

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Boosted Electric Power

Hochleistungsspeicher
als Alternative zum Netzausbau
19.11.2024



Agenda

1. Technologie- und Unternehmensvorstellung
2. Funktionsweise und Integration
3. Ergebnisse
4. Fazit



ADAPTIVE BALANCING POWER GmbH

- Kinetische Hochleistungs-Energiespeicher
- Gegründet 2016 von Dr. Hendrik Schaede-Bodenschatz und Nicolai Meder, Ingenieure der Technischen Universität Darmstadt, Deutschland
- Einstieg in den Markt für E-Mobilität / Ladeinfrastruktur im Jahr 2021
- Eigene Entwicklung und Produktion
- Mehrfach patentiert und ausgezeichnet

Frankfurter Allgemeine
ZEITUNG FÜR DEUTSCHLAND

Handelsblatt

von Gebrüder
photovoltaik
SOLARTECHNIK FÜR INSTALLATEURE · PLANER · ARCHITECTEN

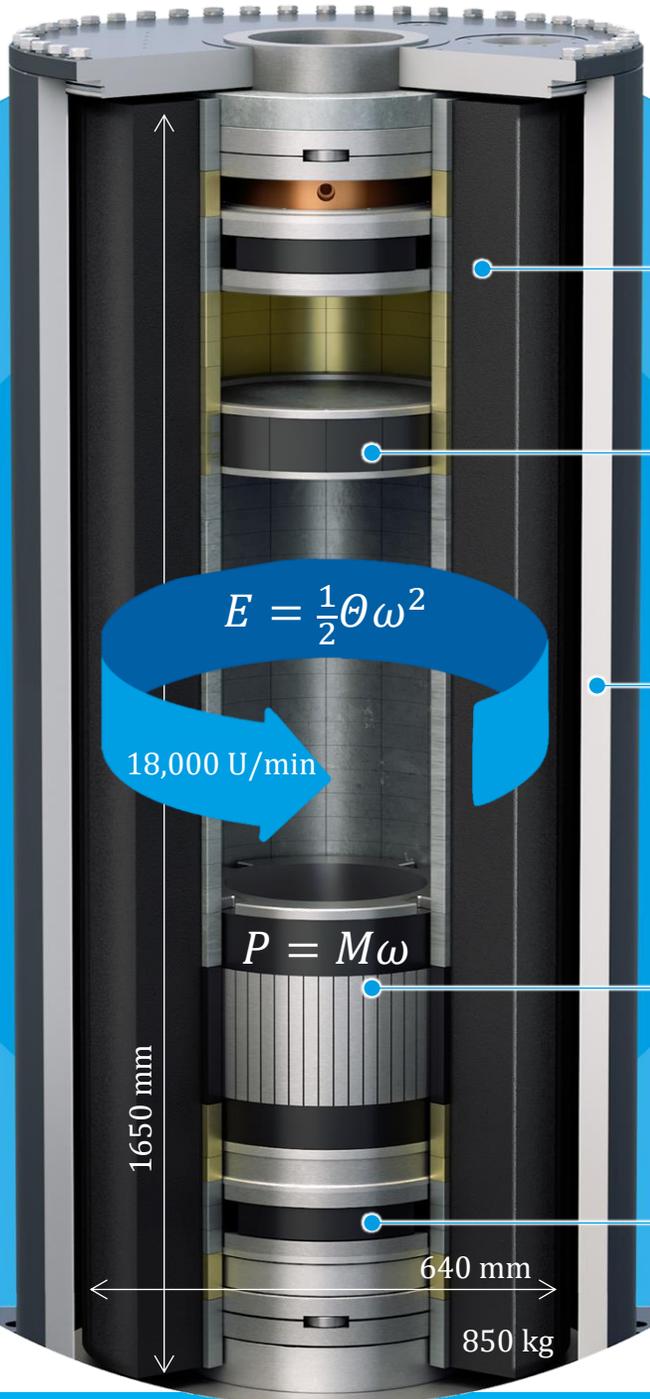
EFAHRER.com
DIE 1. ADRESSE FÜR E-MOBILITÄT

electrive.net
Der Branchendienst für Elektromobilität

CleanElectric
DER E-MOBILITY PODCAST



Physik statt Chemie: Kinetischer Hochleistungs-Energiespeicher



$$E = \frac{1}{2} \Theta \omega^2$$

18,000 U/min

$$P = M \omega$$

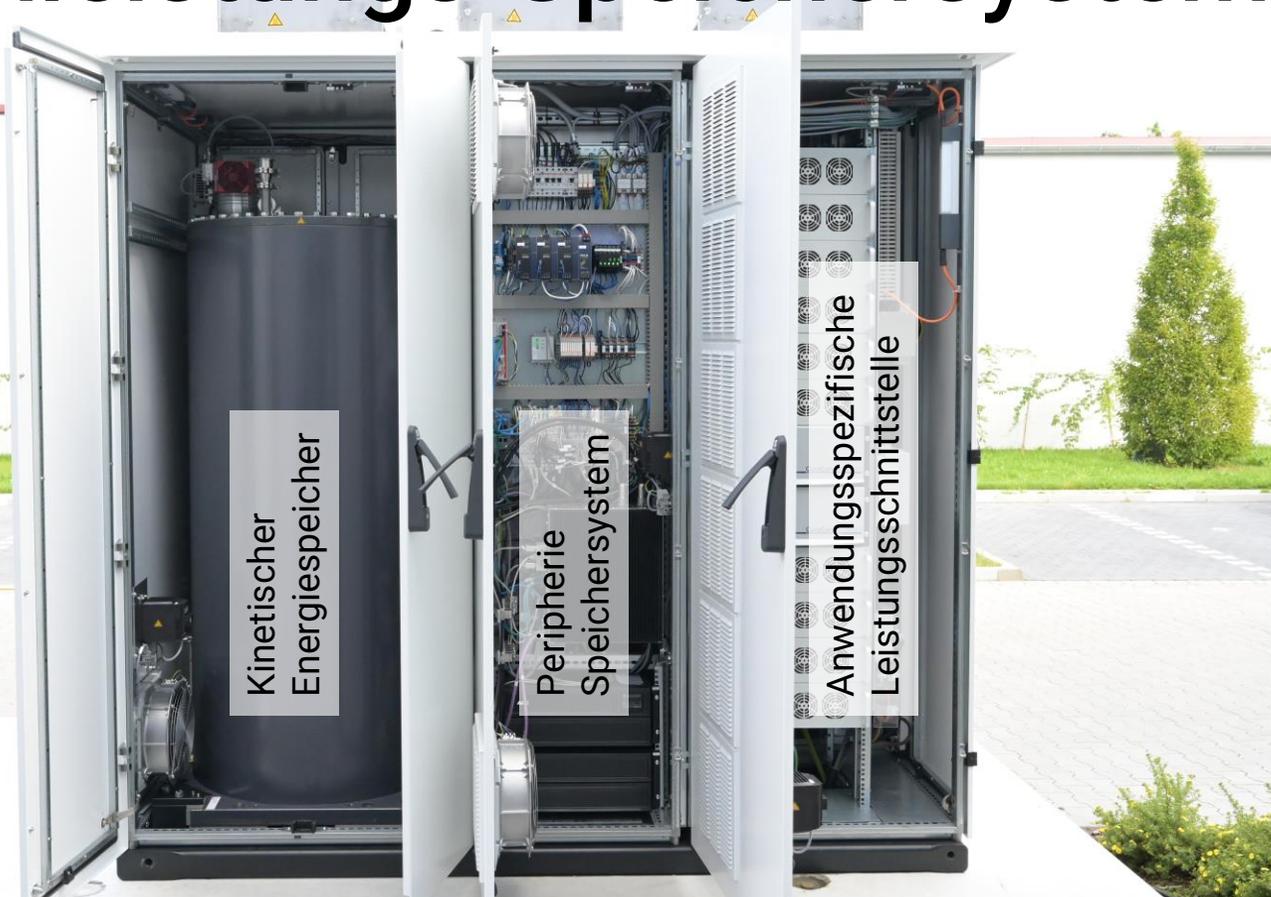
1650 mm

640 mm

850 kg

- **Kohlefaserrotor**
Hochfestes Material ermöglicht hohe Drehzahlen bei großem Durchmesser | 1.000.000 Zyklen für 25 Jahre
- **Passives Magnetlager**
Kompensation des Rotorgewichtes
- **Containment**
Vakuumatmosphäre minimiert Gasreibung optimiert für Strukturdynamik und Systemsicherheit
- **Permanentmagnet-Synchronmotor**
92% Effizienz bei einem Umlauf
- **Aktives Magnetlager**
wartungsfrei, kein Verschleiß

Struktur unseres modularen Hochleistungs-Speichersystems



AMPERAGE AC

- 400 V, 50 Hz, 200 kW

Adaptive Boosted Charger

- In: 400 V, 50 Hz, 63 bis 160 A
- Out: 240 kW, CCS-Ladesystem mit Stele

Adaptive Pantograph Booster

- In: 400 V, 50 Hz, 63 bis 160 A
- Out: 240 ... 500 kW, CCS-Ladesystem mit Pantograph

AMPERAGE DC

- 200 kW, 20 kWh
- 750V DC
- Modbus TCP



Zyklusfester Hochleistungs-Speicher:

Multifunktionaler Nutzen in drei Dimensionen



Wir fokussieren auf Marktsegmente in denen unser Hochleistungs-Speicher klare Alleinstellungsmerkmale hat.

Marktsegment

Alleinstellungsmerkmal



Sustainable Mass Transportation

- Takterhöhung
- Leistungsstärkere Fahrzeuge
- Steigerung der Effizienz

- **60 % geringere Systemkosten**
- **10-fach schnellere Integration**



Electrified Ports and Yard-Logistics

- Elektrifizierung von Spezial-Fahrzeugen
- Betrieb 21 h pro Tag in 3 Schichten

- **Halbierung der Ladezeiten**
- **Doppelte Anzahl an Fahrzeugen je Lade-Hub**



On-Road Transportation

- Wirtschaftliche Elektrifizierung von Flotten
- Prozess-integriertes Laden

- **33 % niedrigere Energiekosten für das Fahrzeug**
- **schnelle Integration**



Commercial and Manufacturing Power Grids

- Steigerung der Stromqualität und Netzauslastung
- Erfüllung von Effizienz-anforderungen

- **Niedrigste Kosten pro gespeicherter Energie bei hoher Leistung und großer Zyklusanzahl: 1 Größenordnung unter Li-Ion**
- **niedrigste CAPEX pro installierter Leistung**

Power-booster
on demand.

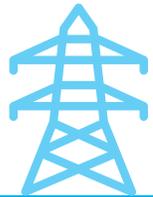
Netzorientiertes, kosteneffizientes Hochleistungs-ladesystem für den mittelständischen, gewerblichen ÖPNV im suburbanen Raum

BHLL

Teilvorhaben: Flywheel für Buffered HPC-Station

Laufzeit: 01.07.21 bis: 30.11.2024

Konzept: Hochleistungs-Speichersystem akkumuliert Energie und ermöglicht Streckenladen mit hoher Leistung



ab 63 Ampere
(43 kW)

Input:
Niederspannungs-
Netzanschluss



Hochleistungs-Energiespeicher

bis X00 kW



Output:
Hochleistungs-Laden

Konzept

- Streckenladen am bestehenden Niederspannungsanschluss
- Pufferung von Energie mit geringer Leistung
- ... und Bereitstellung für Hochleistungsladevorgang

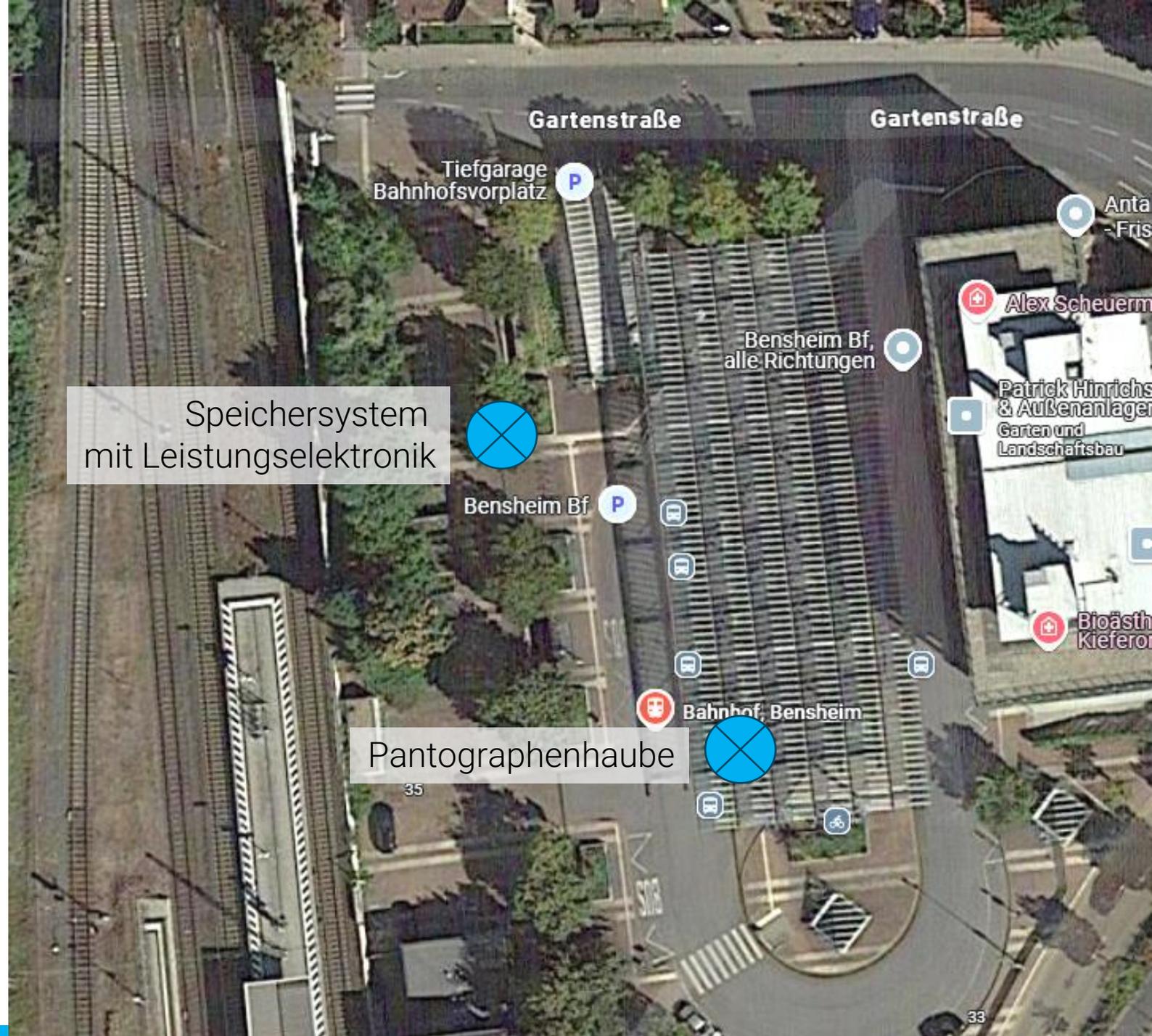
Erwartung

- Geringere Invest u. Betriebskosten für Elektrifizierten ÖPNV
- Unabhängigkeit von Netzausbau
- Einfachere Standortwahl für Pantographen-Ladestationen

Realisierung im hochverdichten, städtischen Raum

Rahmenbedingungen:

- Tiefgarage unter Busbahnhof und Bepflanzung begrenzt möglichen Standort und Kabelführung
- Angrenzend an Bahnhof und Bahnlinie
- Keine Betriebsunterbrechung am Busbahnhof möglich



Tiefbau und Kabelführung



Einfahrt
Tiefgarage

Kabelführung in Kabelrinne an der Überdachung



Grube für
Fundament

Verladung und Transport des vollständig montierten und geprüften Systems



Räumliche Integration ist gelungen: Anlage fügt sich unauffällig ins Gesamtbild ein



Passanten akzeptieren Speichersystem im öffentlichen Raum



Integriert für die Außenaufstellung im öffentlichen Raum



Funktionsnachweis: Verbindung Pantograph mit Kontakthaube



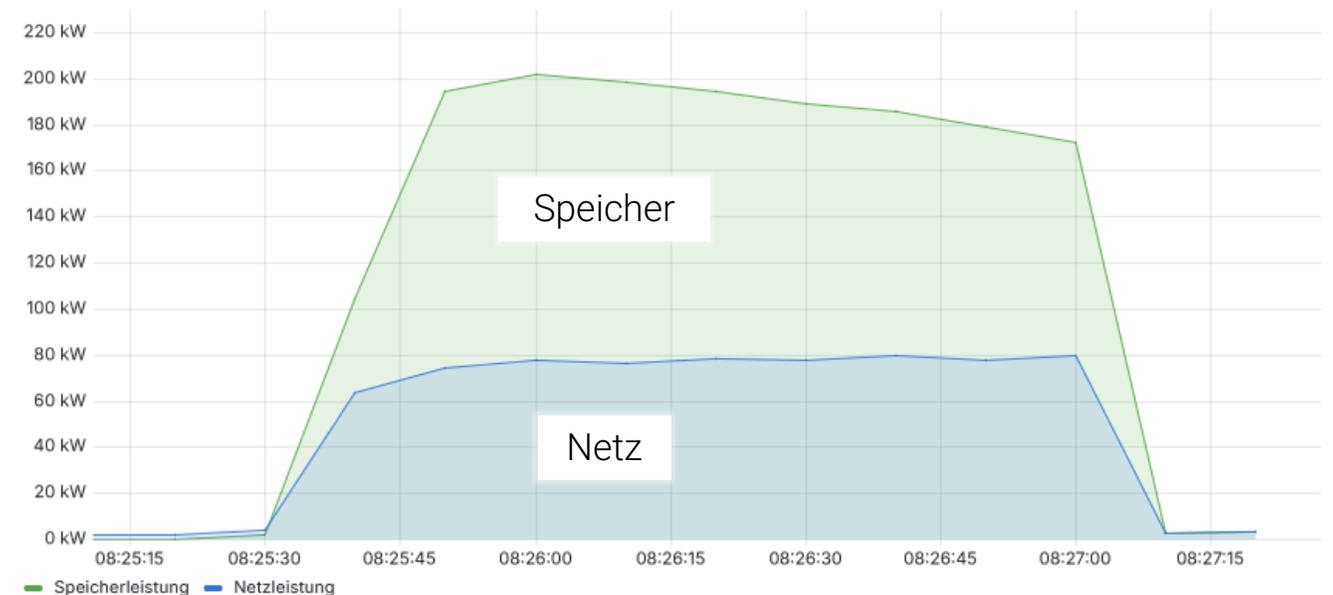
Funktionsweise Pantograph Booster



Funktionsweise:

- Ladevorgang wird mit Leistung aus dem Netz aufgebaut (80kW)
- Speichersystem steigert Ladeleistung (Booster)
- 768 Ladevorgänge durchgeführt

Geladene Leistung Messdaten



Pantograph Booster verdoppelt Reichweite im regulären Betriebsablauf

Beispieltag 25.04.24

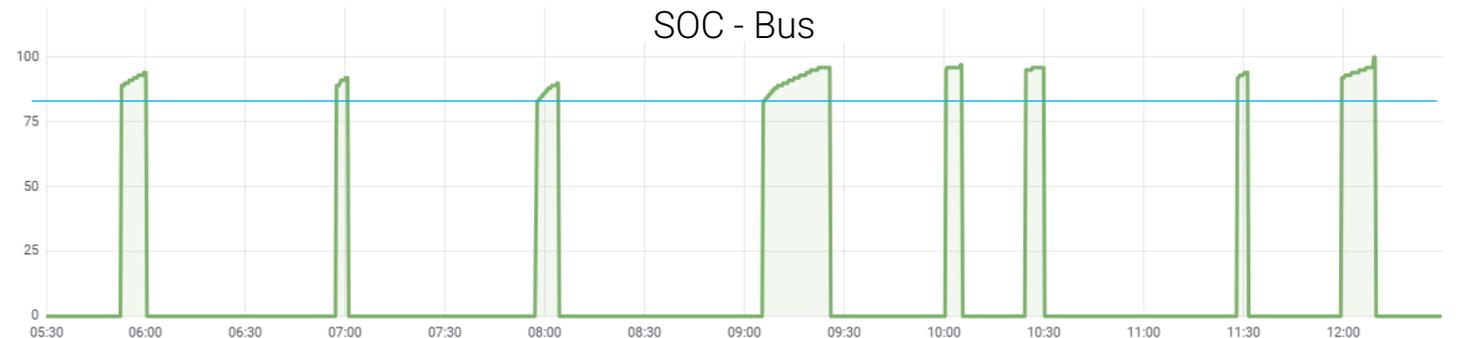
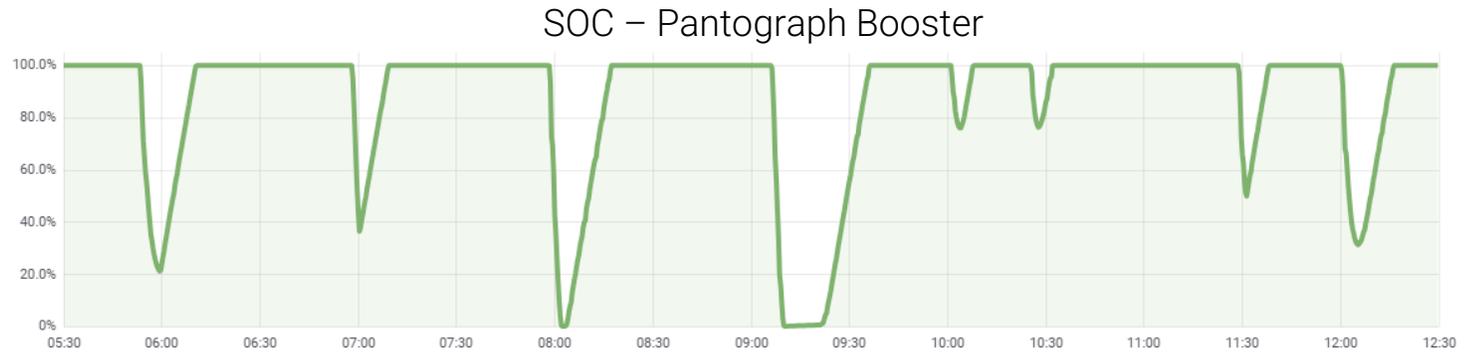
- 8 kurze Ladevorgänge < 6 min
- 4 längere Ladevorgänge > 6 min
- 218 kWh an geladener Energie

Speichersystem

- Kapazität ist bei kurzen Ladevorgängen ausreichend
- Speicher wird nur bei längeren Ladevorgängen über 6 min vollständig entladen

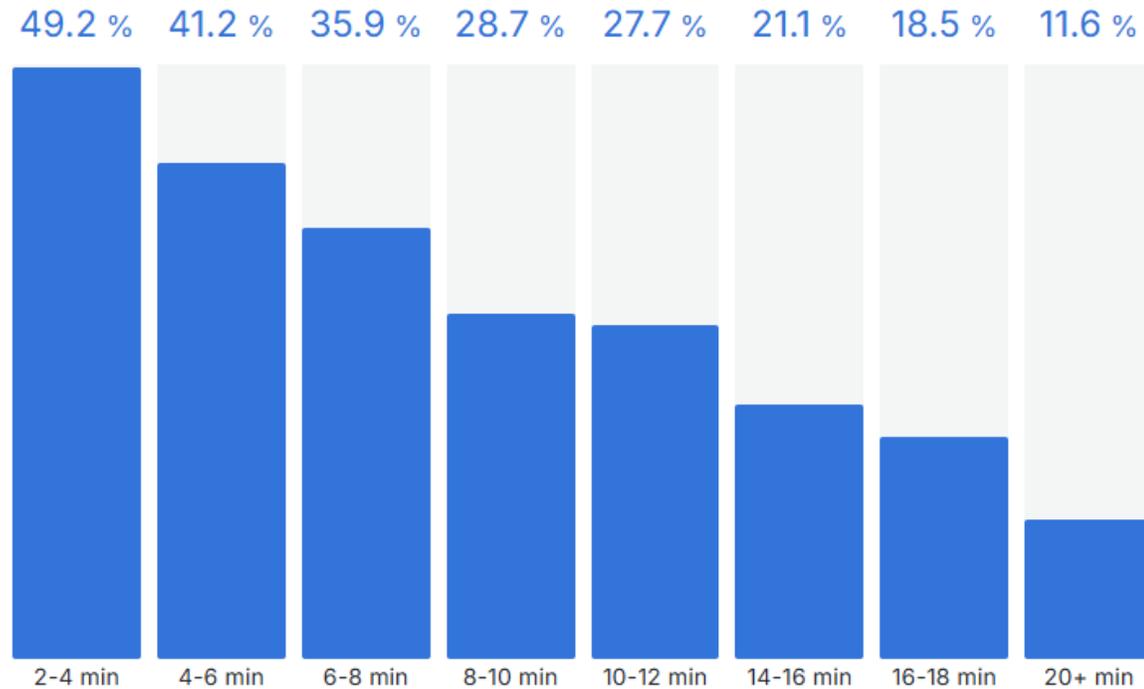
Fahrzeug

- Niedrigster SoC: 83%
- ⇒ Fahrzeug könnte vielfach weiter fahren, weniger stehen oder kleinere Batterie haben
- ⇒ Reichweiten-Angst?

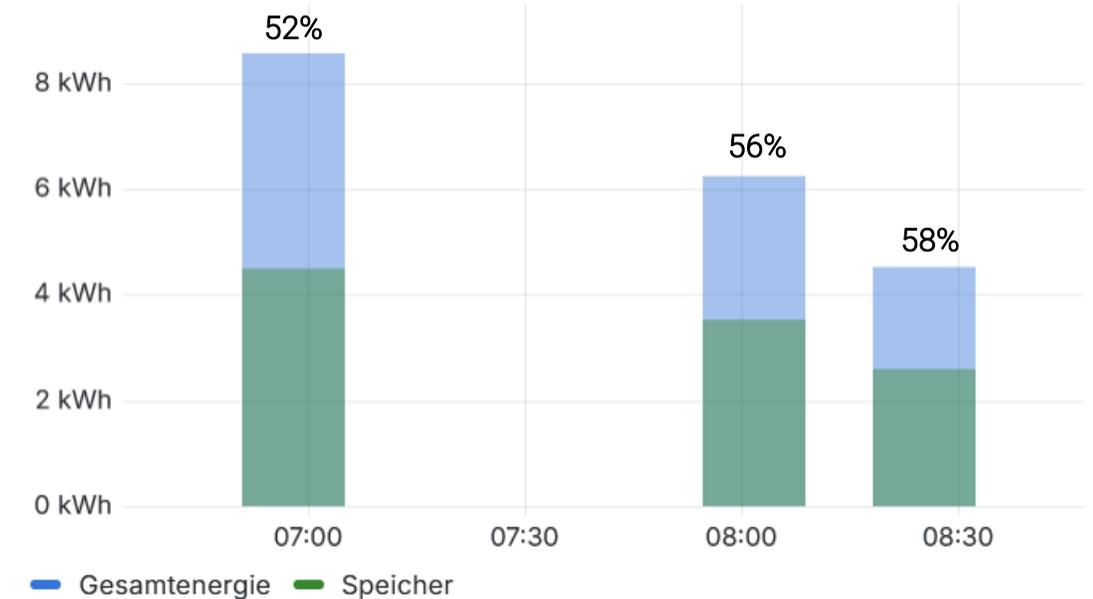


50 % der geladenen Energie kommt aus Speichersystem bei kurzen Ladevorgängen unter 4 min

Anteil der mittleren Speicherenergie an der mittleren Gesamtenergie



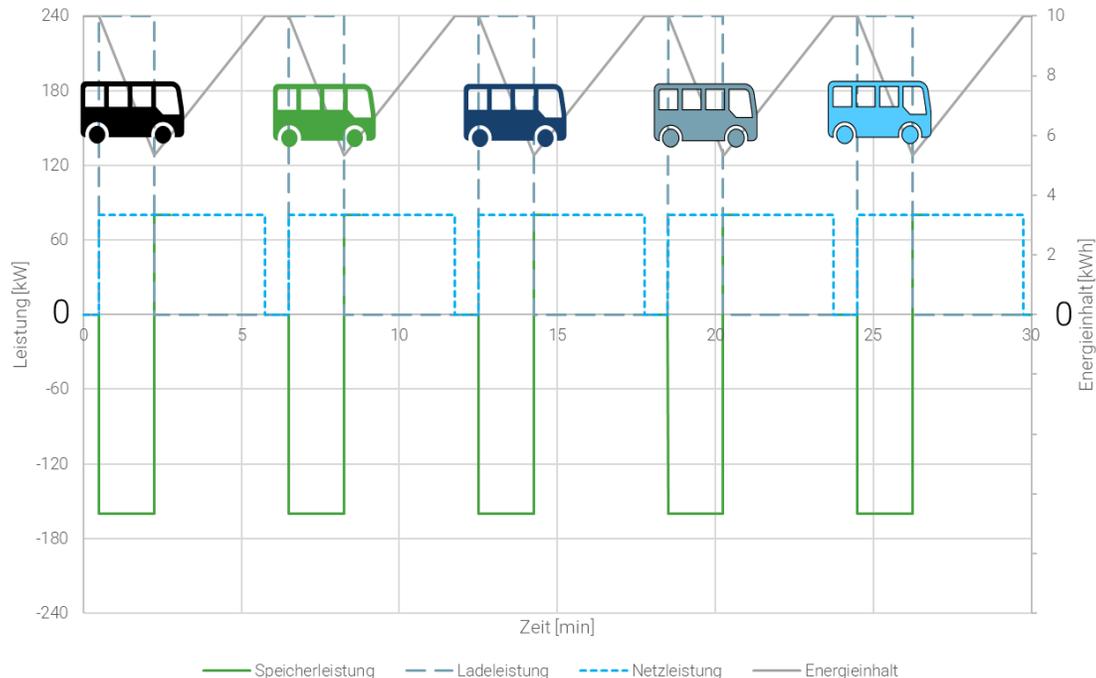
Anteile der Speicherenergie an der Gesamtenergie



Dauer ab Kontaktierung [min]
3,67
2,8
2,3



Ein Pantograph Booster liefert bis zu 1000 kWh pro 12 h und kann mehrere Busse und Linien bedienen



80 kW Netzanschluss, ca. 12h Betriebsdauer:

- Täglich bis zu 1000 kWh Ladeenergie möglich (entspricht 500 ... 1400 km Reichweite)
- 1 Ladevorgang alle 15 Minuten, ca. 10 min Nachladen

Alternative Netzausbau:

- Höhere Betriebskosten durch Netzentgelte
- Langsamere Umsetzung (Lieferdauer Trafo steigt weiter)

Alternative Batterie als Pufferspeicher:

- Lebensdauer Flywheel: 25 Jahre, 1 Mio. Ladevorgänge
- Lebensdauer Batterie: 3 bis 5,5 Jahre (Zyklusverschleiß)

Alternative größere Fahrzeugbatterie und Depot-Laden:

- Kosten Pantograph Booster: 0,5 E-Busse



Schwungmassenspeicher: Erfolgreich als Puffer beim Hochleistungsladen von E-Bussen ✓

- Geringere Invest u. Betriebskosten für Elektrifizierten ÖPNV ✓
 - Kosten: 50% von E-Bus, bis zu 30 % reduzierte Netzanschlusskosten ✓
 - Gesteigerte Fahrzeugverfügbarkeit ✓
 - Down-Sizing Fahrzeug-Batterie, Verdoppelung Reichweite ✓
- Unabhängigkeit vom Netzausbau ✓
 - Befähigung bestehender Niederspannungs-Netzanschluss zum Hochleistungs-Laden ✓
- Einfachere Standortwahl für Hochleistungs-Ladestationen ✓
 - Integration geboosterte Pantographenladestation im hochverdichteten Raum mit begrenztem Aufwand ✓
 - Akzeptanz des Speichersystems bei Passanten ✓



Ableitungen aus Projektergebnissen

Überführt in Produkt Pantograph Booster

- Höhere Speicherkapazität verbessert Nutzbarkeit und Business Case weiter
 - gesteigert auf 20 kWh je Speichereinheit
=> 40 kWh Lade-Energie an Fahrzeug
- Größere Ladeleistung zur Bedienung von Fahrzeugen der kommenden Generationen
 - bis zu 600 kW
- Skalierbarkeit von Kapazität und Leistung
 - Verschaltung mehrerer Speichereinheiten
- Höhere Flexibilität in praktischer Nutzung
 - zwei Pantographen-Ladepunkte je Anlage ermöglicht Bedienung von 2 Haltebuchten



Boosted Electric Power

The global energy transition
needs high-power storage technologies.

We provide one.

Dr. Hendrik Schaede-Bodenschatz

Co-founder and Managing Director

+49 157 8514 3130

Hendrik.Schaede@adaptive-balancing.de

www.adaptive-balancing.de

I am a h
perform
flywhee
Boosti
e

 **ADPTIVE**
Balancing Power

 **ADAPTIVE**
BALANCING POWER

www.adaptive-balancing.de

