



DTUP – London Piccadilly Line

Vorstellung der neuen Züge, der Drehgestelle und des Antriebssystems für
London Underground - Innovationen, Herausforderungen, Lösungen

Schienenfahrzeugtagung Graz 2023



DTUP – London Piccadilly Line

Vorstellung der neuen Züge, der Drehgestelle und des Antriebssystems für
London Underground - Innovationen, Herausforderungen, Lösungen

Schienenfahrzeugtagung Graz 2023



DTUP – London Piccadilly Line

Vorstellung der neuen Züge, der Drehgestelle und des Antriebssystems für
London Underground - Innovationen, Herausforderungen, Lösungen

Schienenfahrzeugtagung Graz 2023



DTUP – London Piccadilly Line

Vorstellung der neuen Züge, der Drehgestelle und des Antriebssystems für
London Underground - Innovationen, Herausforderungen, Lösungen

Schienenfahrzeugtagung Graz 2023

Piccadilly Line – Strecke, Umgebung, Schwerpunkt der Anforderungen

Betreiber: London Underground Limited

Einsatzort: Piccadilly Line / London (Nachfolge für 73TS)

(Hauptauftrag, neben den Optionen für Bakerloo/Central/Waterloo&City Line)

Anzahl der Züge: 94 x 9-Teiler

Tunnelquerschnitt: Vergleichsweise klein

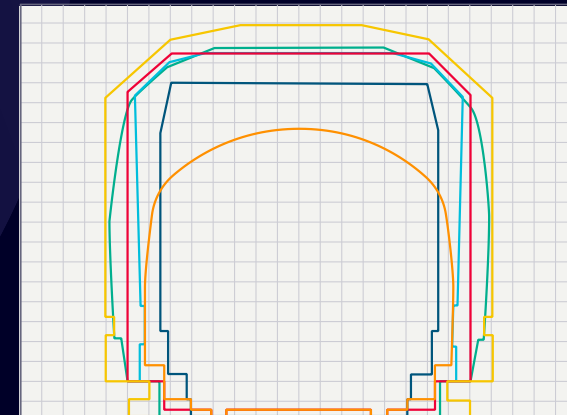
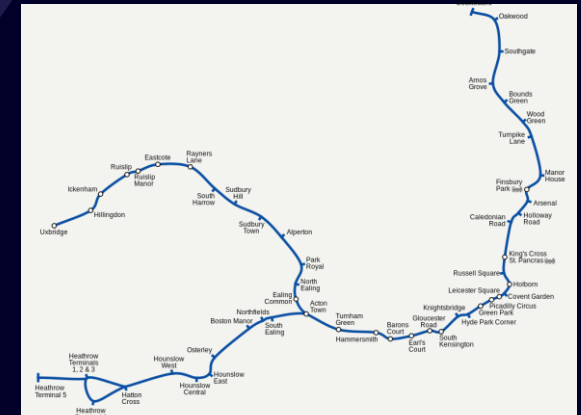
Strecke: ca. 50% Tunnel

Fahrschiene: Normalspur 1435mm

Stromschienen: 2 x von oben bestrichen (630V(DC): +420V auf -210V)

Schwerpunkt Anforderungen (LUL RS Evaluation Model):

- hohe Zuverlässigkeit, hohe Energieeffizienz und geringe Wartungskosten und Gleisschädigung
 - Energieverbrauch für Traktion und Hilfsbetriebe,
 - Journey Time – hier werden Stehplatzflächen, Sitzplätze, Türanzahl, Türbreiten, Door-Open- und Door-Close-Time inkl. schnellem Anfahren wie auch der Spalt zwischen Bahnsteig und Zug berücksichtigt
- User Centered Design (Human Factors)



Piccadilly Line – Besondere Merkmale

Solid State Power Controller

fernsteuerbar aus dem Fahrerstand

Fahrgastinformation +

Zugzielanzeigen + FIS-Displays

Übergang

breite, offene Übergänge

Antrieb + Drehgestell

Synchronmotor + kompakte Bauweise

Bordnetz

LTO-Batterie: inkl. Self-Powered Movement

HBU: mit Siliziumcarbid Modulen

Aluminiumwagenkasten

optimierte Integralbauweise

User-Centered Design

optimiert auf Passagiere und Fahrer (Target Audience)

Fahrerstandstüren

für Evakuierung (auf Zug oder Gleis) und Einstieg

Autom. Kupplung

pneumatisch gesteuerte Auslenkung zur Kupplung in Kurven

Rad-Schienen

Sandung, Laufflächenkonditionierung

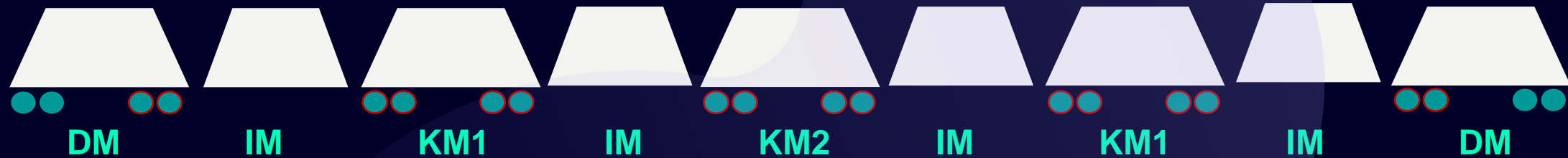
Stromschienen Enteisung

HVAC

an jedem Wagen + im Fahrerstand



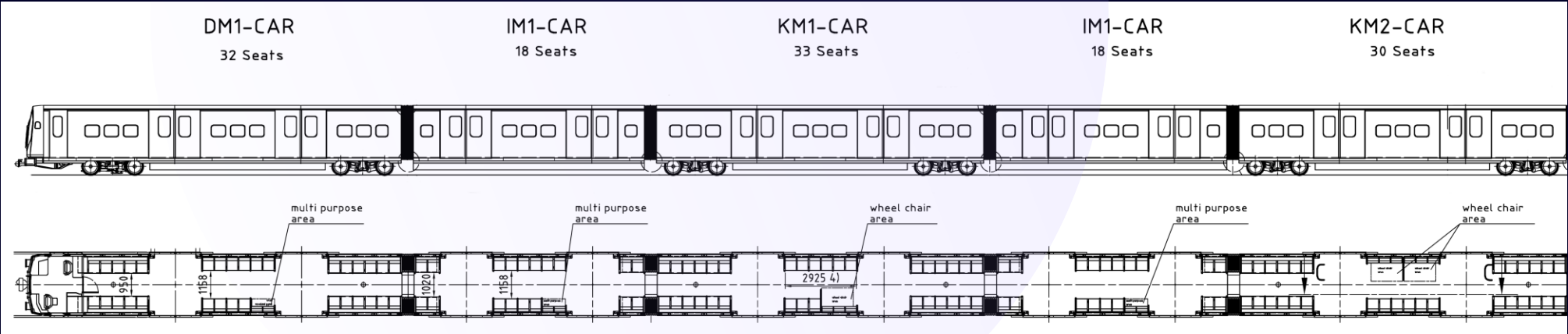
Piccadilly Line – Fahrzeugkonzept – 9-teiliger Multigelenk-Zug



KM1, KM2 Wagen
Triebdrehgestelle

IM Wagen
Anbindung über Gelenke

DM Wagen
Fahrerstand, Lauf- und Triebdrehgestell



Piccadilly Line – Fahrzeugkonzept – Anbindung Drehgestell / Wagenkasten

Tauchzapfen

1 x zentraler Tauchzapfen pro Drehgestell



Gelenk

zur Anbindung der Wagenkästen ohne Drehgestelle



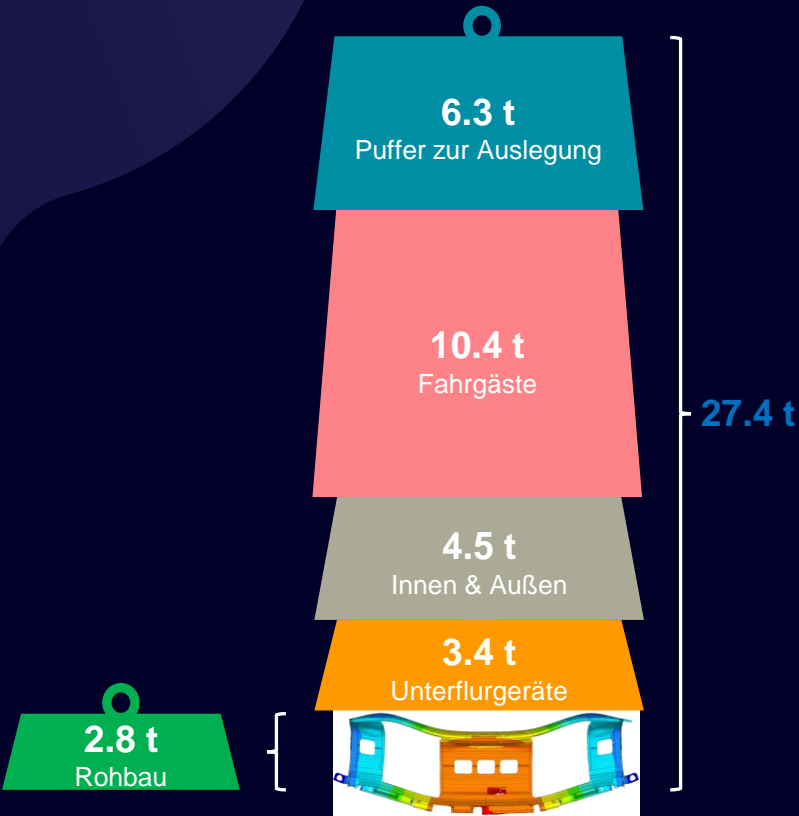
Wankstütze

Limitierung der Neigung der schwebenden Mittelteile



Wagenkasten

Gewichtsverhältnisse vs. Gewichtsoptimierung



Piccadilly Line – Fahrzeugkonzept und Hauptdaten



Radsatzfolge:	2'+Bo'+Bo'+Bo'+Bo'+Bo'+Bo'+Bo'+Bo'+2'
Fahrzeuglänge:	113.680 mm
Fahrzeughöhe/-breite:	2.844 mm / 2.648 mm
Fussbodenhöhe über SOK:	720 mm
Max. Fahrgeschwindigkeit:	100 km/h
Fahrzeug-Masse leer/crush:	158 t / 262 t
Max. Radsatzlast:	14,5 t (Trieb-Drehgestell), 9,5 t (Lauf-Drehgestell)
Anzahl der Sitzplätze/Stehplätze (für 5 Pers./m²):	232 / 810
Anzahl Fahrgast-Türen je Fahrzeug-Seite:	18
Fahrgast-Türen Breite (geöffnet):	1.690 mm
Leistung am Rad:	2.500 kW
Drehzapfenabstand:	10.268 mm
Raddurchmesser neu/abgefahren:	700/650 mm
Radsatzstand (Fahrwerk):	1.800 mm

Piccadilly Line – Design und Innenraum

Layout

- Längsbestuhlung mit Mehrzweck- und Rollstuhlbereichen bei jedem zweiten Einstieg (mit zusätzlichen Klappsitzen)
- offene und breite Übergänge zwischen den Wägen
- Raum unter Sitzen genutzt für Equipment bzw. Räder

Fahrgastraumtüre

- 2 x breite Fahrgastraumtüren pro Wagen pro Seite
- elektrisch betätigte Schiebetüre (zwei Flügel), 1.690mm lichte Weite, Antrieb oben

HVAC - Klimatisierung

- Regelung mittels Temperatur-, CO2- und Feuchtigkeitssensoren; zwei Typen gemäß Wagengröße (2,4m 20kW und 1,8m 13kW Kühl/Heizleistung)

Fahrgastinformation

- 18 x (KM/DM) bzw. 10 x (IM)
Fahrgastinformationsanzeigen integriert in seitlicher Decke



Piccadilly Line – Design Fahrerstand

Layout

- Fahrersitz links unterstützt sitzende/stehende Position optimiert auf Bedienung Fahrbremshebel und HMI/Bedienelemente sowie auf optimale Sicht
- Sitz für Fahrlehrer (rechts) optimiert auf optimale Sicht auf Strecke und Bedienhandlungen Fahrer
- Geteilte Pulte für Bedienelemente
- E-Schränke für HVAC und weitere Komponenten

Fahrerstandstüren

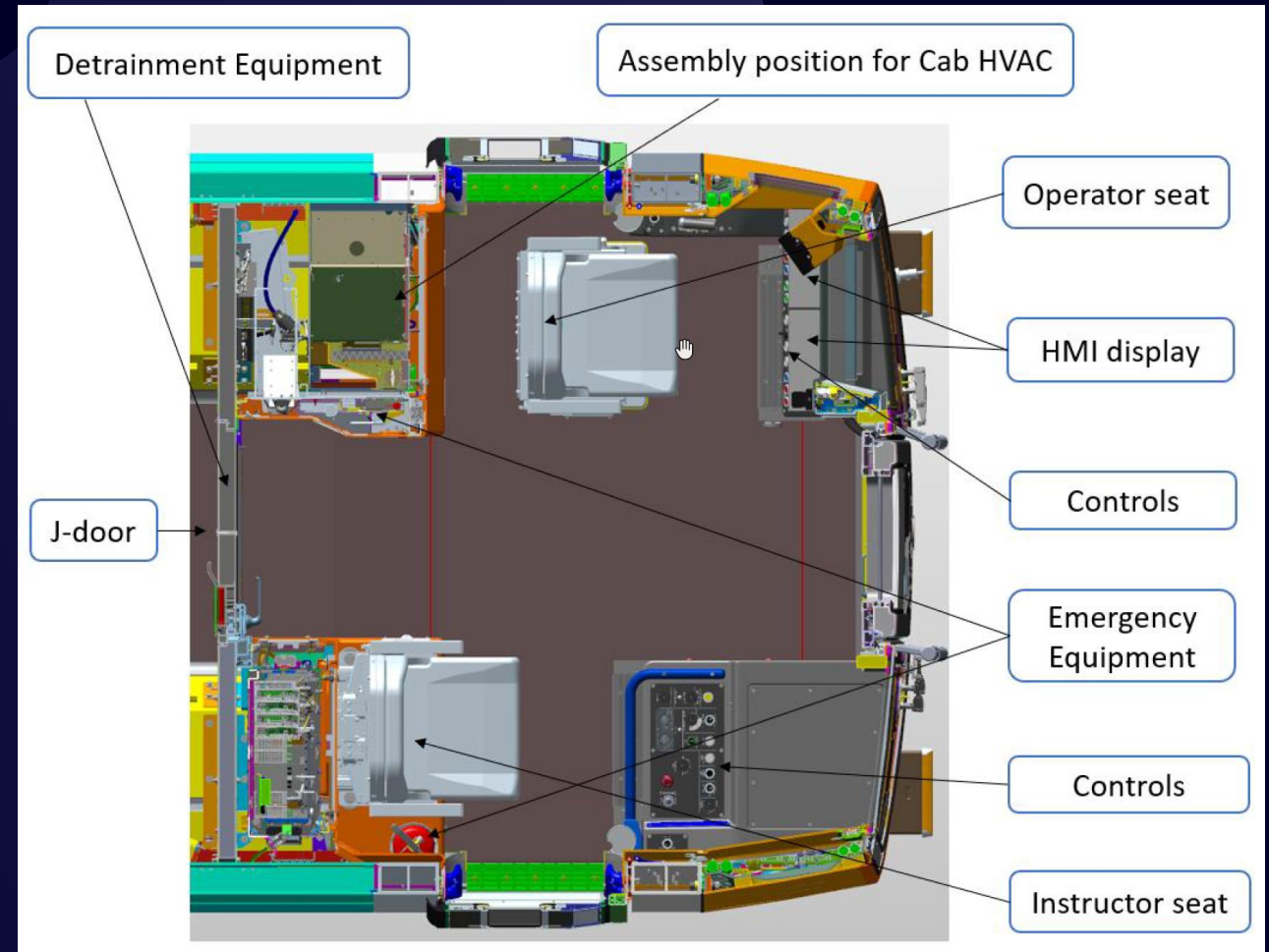
- 1 x vordere Nottüre (M-Door), 2 x Seitentüre (einflügelig) und Trennwandtüre

HVAC - Klimatisierung

- Splitgerät, 3,5/3,3kW Kühl-/Heizleistung

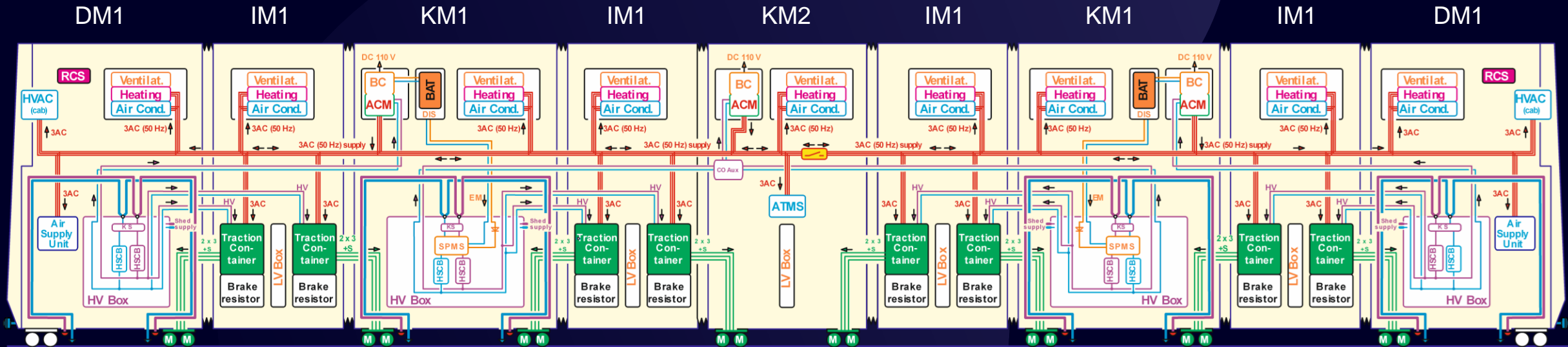
Display

- 2 x 12“ Display
 - zur Visualisierung/Bedienung der Zugfunktionalität und
 - zur Visualisierung der Bahnsteigkameras

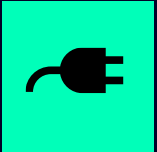


Piccadilly Line – Hauptstrom-Konzept

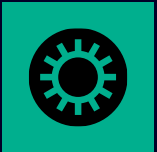
9 car train



Piccadilly Line – Hauptstrom-Konzept



Stromversorgung über 4 HV-Kreise in den Drehgestell-Wagen DM1 und KM1, von den Stromabnehmern für 3. und 4. Schiene zum DC-Schnellschalter (High-Speed Circuit Breaker HSCB), von dort zu den beiden Traktionsstromrichtern des benachbarten IM-Wagens sowie zum Hilfsbetriebeumrichter.



Jeder Traktionsstromrichter speist 2 Motoren im benachbarten Drehgestell-Wagen. Jeder HV-Kreis kann über den Messerschalter auch aus einer Fremdeinspeisung (DC 750 V) versorgt werden. Für Rangierfahrten im Depot und für Sonderanwendungen auf der Strecke kann auch eine Fahrt mittels beider Bordnetz Batterien durchgeführt werden. Das spezielle Versorgungssystem mit 3. und 4. Schiene (+420 V, -210 V) erfordert besondere Ausführungen einzelner Komponenten.

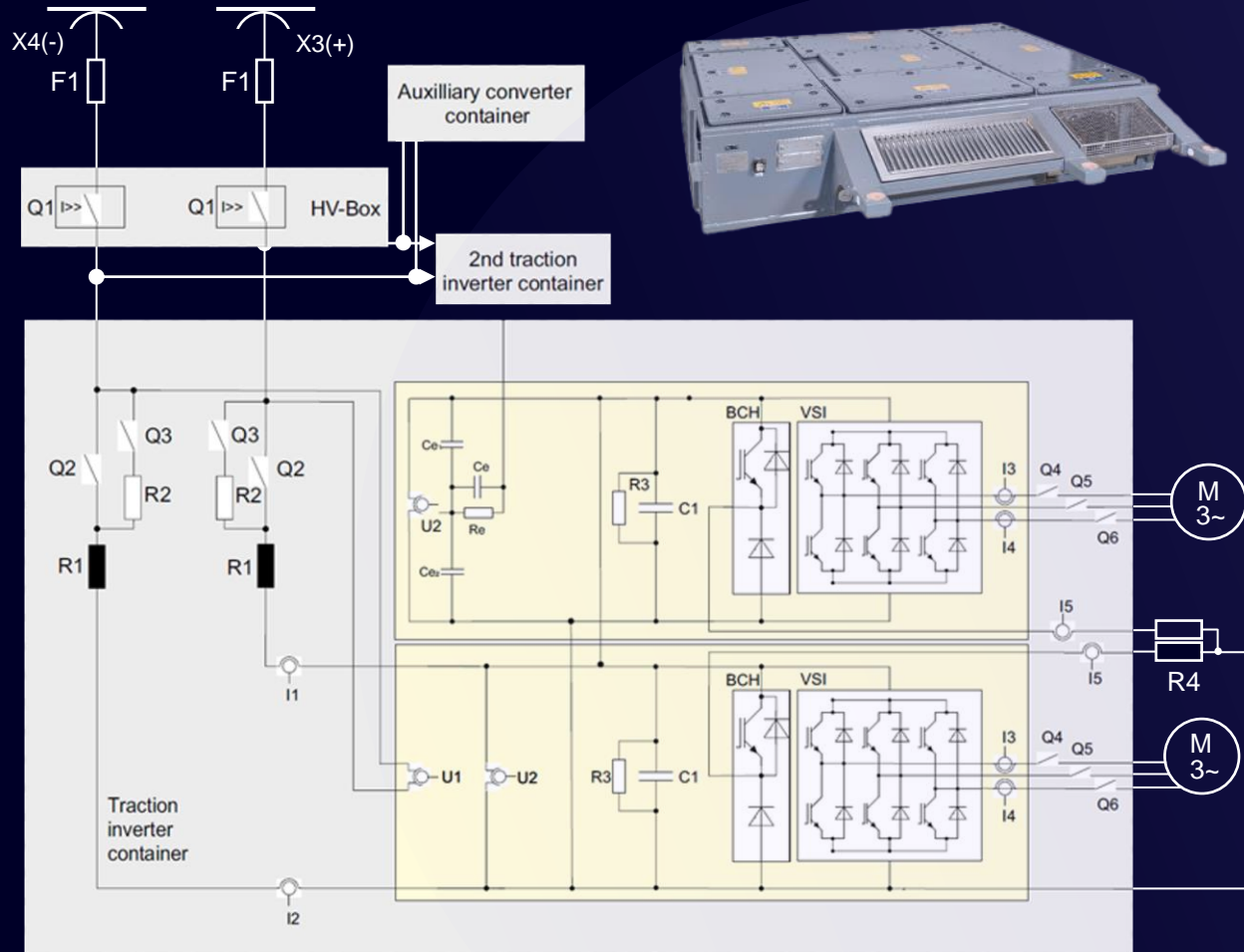


Hohe Anforderungen an die Kurzschluss-Festigkeit, die mit Hauptsicherungen und DC-Schnellschaltern sowohl für Traktion als auch für die Hilfsbetriebe sichergestellt wird.



Die Bordnetz-Versorgung erfolgt über 3 Hilfsbetriebeumrichter in den KM1- und im KM2-Wagen, die sowohl das 3AC 400 V-Bordnetz als auch die DC 110 V speisen, sowie 2 Lithiumtitanat-Batterien für 110 V in den KM1-Wagen.

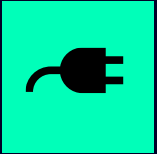
Piccadilly Line – Traktionsstromrichter



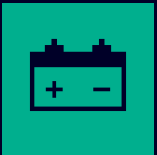
Main Circuit Components

BCH	Brake chopper
C1	DC-link capacitor
Ce1, 2	Earthing capacitor
Ce, RE	Earthing capacitor/resistor
F1	Main fuse
I1	Line current transducer
I2	Reverse line current transducer
I3, I4	Motor current transducer
I5	Brake chopper current transducer
M	Traction motor
Q1	High speed circuit breaker
Q2	Line contactor
Q3	Pre-charging contactor
Q4, 5, 6	Motor contactors
R1	Line reactor / line filter
R2	Pre-charging resistor
R3	Bleeding resistor
R4	Braking resistor
U1	Line voltage sensors
U2	dc-Link voltage sensors
VSI	Voltage source inverter
X3, X4	3rd & 4th rail power collector

Piccadilly Line – Traktionsstromrichter



Das Antriebsdesign besteht aus insgesamt 8 Traktionsstromrichtern. Jeder speist dabei ein angetriebenes Drehgestell. Der Motorisierungsgrad beträgt 80%.



Die Hauptstromkomponenten des Traktionsstromrichters sind 2 Netzdrosseln, 2 Leistungsbausteine, Netzschütze mit Vorladekreis, Zwischenkreis-Kondensator und ausgangsseitige Motorschütze.



Jeder Wechselrichter speist einen permanenterregten Synchronmotor (PSM).



Der Traktionsstromrichter ist forciert luftgekühlt. Der zentrale Hauptlüfter saugt die Kühlluft über die beiden seitlich angeordneten Leistungsbausteine an und bläst sie durch die Drosseln und den nachgelagerten Bremswiderstandscontainer nach unten ins Gleisbett aus.

Piccadilly Line – Fahrmotor-Getriebe-Einheit

Anforderungen

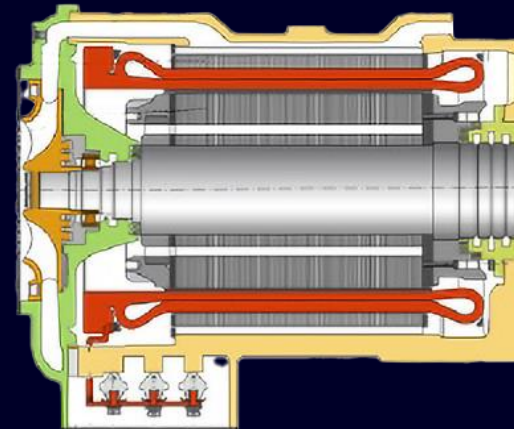
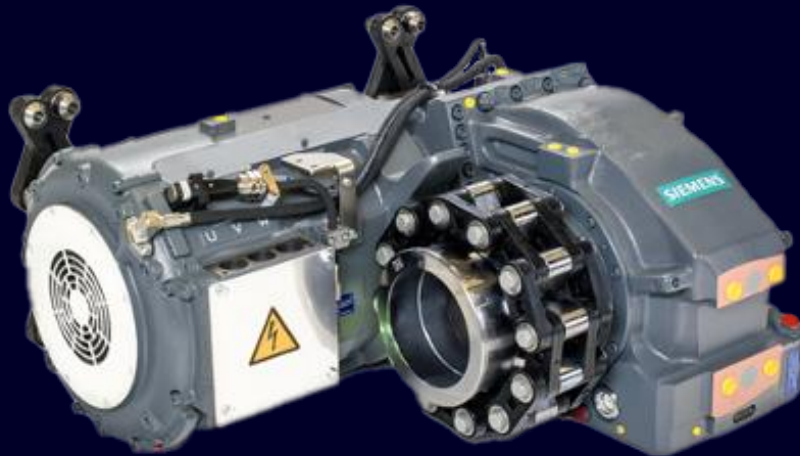
- Energieeffizient im Fahrspiel
- Kompakt und leicht
- Niedriges Geräuschniveau
- Gleisfreundlichkeit
(Integration ins Fahrwerk)
- Robust und zuverlässig
- Hohe Zulufttemperaturen
im Tunnel

Design

- Permanentterregte Synchronmaschine
- Zweistufiges Getriebe
- Elastische Aufhängung – Schwebeantrieb
- Optimierte Kühlung
 - Außen- und Innenluftkreislauf
 - Lüfter auf Rotorwelle (Eigenlüftung)
 - Geräusch- und Verlustreduziert
- Gewichtsoptimierte Sphäroguss-
konstruktion (Iterativ mit Fahrwerk)

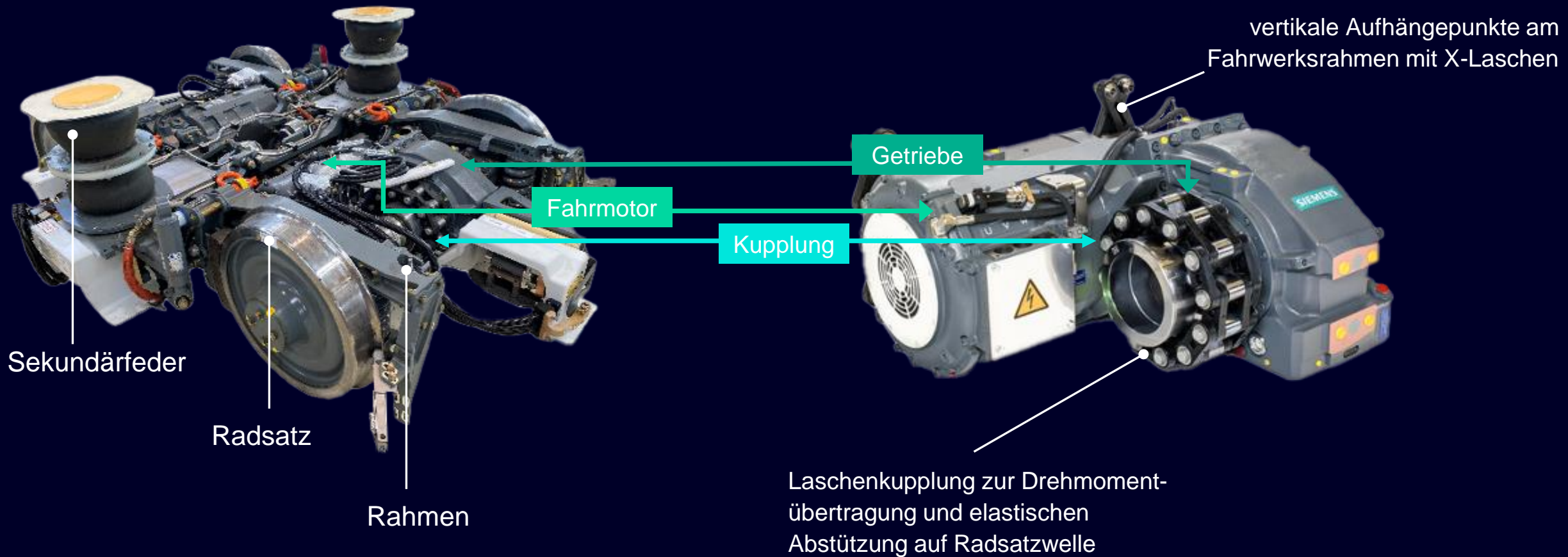
Nennndaten des Motors (Dauer)

Mechanische Leistung	156 kW
Drehzahl	2.300 1/min
Drehmoment	650 Nm
Spannung	446 V
Strom	213 A
Wirkungsgrad	97,5 %



Piccadilly Line – Fahrmotor-Getriebe-Einheit

Innengelagertes Fahrwerk mit zwei Radsätzen und Antrieben –
kompakt, leicht, gleisfreundlich



Piccadilly Line – Fahrwerk

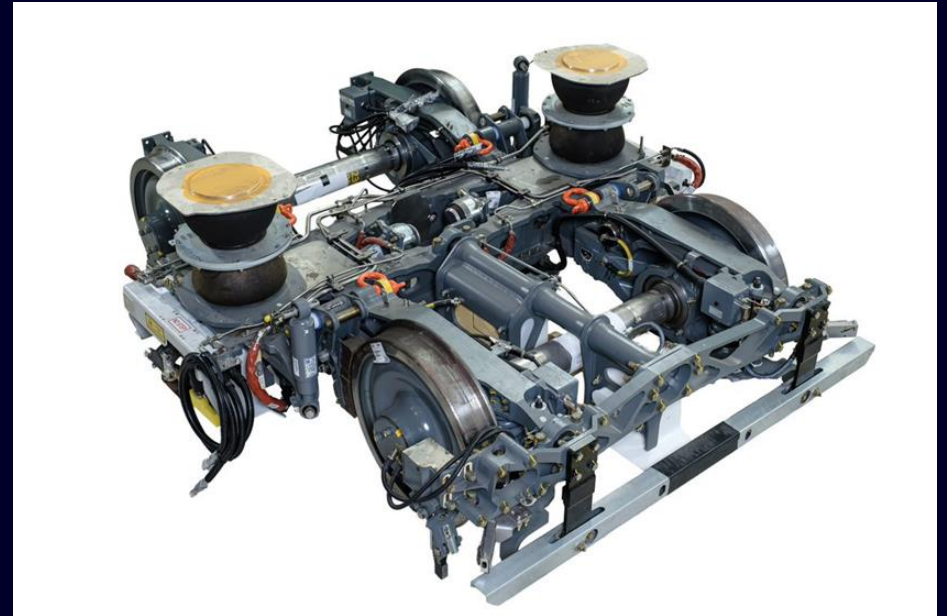
- Als Rahmen wird ein verwindungsweicher, gewichtsoptimierter Rahmen verwendet.
- Die Radsatzführung erfolgt über eine Hydrobuchse (variable Steifigkeit).
- Die mechanischen Bremsen sind mit Klotzbremsen realisiert; die Trieb-Fahrwerke sind mit einer Parkbremse ausgerüstet.
- Als Primärfeder wird eine Stahlfeder mit darunter liegender Gummischichtfeder eingesetzt, die Sekundärfeder wird als Gummi-Doppeltonnenfeder ausgeführt.
- Die Längsmithnahme und die Querfederung wird über den Tauchzapfen am Wagenkasten realisiert.
- Ein spezielles Funkenschutz- / Arc Barrier - Material wurde für den Einsatz im Unterflurbereich in der Nähe der Stromabnehmer qualifiziert.
- Zur Überwachung der Gleisqualität wird am ersten Wagen eine Rough Ride Detection eingesetzt.



Trieb-Fahrwerk

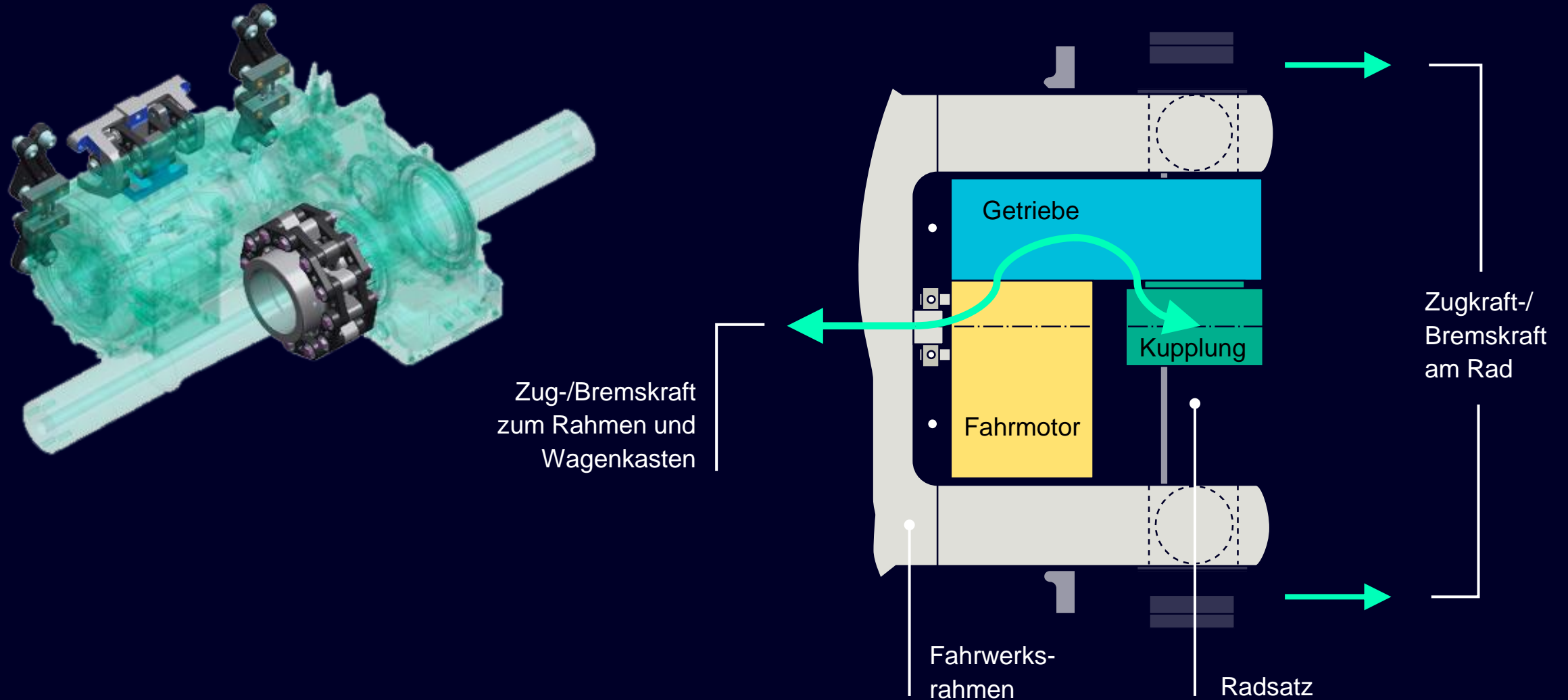
Piccadilly Line – Fahrwerk

- Lauf-Fahrwerk hat absenkbare Bürsten zur Reinigung der Stromschienen (Schnee und Eis).
- Zugsicherung: die Lauf-Fahrwerke sind mit einem Trip Cock (Fahrsperre) ausgerüstet.
- 30% der Radsätze haben Spurkranz- und Radrückenschmierung.
- Ein Drittel der Züge hat ein Friction Modifier System (Laufflächen-Konditionierung).
- Ein Drittel der Züge ist mit einer Enteisungsanlage für die Stromschienen ausgerüstet.

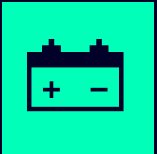


Lauf-Fahrwerk

Piccadilly Line – Fahrwerksintegration – Übertragung der Zug- und Bremskräfte



Piccadilly Line – Bordnetz-Versorgung, Antriebssystemtest und EMV



Die Hilfsbetriebeumrichter sind in SiC-Technologie (Siliziumcarbid) für hohe Energieeffizienz ausgeführt. Der erstmalige Einsatz von Lithiumtitanat-Batterien als Bordnetz-Batterien hat zu einer deutlichen und notwendigen Reduktion von Einbauraum und Gewicht geführt.



Im Zuge der Auftragsabwicklung wurde ein sehr umfangreicher Antriebssystemtest durchgeführt, bei dem das Zusammenspiel der Antriebskomponenten in Bezug auf thermische und elektrische Belastungen sowie gegenseitige Beeinflussung getestet wurde.



Die anspruchsvollen EMV- und Netzanforderungen im Zusammenhang mit den spezifischen Infrastrukturverhältnissen wie etwa der 3. und 4. Schiene-Versorgung und deren ohmsche Kopplung an das Erdpotential, machten diverse Maßnahmen bei der Komponenten- und Systemauslegung notwendig. So kommen u. a. abgestimmte EMV-Filter-Beschaltungen wie auch Erdschluss-Erfassungssysteme zum Einsatz.

Piccadilly Line – Fahrzeugsteuerung und Fahrgastinformation

Train Control System

- SIBAS PN – IPv4-basiertes Ethernet Netzwerk
- Kernfunktionalitäten: Antrieb-, Bremssteuerung, Türen, ...
- Redundante Basis zur Kommunikation am Zug, Diagnose und Monitoring, Rail-Gaps Management System

Train Operator System

- Fahrgastinformation, Videoüberwachung CCTV, Notsprechstellen, Zug-Landseitenkommunikation (OTC BB für Diagnosemeldungen, Aktualisierung der Software-Konfiguration, der Software oder den multimedialen Inhalten)

Betrieb in GOA-1

- Aktuell mechanisch abgesicherte Infrastruktur (Tripcock)
- OTC LS Lokalisierung über Balisen in Infrastruktur
- mit einem RCS nachrüstbar für zukünftiges Zugsicherungssystem.



Train Zero

Einrichtung zum Test der Komponenten eines gesamten Zuges mit Infrastruktur der Datenübertragung

Piccadilly Line – Zusammenfassung

Das neue Metrofahrzeug für die Piccadilly Line von London Underground ist

äußerst kompakt

maßgeschneidert auf die Tunnelquerschnitte des Kunden

benutzerfreundlich

mit dem Fokus auf Fahrgäste, FahrerInnen, Betrieb und Wartung

zuverlässig

erbringt hoch verlässliche Transportleistung

leistungsfähig

ermöglicht kurze Zugfolgen und damit eine Kapazitätserhöhung

sehr effizient

spart Energie und verringert den Wärmeeintrag in das Tunnelsystem

verschleissarm

reduziert Instandhaltung von Schienen und Fahrzeug



Piccadilly Line – Ausblick

Zug 1

bereits im Prüfcenter Wildenrath PCW

Start dynamische Inbetriebnahme

Q4 2023

Erster Zug in London

Mitte 2024

Fahrgastbetrieb

Anfang 2025



Piccadilly Line – Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Wir freuen uns auf eine Fahrt...

...mit Ihnen in unseren Zügen in London ab **2025**.

Disclaimer

© Siemens 2023

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.

Alle Produktbezeichnungen können Marken oder sonstige Rechte der Siemens AG, ihrer verbundenen Unternehmen oder dritter Gesellschaften sein, deren Benutzung durch Dritte für ihre eigenen Zwecke die Rechte der jeweiligen Inhaber verletzen kann.

Kontakt

Herausgeber: Siemens Mobility GmbH

Roland Lang

Technical Manager

SMO RS ME EN TMV PR

Leberstrasse 34

1110 Wien

Österreich

E-Mail roland.lang@siemens.com