

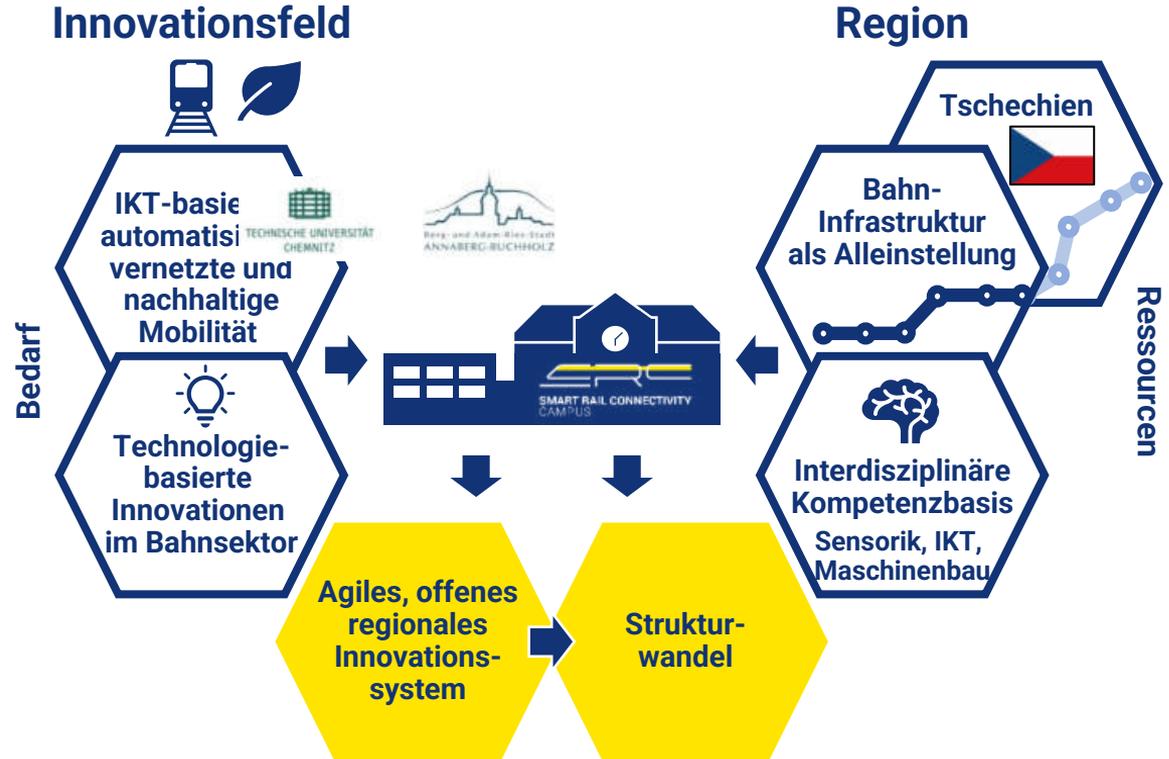


SMART RAIL CONNECTIVITY CAMPUS

Quelle: TU Chemnitz, Jacob Müller

Vorstellung Projekt 50-Hz-Nachladestation für BEMU

Motivation – SRCC



Netzwerk




SMART RAIL CONNECTIVITY CAMPUS

Handlungsfelder

F&E-Projekte



Infrastruktur



(Weiter-)Bildung

Aktueller Stand Projekte; Überblick



Legende:



Veranlassung

- Ersatz der Dieseltriebfahrzeuge durch elektrisch angetriebene Triebfahrzeuge mit dem Ziel der Nutzung regenerativer Energien, Senkung des Bedarfs fossiler Energiequellen und der Senkung insbesondere lokaler Emissionen
- Erhöhung des Anteils der elektrischen Traktion durch:
 - Erhöhung des Elektrifizierungsgrads
 - Einsatz elektrischer angetriebener Fahrzeuge mit mitgeführten Energieträgern wie Akkumulatoren (Batterien; Triebzüge als BEMU bezeichnet) oder Wasserstoff (Brennstoffzelle; Triebzüge als FCMU bezeichnet)
- Früher: Nachladung von Akkumulator-Triebzügen über Ladekabel
- Heute: Nachladung bevorzugt über Schnittstelle Fahrleitung/Stromabnehmer:
 - „Klassisch“ unter vorhandenen Oberleitungen mit Nennspannung 15 kV 16,7 Hz
 - An Ladestationen abseits elektrifizierter Strecken, z.B. am Ende von Stichstrecken

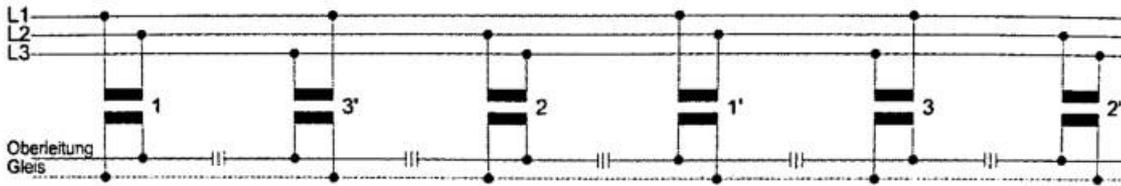
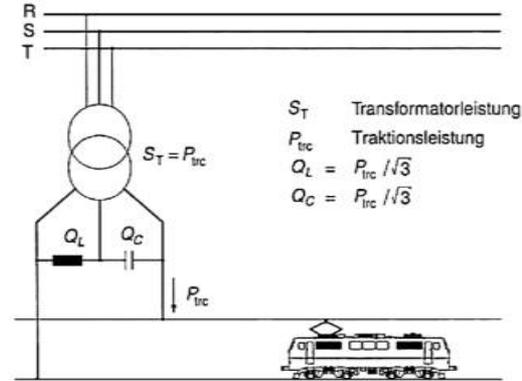
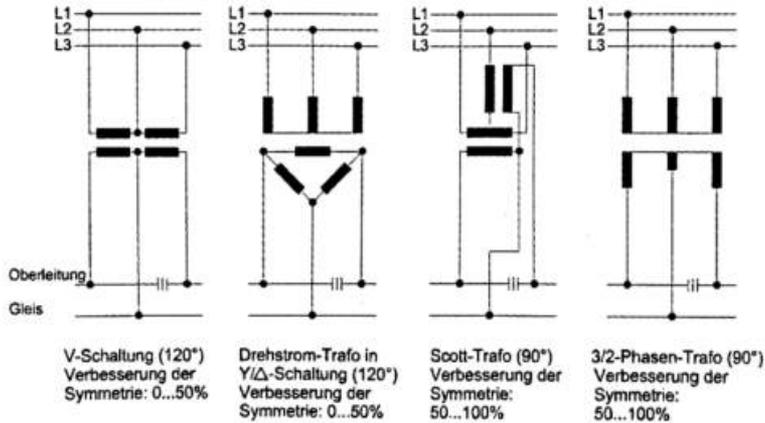
Anforderungen an Ladestationen

- Bereitstellen einer Fahrleitungsspannung, welche die Tfz nutzen können: die Systeme AC 15 kV 16,7 Hz und AC 25 kV 50 Hz sind genormt und daher grundsätzlich geeignet.
- Keine negative Beeinflussung der Energiekosten
- Hohe Verfügbarkeit im Gesamtsystem
- Betriebliche Anforderungen (Ladezeiten – Bezug zur Umlaufplanung der Triebfahrzeuge; benötigte Energiemenge → daraus folgt: erforderliche Leistungsfähigkeit)
- Verwendung bahntypischer Komponenten → einfache Zulassungsverfahren
- Einfache Bedienung/Handhabung im Betrieb
- **Schlussfolgerung: As simple as possible!**
- Wirtschaftliche Fragestellung: Gesamtsystemkosten setzen sich aus Aufwendungen für die Infrastruktur und Aufwendungen für die Fahrzeuge zusammen!
- Die Bahn muss IMMER als GESAMTSYSTEM bestehend aus Infrastruktur, Fahrzeugen und Betrieb betrachtet werden!

Systemaspekte

- Begrenzung des zulässigen Ladestroms auf 80 A pro Stromabnehmer im Stillstand nach aktueller Normenlage → maximale Ladeleistung bei 15 kV: 1,25 MW
- „Spannungsfrage“: welche Fahrleitungsspannung ist sinnvoll?
 - Genormte Fahrleitungsspannungen liegen auf der Hand
 - Bei „klassischen“ 15-kV-Fahrzeugen ist Frequenzumwandlung ggü. speisendem Netz nötig → zusätzlicher Aufwand
 - Wenn AC 25 kV 50 Hz von den Fahrzeugsteuerungen grundsätzlich beherrscht wird: Was spricht dann (abgesehen von den Normen) gegen AC 15 kV 50 Hz?
- Leistungsfähigkeit des speisenden Netzes und Netzanschlussbedingungen:
 - Ende von Stichstrecken meist in schwach ausgeprägten Regionen → begrenzte Belastbarkeit des Netzes (1,5 MW sind in Annaberg-B. Süd bereits kritisch)
 - Einphasige Last benötigt, allerdings dreiphasiges Netz → Unsymmetrie unzulässig!
- Fragestellung Symmetrierung für 15-kV-50-Hz-Lösung: Symmetrierumrichter vs. Spezialtransformator/Steinmetzschaltung? → Symmetrierumrichter kann völlig flexibel auf variablen Leistungsbezug reagieren und einphasige Last vollständig symmetrieren.

Bisherige Maßnahmen gegen Unsymmetrie bei 50-Hz-Bahnen



Oben links: Spezialtransformatoren
 Oben rechts: Steinmetz-Schaltung
 Unten: zyklische Vertauschung des Anschlusses an die Phasen des Landesnetzes
 Diese Varianten ermöglichen nur eine teilweise Kompensation der Unsymmetrie bei verschiedenen Lastanforderungen

Schlussfolgerung

- Basierend aus den vorher genannten Aspekten wurde ein Konzept für eine Ladestation mit der Ausgangsspannung AC 15 kV 50 Hz entwickelt:
 - Dreiphasiger EVU-Anschluss für 3AC 10/20 kV 50 Hz
 - Kompakte Ausführung in einer Containerlösung
 - Kurzer Fahrleitungsabschnitt als Oberleitungsstromschiene

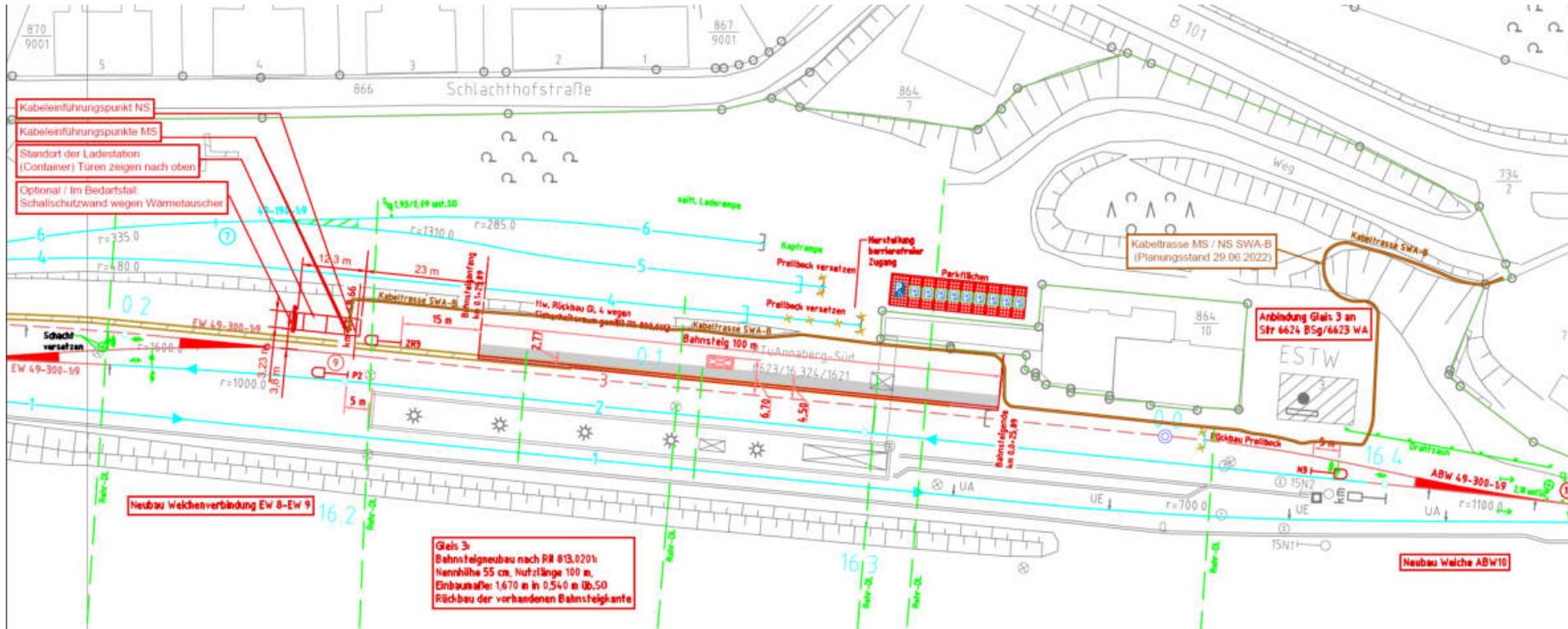




Container der
Ladestation bei der
Firma F&S
PROZESSAUTOMATION
in Dohna;

*Bild: Dr. Steffen Röhlig,
Rail Power Systems
GmbH*

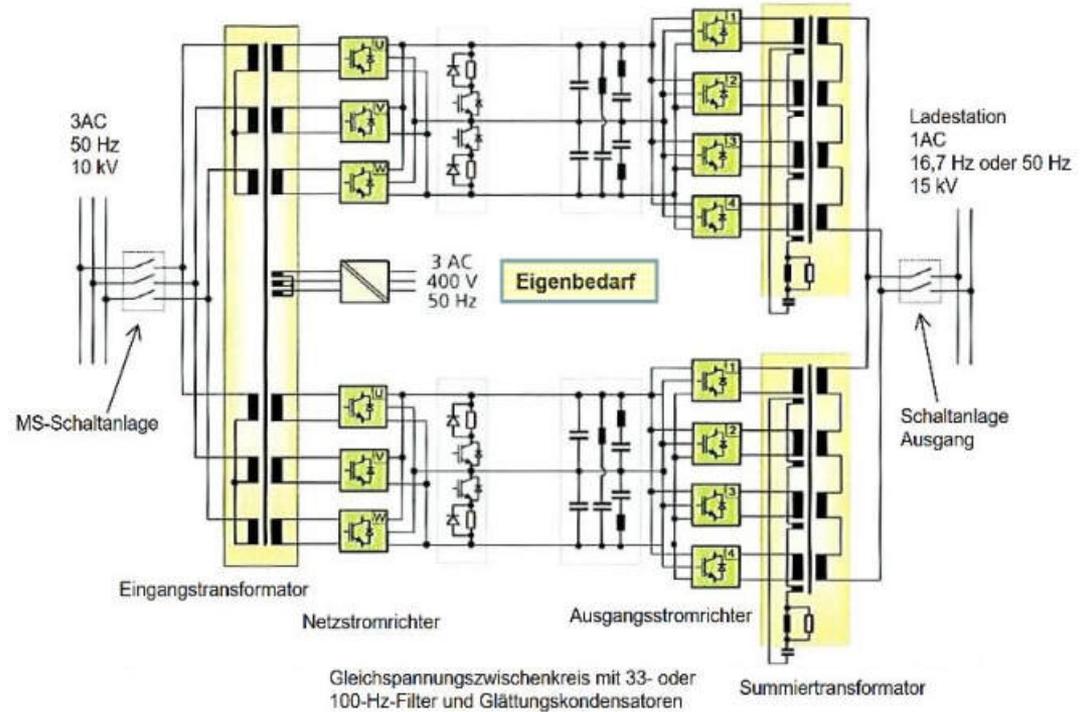
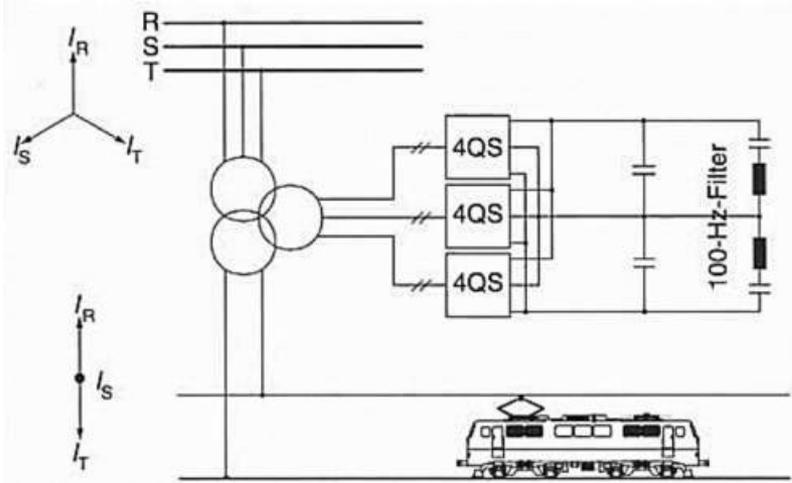
Aktueller Lageplan Ladestation für BEMU in Annaberg-Buchholz Süd; Quelle: Erzgebirgsbahn/Projektkonsortium



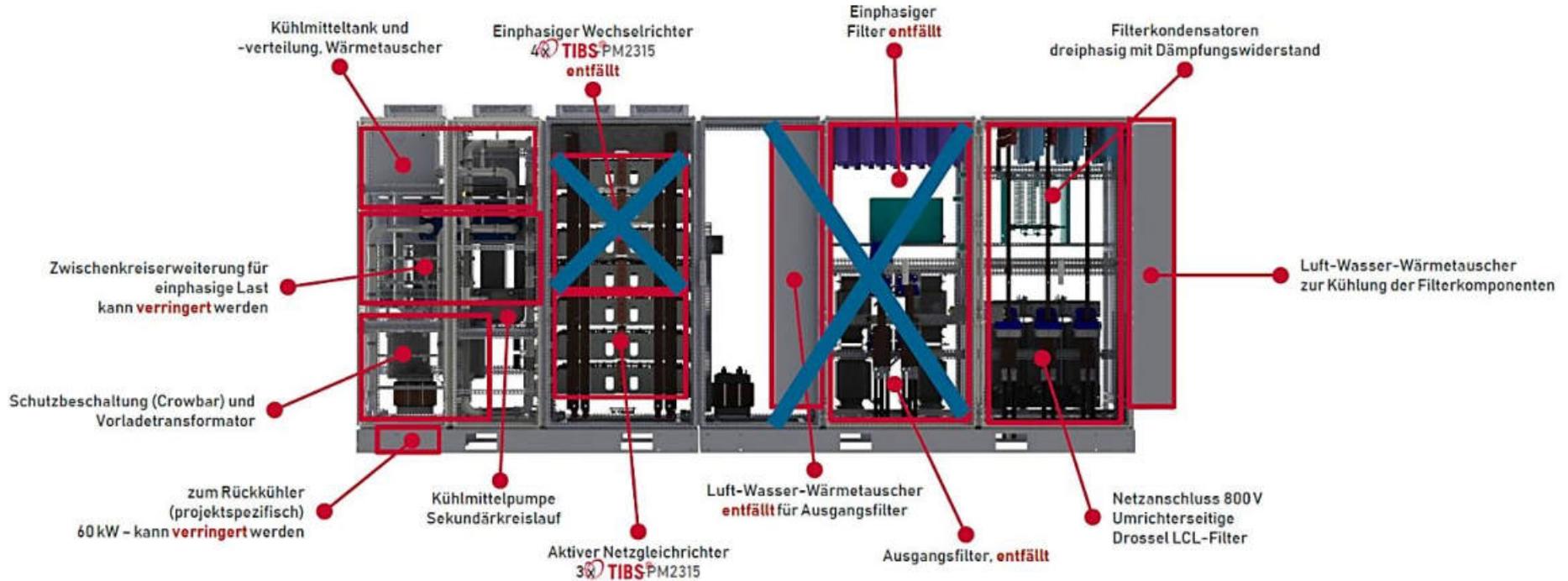
Punktwolke durch Kamera-Scan des Geländes mit Drohne; Quelle: DB Energie/Projektkonsortium



Prinzip Symmetrierumrichter (links) vs. Vollumrichter (rechts)



TIBS-Stromrichter der Firma F&S PROZESSAUTOMATION



Projektpartner I

➤ Rail Power Systems (RPS) GmbH:

- Konzeption, Bau, Lieferung und Inbetriebnahme des Containers der Ladestation (Container mit vollständiger technischer Ausrüstung; in Zusammenarbeit mit F&S)
- Planung und Bau notwendiger Fundamente für die Aufstellung des Containers
- Planung, Bau und Inbetriebnahme der Stromschienenoberleitungsanlage
- Bauleitung für die Bauausführung vor Ort (außer Kabelanlagen)

➤ F&S PROZESSAUTOMATION GmbH (ehemals Abteilung F&S converter):

- Entwurf, Bau und Inbetriebnahme des Symmetrierumrichters (zusammen mit RPS)
- Optimierung des Betriebsverhaltens
- Mitwirkung bei Tests mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen (Wechselwirkung Fahrzeuge/Infrastruktur)

➤ TU Dresden, Professur Elektrische Bahnen:

- wissenschaftliche Projektbegleitung
- Aufstellung/Abwicklung eines Testprogramms
- Herstellung der Kontakte in die Bahnindustrie



Projektpartner II

➤ **DB Energie GmbH:**

- Bereitstellung der Energieanschlüsse; Kabelanlagen; Bodengutachten/Vermessung
- Betrieb der neuartigen Infrastrukturanlage; Unterstützung im Genehmigungsprozess
- Aufstellung der Zugangsbedingungen und Geschäftsprozesse

➤ **Erzgebirgsbahn (RNI) GmbH:**

- lokale Unterstützung bei der Umsetzung des Projekts; Zuweisung von Flächen zur Aufstellung der Anlage

➤ **SRCC gGmbH:**

- Projektkoordination; Abstimmungen mit (örtlichen) Dritten; Aufbau einer Frontendstruktur für den SRCC auf dem Teilgebiet Bahnstrom/Nachladung

➤ **Verkehrsverbund Mittelsachsen (VMS) GmbH:**

- Unterstützung Vorbereitung Aufstellung Technologiedemonstrator; Bereitstellung von Fahrzeugen zu Testzwecken; Testbetrieb unter Betriebsbedingungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!