

# Ladestation Annaberg für Akkumulator-Triebfahrzeuge

Dr. Steffen Röhlig  
Rail Power Systems GmbH, Offenbach am Main

Wien, 10.11.2022



## Elektrifizierung des Verkehrs

### › Ziele:

- › Senkung lokaler Emissionen
- › Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch Reduzierung fossiler Energiequellen, Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung „grüner“ Energie

### ➔ daraus folgt

### › Bahn

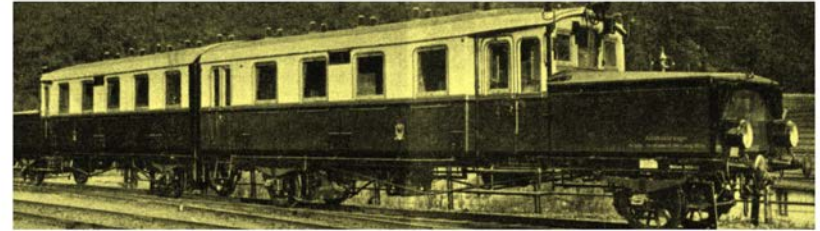
- › Erhöhung des Elektrifizierungsgrades in DE auf 70 %
- › Fahrzeuge mit „alternativen“ Antrieben
  - elektrische Triebfahrzeuge mit Akkumulatoren (de: ETA, en: BEMU)
  - Triebfahrzeuge für H<sub>2</sub> als Energieträger

### › Straße

- › Austausch der Busflotten in den nächsten 12 ... 15 Jahren
  - Umstellung auf elektrische Antriebe im Nahverkehr
  - Nutzung von H<sub>2</sub> als Energieträger im Fernverkehr
- › Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs

## Ausgangslage

- › um die elektrische Traktion möglichst schnell nutzen zu können, werden derzeit häufig ETA beschafft, deren Technik ist bekannt und wird von elektrischen Triebfahrzeugen abgeleitet
- › die technische Idee ist bekannt und erprobt: Akkumulator-Triebfahrzeuge gibt es seit rund 100 Jahren
- › früher wurden (stromabnehmerlose) Akkumulator-Triebfahrzeuge über Ladekabel mit Energie geladen, die Akkumulortechnik war dem Stand entsprechend eine andere (Säuretopfakkumulatoren)



ETA 150/BR 515/815: Akkumulatorkapazität bis 603 kWh, Reichweite bis 400 km,  $v_{\max} = 100$  km/h, ausgemustert 1995





## Energieversorgung für ETA früher

Ladestation für ETA mittels Kabelanschluss,  
Übernachtladung

(Bildquelle: eb)

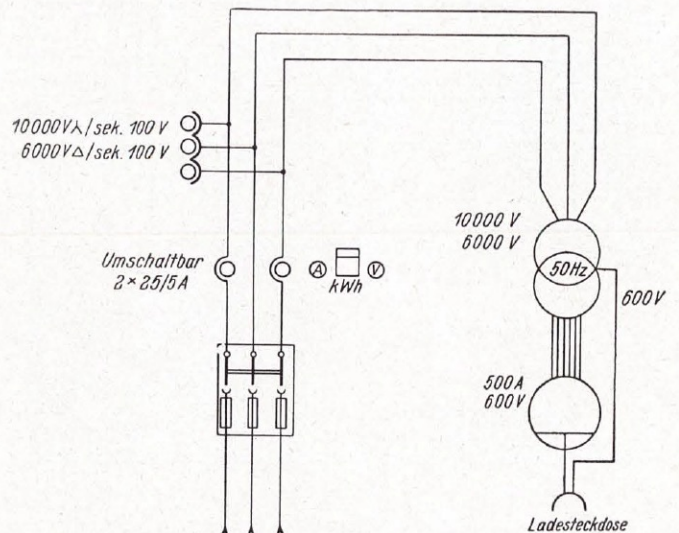
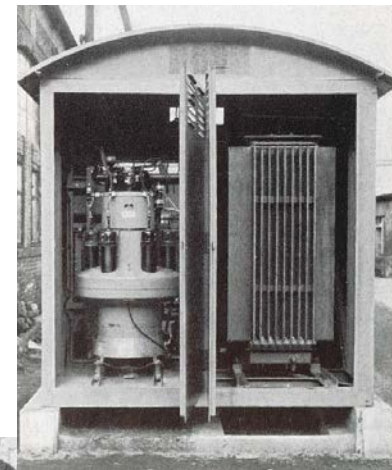
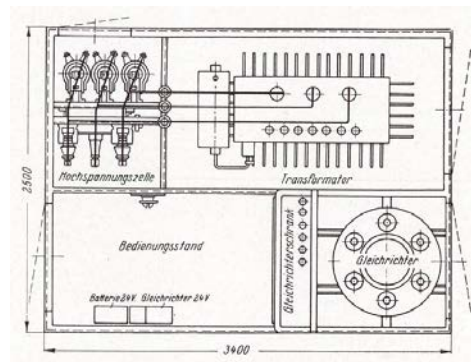
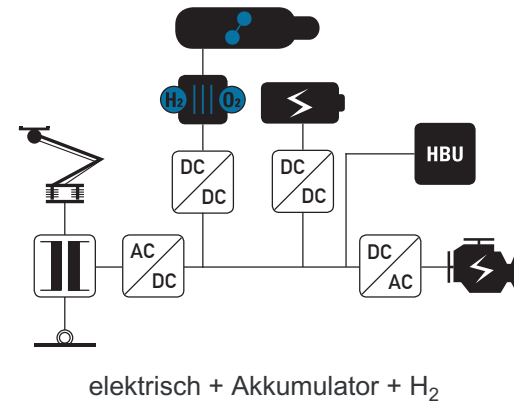
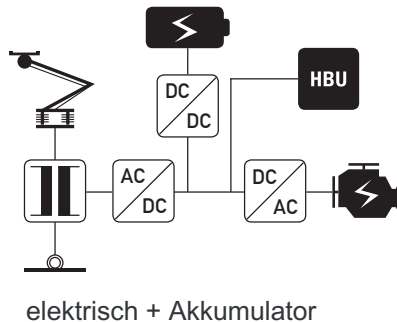
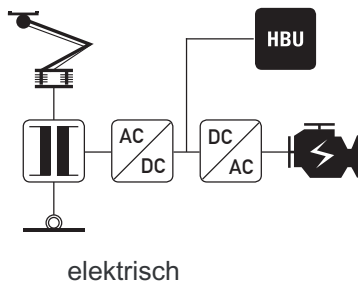


Bild 5. Prinzipschaltbild.



# Fahrzeugkonzepte

fahrleitungsgebunden



fahrleitungsfrei

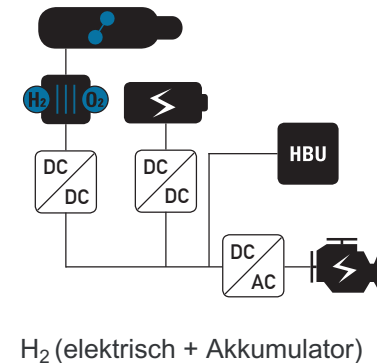
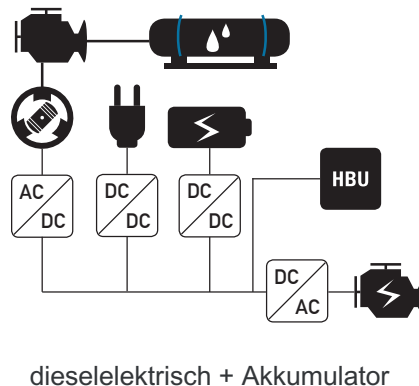


Bild in Anlehnung an (bearb.):  
 Marktanalyse alternativer Antriebe im deutschen  
 Schienenpersonennahverkehr. NOW GmbH, 2020.

## Ausgeführte Fahrzeuge

### Siemens Mireo B



Bild: Siemens

$v_{\max} = 160 \text{ km/h}$   
 $a = 1,1 \text{ m/s}^2$   
 $s_{\max} = 120 \text{ km}$

### Alstom Coradia Continental



Bild: Alstom

$v_{\max} = 160 \text{ km/h}$   
 $s_{\max} = 120 \text{ km}$

### Stadler Flirt Akku



Bild: Stadler

$v_{\max} = 140 \text{ km/h}$   
 $s_{\max} = 180 \text{ km}$

### Alstom Talent 3 (ex Bombardier)

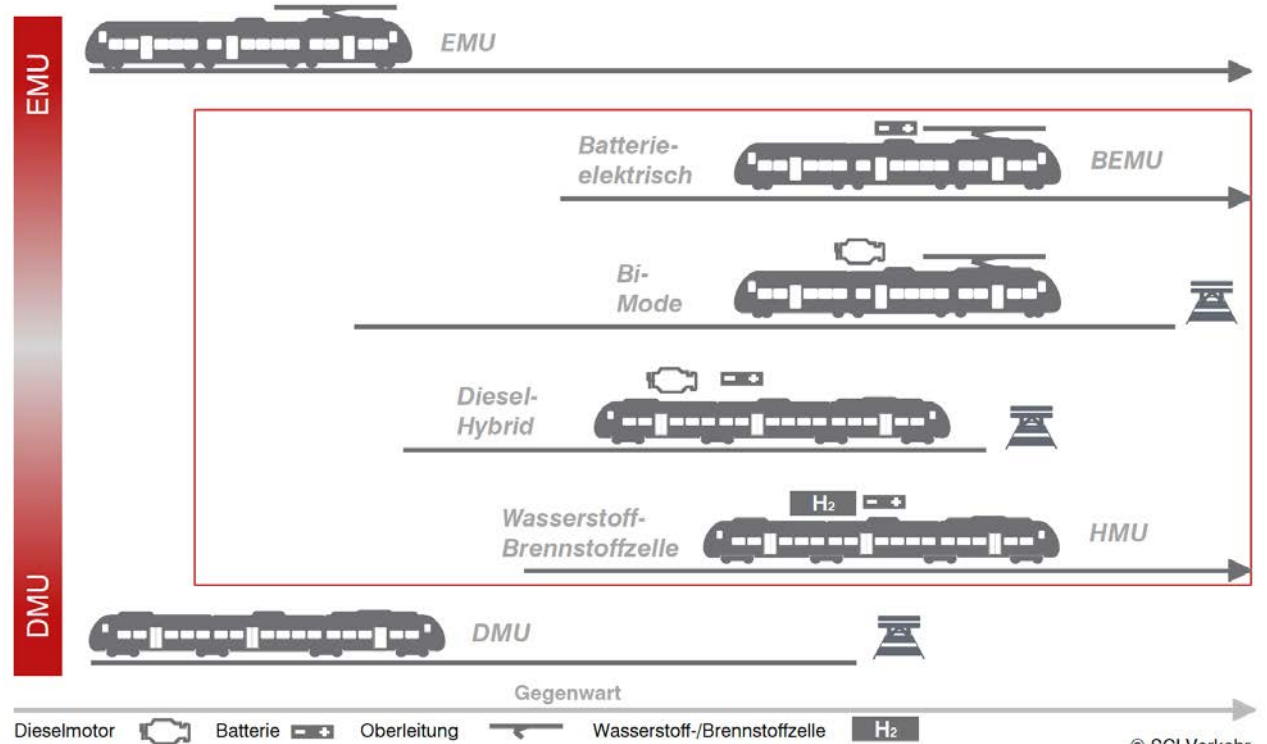


Bild: Alstom

$v_{\max} = 160 \text{ km/h}$   
 $s_{\max} = 100 \text{ km}$

erstes  
zugelassenes  
Fahrzeug

# Erwartete Fahrzeugentwicklung in DE



Quelle:  
Innovatives Triebfahrzeug –  
Abschlussbericht.  
SCI Verkehr GmbH, 2020.

© SCI Verkehr

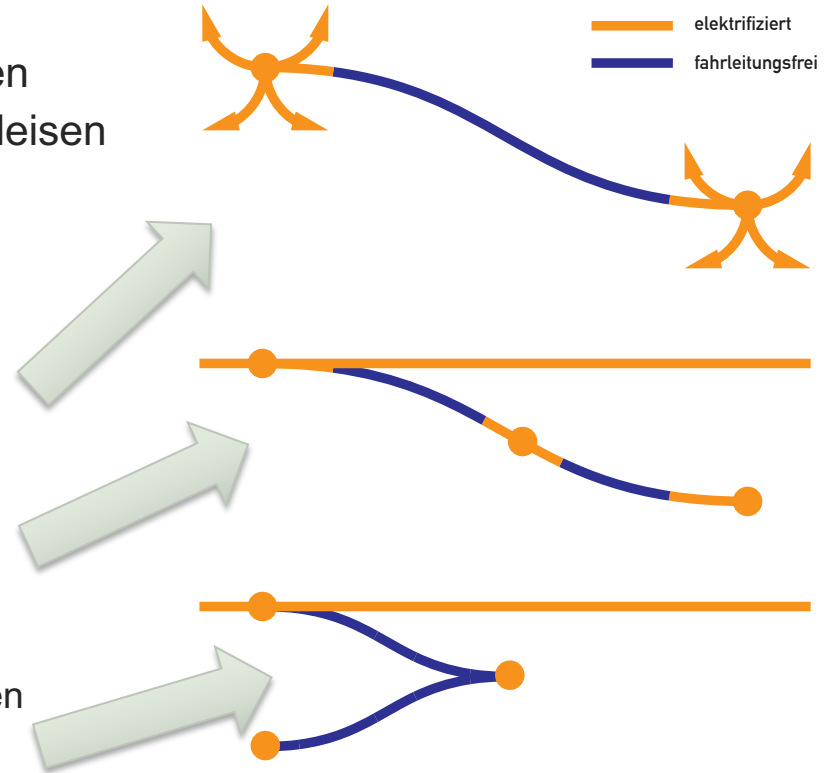
## Und wie bekommen die Fahrzeuge zu ihrer Energie?

- › Ladeinfrastruktur zur Bereitstellung elektrischer Energie für das Laden der Akkumulatorfahrzeuge auch an Orten, die nicht mit einer Fahrleitung elektrifiziert sind
- › Ladeinfrastruktur besteht aus zwei Hauptkomponenten
  - » **Ladeunterwerk** (zur Umformung der Energie in eine für die Fahrzeuge geeignete Form)
  - » Kontakteinrichtung zur Übertragung der Energie auf das Fahrzeug, entweder über
    - **Oberleitung** oder
    - Steckerlösung
- › Entwicklungsziele
  - » bauen, was für das Laden der ETA zwingend erforderlich ist
  - » in kurzer Zeit zu errichtende Anlage (kurze Bauphase vor Ort)
  - » kein Planfeststellungsverfahren
  - » Eingriff in die bestehende Infrastruktur so gering wie möglich
  - » insgesamt kurze Realisierungszeit (Ladestation = Fahrzeuge)
  - » keine betrieblichen Einschränkungen
  - » Anschlussfähigkeit an das örtliche EV-Netz
  - » Rückbaufähigkeit



## Ladekonzepte

- › unter Fahrleitung auf elektrifizierten Strecken
- › abseits davon auf speziell ausgerüsteten Gleisen zum Laden
  - › über den Kontakt Stromabnehmer/Oberleitung
  - › über eine Kabel/Stecker-Lösung
- › fahrleitungsbezogene Varianten
  - › Variante 1: Nutzung vorhandener elektrifizierter Netze ( $d \leq 80$  km)
  - › Variante 2: Erweiterung bestehender Netze und/oder Bau von Oberleitungsinseln ( $d = 40 \dots 60$  km)
  - › Variante 3: Bau von Ladestationen für das Laden im Stillsand ( $d \leq 50$  km)

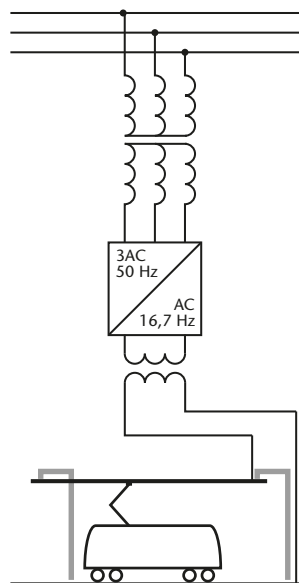


## Was brauchen wir?

- › ein **Ladeunterwerk** zur Bereitstellung der Energie in der geforderten Form
- › in Deutschland ist die vorherrschende Fahrleitungsspannung AC 15 kV 16,7 Hz → erfordert Spannungs- und Frequenzumformung
- › ABER: Benötigt es zum Laden tatsächlich der speziellen Frequenz?
  - › **NEIN**: Alle etablierten Fahrzeughersteller haben bestätigt, dass bei Fahrzeugen für 16,7 Hz das Laden auch mit 50 Hz grundsätzlich möglich ist – es bedarf einer Softwareanpassung und einer erweiterten Abnahme
- › **Oberleitungsabschnitt**

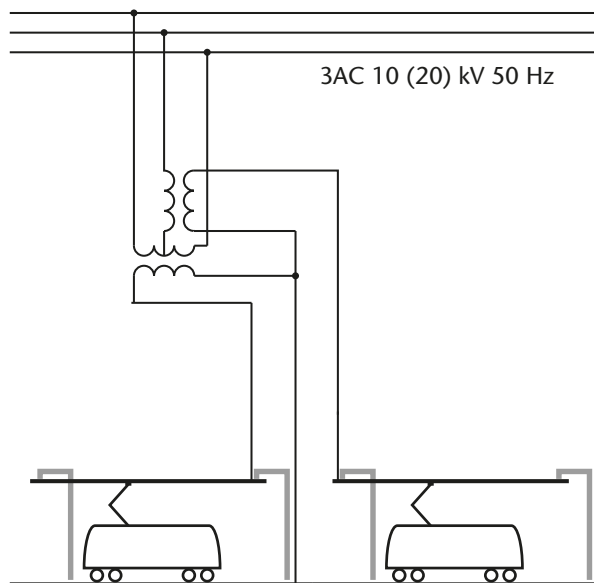
## Prinzipien für die Versorgung von Ladestationen

Vollumrichter



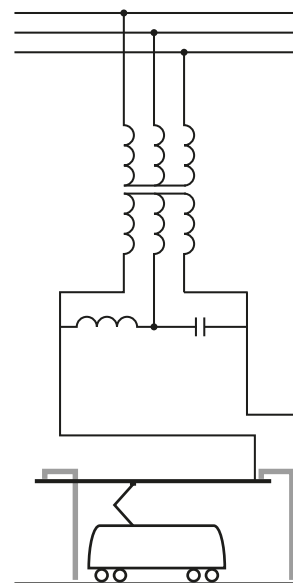
AC 15 kV 16,7 Hz

Scott-Transformator



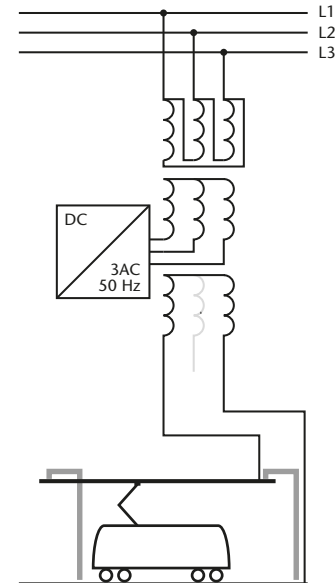
AC 15 kV 50 Hz

Steinmetzschtung



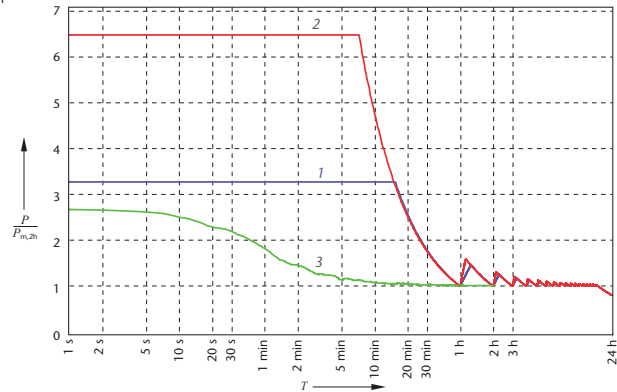
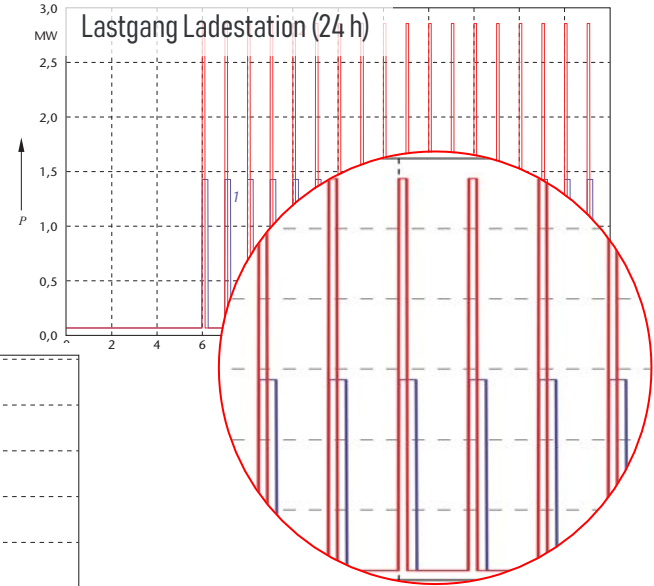
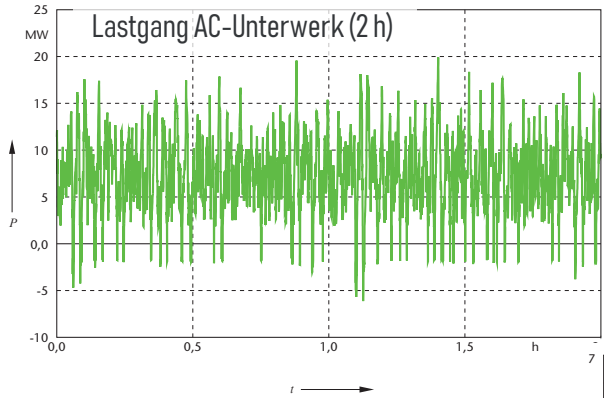
AC 15 kV 50 Hz

Symmetrierumrichter



AC 15 kV 50 Hz

## Herausforderung: Lastspiel



zeitgewichte Belastungsdauerkurven  
normiert auf 2-h-Mittelwert



## Lösungsansatz Ladestation für ETA

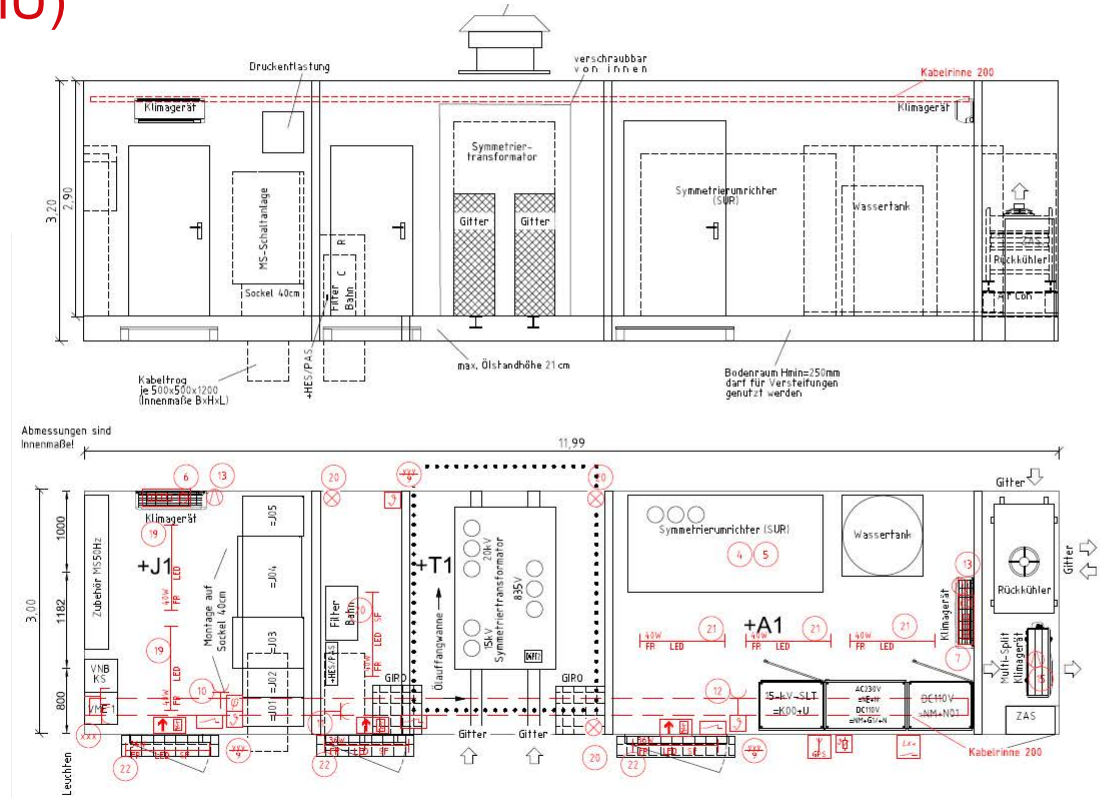
- › Konzept für eine Ladestation mit der Ausgangsspannung AC 15 kV 50 Hz
- › Grundbausteine
  - » dreiphasiger EVU-Anschluss für 3AC 10 kV oder 20 kV 50 Hz
  - » kompakte Ausführung in einem Container
  - » kurzer Fahrleitungsabschnitt entsprechend der Zuglänge, Position der Stromabnehmer auf den Fahrzeugdächern der einzusetzenden Fahrzeuge und Halteposition des Fahrzeugs



## Ladestation für ETA (BEMU)

### Stand

- › Lastenheft ✓
- › Entwurf ✓
- › Materialisierung ✓



## Ladestation (Container)



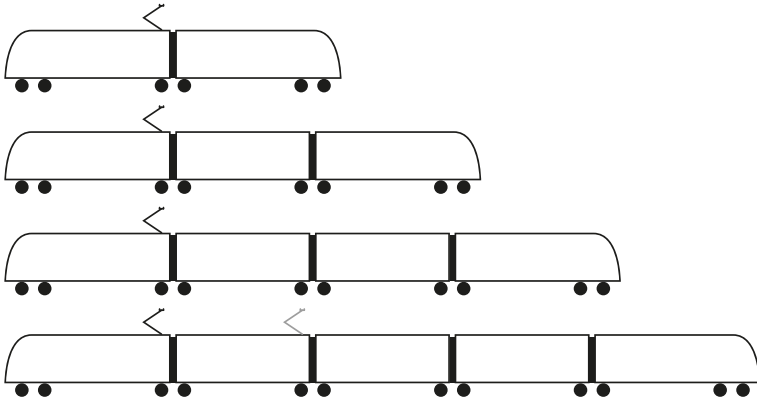




## Oberleitung – Mastgründung mit Bodenschildgründungsverfahren

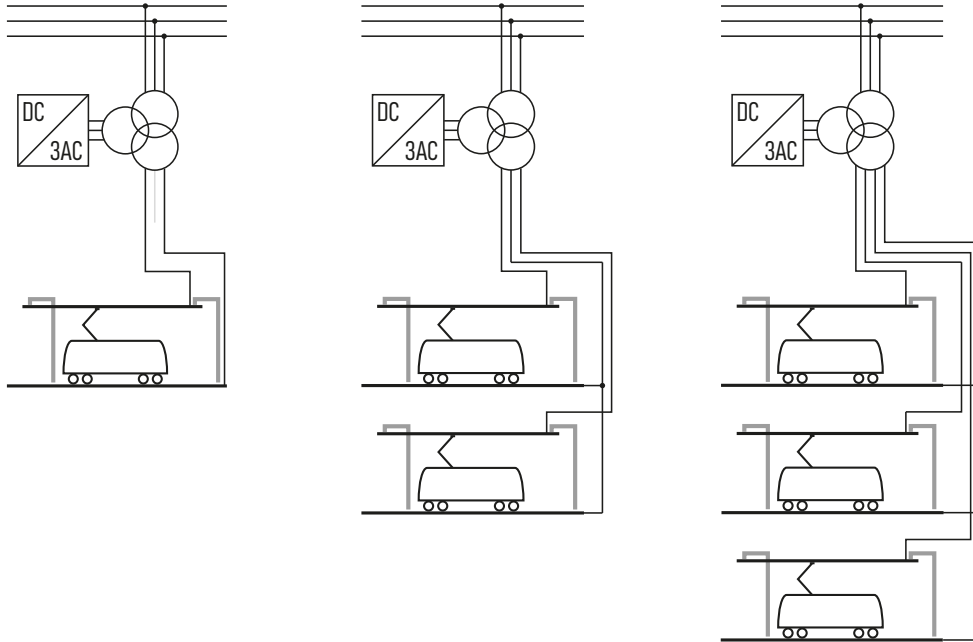


## Oberleitungsabschnitt – betriebliche Aspekte



- › Fahrzeuge sollen an Bahnsteigen halten und mit Energie versorgt werden, wenn sie ohnehin stehen
- › Festlegung auf eine Fahrzeugbauart vermeiden (Fahrzeuglänge und Stromabnehmerposition)
- › freie Fahrzeugpositionierung ermöglichen
- › Einfach- und Doppeltraktion berücksichtigen
- › keine Vorgabe über Anzahl der Fahrzeuge und/oder deren Leistung im Speiseabschnitt (bis zur zulässigen Maximallast)

## Skalierung



- › Skalierung durch Modifikation/Anpassung des Transformators
- › Speiseabschnitte mit unterschiedlicher Phasenlage
- › SUR bleibt unverändert
- › betrieblich: Fahrzeuge können sich beliebig platzieren und Energie bis zum Maximum des Speisebereichs beziehen

## Entwicklungsprojekt/Pilotvorhaben Ladestation Annaberg

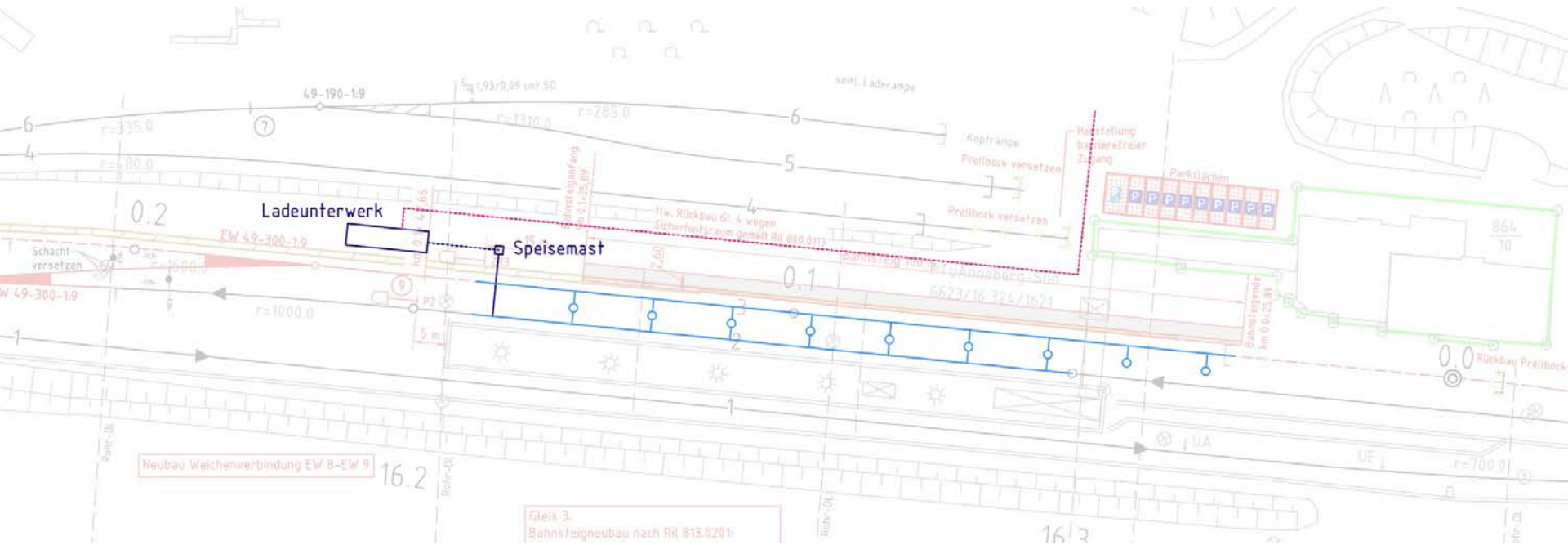




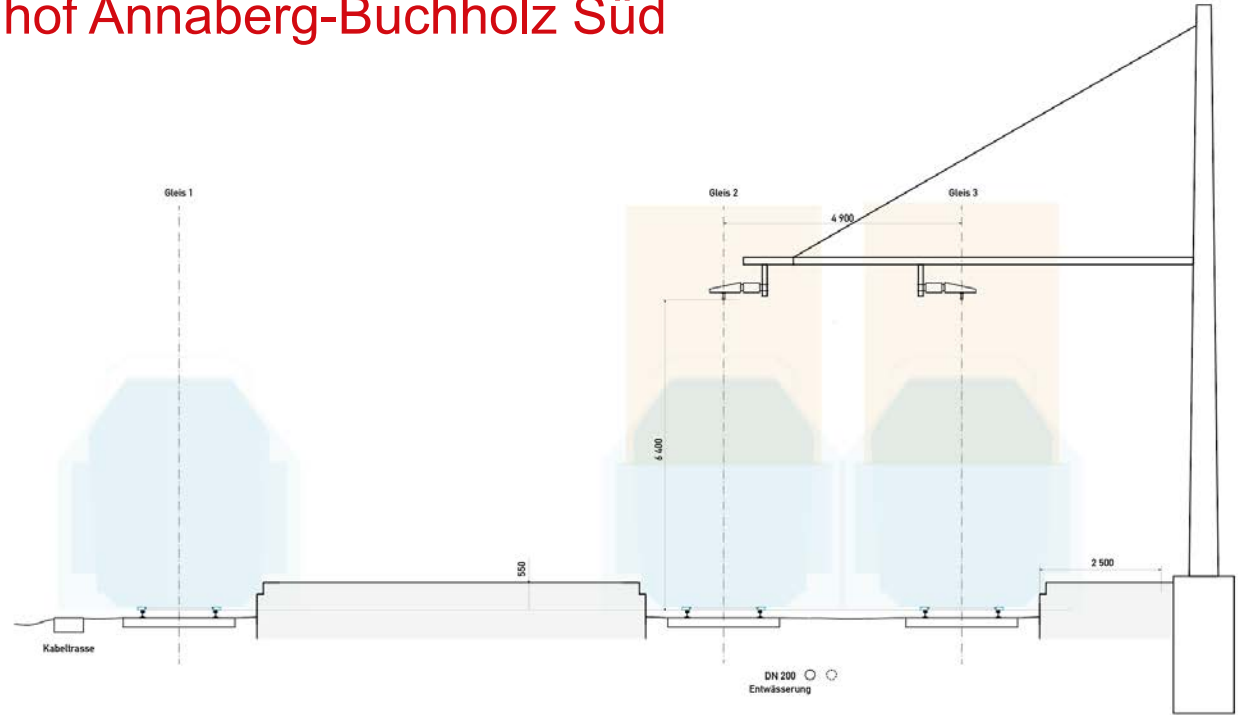
## Elektrisch ins Erzgebirge



## Umsetzung Ladestation Annaberg-Buchholz Süd



## Umsetzung Bahnhof Annaberg-Buchholz Süd

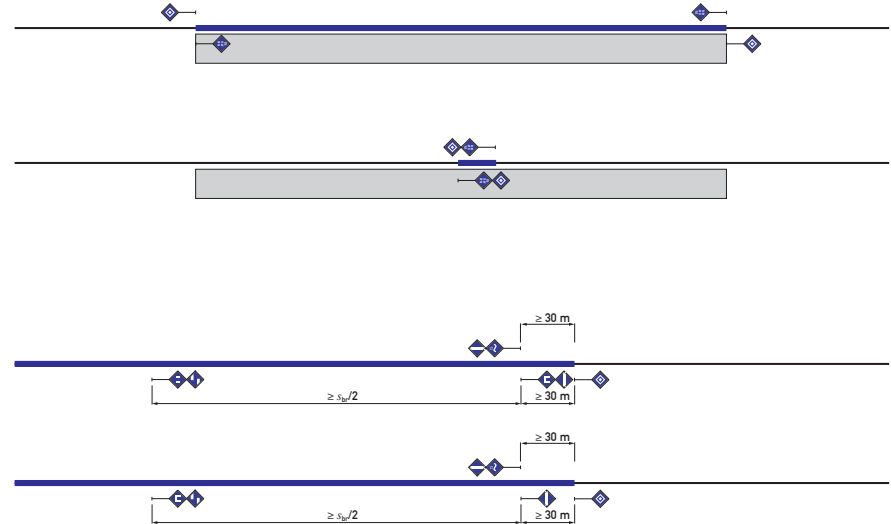


## Herausforderungen

- › das Wissen der Bedarfsträger über die technischen Möglichkeiten
- › Leistungsfähigkeit der Energienetze an den Standorten der Ladeunterwerke
- › Regelwerke elektrotechnisch/ betrieblich
- › Umgang mit der (willkürlichen) Klassifizierung Serviceeinrichtung/ Bahninfrastruktur
- › in Abzweigbahnhöfen sind mitunter nicht alle Gleise elektrifiziert
- › Überprüfung der Linienführung

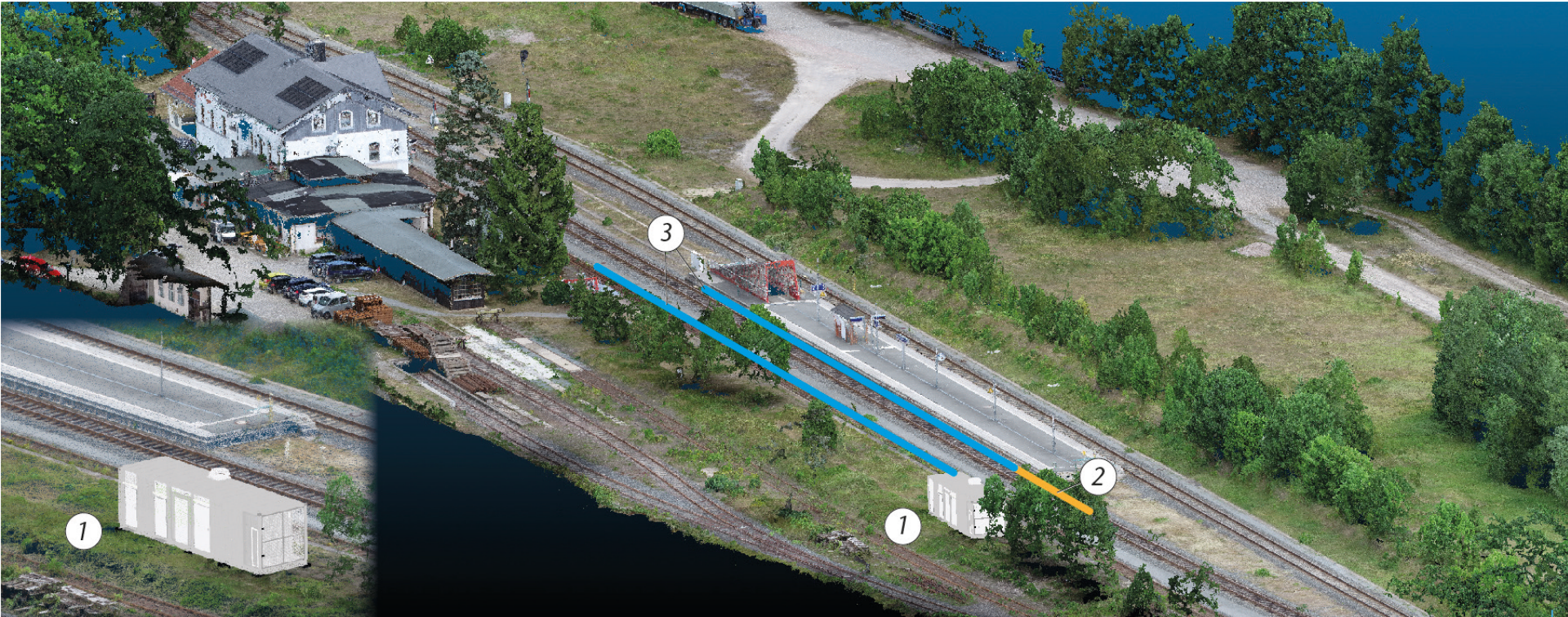
- › Energiepreisgestaltung
- › Betriebsführung der Anlagen

**DAS ALLES IST LÖSBAR!**





## Planungsphase – bauvorbereitende Maßnahmen JETZT







**DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT**

Dr. Steffen Röhlig  
Rail Power Systems GmbH  
Frankfurter Straße 111  
63067 Offenbach am Main  
steffen.roehlig@rail-ps.com  
www.rail-ps.com

