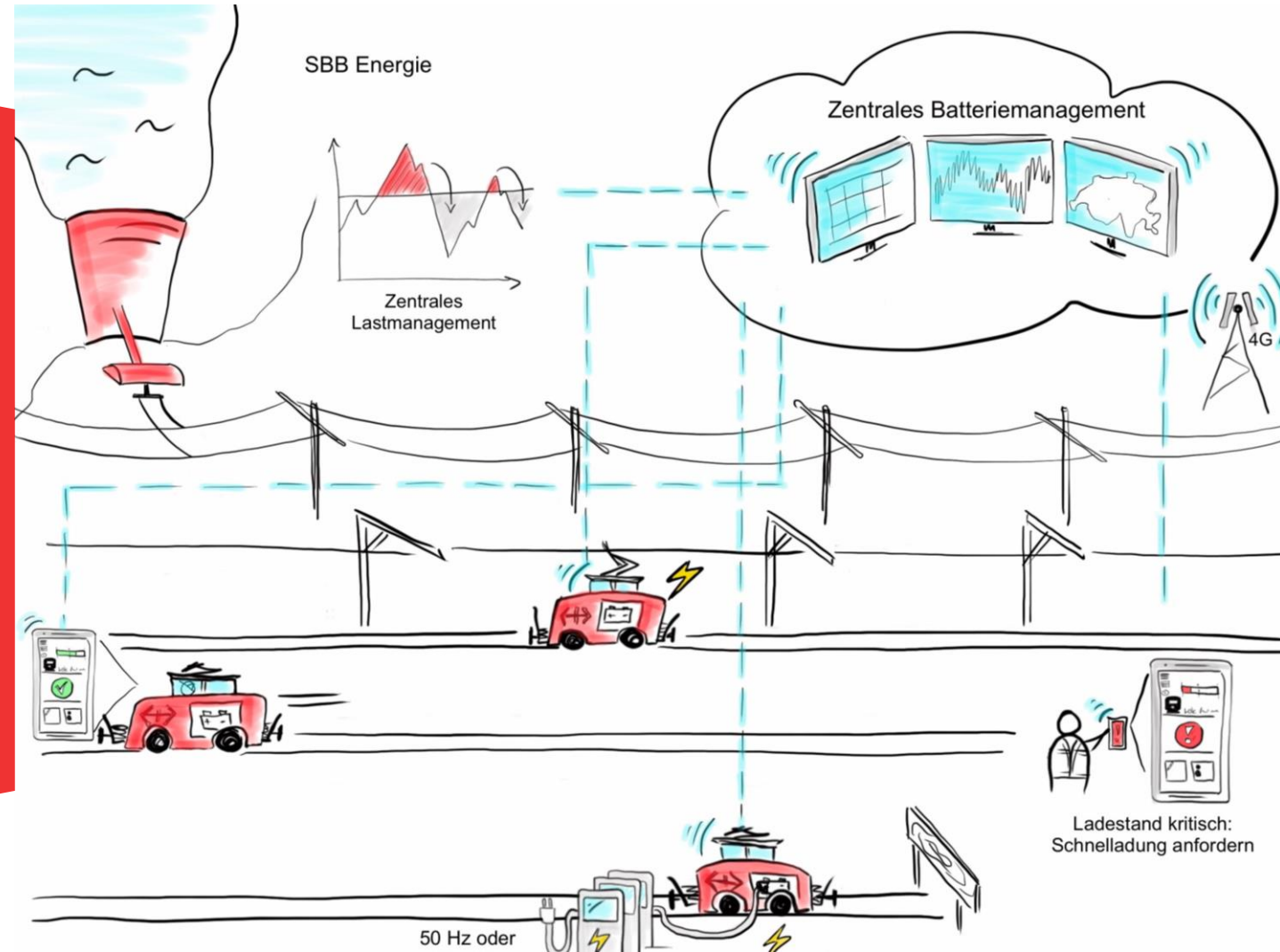


# BIENE - Batterieschwarm auf Schienenfahrzeugen als Reservekraftwerk im Bahnstromnetz

VöV Forum Nachhaltige Energie, 20.11.2024  
Markus Halder, SBB Energie

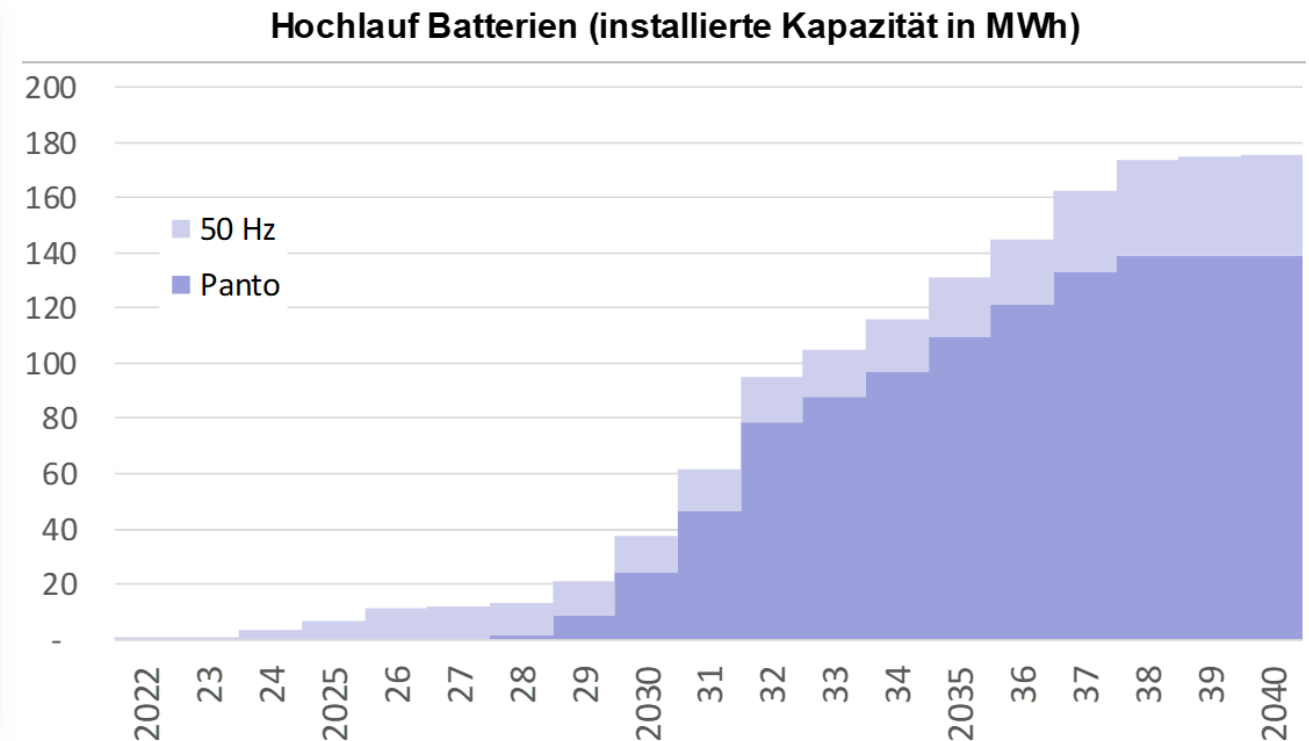


Einstiegsfrage: Wieviel Liter Diesel brauchen die dieselbetriebenen Schienenfahrzeuge der SBB pro Jahr?

- a) 1 Million Liter
- b) 7 Millionen Liter
- c) 11 Millionen Liter



Klimaziel: Netto Null ab 2040 bedeutet Elektrifizierung bei Neubeschaffung der Dieselflotte.



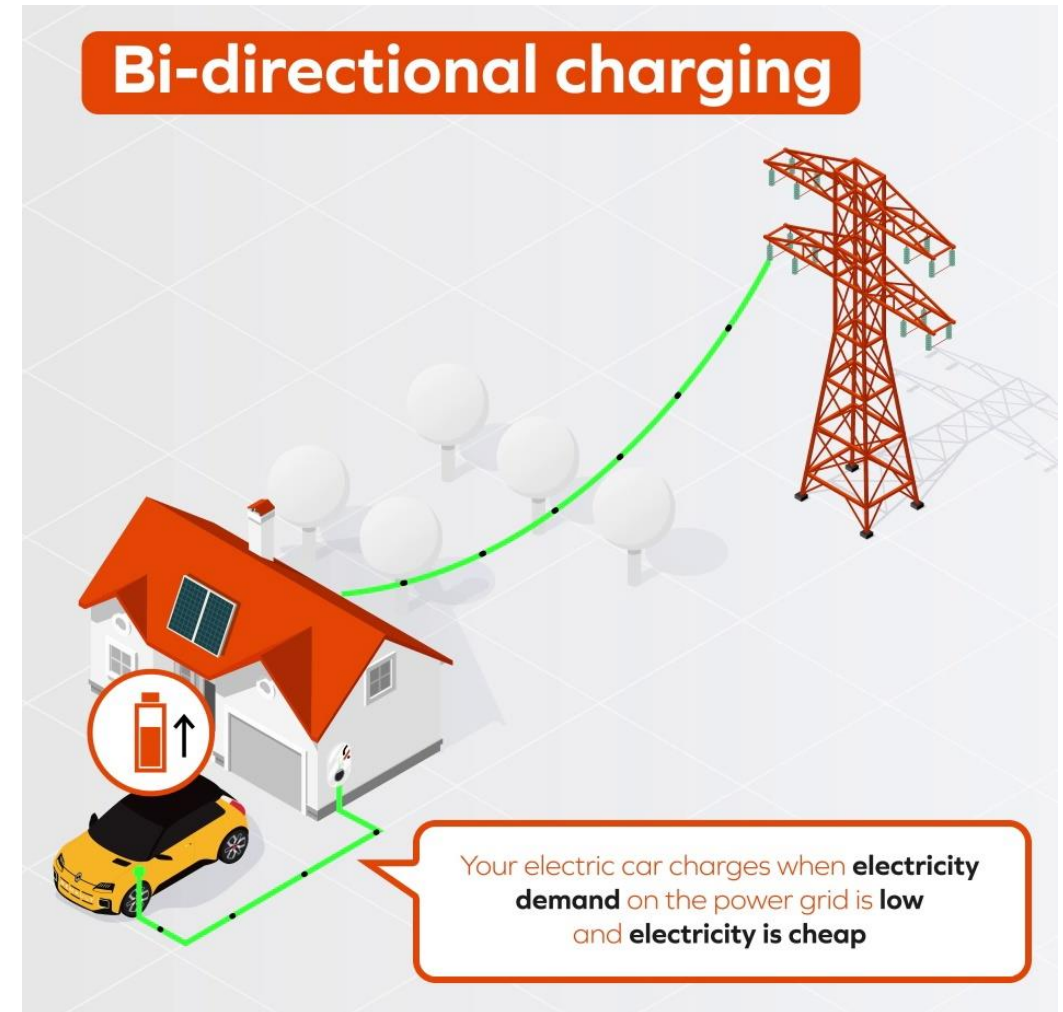


# Zukunftsthema: Flexibilität von Fahrzeugbatterien nutzen.



Source: Rémi Jeanney, Energy services, mobilize.com, V2G conference, Münster 10-11. April 2024

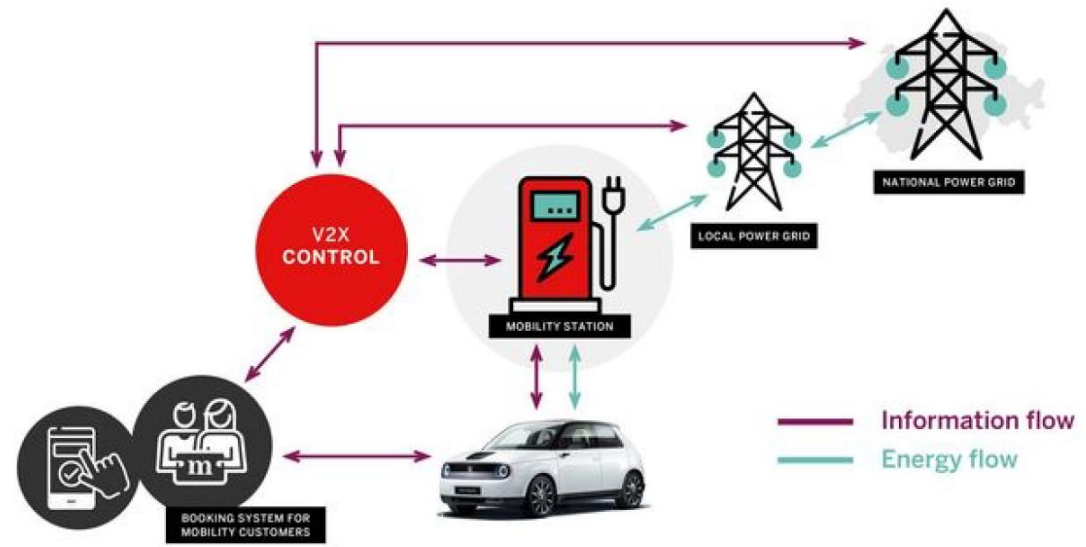
SBB Infrastruktur Energie



Source: Renault Mobilize ([Link](#))

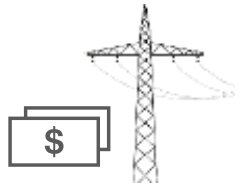
# Zukunftsthema: Flexibilität von Fahrzeugbatterien nutzen.

**“V2X Suisse” pilot project to find out...**



Source: Marco Piffaretti, sun2wheel, V2G conference, Münster 10-11.April 2024

# Flexibilität von Fahrzeugbatterien nutzen. Bessere Ausgangslage für Bahnen im Vergleich zur Strasse.



**Nutzenpotenzial:**  
Preisschwankungen durch erneuerbare Energien, Ausbaubedarf Netz



Grosses Potenzial.



Sehr grosses Potenzial (Dynamik Bahnstromnetz)

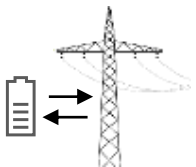


**Umsetzungspotenzial:**

- Komplexität durch Anzahl Player

Viele individuelle Player

Wenige Player, meist im gleichen Unternehmen



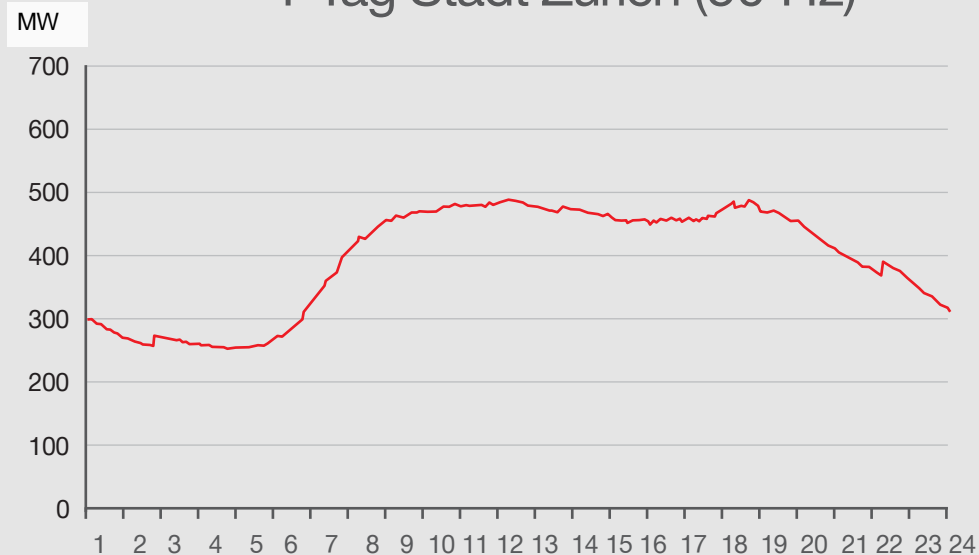
- Technische Voraussetzungen

Rückspeisefähige Ladestationen und Fahrzeuge.

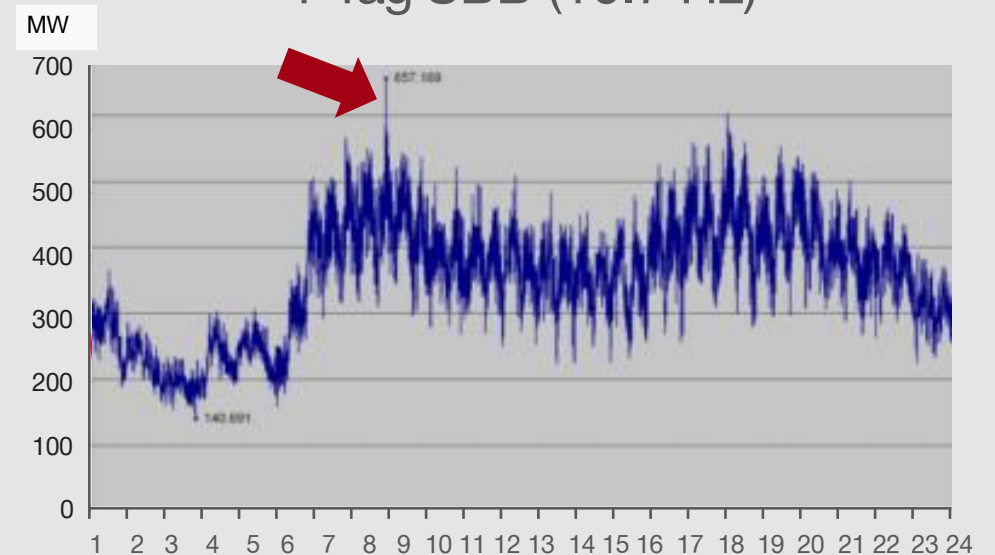
Bahnstromnetz und Fahrzeuge rückspeisefähig.

# Die Herausforderung im Bahnstromnetz. Dynamisches Lastprofil mit kurzzeitigen Lastspitzen.

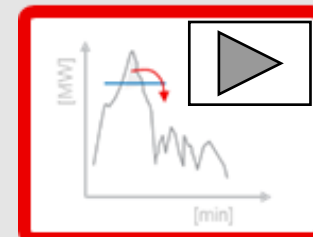
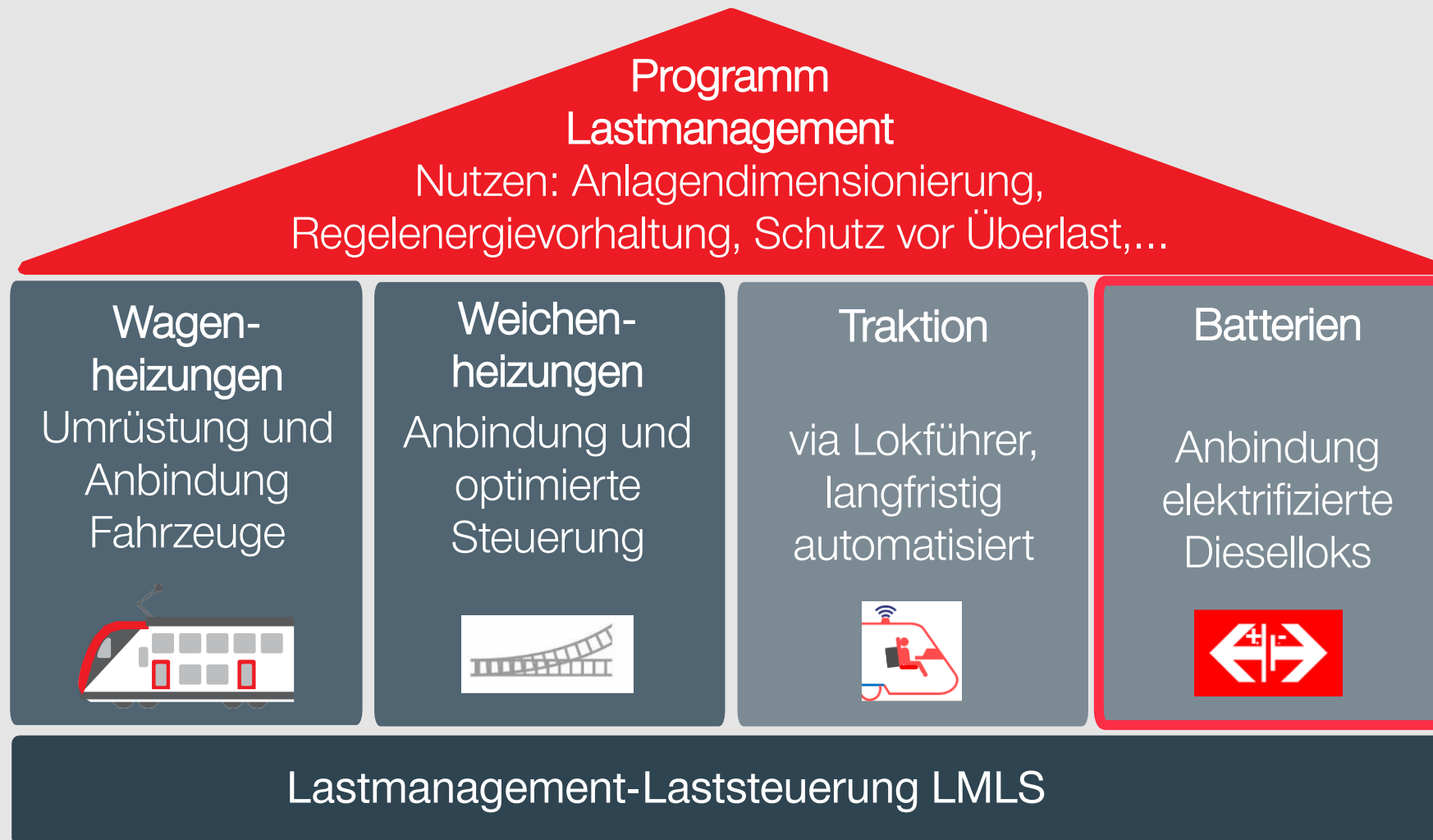
1 Tag Stadt Zürich (50 Hz)



1 Tag SBB (16.7 Hz)

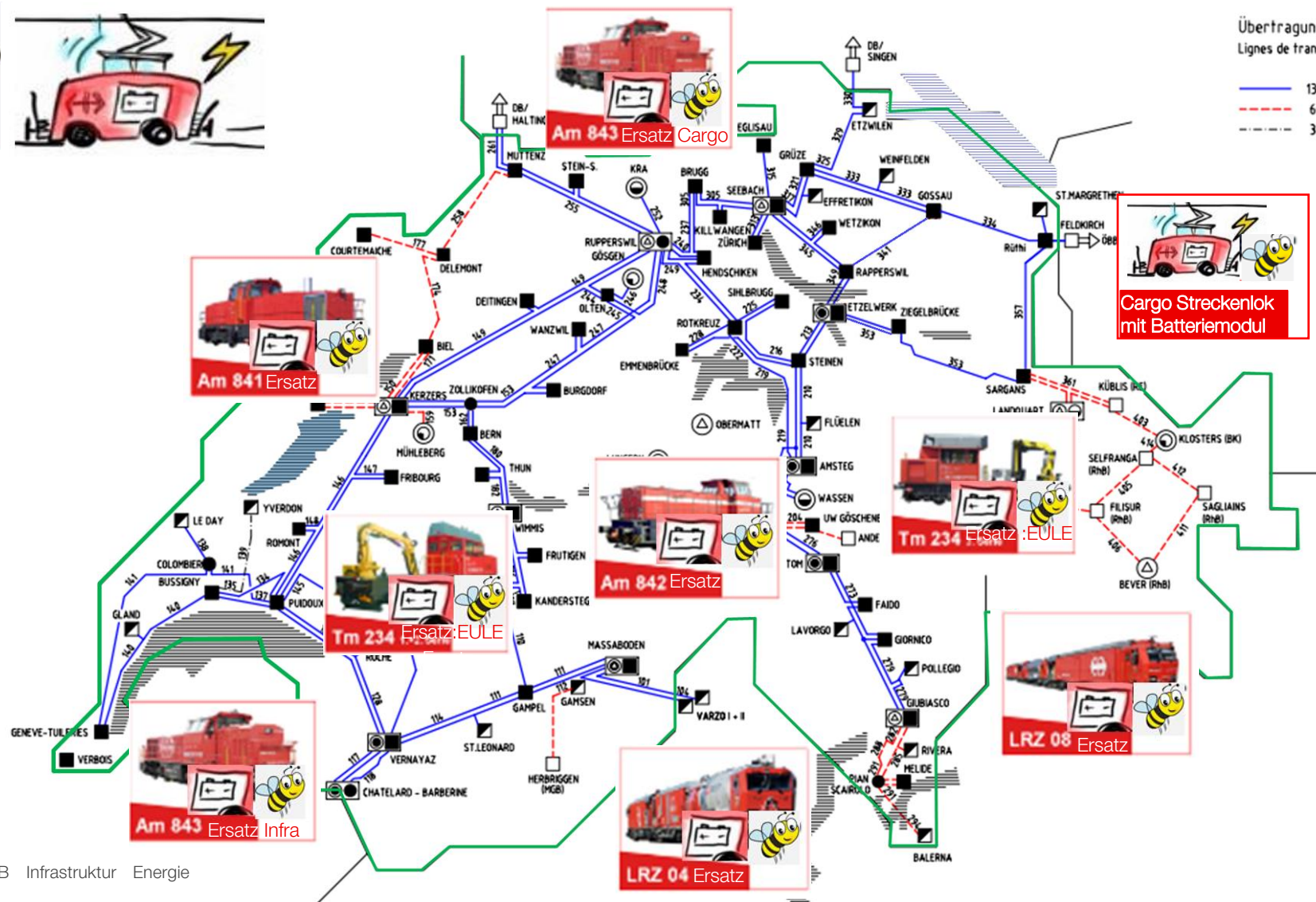


# Das Programm Lastmanagement der SBB.





# BIENE – BatteriEschwarm im BahnstromNEtz



# BIENE Studie (= BatterEschwarm im BahnstromNetz)



## Ladeinfrastruktur via Oberleitung vorhanden.

- Schnellladung mit hoher Leistung auch während Fahrt.
- Günstiger als 50 Hz Strom, sehr viel günstiger als Diesel.
- Zusatzlast unkritisch: max. 1 % der Maximallast.

## Batterieschwarm als Reservekraftwerk.

- > 60 MWh immer erreichbar.
- Teure Lastspitzen schneiden
- Reservequelle bei kritischer Bahnstromversorgung.
- > Potential SBB >1 Mio. CHF/a durch Reduktion Reserven.

## Batterieschonendes Laden durch zentrales Lademanagement.

- Erhöhte Batterielebensdauer
- Nutzer können Ladung remote planen, überwachen und beeinflussen.
- > Potential SBB >1 Mio. CHF/a durch reduzierte Batteriealterung.

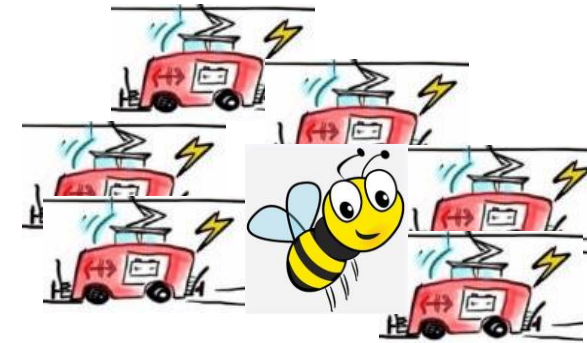
# Vergleich Kraftwerk zu „Reservekraftwerk BIENE“



60 MW

(neue 16.7Hz Turbine & Generator)

- Kontinuierlicher Einsatz zur Energieproduktion und Regelenergie.



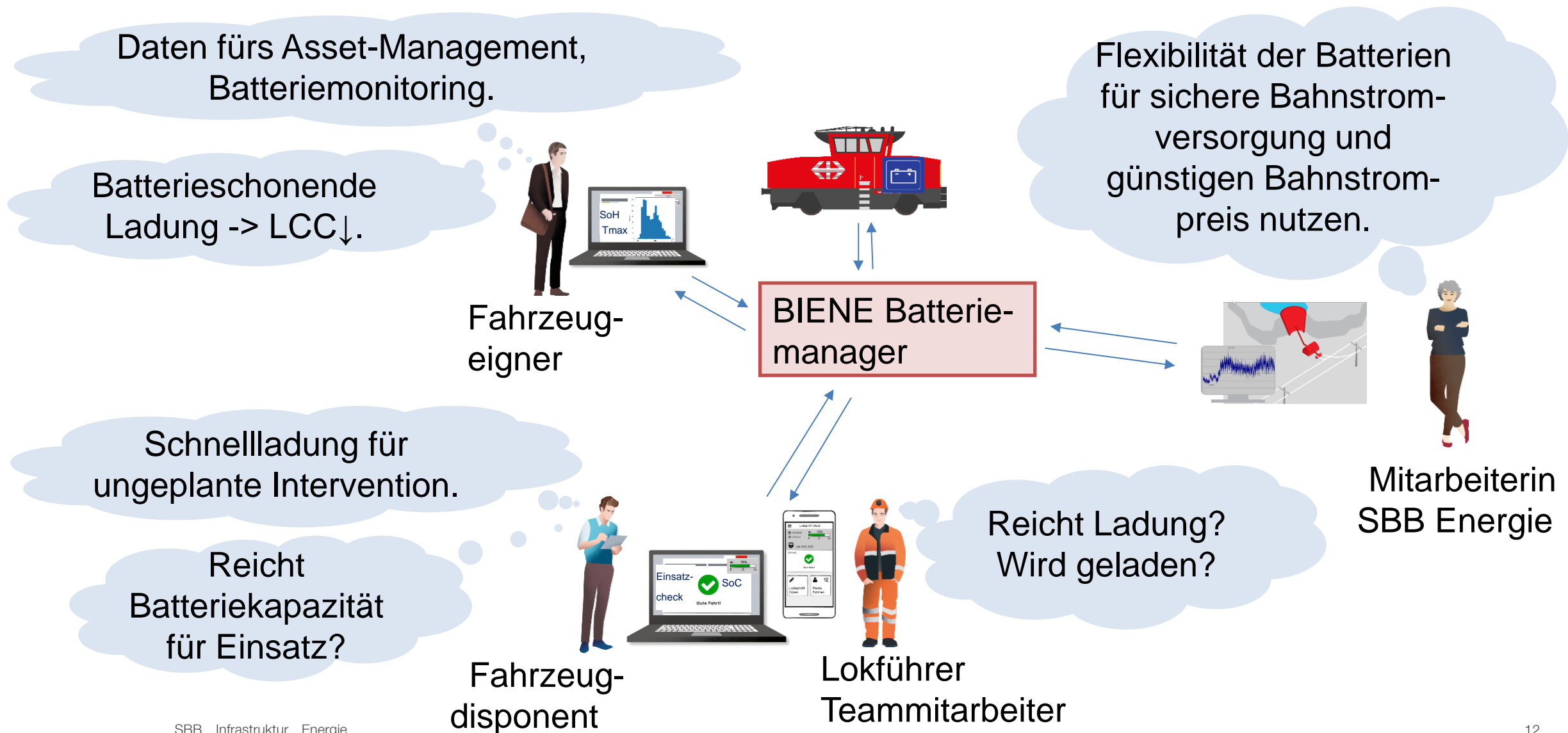
60 MW für 1h

120 MW für 1/2 h

(bei erfolgter Elektrifizierung Dieselflotte)

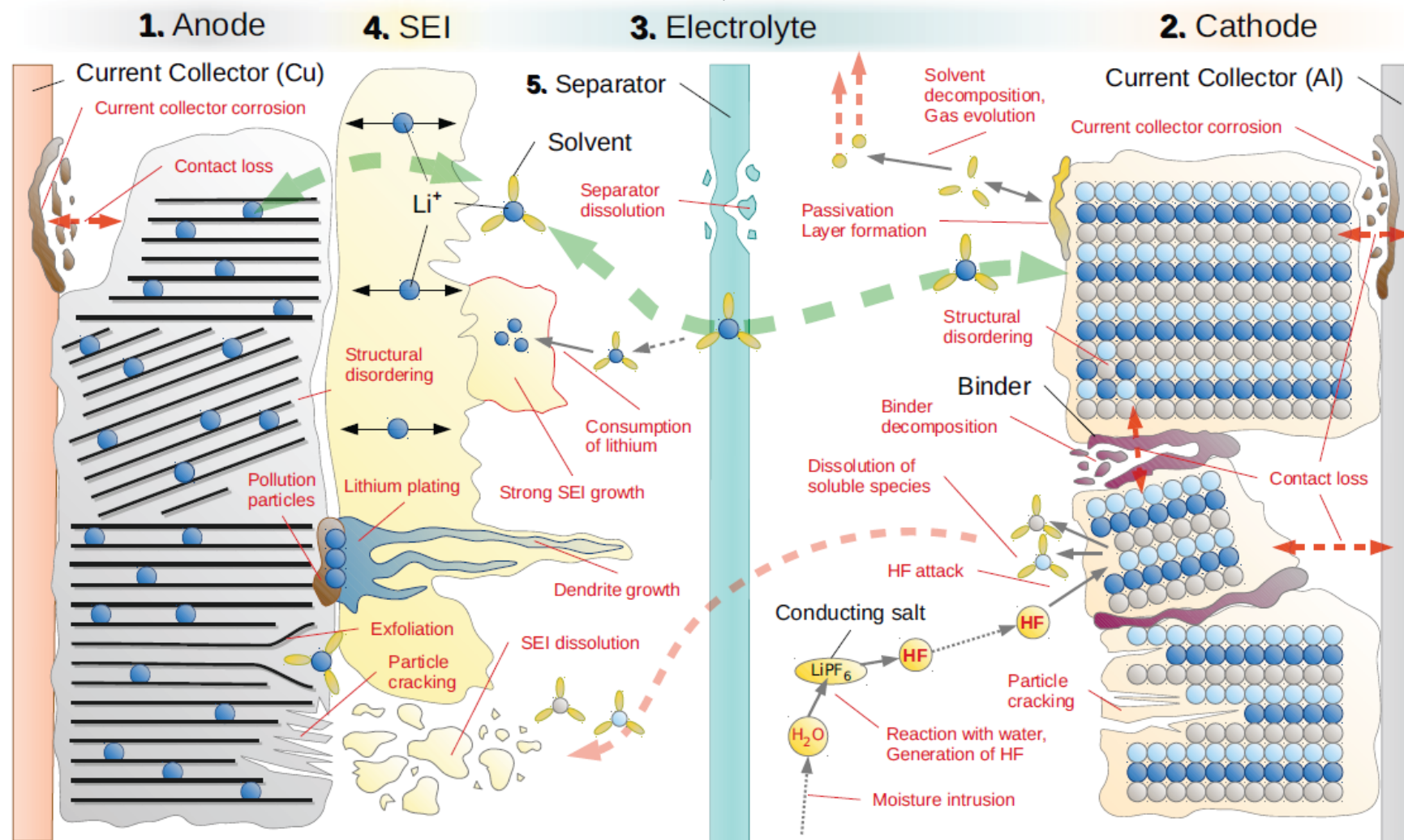
- Einsatz als Reserve
  - Sehr selten: bei kritischer Überlast durch gravierenden Anlagenausfall.
  - Sehr kurz: zur Abdeckung extremster Lastspitzen von einigen Sekunden.
- -> Vernachlässigbarer Einfluss auf Batteriealterung und Betrieb.

# Nutzerbedürfnisse zentrales Lade-/Batteriemanagement.



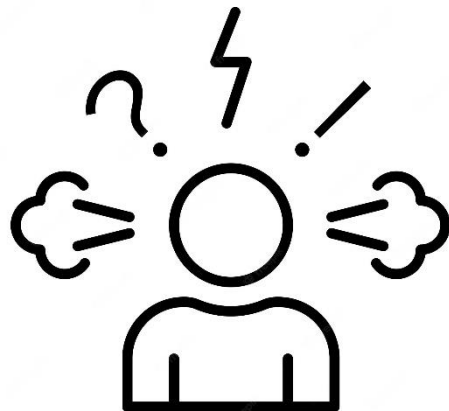
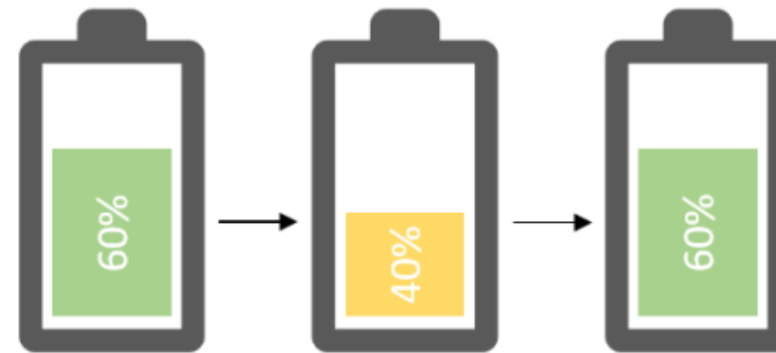
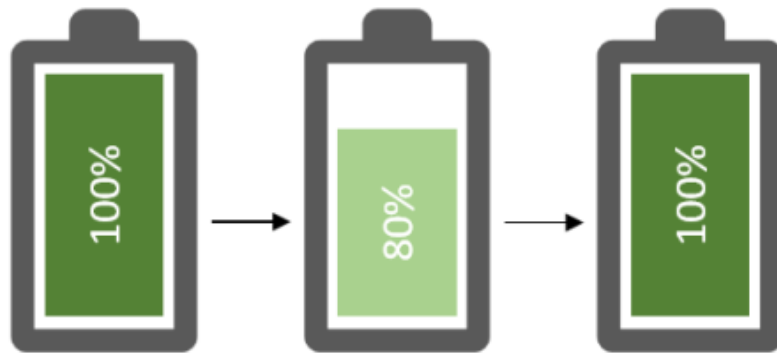


# Alterungsmechanismen einer Lithium-Ionen Batteriezelle.

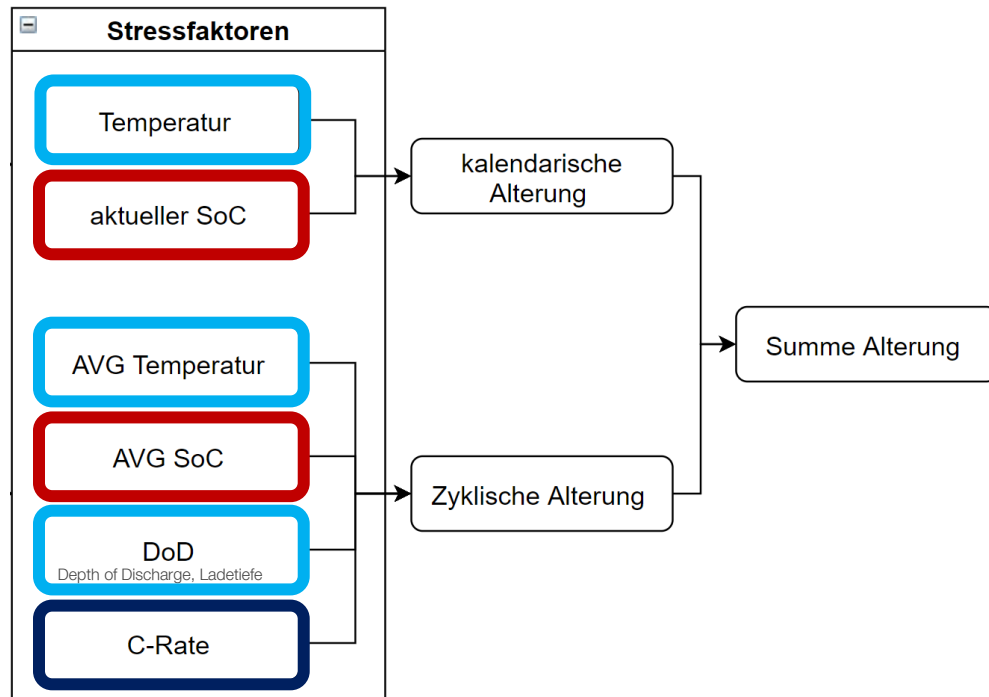


Quelle: BIENE-Abschlussbericht, 2022

Beispiel: Entladetiefe von 20 % der Kapazität stresst die Batterie mehr bei hohem Speicherfüllstand (SoC).



# Betriebliche Einflüsse auf Batteriealterung – Ansatzpunkte für zentrales Batteriemanagement.



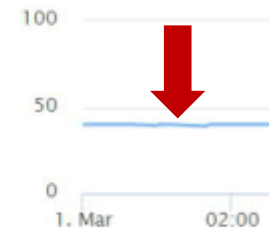
BIENE Batterie-  
management-Plattform

State of Charge (SoC)  
absenken

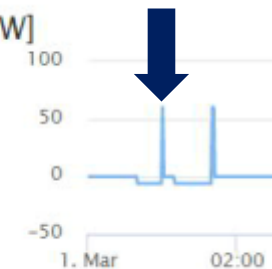
Ladeleistung (C-Rate)  
absenken

Temperaturen, etc. ...  
überwachen

SOC [%]



Batterieleistung [kW]



BIENE-Studie: Potenzial > 1 Mio. CHF/a  
durch alterungsoptimiertes Laden.

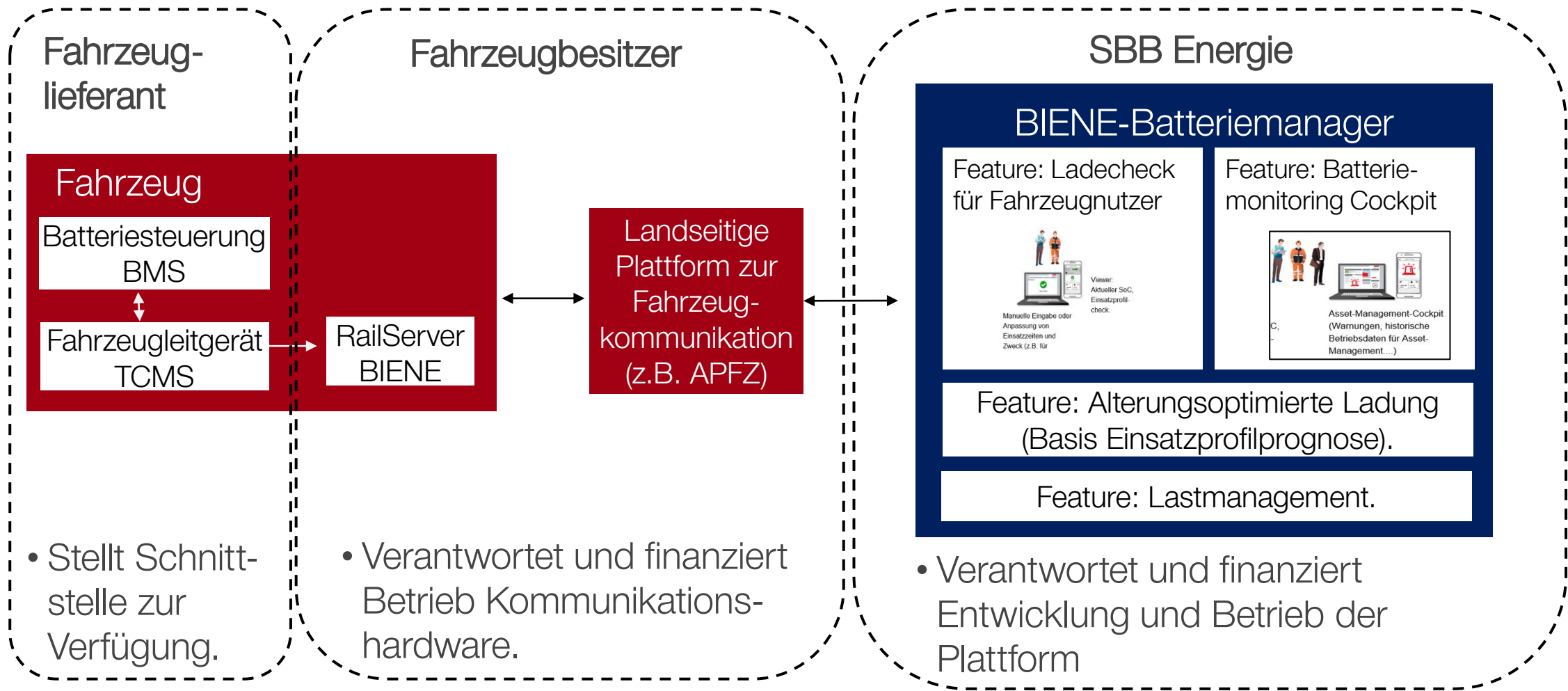
# Pilotprojekt «BIENE Batteriemanager».

- Projektlaufzeit: 2023-2026, gefördert durch das Bundesamt für Energie BFE mit 920'000 CHF.
- Projektpartner:
  - SBB: Softwareentwicklung, Pilotfahrzeug Hocharbeitsbühne (Tafag)
  - BFH-Zentrum Energiespeicherung: wissenschaftliche Begleitung, Batteriemodelle, Laborsimulation, ...
  - RhB: Pilotfahrzeug Rangierlok Geaf 2/2 (Stadler)
- Zwischenergebnisse im ersten Zwischenbericht: [Link auf BFE-Projektseite](#).
  - Erste Mockups der Software erstellt, Ladealgorithmen entwickelt und getestet.
  - 3 von 12 Pilotfahrzeugen connected, restliche Flotte bis Anfang 2026.





# BIENE-Batteriemanager, Rollen/Verantwortung (Vorschlag)



*BIENE-Anforderungen in Beschaffung  
Garantievereinbarungen.*

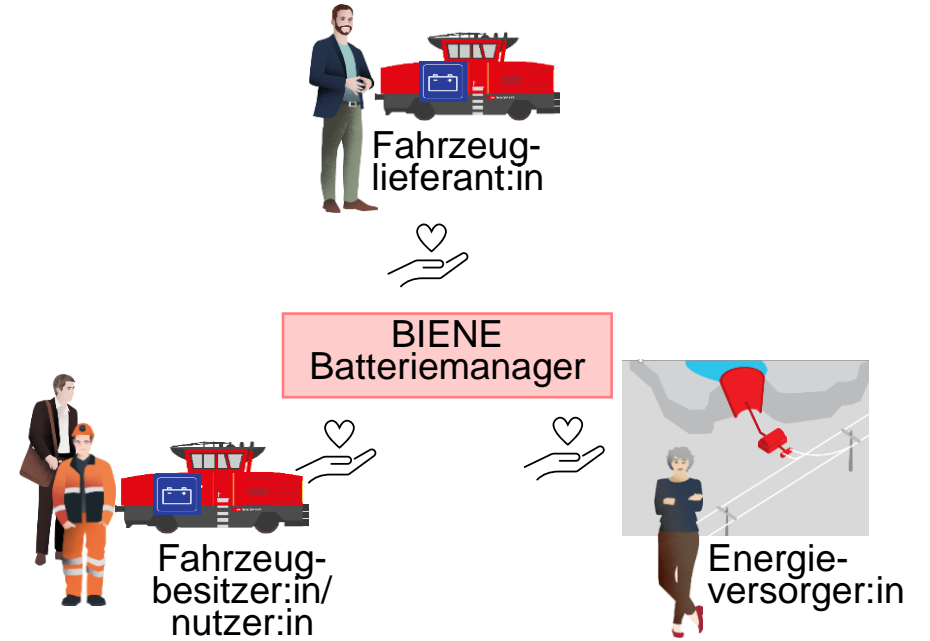


*Vereinbarung zur Nutzung der BIENE-Plattform  
und Bedingungen zur Nutzung der Flexibilität.*

# BIENE-Batteriemanager als Branchenlösung

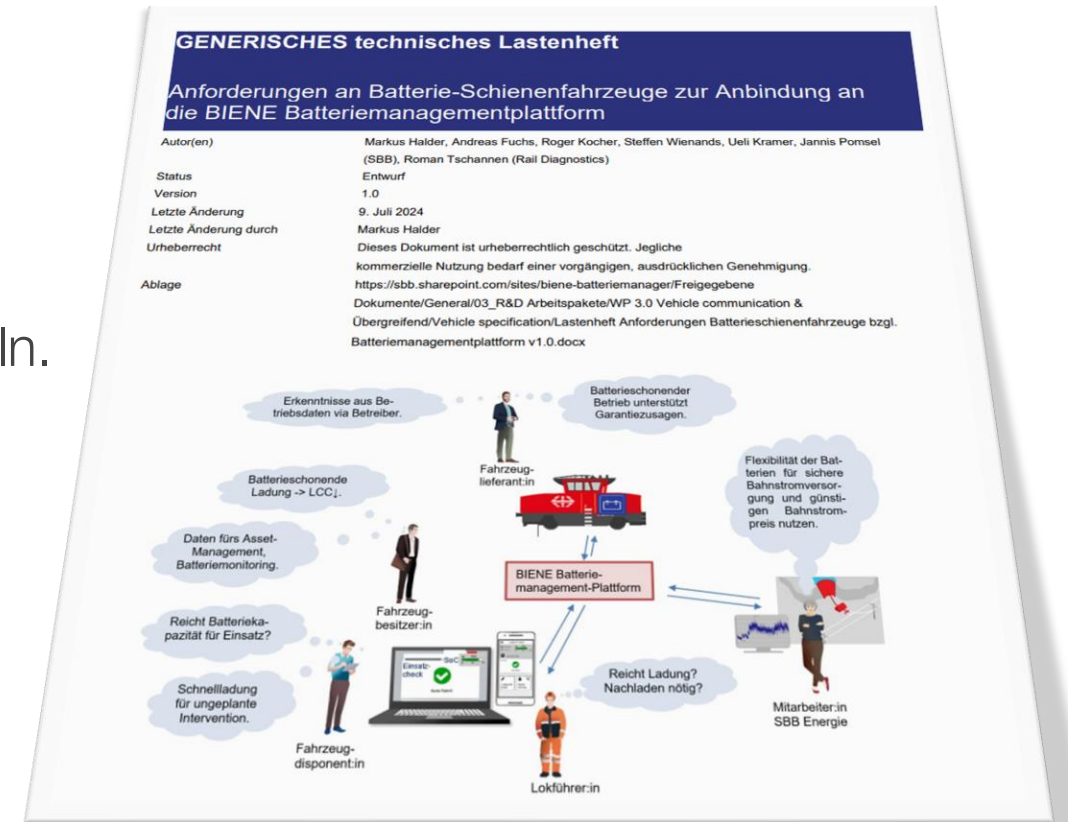
- Synergien nutzen: eine Lösung für alle. Kostengünstige standardisierte Lösungen statt teurer Nachrüstungen.
- SBB Energie will als Systemführer Bahnstrom die Energiewende unterstützen:
  - Effiziente Elektrifizierung
  - Sichere, wirtschaftliche und nachhaltige Bahnstromversorgung.

-> Batteriemanager soll als Service zur Verfügung gestellt werden  
(Gegenleistung: Nutzung der Flexibilität unter definierten Bedingungen)

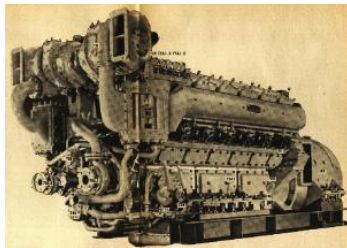


# Generisches Lastenheft zur Beschaffung

- Entwurf Lastenheft erarbeitet: vgl. BFE-Projektseite
- Basis für Anforderungen für SBB-Hyperion und EULE-Projekt.  
Weitergabe an BLS und RhB.
- Wird sich mit Projekterkenntnissen weiterentwickeln.  
Wird auf Pilotfahrzeugen aktuell getestet.  
Soll als Branchenstandard für die Beschaffung aller Batteriefahrzeuge dienen (RTE-Norm?).
- Definiert fahrzeugseitige Anforderungen, z.B.
  - Bidirektionalität/Rückspeisefähigkeit
  - Schnittstellen/Daten inkl. Format



# Diesel



# Strom-/Batterie

