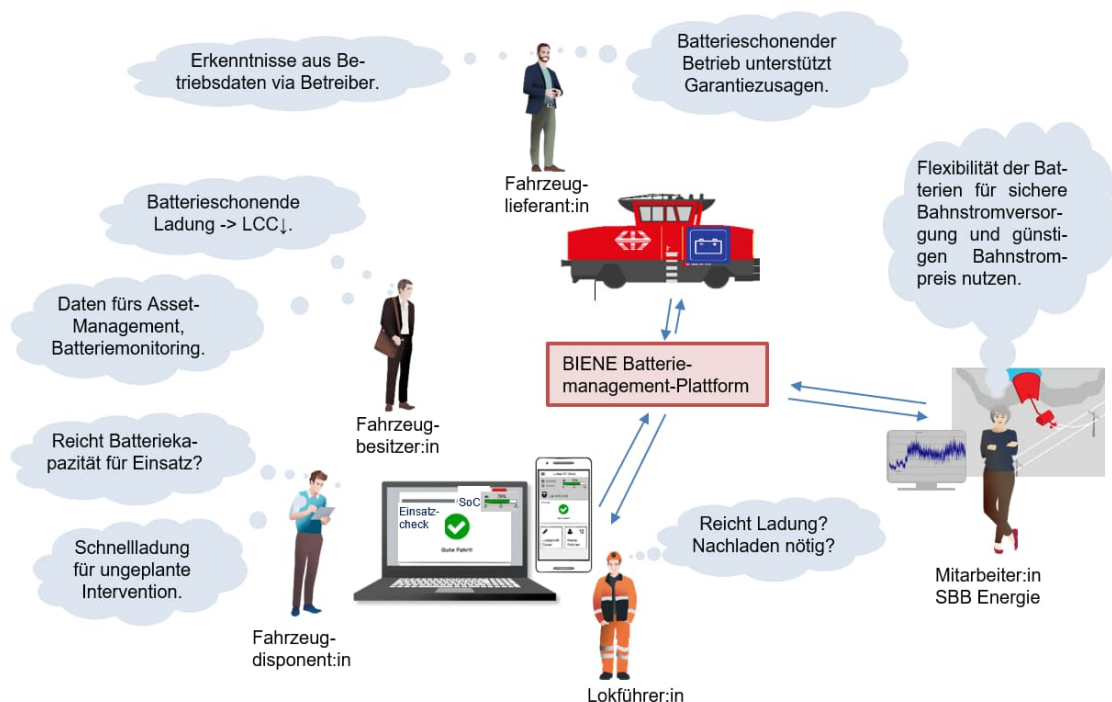


GENERISCHES technisches Lastenheft

Anforderungen an Batterie-Schienenfahrzeuge zur Anbindung an die BIENE Batteriemanagementplattform

Autor(en)	Markus Halder, Andreas Fuchs, Roger Kocher, Steffen Wienands, Ueli Kramer, Jannis Pomsel (SBB), Roman Tschannen (Rail Diagnostics)
Status	Entwurf
Version	1.0
Letzte Änderung	9. Juli 2024
Letzte Änderung durch	Markus Halder
Urheberrecht	Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen, ausdrücklichen Genehmigung.
Ablage	https://sbb.sharepoint.com/sites/biene-batteriemanager/Freigegebene Dokumente/General/03_R&D Arbeitspakete/WP 3.0 Vehicle communication & Übergreifend/Vehicle specification/Lastenheft Anforderungen Batterieschienenfahrzeuge bzgl. Batteriemanagementplattform v1.0.docx



Änderungsnachweis

Datum:	Ersteller:	Art der Änderung:	Kapitel
29.11.2022 (v.01)	Markus Halder	Erster Entwurf basierend auf Vorarbeiten von Andreas Fuchs, Ueli Kramer, Roman Tschannen	
08.12.2022 (v.02)	Markus Halder	Berücksichtigung Kommentare von Roger Kocher und Andreas Fuchs (noch ohne direkte Abstimmung). Arbeitsversion zum Versand an BLS und für Tafag-Hocharbeitsbühne.	
10.08.2023 (v.03)	Markus Halder	Anpassung Kapitelüberschrift 3.2.2 Fahrzeugseitige Momentan-Werte («Batteriesystem» gestrichen, weil es nicht nur um Batteriedaten, sondern z.B. auch um sonstige Verbraucher für eine vollständige Leistungsbilanz geht)	3.2.2
08.12.2023 (v.04)	Markus Halder, Roger Kocher, Steffen Wienands	Ergänzungen im Einleitungstext. Hinweis auf geplante Standardisierung. Komplette Überarbeitung der Anforderungen und Parametertabelle inkl. Neustrukturierung der Kapitel.	1./ 2./3.
12.02.2024 (v.05)	Steffen Wienands	Überarbeitung Kapitel 3 und Kapitel 3.1: Anforderungen an statische Batteriedaten überarbeitet, Parameterliste Batteriedaten bereinigt. Ergänzung Kapitel 4: Definition Batteriepack	
04.07.2024 (v.1.0)	Markus Halder	Überarbeitung aller Kapitel zur besseren Integration in einen Standard-Anforderungs-Katalogs für Batteriefahrzeuge. Spalte Verbindlichkeit gelöscht. Ursprüngliches Kapitel «Parameterliste» wird neu als Anhang «Signalliste» geführt und zusätzlich als eigenständiges Dokument. Verweis auf Interim Report des BFE-Pilotprojekts BIENE Battery Manager. Anpassung Abbildung 2.	Anhang 1.3

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung / Anwendungsbereich	5
1.1.	Ausgangslage und Hintergrund	5
1.2.	Ziel / Nutzen BIENE Batteriemanagementplattform	6
1.3.	Referenzen	7
2.	Funktionale Anforderungen	7
2.1.	Fahrzeug: Lade-/Entladevorgänge	8
2.2.	Telemetrie	9
3.	Nicht-funktionale Anforderungen	9
	Anhang: Signalliste	11
A.1.	Allgemein	11
A.2.	Protokoll	11
A.3.	Signale	12
A.3.1.	TCMS -> RailServer (BIENE)	12
A.3.2.	RailServer (BIENE) -> TCMS	16

Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
APFZ	AP plikationen im FahrZeug , Standardsystem der SBB für die Kommunikation von Systemen in Fahrzeugen zu zentralen Systemen.
BAV	Bundesamt für Verkehr
BFE	Bundesamt für Energie
BIENE	BatterI eschwarm im Bahnstrom- NE tz, Projekt mit Förderung des Bundesamtes für Verkehr: BIENE – Integration und Bewirtschaftung von Batterien auf Schienenfahrzeugen (2022), und nachfolgendes Pilotprojekt mit Förderung des Bundesamtes für Energie: BIENE Battery Manager.
BMS	Battery Management System (on-board)
BMP	Batterie-Management-Plattform («Cloud-Lösung», zentrale Plattform basierend auf BIENE-Konzept)
BTMS	Battery Thermal Management System (on-board)
HLK	Heizung, Lüftung, Klima
LMLS	Lastmanagement-Laststeuerung (bestehende Plattform von SBB Energie zur Steuerung von Verbrauchern im Bahnstromnetz, beispielsweise zum Schneiden von Lastspitzen)
RailServer	Bordrechner mit verschiedenen SBB Applikationen wie z.B. BIENE
SoC	State of Charge, der aktuelle Ladezustand der Batterie (unter Beachtung des SoH)
SoH	State of Health, wieviel % des Energieinhalts einer neuen Batterie noch verfügbar ist (0%-100%)
TCMS	Train control & management system, Fahrzeugleitgerät (FLG)

1. Einleitung / Anwendungsbereich

Das vorliegende Dokument dient als generisches Lastenheft für Batterie-Schienenfahrzeuge für alle Anforderungen, die im Zusammenhang mit dem Betrieb einer zentralen Batteriemanagementplattform (BMP) zu beachten sind.

Die in diesem Dokument beschriebenen Anforderungen beziehen sich auf den aktuellen Stand der Erkenntnisse zum Aufbau und Betrieb einer zentralen Batteriemanagementplattform. Im Rahmen eines vom Bundesamt für Energie geförderten Pilotprojektes «BIENE Batteriemanager» wird das bestehende Konzept pilotiert und eine erste Version der Plattform entwickelt. Daraus entstehende Erkenntnisse werden eine fortlaufende Aktualisierung des Dokuments erfordern. Im Rahmen des Beschaffungsprojektes ist zu definieren, welche Dokumentversion als Basis zu verwenden ist und wie die Anforderungen im Laufe der Fahrzeugentwicklung im gegenseitigen Einvernehmen und Interesse angepasst werden können.

Das Dokument soll zudem als Grundlage für eine spätere Standardisierung, z.B. als Regelwerk Technik Eisenbahn RTE dienen.

1.1. Ausgangslage und Hintergrund

Dieselbetriebene Schienenfahrzeuge der SBB verbrauchen über 11 Mio. Liter Diesel pro Jahr und stossen rund 30'000 t CO₂ aus. Die SBB plant als Beitrag zur Ambition «klimaneutrale SBB» einen Technologieträgerwechsel zu batteriebetriebenen Fahrzeugen. Andere Bahnen in der Schweiz haben ebenfalls bereits Batterieschienenfahrzeuge im Einsatz oder planen, diese zu beschaffen.

Vor diesem Hintergrund wurden mit der Studie «BIENE – BatterieSchwarm im Bahnstrom-NEtz» Voraussetzungen für die Integration von Batterien auf Schienenfahrzeugen ins Bahnstromnetz analysiert. Die Studie wurde vom Bundesamt für Verkehr (BAV) im Rahmen des Programms Umsetzung der Energiestrategie 2050 im öffentlichen Verkehr (ESöV 2050) gefördert.

Die im März 2022 veröffentlichten Ergebnisse der BIENE-Studie zeigen die grossen Potenziale eines zentralen Batteriemanagements sowohl für Fahrzeugbesitzer und -nutzer als auch für die Bahnstromversorgung. Empfohlen wird, eine solche zentrale Batteriemanagement-Plattform von SBB Energie als Systemführer Bahnstrom zu entwickeln und allen Bahnstromkunden diskriminierungsfrei zur Verfügung zu stellen. Mit einer einheitlichen Lösung sollen Synergien genutzt und eine Gesamtsystemoptimierung für die Branche realisiert werden.

Eine Pilotversion einer Batteriemanagementplattform wird im Projekt «BIENE-Batteriemanager - kosten- und nutzenoptimierte Steuerung von Batterien auf Schienenfahrzeugen» entwickelt.

Das Projekt wird vom Bundesamt für Energie als Pilotprojekt gefördert und läuft über vier Jahre von 2023-2026. Projektpartner sind neben der SBB und der Rhätischen Bahn RhB die Berner Fachhochschule, Zentrum Energiespeicher. Weitere Betreiber von Batterie-Schienenfahrzeugen sollen im Rahmen des Projektes mit einbezogen werden. Zudem erfolgt eine Abstimmung mit anderen öV-Unternehmen unter anderem über die Arbeitsgruppe Nachhaltige Energie des Verbandes öffentlicher Verkehr.

Ziel ist es, die Elektrifizierung der Diesel-Schienenfahrzeugflotte mit einer gemeinsamen Branchenlösung im Sinne der Energiestrategie der Schweiz zu unterstützen.

1.2. Ziel / Nutzen BIENE Batteriemanagementplattform

Eine zentrale Batteriemanagementplattform soll als Branchenlösung für alle Beteiligten nutzbar sein. Die BIENE-Studie hat den grossen Nutzen für Fahrzeugbesitzer und -nutzer sowie die Bahnenergieversorgung ausgewiesen. Im Zusammenhang mit dem BFE-Pilotprojekt wurde zudem deutlich, dass auch die Fahrzeuglieferanten davon profitieren können. Sie haben nach Auslieferung des Fahrzeuges kaum Einfluss auf das Nutzerverhalten, beispielsweise wie batterie schonend die Fahrzeuge geladen werden. Mit einem optimierten Lademanagement kann die von den Lieferanten zugesicherte Lebensdauer zuverlässiger eingehalten werden.

Abbildung 1 zeigt Bedürfnisse der Hauptnutzer einer zentralen Batteriemanagementplattform.

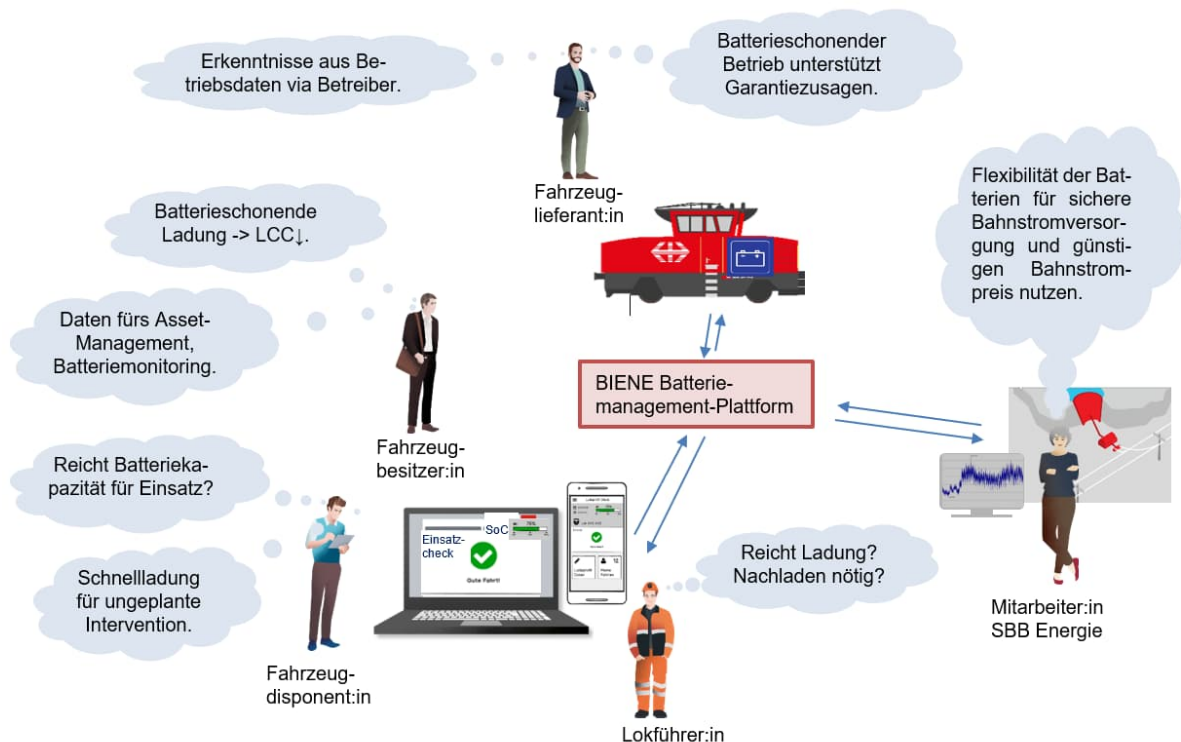


Abbildung 1: Bedürfnisse/Nutzen einer zentralen Batteriemanagementplattform (BIENE-Studie, 2022), ergänzt um Fahrzeuglieferant:in.

Zusammenfassend lassen sich folgende Hauptnutzen ausweisen:

- Fahrzeughersteller: Batterieschonender Betrieb hilft Garantieverprechen einzuhalten, Effizientes Monitoring der Betriebserfahrungen ermöglicht Erkenntnisse für Nachfolgeprojekte. Batterien können mit weniger Reserven für die über die Lebensdauer zugesagte Kapazität dimensioniert werden.
- Fahrzeugbesitzer: Längere Batterielebensdauer, zuverlässiger Betrieb, effizientes Batteriemonitoring. Kapazitätsreserven der Batterien können flexibler genutzt werden, Batterien kostengünstiger dimensioniert werden.

- Fahrzeugnutzer: Remote Ladeplanung, -überwachung und -beeinflussung, um eine ausreichende Ladung für nächsten Einsatz sicherstellen zu können. Zusatznutzen, z.B. durch Remote-Info über Fahrzeugposition und Fehlermeldungen.
- Energieversorger: Nutzen der Flexibilität zur Stabilisierung des Bahnstromnetzes und für energiewirtschaftliche Optimierungen (Einfluss auf Bahnstrompreis).

1.3. Referenzen

Nr.	Dokument	Version / Datum	Herausgeber
1.	BIENE – BatteriEschwarm im BahnstromNEtz - Integration und Bewirtschaftung von Batterien auf Schienenfahrzeugen (Link)	Schlussbericht vom 31.03.2022	Bundesamt für Verkehr BAV
2.	BIENE Battery Manager - Cost and benefit-optimized control of batteries on rail vehicles (Link)	Interim Report vom 28.03.2024	Bundesamt für Energie BFE

2. Funktionale Anforderungen

Das Laden und Entladen der Batterien zukünftiger Batterie-Fahrzeuge soll «smart» anhand von Vorschlägen der serverseitigen Batteriemanagementplattform «gesteuert» werden. Nachfolgend werden die Anforderungen an Hard- und Software für die bidirektionale Anbindung des Fahrzeuges an eine zentrale Batteriemanagementplattform und die nötigen Voraussetzungen für den Einsatz der Plattform beschrieben.

Die nachfolgende Grafik zeigt einen Vorschlag für die dazu nötige Architektur. Diese kann je nach Fahrzeugbesitzer auch auf bestehenden Kommunikationslösungen, z.B. einer eigenen Fahrzeugplattform, aufbauen und via definierte Schnittstelle an die zentrale BMP angebunden werden.

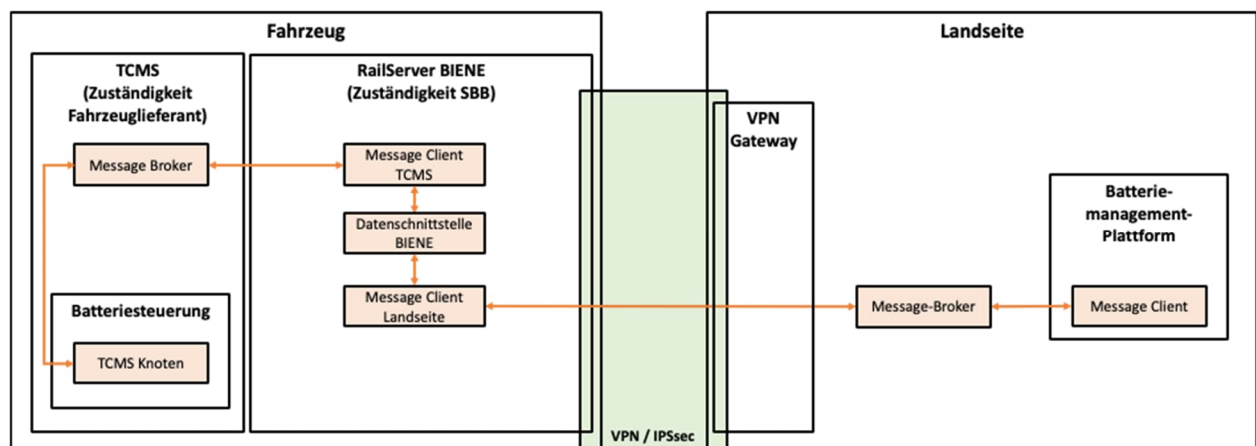


Abbildung 2: Architektur für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Landseite (Konzept LMLS Architektur Datenübertragung Schienenfahrzeuge BIENE, Anhang 1 zum Schlussbericht BIENE)

Abgeleitet daraus sind nachfolgende Anforderungen zur bidirektionalen Kommunikation zwischen dem Fahrzeug und der landseitigen Batteriemanagementplattform.

2.1. Fahrzeug: Lade-/Entladevorgänge

ID	Kurztitel	Beschreibung	Referenz	Verweis	Erläuterung
F.10	Bidirektionales Laden (Vehicle2Grid)	Das Fahrzeug soll im Stillstand UND während der Fahrt Energie aus der Batterie ins Netz speisen können.			Die Anforderung bidirektionales Laden wird von SBB Energie benötigt für den Einsatz von Schwarmbatterien als Reservekraftwerk (Vehicle2Grid) via Anbindung an die BIENE Batterie Management Plattform (BMP). Falls das Fahrzeug während der Fahrt zur Traktion Energie aus dem Netz bezieht, soll mit der Funktion bidirektionales Laden der Energiebezug aus dem Netz um den Anteil aus der Batterie reduziert werden.
F.20	Plausibilitätsprüfung des Lade- und Entladestroms	Das TCMS soll Lade- und Entladestromsollwerte und den Ziel-SoC auf Umsetzbarkeit prüfen und eine Nicht-Umsetzbarkeit an die BMP zurückmelden.			Von der BMP wird der als optimal berechnete Sollwert für den Lade- bzw. Entladestrom und Ziel-SoC gesendet. Das TCMS entscheidet, ob dieser Sollwert umsetzbar ist. Der Sollwert übersteuert keine lokalen Schutzmechanismen von Antrieb und Batterie. Falls der Sollwert nicht umsetzbar ist, sendet das TCMS eine Rückmeldung an die BMP und versucht möglichst nahe an den Sollwert zu fahren.
F.30	Umsetzung Ladestrom	Das TCMS soll den aktuellen Sollwert für den Ladestrom so lange umsetzen, bis ein neuer Sollwert übermittelt wird oder der aktuelle Ziel-SoC erreicht ist.			Bei Kommunikationsunterbrüchen soll der bisherige Sollwert zum Ladestrom weiterverwendet werden. Im Normalfall ändern sich dieser über lange Zeit nicht. Ein Stromsollwert macht nur in der constant current (CC) Phase des Batterieladens Sinn. In der constant voltage (CV) Phase erfolgt die Steuerung des Ladestroms auf dem Fahrzeug bis zum Ziel-SoC.
F.40	Defaultwert Ladestrom	Falls das TCMS länger als eine Stunde keinen Sollwert für den Ladestrom erhält, soll das TCMS ein Defaultwert von 0.25 C bis zu einem SoC von 100% der nutzbaren Kapazität verwenden.			Die Zeit und der Ziel-SoC sollen konfigurierbar sein.
F.50	Entladestrom bei Unterbruch der Kommunikation zur BMP.	Falls das TCMS länger als eine Minute keinen neuen Sollwert für den Entladestrom erhält, soll das TCMS die Entladung stoppen und zum Zustand vor Erhalt des Entladestromsollwerts zurückkehren.			Lastpeaks im Bahnstromnetz sind wenige Sekunden bis maximal 1-2 Minuten lang. Die Abdeckung extremer Lastpeaks ist die am häufigsten zu erwartende Anwendung aus Netzsicht. Längere Entladungen werden nur in äusserst seltenen Notsituation benötigt. Bei Kommunikationsunterbrüchen soll daher nicht länger als 1 Minute weiter entladen werden. Die Zeit soll konfigurierbar sein. Ein Tiefentladeschutz des BMS wird vorausgesetzt.
F.60	Latenzzeit für bidirektionales Laden.	Das Fahrzeug soll in den Betriebszuständen «Fahrstellung» und «Arbeitsstellung» im Fahrleitungsbetrieb, Energie in möglichst kurzer Zeit (Zielwert: weniger als 1 Sekunde), nach Erhalt eines Signals aus der BMP, ins Netz zurückspeisen. Im Betriebszustand «Schlumberbetrieb» im Fahrleitungsbetrieb, soll die maximale Latenzzeit 30 Sekunden, im Zustand «EoptA» maximal 3 Minuten betragen (Zielwerte).	EN14033, RTE48610		Ziel ist, möglichst viel Flexibilität mit dem Bahnstromnetz erreichbar zu halten, gleichzeitig aber auch eine energieoptimierte Abstellung zu ermöglichen. Anforderung zur Abdeckung extremer Lastspitzen mit einer Dauer von wenigen Sekunden bis ca. 1 Minute: Zielwert Latenzzeit <1 Sekunde. Anforderung für Abdeckung kritischer Überlastsituationen im Bahnstromnetz über längere Zeit (Minuten bis Stunde(n)): Latenzzeit < 3 Minuten bzw. so schnell wie möglich. Diese Anforderung soll nicht zu einem höheren Energiebedarf im Schlumberbetrieb bzw. EoptA führen. Werden längere Zeiten benötigt, kann dies in gegenseitigem Einvernehmen abgestimmt werden. Das Fahrzeug entscheidet, welche Leistung unter den gegebenen Rahmenbedingungen wie Temperatur zur

					Verfügung gestellt werden kann und versucht möglichst nah an den übermittelten Sollwert zu kommen (Vgl. F.20).
--	--	--	--	--	--

2.2. Telemetrie

ID	Kurztitel	Beschreibung	Referenz	Verweis	Erläuterung
T.10	Anbindung an die BMP	Das Fahrzeug muss fähig sein, über einen mobile Router mit der BMP bidirektional zu kommunizieren.		Abbildung 1	Die Kommunikationshardware wird vom Besteller bereitgestellt und der benötigte Einbauraum wird vorgegeben. Optional könnten in Abstimmung mit dem Besteller die Kommunikationskomponenten auch vom Lieferanten gestellt oder alternative Kommunikationsplattformen für eine landseitige Anbindung an die BMP genutzt werden.
T.20	Übermittlung Signale	Das Fahrzeug soll fähig sein, die im Anhang aufgeführten Signale an die BMP zu übermitteln bzw. von der BMP zu empfangen und zu verarbeiten.		Anhang	Erläuterungen zu den Signalen und Protokoll sind im Anhang aufgeführt.

3. Nicht-funktionale Anforderungen

ID	Kurztitel	Beschreibung	Referenz	Verweis	Erläuterung
NF. 10	Statische Batterie- und Fahrzeugdaten	Der Lieferant soll für das Energiespeichersystem eine Dokumentation erstellen aus welcher z.B. folgende Daten entnommen werden können: - Energiespeichersystemidentifikation (Anordnung und Bedeutung der Identifikationsnummer) - Batterietypenbezeichnung (verwendete Zellchemie) - Batteriehersteller und Zellenlieferanten - Informationen zum BMS (funktionale Sicherheit z.B nach EN61508) - Elektrische Systeminformationen - Zellanordnung - Kapazität (installierte und nutzbare Kapazität), Nominalwerte (Spannung, Kapazität) zu Modulen, Zellen, System - Leistungsfähigkeit - Standby-Verbrauch - Impedanz - Systemlimiten (z.B. max. und min. Temperaturen) - Mechanische Systeminformationen - Betriebstemperaturen - Schutzklasse - Gewicht (Energiespeichersystem) - Volumen - Anzahl Module - Anzahl Zellen pro Modul - Produktionsdatum - Inbetriebnahme Datum in der Fabrik - Max. Lade- und Entlade C-Rate in Funktion der Temperatur und Ladezustand - Leerlaufspannung in Abhängigkeit Ladezustand auf Zellebene - Installierte Kapazität und nutzbares SoC-Fenster			Wichtige Inputdaten fürs Assetmanagement der Batterie und die Algorithmen der BMP.

		• Informationen zur Temperaturmessung (Anzahl und Anordnung der Fühler und dessen Messgenauigkeit) • Informationen zur Genauigkeiten und Herleitung der dargestellten Werte wie z.B SoC, SoH, etc.. • Informationen zum Temperaturmanagement • Informationen zum BTMS • Empfohlene Mindestladeleistung bei unbegrenzter Ladezeit für alterungsoptimierte Ladung unter Berücksichtigung der Verluste im Fahrzeug. • Maximale Lade- und Entladeleistung fahrzeugseitig (wenn durch Fahrzeugkomponenten begrenzt, d.h. niedriger als durch maximale C-Rate der Batterie begrenzte Ladeleistung)			
--	--	--	--	--	--

Anhang: Signalliste

A.1. Allgemein

Nachfolgend sind die Signale für die bidirektionale Kommunikation zwischen der Fahrzeugleittechnik (TCMS) eines batterie-elektrischen Fahrzeug und dem RailServer zur Kommunikation mit der BIENE-Batteriemanagementplattform (BMP) aufgelistet.

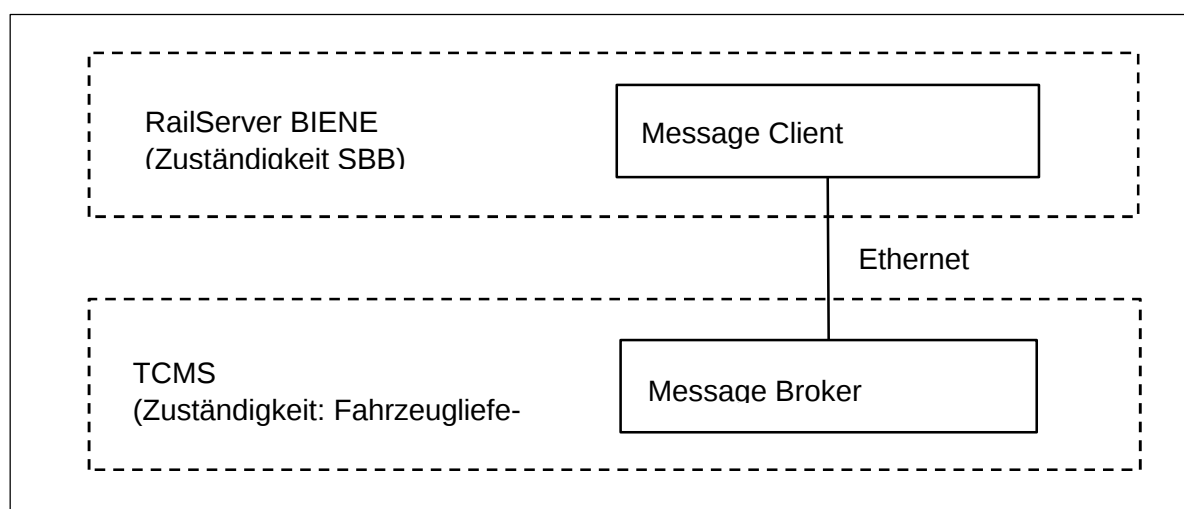
Die Funktionalität und die Architektur dieses Systems lehnt sich an das APFZ-System von SBB-Personenverkehr an. Im Gegensatz zu APFZ-Systemen enthält dieser RailServer keine Fahrgastinformations- oder Videoverarbeitungen und benötigt daher weniger Rechenleistung und Speicher. Denkbar ist die Anbindung weiterer Applikationen, beispielsweise zur automatischen Absenkung des Pantograph bei fehlender Oberleitung.

Die Anforderungen an die Security und Rückwirkungsfreiheit der Schnittstelle sind nicht Teil dieses Dokumentes. Der Zulieferant ist verantwortlich dafür, dass das APFZ über diese Schnittstelle keine negative Rückwirkung auf das TCMS haben kann.

Die angegebene Genauigkeit orientiert sich an den Bedürfnissen der Anwendung der BMP. Unter Granularität ist angeben, ob die Signale für das gesamte Fahrzeug oder für bestimmte Fahrzeugkomponenten benötigt werden. Unter (Batterie-)Pack wird dabei ein zusammengesetztes Paket mehrerer Module bzw. Zellen (Cell-to-Pack) verstanden. Mehrere Packs können miteinander verschaltet werden, um die Batterieanlage zu bilden. Die Batterieanlage beinhaltet zudem das Batteriemanagementsystem (BMS) sowie das Thermomanagement (BTMS) (siehe IEC 62928).

A.2. Protokoll

Die Datenübertragung erfolgt via Ethernet. Die SBB bevorzugt ein gesichertes MQTT-Protokoll mit JSON-Payload mit gemeinsam zu definierenden Topics. Das verwendete Protokoll sowie das Datenformat muss kompatibel sein mit der bestehenden Schnittstelle auf dem "RailServer BIENE". Grundsätzlich wird dieses über diese Schnittstelle definiert, kann aber in Absprache auch gemeinsam definiert werden. Das TCMS stellt einen MQTT-Broker zur Verfügung, auf welchen sich der "RailServer BIENE" zur bidirektionalen Kommunikation verbinden kann.



A.3. Signale

A.3.1. TCMS -> RailServer (BIENE)

Was	Genauigkeit	Einheit	Typ	Auflösung	Granularität	Erläuterungen
Vehicle_ID	Unique	-	INT / String	1s	Fahrzeug	Identifikationsnummer für alle Fahrzeugdaten, mit Zeitstempel für alle Zeitreihen.
Timestamp	1 ms	dd:hh:mm:ss.ms	DATETIME	1s	Fahrzeug	Als Zeitstempel für alle Zeitreihen. Fahrzeugzeit, die auch auf dem Fahrzeug als Zeitmaster verwendet wird.
Vehicle_GPS_x		LAT	FLOAT	1s	Fahrzeug	Für Nutzer der BMP: zur Auswahl von Fahrzeugen an bestimmten Standorten, z.B. zur Kontrolle der Batterieladung. Für Berechnung ortsabhängiger Einsatzprofile, Basis für Energiebedarfsprognosen.
Vehicle_GPS_y		LON	FLOAT	1s	Fahrzeug	
Vehicle_GPS_z		ALT	FLOAT	1s	Fahrzeug	Höhe über Meer. Für Berechnung ortsabhängiger Einsatzprofile, Basis für Energiebedarfsprognosen. (Traktionsenergiebedarf abhängig von Steigung).
Vehicle_Speed	1 km/h	km/h	FLOAT	1s	Fahrzeug	Für Berechnung ortsabhängiger Einsatzprofile, Basis für Energiebedarfsprognosen.
Vehicle_Outside_Temp	1 °C	°C	FLOAT	1min.	Fahrzeug	Basis für Prognose des temperaturabhängigen Energiebedarfs des Fahrzeugs. Information über Umgebungsbedingung für Batterie-Monitoring.
Vehicle_Mode_Operation			INT/String	1s	Fahrzeug	Betriebszustand des Fahrzeugs gemäss EN14033. Für Berechnung ortsabhängiger Einsatzprofile, Basis für Energiebedarfsprognosen. Info über Erreichbarkeit des Fahrzeuges als Reservekraftwerk.
Charge_Mode			INT/String	1s	Fahrzeug	Bei Fahrzeugen, die via Stecker geladen werden: Ladung über ortsfeste Ladestation (z.B. 32 A CEE) oder Bauzugleitung (max. 63 A). Als Input zur zentralen Berechnung des optimalen Ladestroms. Ermöglicht gezielte Ausnutzung der Kapazität der Bauzugleitung unter Berücksichtigung des aktuellen und für den nächsten Einsatz benötigten SoC.

Grid_Voltage	1 V	V	FLOAT	1s	Fahrzeug	Primärspannung. Als Signal für Verbindung mit Stromnetz. Für Leistungsfluss als Basis für Energiebedarfsprognosen zur Berechnung von Einsatzprofilen.
Grid_Current	1 A	A	FLOAT	1s	Fahrzeug	Primärstrom. Für Leistungsfluss als Basis für Energiebedarfsprognosen zur Berechnung von Einsatzprofilen
Power_1_Traction	1 W	W	FLOAT	1s	Traktionskomponenten	Traktionsleistung, inkl. Traktionshilfsbetriebe. Für Leistungsfluss als Basis für Energiebedarfsprognosen zur Berechnung von Einsatzprofilen.
Power_2_Tempdep	1 W	W	FLOAT	1s	HLK-Komponenten	Temperaturabhängiger Leistungsbedarf (HLK Fahrzeug und Batterie). Für Leistungsfluss als Basis für Energiebedarfsprognosen zur Berechnung von Einsatzprofilen.
Power_3_Rest	1 W	W	FLOAT	1s	Sonstige Komponenten	Sonstiger Leistungsbedarf des Fahrzeuges (Gesamt minus Traktion minus temperabhängiger Anteil), z.B. für Licht, Arbeitsgeräte, ... Für Leistungsfluss als Basis für Energiebedarfsprognosen zur Berechnung von Einsatzprofilen.
Energy_Total_Panto	1 Wh	Wh	FLOAT	1s	Fahrzeug	Energiezähler an Primärenergiequelle. Für Monitoring Energiebedarf für Energieeffizienzmassnahmen, interne Energieverrechnung, etc.
Energy_Total_Cable	1 Wh	Wh	FLOAT	1s	Fahrzeug	Energiezähler am Onboard-Ladegerät, das über Kabel gespiesen wird. Für Monitoring Energiebedarf für Energieeffizienzmassnahmen, interne Energieverrechnung, etc.
Battery_ID	Unique	-	INT / String	Mit jeder Datenübertragung	Eine ID für jedes Pack oder kleinste ersetzbare Einheit.	Zuordnung. Fremdschlüssel für statische Batteriedaten und als Primärschlüssel (zusammen mit dem Zeitstempel) für Zeitreihendaten auf Batterieebene
Battery_System_Current	Min. 0.5 A	A	FLOAT	1s	System Level	Benötigt für: Asset-Management Battery-Manager

						Lastprofile/Leistungsberechnung
Battery_Pack_Current	Min. 0.5 A	A	FLOAT	1s	Pack Level	Benötigt für: Asset-Management Battery-Manager Lastprofile / Leistungsberechnung
Battery_System_Voltage	Min. 0.5 V	V	FLOAT	1s	System Level	Benötigt für: SOH SOC Lastprofile / Leistungsberechnung
Battery_Pack_Voltage	Min. 0.5 V	V	FLOAT	1s	Pack Level	Benötigt für: SOH SOC Lastprofile/Leistungsberechnung Pack-Imbalance
Battery_System_Voltage	Min. 0.5 V	V	FLOAT	1s	System Level	Benötigt für: SOH SOC Lastprofile/Leistungsberechnung Pack-Imbalance
Battery_Voltage_Cells_Min	0.01 V	V	FLOAT	1s	Pack Level	Einzelner Spannungswert jener Zelle eines Packs, welche die geringste Spannung aller Zellen dieses Packs aufweist. Benötigt für: Asset-Management, Safety
Battery_Voltage_Cells_Max	0.01 V	V	FLOAT	1s	Pack Level	Einzelner Spannungswert jener Zelle eines Packs, welche die höchste Spannung aller Zellen dieses Packs aufweist. Benötigt für: Asset-Management, Safety
Battery_SoC	min. 1%	%	FLOAT	30 s	System Level	Ladezustandsanzeige (SoC) für Nutzer. Die Verfahren zur Bestimmung des SoC sollen offen gelegt werden. Benötigt für: Battery-Manager Asset-Management

						Disposition
Battery_SOE	min. 2% der Ge- samtkapa- zität	kWh	FLOAT	30 s	System Level	State of Energy = Aktuell in der Batterie nutzbare Energie in kWh Benötigt für: Battery-Manager Asset-Management Disposition
Bat- tery_Temp_Mo- dule_Min	min. 1°C	°C	FLOAT	1m	Pack Le- vel	Geringste Temperatur innerhalb eines Packs. Momentanwert. Benötigt für: Battery-Manager Asset-Management
Bat- tery_Temp_Mo- dule_Max	min. 1°C	°C	FLOAT	1m	Pack Le- vel	Höchste Temperatur innerhalb eines Packs. Benötigt für: Battery-Manager Asset-Management
Battery_Opera- tion_Mode	-	-	BOOL Mat- rix	1m	System Level	Für den Batteriemanager, um einen Überblick über den aktuellen Batterie-Modus zu erhalten. Für Asset-Management, um zusätzliche Informa- tionen für Prognosen und Serviceprofile zu erhal- ten
Battery_Mo- dule_Inter- nal_Resistance	?	avg. mΩ	FLOAT	1m	Kleinste ersetz- bare Ein- heit.	Alterung und Gesundheit sowie Veränderung der Verlustleistung der Batterie über die Zeit. Die Verfahren zur Bestimmung des Werts sollen offen gelegt werden.
Battery_Esti- mated_Remain- ing_Dis- tance//Opera- tion	?	km	FLOAT	1m	System Level	Für den Lokführer zugänglich via Battery Mana- ger. Information über die noch mit der restlichen Batteriekapazität zu bewältigende Distanz.
Battery_SoH	?	%	FLOAT	1h	Pack Le- vel	Die Verfahren zur Bestimmung des SOH sollen offen gelegt werden. Benötigt für: Asset-Management

Battery_System_Alerts	-	-	Strings (evtl Json)	event	System	Alarmmeldungen
Battery_System_Errors	-	-	Strings (evtl Json)	event	System	Fehlermeldungen (z.B. Störfall)
Battery_System_Information	-	-	Strings (evtl Json)	event	System	Informationsmeldungen

A.3.2. RailServer (BIENE) -> TCMS

Was	Genauigkeit	Einheit	Typ	Auflösung	Granularität	Begründung
Battery_Target-SoC	1%	%	FLOAT	1s	System	Von der BMP berechneter Ziel-SoC für eine optimierte Ladung.
Battery_Target Current	min. 1% des Nennstroms	A	FLOAT	1s	System	Vorschlag zur Leistungsabgabe bzw. -bezug. Ermöglicht, die Batterie schonend zu laden. Die BMP berechnet den optimalen Ladestrom bei bekanntem Einsatzprofil und übermittelt diesen, bis der optimierte Ziel-SoC erreicht ist. Ebenso kann ein negativer Ladestrom zur Rückspeisung ins Netz angefordert werden, wenn die Batterien als Reservekraftwerk genutzt werden (z.B. zum Abdecken extremer Lastspitzen).
Einsatzzeit_Fahrzeug	Min. 1 Min.	hh:mm	TIME-DELTA	1 Min.	Fahrzeug	Als Input für Wechsel von Betriebszuständen, z.B. von energieoptimiert abgestellt zu Schlumberbetrieb zu Arbeitsstellung/Fahrstellung. Die Einsatzzeit stammt aus dem zeit- und ortsspezifischen Einsatzprofil, das für jedes Fahrzeug in der BMP eingegeben oder berechnet wird.