung von Durcharbeitungsmaßnahmen

Anzeigenschluss: 9.4.25

Erscheinungstermin: 9.5.25

Haben Sie Fragen?
 Kontakt: Silvia Sander
 Telefon: +49/40-23714-171
 E-Mail: silvia.sander@dvvmedia.com

Zur vollumfänglichen Bewertung der Zuverlässigkeit der DAK und ihrer Komponenten ist jedoch auch weiterhin eine Erprobung mit realen Zügen erforderlich. Dabei wird es auch als notwendig angesehen, im nächsten Schritt das Erprobungskonzept erneut weiterzuentwickeln und erste kommerzielle Einsätze der DAK in Betracht zu ziehen. Tab. 3 fasst die inhaltlichen Unterschiede zwischen dem Probefahrtregime und dem Einsatz in kommerziellen Verkehren zusammen.

Erste kommerzielle Erprobungen sollten eine aus logistischer Sicht niedrige Komplexität erfordern. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass ein abgeschlossener Wagenpark dauerhaft zwischen zwei Destinationen pendelt. Der Einzelwagenverkehr erscheint im ersten Schritt wenig geeignet für eine kommerzielle Erprobung. Die bestehenden Herausforderungen für das Bedienkonzept am Ablaufberg spielen für erste kommerzielle Erprobungen folglich eine eher untergeordnete Rolle. Stattdessen können aber die mechanische Robustheit aller Komponenten und die Zuverlässigkeit der Strom- und Datenverbindung unter realen Bedingungen bewertet werden.

Weiterhin bietet die (einheitliche) Ausrüstung eines ganzen Zuges auch die Möglichkeit, digitale Funktionen, die die DAK ermöglicht, erstmalig unter Realbedingungen zu testen. Dazu zählen beispielsweise die Erkennung von Wagenreihung und Zugintegrität oder zusätzliche Funktionen wie eine automatisierte Bremsprobe. Bei den dafür notwendigen Komponenten gilt jedoch, wie auch bei Weiterentwicklungen der DAK selbst, dass sie sich zunächst in Versuchen beweisen müssen, bevor sie in eine kommerzielle Erprobung integriert werden können.

Neben den technischen Herausforderungen gilt es, den geltenden Rechtsrahmen auf die Umsetzbarkeit einer kommerziellen Erprobung und die damit verbundenen Bedingungen zu prüfen. So gibt es beispielsweise Unterschiede zwischen Verkehren auf Eisenbahnen des Bundes und solchen auf nicht bundeseigener Infrastruktur. Die in ersterem Fall anzuwendende Eisenbahn-Betriebsnahmegenehmigungsverordnung (EIGV) schließt bei einer Erprobung den „bestimmungsgemäßen Betrieb“ der Fahrzeuge aus. Ein kommerzieller Einsatz der DAK zum Transport von Gütern auf Eisenbahnen des Bundes erfordert folglich ein Genehmigungsverfahren.

Sowohl auf europäischer Ebene als auch im Rahmen von DAC4EU wird an Möglichkeiten gearbeitet, eine kommerzielle Erprobung in kleinerem Maßstab zu realisieren. Denkbar ist z. B. die Nutzung privater Infrastruktur. Wie auch bisher wird DAC4EU eng mit den anderen Projekten zusammenarbeiten, um das gemeinsame Ziel zu erreichen: die Entwicklung einer funktionstauglichen und zulassungsfähigen DAK. ■

QUELLEN

- [1] <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/E/dak-demonstrator.html>, 05.11.2024, 12:00 Uhr
- [2] Wartzek, F.; Jobstfinke, D.: Versuche zur Erprobung der Digitalen Automatischen Kupplung für Europa, ETR – Eisenbahntechnische Rundschau 5/2021, S. 55-60
- [3] Jobstfinke, D.; Heinz, S.; Wilmes, C.; Wartzek F.: Mehrstufige Erprobung der Digitalen Automatischen Kupplung. 3rd International Railway Symposium Aachen (IRSA) 2021, Tagungsband, S. 396-411. <https://doi.org/10.18154/RWTH-2022-01725>, 05.11.2024, 12:00 Uhr
- [4] https://rail-research.europa.eu/wp-content/uploads/2021/09/Press-release_EDDP-coupler-selection_210921.pdf, 6.11.2024, 11:00 Uhr
- [5] <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/E/dak-demonstrator-phase-2.html>, 05.11.2024, 12:00 Uhr
- [6] Jobstfinke D.; Wilmes, C.: Betriebserprobung der DAK, ZEVrail 3/2023, S. 68-75
- [7] <https://rail-research.europa.eu/european-dac-delivery-programme/>, 31.10.2024, 17:00 Uhr
- [8] <https://projects.rail-research.europa.eu/eurail-fp5/>, 31.10.2024, 17:00 Uhr
- [9] https://www.deutschebahn.com/de/presse/pressestart_zentrales_uebersicht/Fit-fuer-die-digitale-Zukunft-Europaweite-Vorbereitungen-zur-DAK-Einfuehrung-starten-12795632#, 05.11.2024, 12:00 Uhr
- [10] <https://www.dac4.eu/>, 31.10.2024, 17:00 Uhr
- [11] <https://www.bav.admin.ch/dam/bav/fr/dokumente/themen/schienengueterverkehr/automation-im-schienengueterverkehr.pdf.download.pdf/Automation%20im%20Schieneng%C3%BCterverkehr.pdf>, 31.10.2024, 17:00 Uhr
- [12] <https://dacio.org/>, 31.10.2024, 17:00 Uhr
- [13] <https://projects.rail-research.europa.eu/eurail-fp5/news-url/?idn=0a5ec69f-38cd-46e0-a3cf-4aea1fd94809>, 6.11.2024, 16:00 Uhr
- [14] European Rail Research Institute (ERRI): Frage B 51, RP 15: Versuche mit selbsttätigen Kupplungen – Arbeiten des Sachverständigenausschusses B 51 vom Januar 1972 bis Dezember 1973 und Stand der Studien und Versuche im Hinblick auf die Einführung der automatischen Kupplung, Utrecht, 1974



Dr.-Ing. Daniel Jobstfinke

Experte Prüfungen Kupplungen
 DB Systemtechnik GmbH, Minden
 daniel.jobstfinke@deutschebahn.com



Dr.-Ing. Fabian Wartzek

Programmleitung DAK@DB
 Leiter Konsortium DAC4EU
 Deutsche Bahn AG, Frankfurt a. M.
 fabian.wartzek@deutschebahn.com