

Doppelte Power für Amerika

ALP-45DP



Stand: September 2011

Roman Porta
Bernhard Kunz
Markus Spillmann

Senior Project Manager
Project Engineer
Vehicle Engineer

BOMBARDIER



Der Traum unseres Kunden

- Ohne Umsteigen von den Vororten in die Innenstadt
- Schrittweise Erweiterung der elektrifizierten Strecken
- Streckenlokomotive für Diesel- und Elektrobetrieb mit Stromabnehmer
- Tauglich für den Einsatz in Tunnels und unterirdischen Bahnhöfen (Elektromode) sowie auf nicht elektrifizierten Linien (Dieselmode)
- Umweltschonend durch minimalen Einsatz des Dieselmotors



Die Basis zur Idee

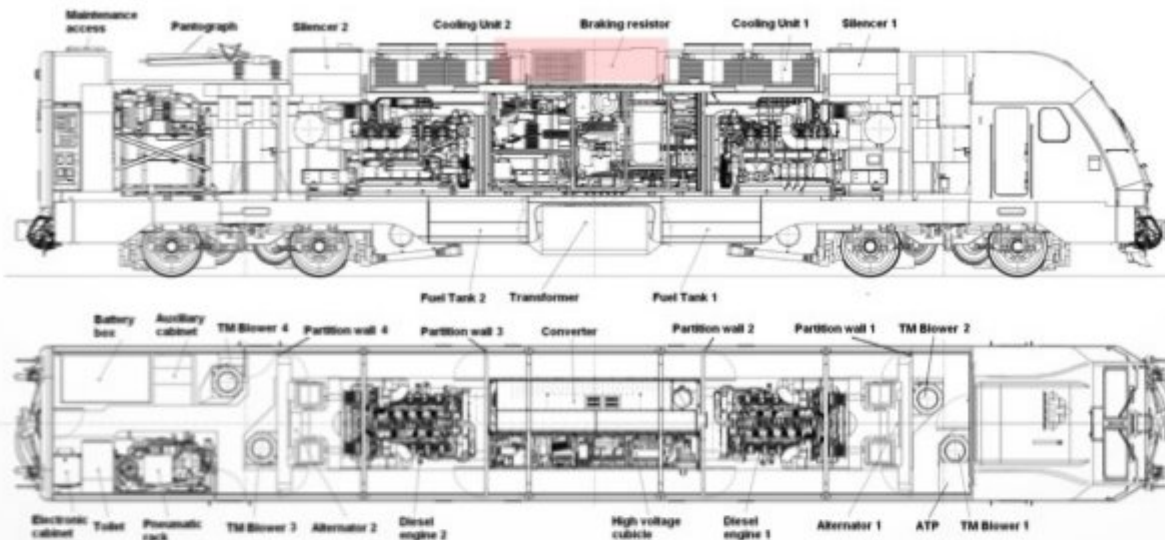
- Die Dual Power Lokomotive kombiniert das Maximum an Gleichheit mit der ALP-46(A) verbunden mit der neusten Technologien von der TRAXX Plattform:
 - Basis ist die amerikanische Elektrolokomotive ALP-46(A).
 - Neuste Mehrsystem-Antriebstechnik der TRAXX MS
 - Aktuelle Konzepte für die Dieselmotoranordnung und Steuerung der TRAXX DE



Das Konzept – 1. Version

■ Hauptabmessungen

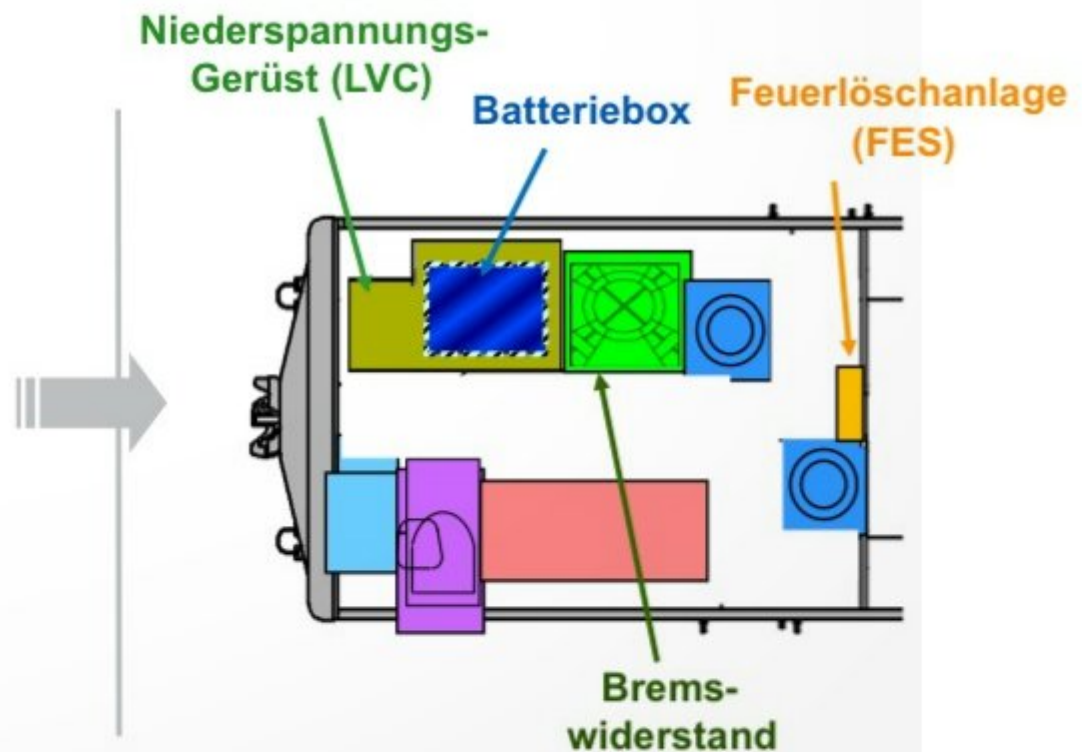
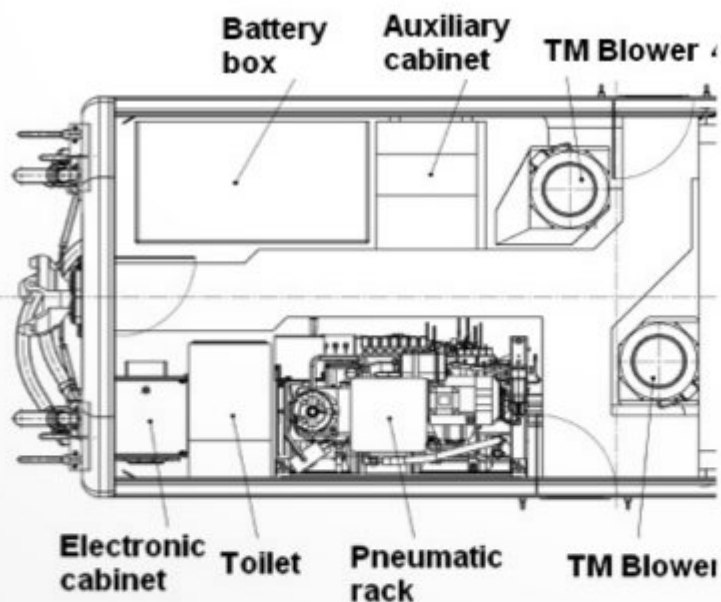
- Länge über Kupplung 21'800 mm
- Statische Höhe 4'400 mm
- Achsabstand im Drehgestell 2'800 mm
- Raddurchmesser (neu) 1'118 mm / (abgenützt) : 1'046 mm



- Erkenntnis: Zu großes Risiko mit 1.3 MW Bremswiderstand auf dem Dach, wegen Platzmangel für gute Luftführung!

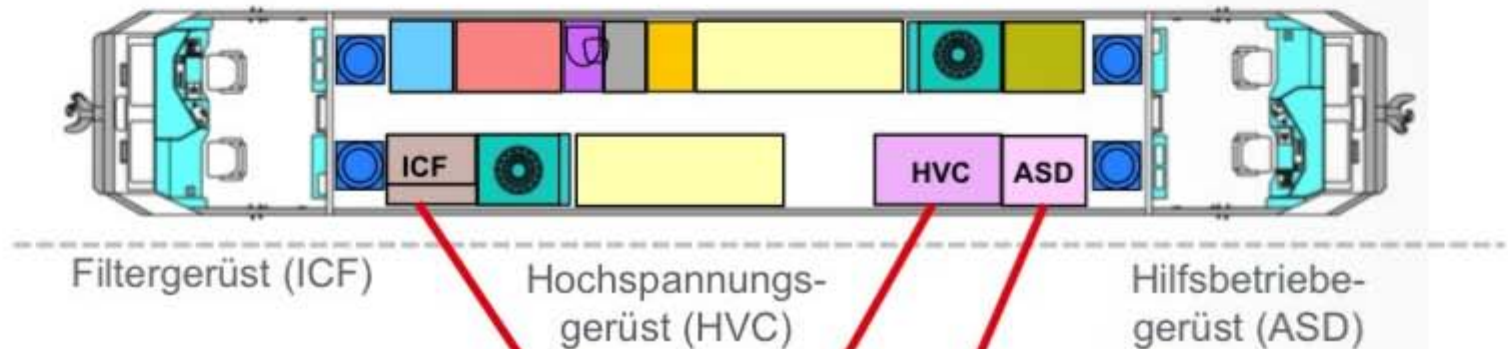
Das Konzept – Bremswiderstand als Turmbauweise

- **Ansatz:** Bremswiderstand als Turmbauweise im Maschinenraum am Platz des Hilfsbetriebsgerütes
- **Folge:** Neuen Einbauraum für Hilfsbetriebsgerüst definieren!

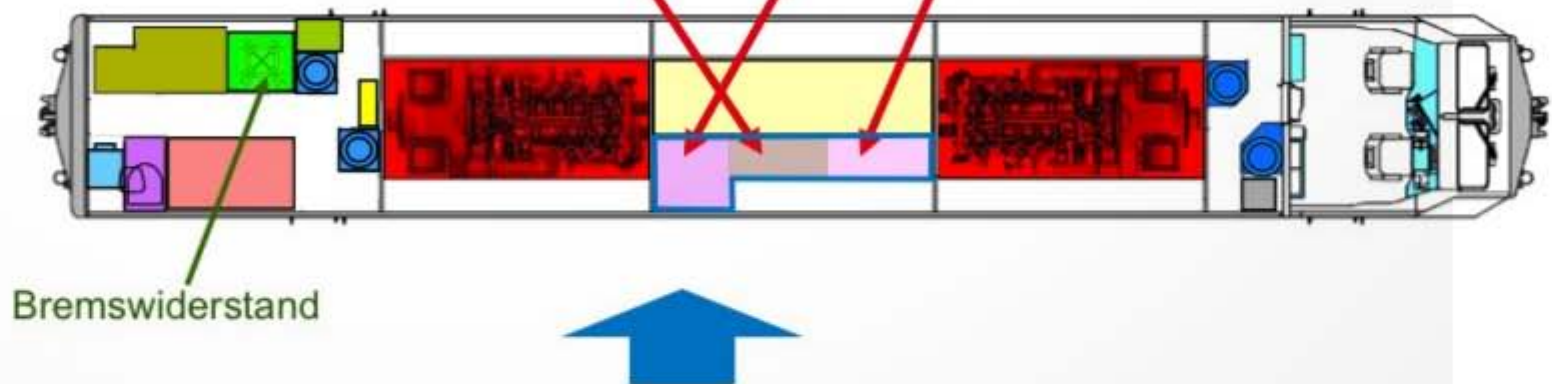


Das Konzept – Verdichtete Bauweise im Maschinenraum

ALP-46A



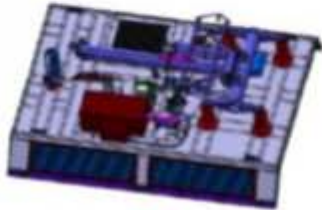
ALP-45DP



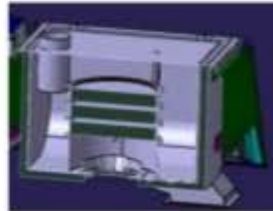
Integration zu einem Hochspannungs-& Hilfsbetriebsgerüst (HAC)

Das Konzept – Hauptkomponenten und System

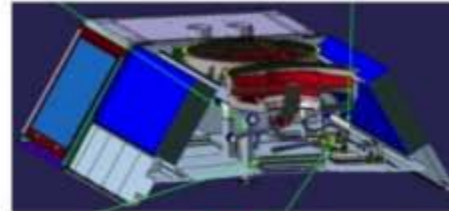
Hochspannungs-
dach



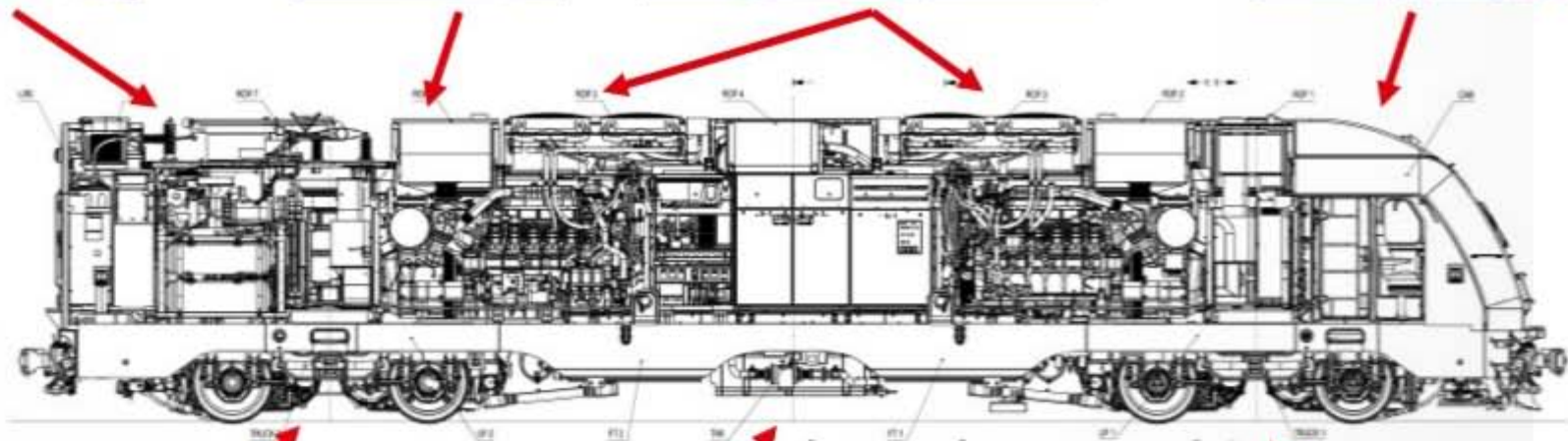
Abgas-
schalldämpfer



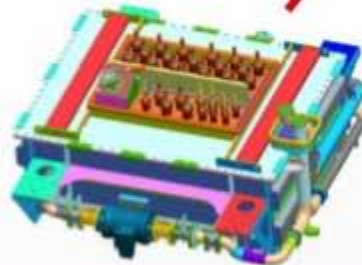
Hydrostatische Kühlung



Dach Führerstand



Drehgestell



Transformator



Drehgestell

Das Konzept – Hauptkomponenten und System

Zug-
sicherung



Dieselmotor (2x)



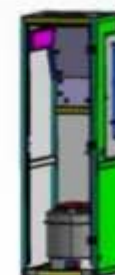
Hochspannung- &
Hilfsbetriebegeüst



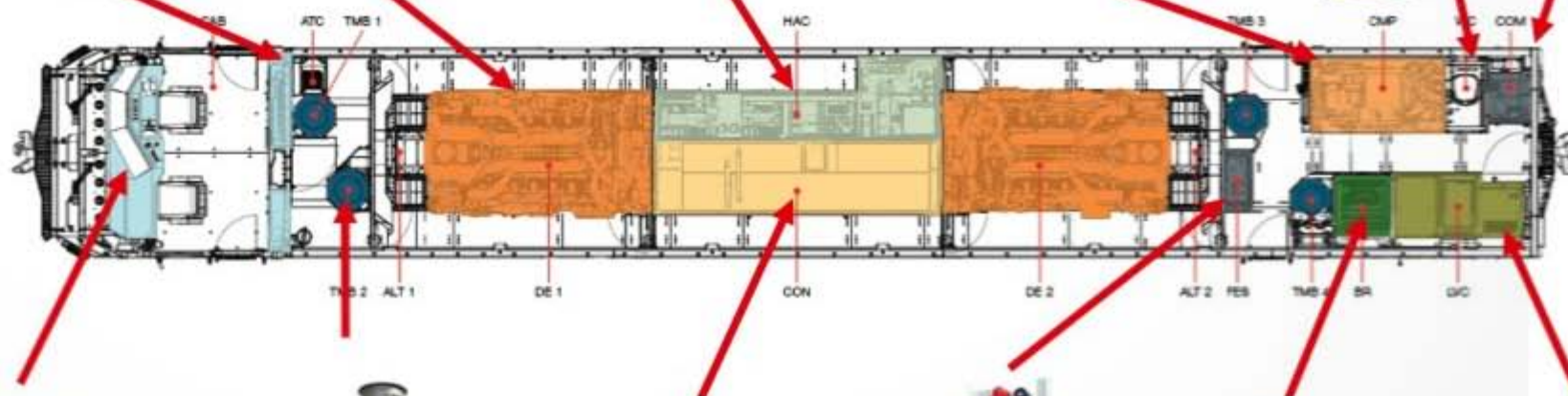
Luftgerüst



WC



Leittechnik



Führerstand



TM-Lüfter
(4x)



Stromrichter



Feuerlösch-
system



Brems-
widerstand



72 V DC
Batterie

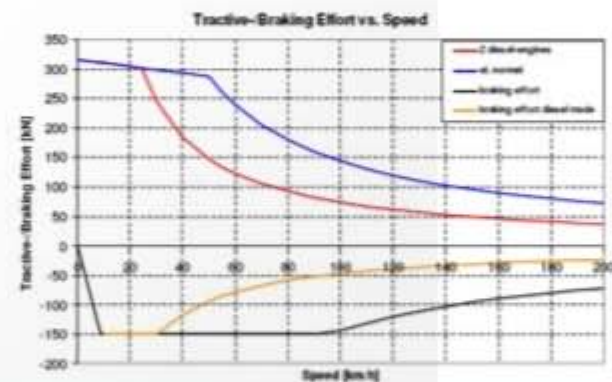
Das Konzept – Leistung

Möglichst hohe Leistungsfähigkeit und Beschleunigungswerte für S-Bahnbetrieb mit bis zu 10 Doppelstockwagen

- Elektrische Leistung am Rad: 4 MW (kurzzeitig 4.4MW)
- Anfahrzugkraft / E-Bremskraft : 316 kN / 150kN
- Rheostatische Bremsleistung am Rad: 1.5 MW

Große Zugsammelschienenleistung für 10 Wagen

- Zugsammelschienenleistung
(3 x 480VAC, 60Hz): 1'000 kVA



Herausforderungen – Packungsdichte

- **Frage:** Wie bringen wir eine 4MW Elektro- und 3MW Diesel Ausrüstung in einen Maschinenraum ?
- **Antwort:** Durch sehr hohe Packungsdichte !
- **Weitere Anforderungen:**
 - Be- und Entlüftung der Aggregate
 - Demontage- / Wartungsmöglichkeit der Aggregate
 - Platzsparende Verkabelung und Rohrverlegung
 - Besondere Anforderungen an Durchgangshöhe (Kopffreiheit)



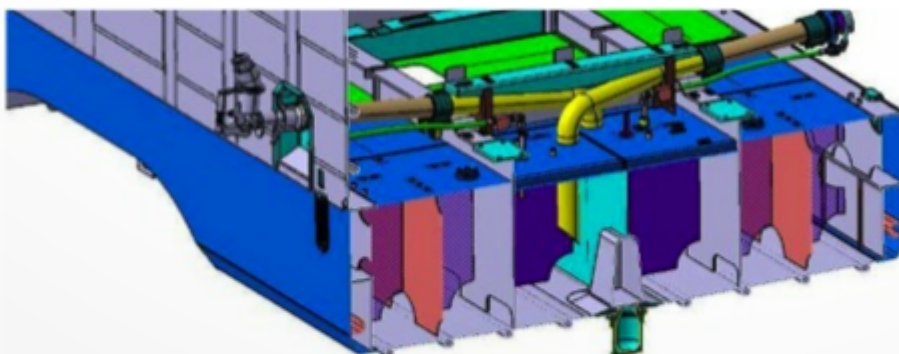
Herausforderungen – Gewicht

- Maximale Radsatzlast 32,66 t → Maximales Lokgewicht 130,6 t
- Gleichmäßige Gewichtsverteilung
- Möglichst symmetrische Anordnung der Komponenten
- Gewichtsmanagement
 - Definition von Zielgewichten der einzelnen Komponenten
 - Gewicht als Abnahmekriterium bei Erstmusterprüfung
 - Regelmäßige Aktualisierung der Gewichtsanalyse

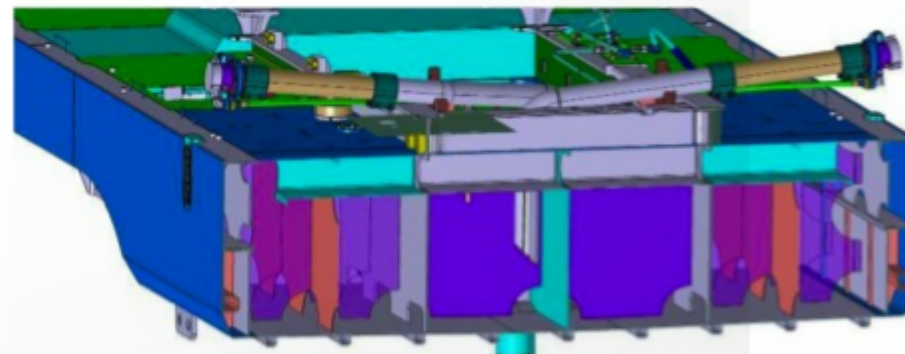


Herausforderungen – Kraftstofftank

- Möglichst **großer Dieseltank** für lange Nachtankintervalle
→ **6'800 l** nutzbares Volumen
- Hohe Anforderungen bei Unfällen (**Auslaufsicherheit und Festigkeit**)
→ Aufteilung in **vier Kraftstoffkammern**
- **Integriert** in Lokkastenstruktur - reduziert Gewicht
- Maximale Füllrate **1'060 l/min** (280 gal/min) erfordert gutes Befüllungs-/Entlüftungssystem.



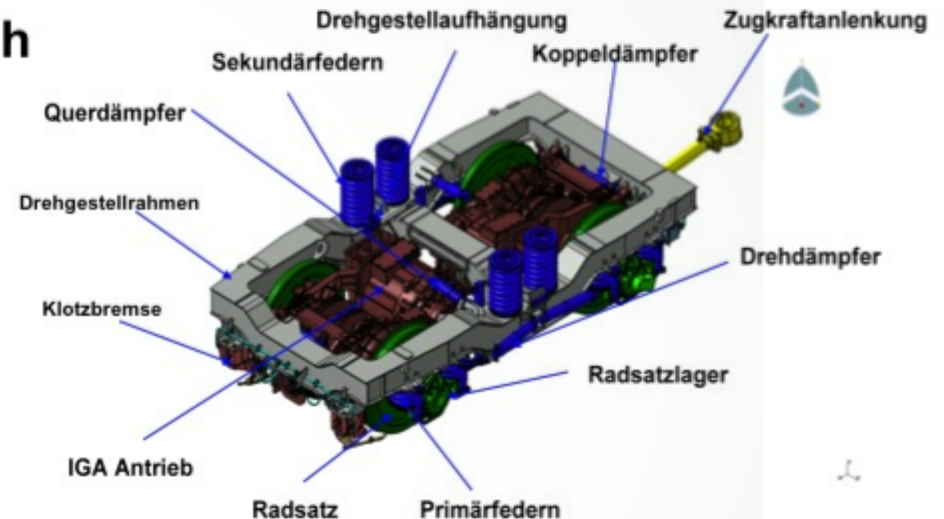
Schnitt des Untergestells mit eingeschweißtem Kraftstofftank



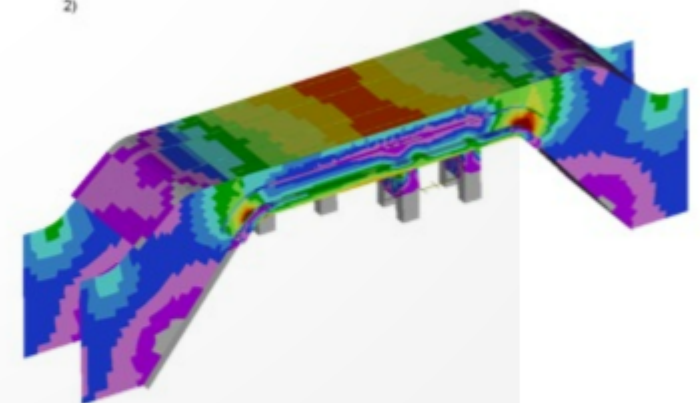
Schnitt des Kraftstofftanks

Herausforderungen – Drehgestell

- Betriebsgeschwindigkeit max. **200 km/h**
- Max. Radsatzlast **32,66 t**
- Gleislage etwa **Faktor 2 schlechter als Westeuropa**
- ➔ Max. Drehgestellgewicht von **20 t**
- ➔ **Gewichtseinsparungspotential nur am Drehgestellrahmen**



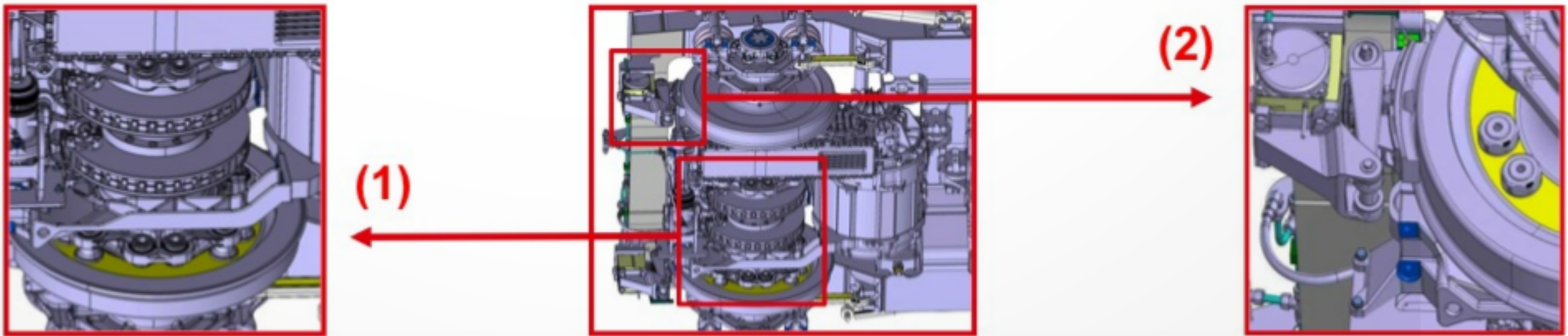
- **Geringe Querschnittshöhe** des Mittelträgers
- Hohe Anforderungen zur **Dauerfestigkeit** nach Kundenvorgaben
- ➔ Mittelträger aus **Stahlguss** (G20Mn5V)



Festigkeitsanalyse des Mittelträgers

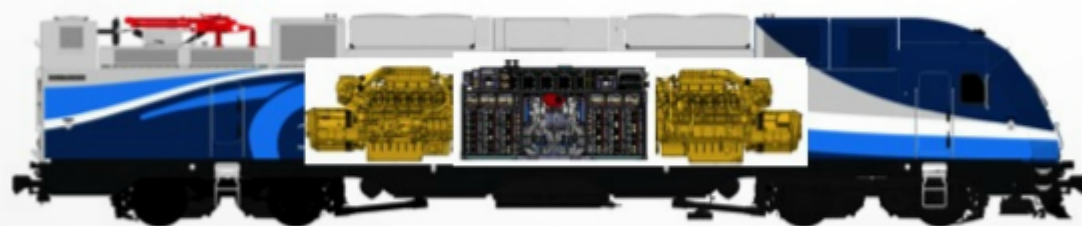
Herausforderungen – Bremse

- Abzubremsende Masse von **130,6 t**
- **Scheibenbremse (1)** wie ALP-46A
- Scheibenbremse **thermisch am Limit**
- **Vergrößerung** der Bremsscheibe aus Platzmangel **nicht möglich**
- ➔ Erhöhung der Bremskraft durch **zusätzliche Klotzbremse (2)**
- ➔ Bremskraftverhältnis Klotz- / Scheibenbremse **40t : 90t**



Herausforderungen – Diesel-Generatoreinheit

- S-Bahnbetrieb (**dynamisch**)
- Integration in einen sehr **begrenzten Einbauraum**
- ➔ **EPA Tier 3 Dieselausgasemissionen** (ähnlich Stage Euro IIIA)
- ➔ Caterpillar 3512C HD (2 x 1567 kW)
- ➔ 2 Asynchronengeneratoren
- ➔ Abgasnachbehandlung mit Oxidationskatalysator (Oxy-CAT)



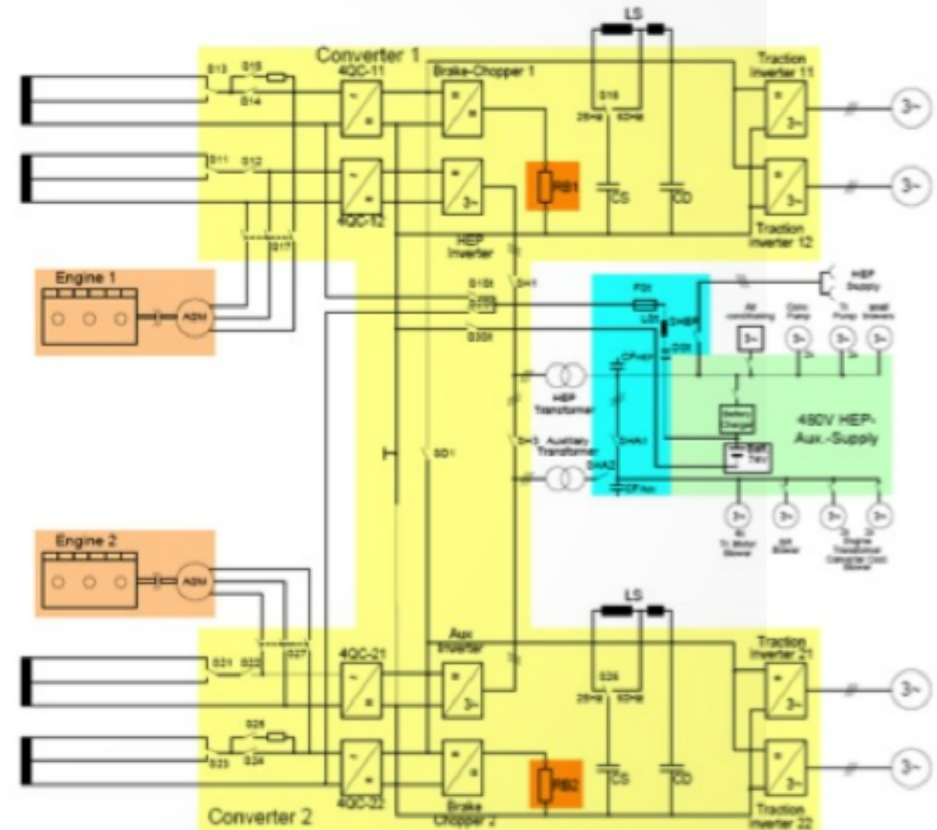
Caterpillar 3512C HD



Caterpillar 3512C HD
mit D-Kühlanlage und Schalldämpfer

Herausforderungen – Antriebskonzept

- Im Dieselbetrieb stark unsymmetrische Verteilung der Traktionsleistung bei hoher HEP Last und getrennten Zwischenkreisen
 - HEP soll unterbruchsfrei bei Modechange umgeschaltet werden.
- ➔ **Gemeinsamer Zwischenkreis**



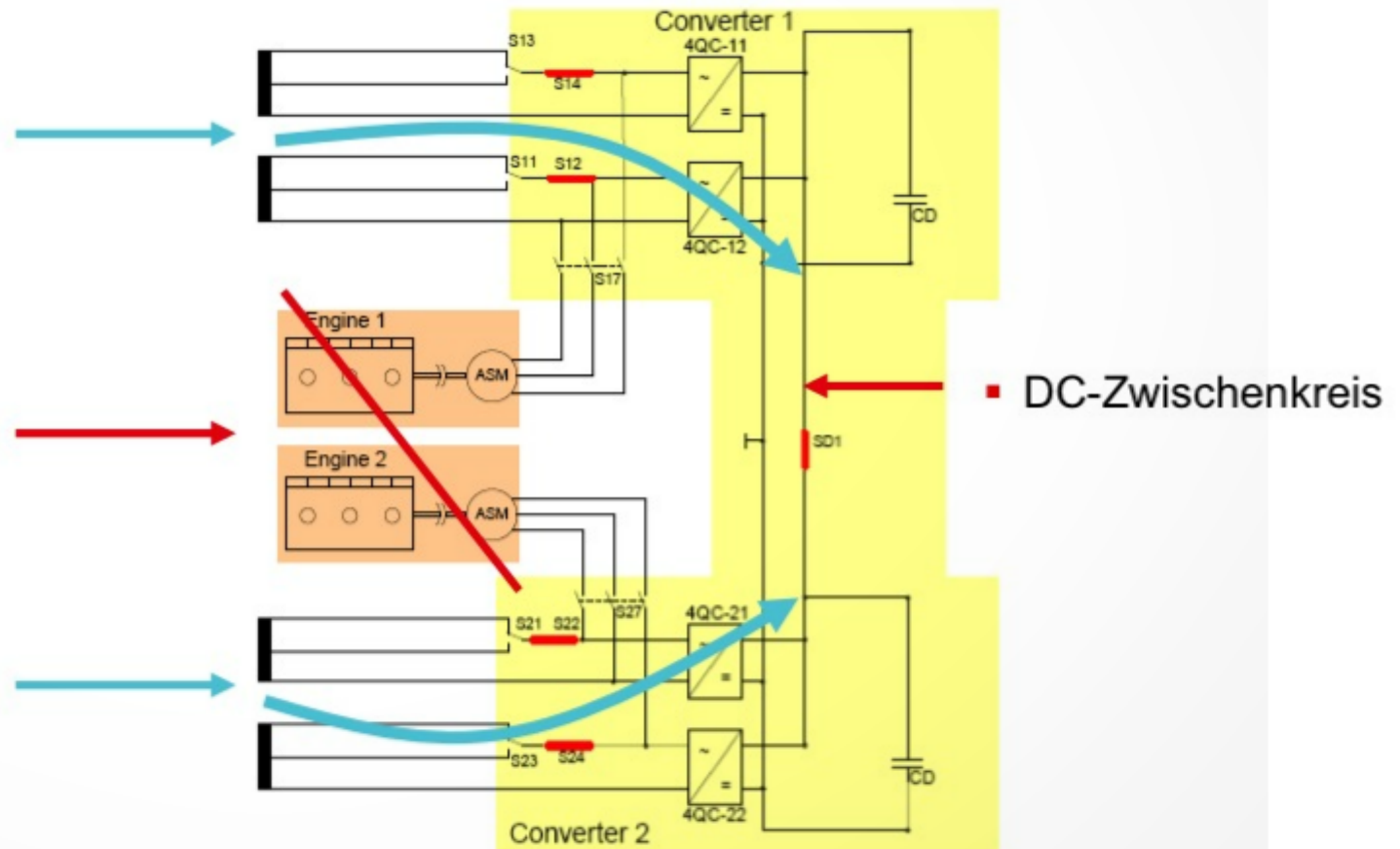
Herausforderungen – “Mode Change”

Wechsel von Elektrik- zu Dieselmode:

- Energie von Transformator

- Dieselmotoren laufen nicht

- Energie von Transformator

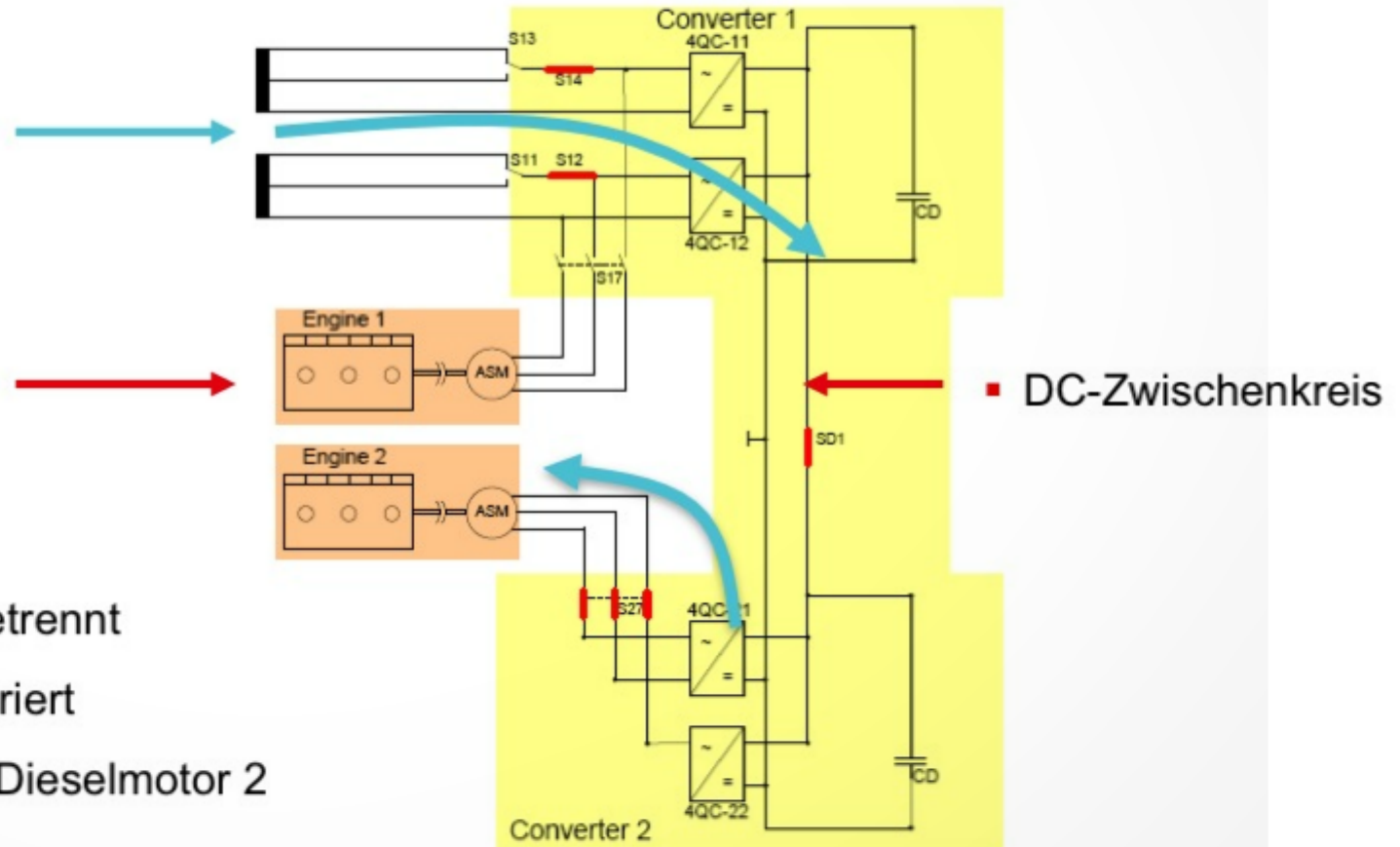


Status: Elektrik Mode im Betrieb

Herausforderungen – “Mode Change”

Wechsel von Elektrik- zu Dieselmotor:

- Energie von Transformator
- Dieselmotor 1 läuft nicht
- Trafo Speisung getrennt
- 4QS(2) re-konfiguriert
- Generator startet Dieselmotor 2

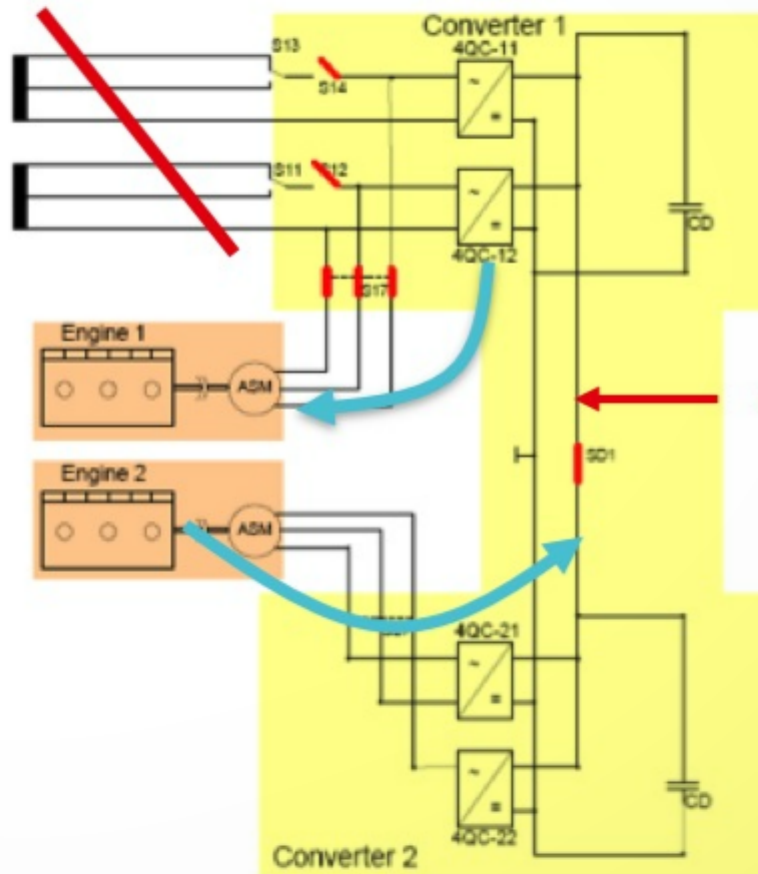


Status: Start Diesel Motor 2

Herausforderungen – “Mode Change”

Wechsel von Elektrik- zu Dieselmotor:

- Trafo wird komplett getrennt
- 4QS(2) re-konfiguriert
- Generator startet Dieselmotor 1
- Dieselmotor 2 läuft



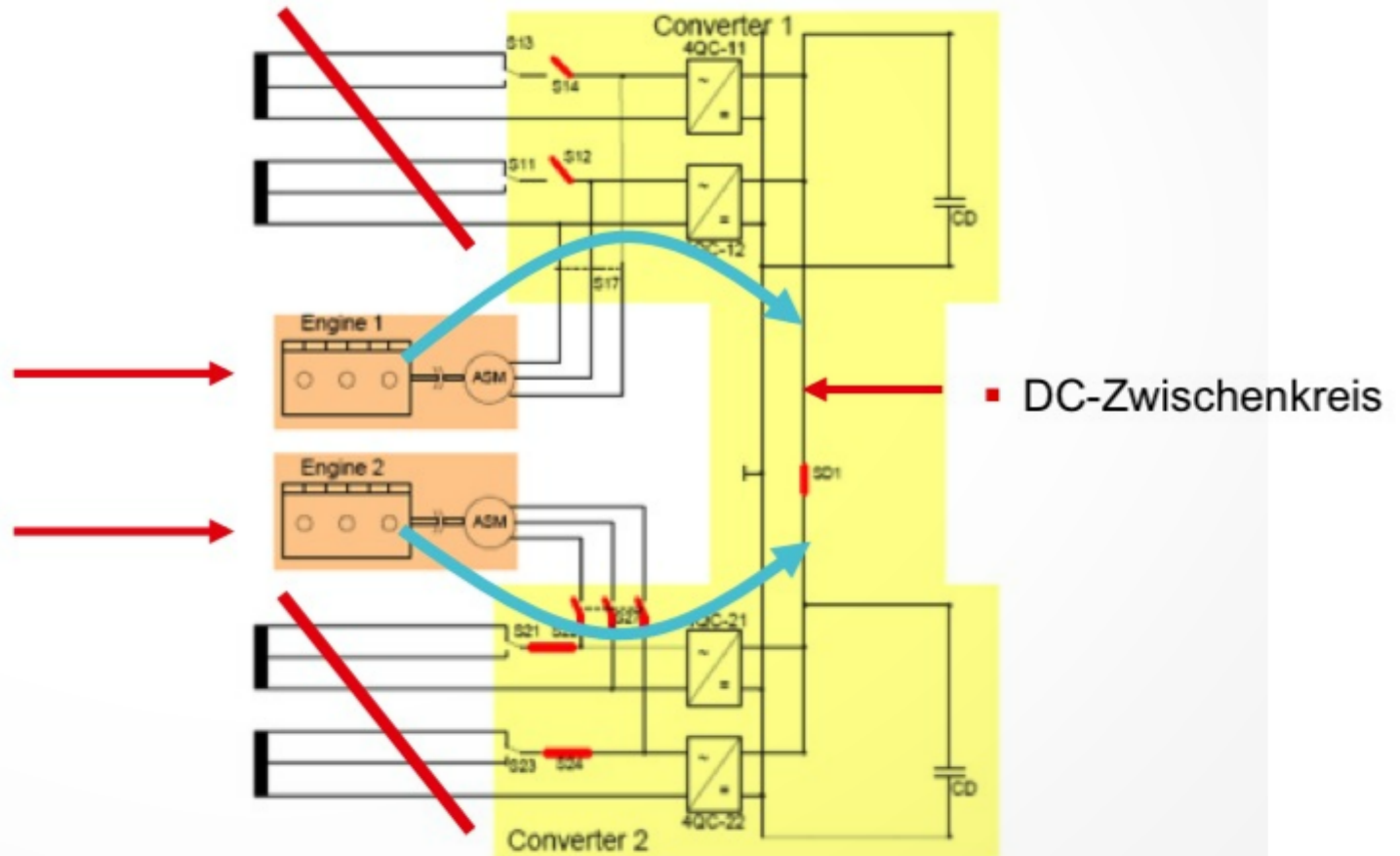
▪ DC-Zwischenkreis

Status: Start Diesel Motor 2

Herausforderungen – “Mode Change”

Wechsel von Elektrik- zu Dieselmotor:

- Dieselmotor 1 läuft
- Dieselmotor 2 läuft



Status: Beide Diesel Motoren speisen Energie in den Zwischenkreis

Die Lok entsteht

- Endmontage und Prüfung erfolgt in Kassel (Nordhessen, Deutschland)
- Zulauf der wichtigsten Komponenten aus verschiedenen Bombardier Werken in Europa
- Wo möglich Standardmaterial direkt aus USA / Kanada
- Montage der Gerüste und Hauptkomponenten ebenfalls im Werk Kassel
- Fertigung in 3 Takten, total 20 Arbeitstage
- Laufende Überwachung durch Inspektoren von NJT und AMT





Ein “Kraftpaket” erwacht

- Vorprüfung der Verkabelung und der einzelnen Systeme
- Befüllen mit Kühlmittel, Motorenöl, Hydrostatiköl etc.
- Schrittweise Inbetriebnahme aller Systeme
- Erstmaliger Start des Dieselmotors mit dem Generator
- Lasttest Dieselmotor zur Überprüfung des Kühlsystems
- Wasserdichtheitsprüfung AMT 1350 und Wiegung vor dem Ausliefern
- Begleitung aller Prüfungen durch Inspektoren von NJT und AMT



Transport nach Amerika

- Wegen Kupplung, Gewicht, Radprofil passt die ALP-45DP nicht auf das europäische Schienennetz
- Transport ohne Drehgestelle auf der Straße nach Hamburg
- Schwertransport mit 56 m Länge und 198,8 t Gesamtgewicht
- Aufsetzen auf die Drehgestelle in Hamburg
- Transport mit RoRo-Schiff nach Newark NJ (USA)
- Überfuhr am Schluss eines Güterzuges von Newark nach Montreal



Auf Herz und Nieren geprüft

- Prüfung im Testzentrum der amerikanischen Eisenbahnen in Pueblo CO während 6 Monaten
- Erste Phase: Inbetriebnahme aller Funktionen in der Fahrt
- Zweite Phase: Vertraglicher Leistungsnachweis
- Höchstgeschwindigkeit 200 km/h erreicht
- Optimierung der Dieselmotorsteuerung damit EPA Tier 3 Abgaswerte erreicht werden können





Geplanter Einsatz der Lok

USA – New Jersey Transit (NJT)

- Einsatz als Zubringer vom Staat New Jersey nach New York City (Manhattan)
- Durchgehende Züge auf Diesel- und E-Linien

Kanada – Agence Métropolitaine de Transport (AMT)

- Einsatz S-Bahnnetz von Montréal
- Neue Linien in Kombination mit dem Mount – Royal Tunnel
- Bis 2020 werden 3 Linien schrittweise elektrifiziert



ALP-45DP, Doppelte Power für Amerika



