

Elektrische Ausrüstung der
Zweissystem-Stadtbahn Fahrzeuge
der Stadtbahn Saar



Electrical Equipment for
2-System Light Rail Vehicle
of the Stadtbahn Saar (Transit Authority)

Druckschrift-Nr.
Leaflet No.

00 SA 6 DE



Auf dem neuen Stadtbahnnetz der Stadtbahn Saar GmbH (SBS) Saarbrücken, welches mittlerweile über eine Streckenlänge von 46 km verfügt, verkehren seit September 1997 die ersten 15 Zweisystem-Stadtbahn-Fahrzeuge mit 48 % Niederfluranteil. Zu diesem Fahrzeugbestand von 15 Fahrzeugen, die mittlerweile eine Laufleistung von fast 3 Mio. km aufweisen können, werden bis September 2000 weitere 13 Fahrzeuge hinzukommen.

Diese Aufstockung des Fahrzeugbestandes wird benötigt, um die geplante Streckenerweiterung bedienen zu können.

Im Innenstadtbereich verkehren sie auf vollständig neu errichteten Strecken mit einer Fahrdrachtspannung von DC 750 V. Für den Regionalverkehr wechseln sie auf vorhandene Eisenbahnstrecken der Deutschen Bahn AG (DB AG) über, die entsprechend ausgebaut wurden. Die Fahrdrachtspannung beträgt hier AC 15 kV/16 2/3 Hz. Zwischen den Fahrleitungsnetzen der DB AG und der Stadtbahn befinden sich geerdete Trennstrecken. Verläßt das Fahrzeug das jeweilige Netz, erfolgt eine automatische Umschaltung auf den anderen Netzbetrieb. Für den Betrieb im DB-AG-Netz werden der 750-V-Ausrüstung ein Transformator und zwei Vierquadrantensteller in IGBT-Technik vorgeschaltet. Sowohl bei der 15-kV-Ausrüstung als auch bei der Antriebstechnik werden elektronische Systeme eingesetzt, die hinsichtlich Gewicht, Energieverbrauch und Wartungsaufwand zukunftsweisend sind. Energierückspeisung ins Netz ist sowohl im 750-V-, als auch im 15-kV-Betrieb möglich.

Die topographischen Verhältnisse im Saarland machen den Einsatz eines allradgetriebenen Fahrzeuges notwendig.

Für den 750-V-Betrieb hat KIEPE unter konsequenter Ausnutzung neuester Komponenten der Leistungs- und Steuerelektronik einen Traktions-Wechselrichter entwickelt, der auf dem Gebiet der Drehstromantriebe Maßstäbe setzt. Der direkt an der 750-V-Netzspannung betriebene GTO-Puls-Wechselrichter mit mikroprozessorgesteuertem Fahr-Bremsregler in Verbindung mit den robusten und wartungsfreien Drehstrom-Asynchronmotoren repräsentieren den derzeitigen Stand der Technik. Bei der Auslegung des Antriebs wurde größter Wert auf Wirtschaftlichkeit und beste Energienutzung gelegt. Zum Beispiel wird die Heizleistung bis zu Temperaturen um den Gefrierpunkt komplett aus der Bremsenergie aufgebracht.

Für die Bordnetz-Stromversorgung kommt ein neu entwickelter statischer Bordnetzrichter in Modulbauweise und IGBT-Technik zum Einsatz, der ebenso wie die anderen elektronischen KIEPE-Produkte mit dem Diagnosesystem ausgerüstet ist.

Steuerleitungen können weitgehend entfallen, da die Geräte mittels des von KIEPE entwickelten seriellen Datenbussystems BISS angesteuert werden, welches mit einer zweiadrigen Busleitung auskommt.

Da die Fahrzeuge auf zwei verschiedenen Bahnsystemen verkehren, sind sie mit 2 autonomen Funksystemen ausgerüstet, verfügen über INDUSI-Einrichtungen (Induktive Zugsicherung) für das Netz der DB AG und über IBIS- (integriertes Bord-Informationssystem) und ZUB-Systeme (Zugbeeinflussung) für das Stadtbahnnetz Saarbrücken.

KIEPE projiziert und liefert die gesamte elektrische Ausrüstung, wie:

- Drehstrom-Traktionsmotoren
- Direkt-Pulsrichter DPU
- Statischer Bordnetz-Umrichter BNU
- Elektronischer Fahr- und Bremsregler EFB
- Zentrales Leitgerät ZLG
- 15-kV-Ausrüstung
- Bord-Informations- und Steuersystem BISS
- Diagnose-System
- Steuerschalter SGW
- Heizungs-/Klimaanlage
- IBIS-/ELA-/Funk-/Notsprechstellensystem
- Indusi-Anlage
- ZUB-Anlage
- Komponenten und Geräte, wie Widerstände, Schütze, Beleuchtung etc.

The Stadtbahn Saar GmbH (SBS) Saarbrücken operates a new light rail network with a route length of 46 km. The first 15 dual system 48% low-floor light rail vehicles are in service as from September 1997. The total mileage of this reliable fleet exceeds 3 Million km by now. Due to the extension of the network, this fleet is enlarged by another 13 vehicles until September 2000.

These vehicles run on completely new routes in the centre of the city and on a DC 750 V line. Outside of the city, in suburban or regional traffic the vehicles change to existing railway lines of the DB AG (Deutsche Bahn AG - i.E. German Railway) which have been adapted according to requirements, with a line voltage of AC 15 kV/16 2/3 Hz. Between the electric traction networks of the DB AG and those of SBS are earthed phase breaks. When the vehicle leaves one network an automatic changing over to the other network system takes place. For the operation in the network of the DB AG a transformer and two four-quadrant controllers in IGBT technology reduce and rectify the voltage for the DC 750 V equipment. The 15 kV equipment and propulsion electronic Systems installed are trendsetting regarding weight energy consumption and maintenance. Recuperation for both systems, 750 V and 15 kV operation, is possible.

The topographic conditions in the Saarland require the application of an allwheel driven vehicle.

For the 750 V operation KIEPE has developed a traction inverter which sets the standard for three-phase AC traction systems by consequent use of all advantages of modern components for power and control electronic. The GTO pulse inverter fed directly from line voltage and controlled by the microprocessor drive/brake control unit in combination with a robust and maintenance-free three phase asynchronous motor represents the latest state of the technical art. When designing the traction equipment greatest importance was attached to economical operation and energy consumption. Down to temperatures at the freezing point, the energy for heating is, for example, completely generated by braking operations.

For the on-board power supply a newly developed Static Converter in modular System equipped with IGBT-technology is used which is provided with a diagnostic system, like the other electronic KIEPE products.

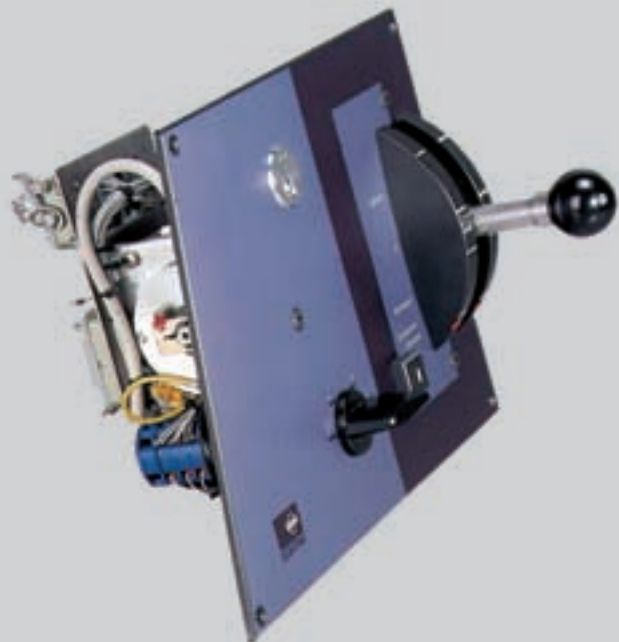
Most of the control wiring is superfluous, as the electrical devices are controlled via the serial data bus system BISS developed by KIEPE, which only needs a double pole ring circuit.

As the vehicles run on two different systems they are equipped with two independent radio systems, INDUSI Equipment (automatic train stop) for the network of the DB AG and ZUB Systems (automatic warning systems) for the network of SBS.

KIEPE is responsible for the engineering and supply of the electrical equipment, e.g.:

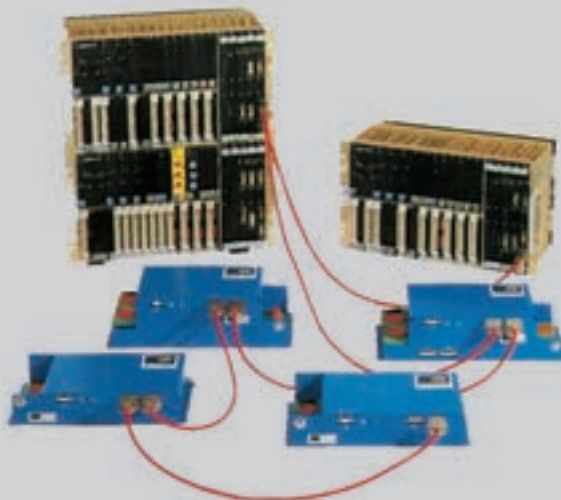
- direct pulse inverter DPU
- auxiliary static converter BNU
- traction motors and gear-box units
- electronic traction and braking controller EFB
- main control unit ZLG
- 15 kV equipment
- on-board information and control system BISS
- diagnostic system
- master controller SGW
- heating, ventilation and air conditioning system
- passenger information system
- ATP (automatic train protection)
- train control system
- other components and devices, such as braking resistors, contactors, lighting etc.

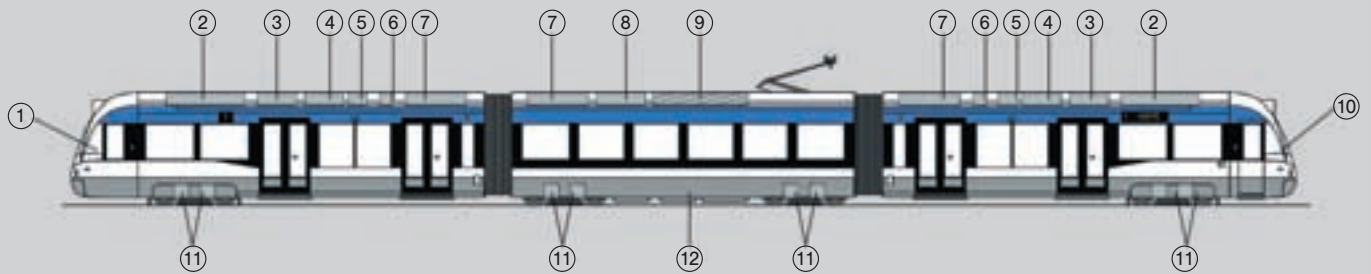
Steuerschalter (Sollwertgeber)
Master controller (Brake/Drive Transducer)



KIEPE-Steuer- und Informationssystem mit Elektronischen Fahr-Bremsreglern EFB, Zentralem Leitgerät ZLG und Biss-Modulen

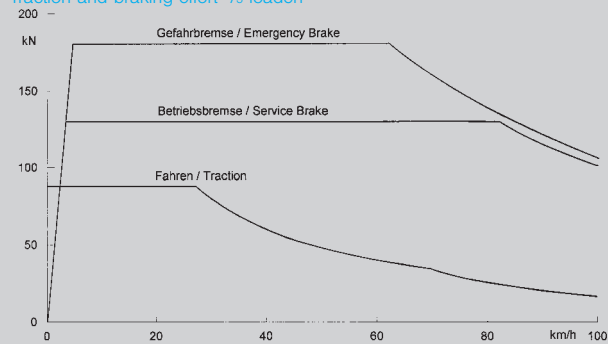
KIEPE on-board information and control system BISS with electronic drive/brake control, train control unit ZLG and BISS-moduln



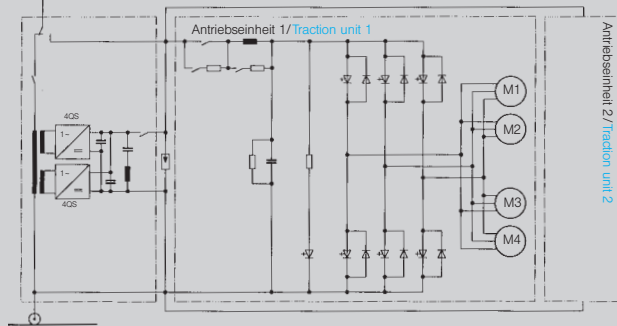


- | | | | |
|------------------------|------------------------------|-----------------------|--|
| 1 Fahrerstand 2 | 4 Dachheizungs-Lüftungsgerät | 7 Klemmenkasten | 10 Fahrerstand 1 |
| 2 Direkt-Pulsumrichter | 5 Bremswiderstände | 8 Klimagerät | 11 Traktionsmotoren |
| 3 Bordnetzumrichter | 6 Batterie | 9 15-kV-Dachaufbauten | 12 15-kV-Unterflur-Container mit Trafo und Stromrichtern |
-
- | | | | |
|-------------------------|------------------------------------|----------------------------|---|
| 1 Driver's Cab 2 | 4 Roof-mounted Heating/Ventilation | 7 Terminal Boxes | 10 Driver's Cab 1 |
| 2 Direkt Pulse Inverter | 5 Braking Resistors | 8 Air Conditioning Unit | 11 Traction Motors |
| 3 Static Converter | 6 Batteries | 9 Roof Container for 15 kV | 12 15 kV Underfloor Container with Transformer and Power Converters |

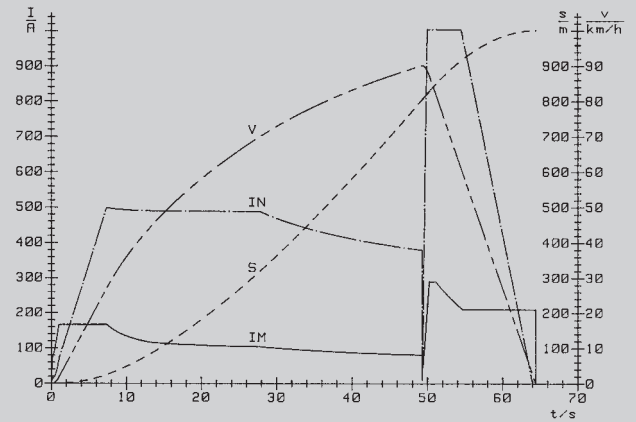
Zug- und Bremskraftverlauf bei 2/3-Besetzung
Traction and braking effort 2/3 loaden



Hauptstromlaufplan
General circuit diagram
DC 750 V, AC 15 kV/16 2/3 Hz



Fahrschaubild für besetztes Fahrzeug
Running curves of loaden vehicle



- | | |
|-------------------|------------------|
| IM Motorstrom | IM motor current |
| IN Netzstrom | IN line current |
| s Weg | s distance |
| t Zeit | t time |
| v Geschwindigkeit | v speed |



Direkt-Pulsumrichter DPU
Direct pulse inverter DPU

Technische Daten

Bauart	8-achsiger dreiteiliger Zweissystem-Stadtbahn-Zweirichtungs-Gelenktriebwagen mit 48 % Niederfluranteil Stadtbahn Saarbrücken
Typ	1435 mm
Spurweite	100 km/h
Höchstgeschwindigkeit	1,10 ms ⁻²
Beschleunigung (beladen)	1,60 ms ⁻²
Bremsverzögerung (beladen)	2,75 ms ⁻²
Gefahrbremung (beladen)	DC 750 V (+20 %, -30 %)
Netzspannung	AC 15 kV/16 2/3 Hz (+20%, -30%) Bo'+Bo'Bo'+Bo'
Radsatzfolge (nach DIN 300 52)	37.870 mm
Fahrzeuglänge über Kupplung	37.070 mm
Wagenkastenlänge über Blech	2.650 mm
Wagenkastenbreite über Blech	3.360 mm
Wagenkastenhöhe über SO	11.130 mm zwischen 1. und 2. sowie 3. und 4. Drehgestell
Fahrwerk-Mittenabstand	7.360 mm zwischen 2. und 3. Drehgestell 1.800 mm
Drehgestell-Achsabstand	400 mm
Einstieghöhe über SO	ca. 55 t
Fahrzeugmasse (nach DIN 25 008)	108 (+2 Rollstuhl/Kinderwagenpl.) +2
Sitzplätze	132
Stehplätze (4 Personen/m²)	660/580 mm
Raddurchmesser neu/abgenutzt	geeignet für DB AG- und innerstädtisches SBS-Netz
Radprofil	6,34 : 1
Getriebeübersetzung	
Fahrmotoren-Umrichter	2 GTO-Direkt-Pulsumrichter DPU 241
Eingangsspannung	DC 750 V (+20 %, -30 %)
Ausgangsleistung	480 kW/560 kVA 100 % ED
Ausführung	direkt am 750-V-Netz betriebener Pulswechselrichter
Merkmale	- GTO-Technik, Ansteuerung der Treiberstufen über Lichtleiter - ruckfreies Anfahr- und Bremsverhalten - Wirkung der generatorischen Bremse bis nahe Still- stand des Fahrzeuges mit Energierückspeisung - kombinierte Nutz- und Widerstandsbremse - kontaktfreie Fahr-/Brems-/Richtungsumschaltung
Steuergerät	2 Elektronische Fahr-Bremsregler EFB 241
Aufbau	2-zeiliger 19"-Einschub
Kühlung	natürliche Konvektion
Versorgungsspannung	DC 24 V (+25 %, -30 %)
Ausführung	Betriebsablaufsteuerung über Mikroprozessor (16 bit): - Schleuder-/Gleitschutz - Rückrollsicherung - Netzstrombegrenzung - kontinuierliche Überwachung der Netzaufnahmefähigkeit bei NetZRückspeisung - Ereignis-/Fehlerspeicher - Betriebsdatenerfassung/ Diagnose/Fehleranalyse mittels PC - BISS-Schnittstelle
Fahrmotoren	8 querliegende, gekapselte Drehstrom-Asynchronmotoren
Typ	4 LXA 1442 A
Leistung	120 kW
Nennspannung	640 V
Nennstrom	140 A
Nennfrequenz	78 Hz
Nenn Drehzahl	2.314 min ⁻¹
max. Drehzahl	5.180 min ⁻¹
Masse	355 kg
15-kV-Ausrüstung	Ölgekühlter Transformator 660 kVA und zwei wasser- gekühlte IGBT-Vierquadrantensteller als Netzstromrichter
Ausführung	- Unterflur-Container unter C-Mittelwagenteil - Vakuum-Hauptschalter, redundant ausgelegte Systemerkennung und Systemumschalter auf dem Dach montiert
Masse	5.400 kg
Wagenbus	KIEPE Bord-Informations- und Steuersystem BISS, basierend auf CAN für den Datenaustausch zwischen den Fahrzeug-Subsystem-Steuergeräten; integrierte Diagnose und Störungsmeldung
Zugbus	KIEPE Bord-Informations- und Steuersystem BISS basierend auf CAN Datenaustausch zwischen den einzelnen Fahrzeugen im Zugverband (max. 4 Fahrzeuge möglich)
Bordnetz	2 statische Bordnetzumrichter in Modulbauweise mit IGBT-Technik
Ausgang	3 AC 400/230 V, 50 Hz, 20 kVA DC 24 V, 150 A Gesamtstrom davon max. 50 A für Batterieladung
Batterie	DC 24 V, 260 Ah

Technical Data

Type of vehicle	8-axle articulated two-system light rail 48% low-floor two-direction motor car
Typ	Stadtbahn Saarbrücken
Rail gauge	1435 mm
Maximum speed	100 km/h
Acceleration (fully loaded)	1,10 ms ⁻²
Deceleration (fully loaded)	1,60 ms ⁻²
Emergency braking (fully loaded)	2,75 ms ⁻²
Voltage	DC 750 V (+20 %, -30 %) AC 15 kV/16 2/3 Hz (+20 %, -30 %) Bo'+Bo'Bo'+Bo'
Wheel set (according to DIN 300 52)	37.870 mm
Vehicle length over coupling	37.070 mm
Car body length	2.650 mm
Car body width	3.360 mm
Car body height over rail surface	11.130 mm between 1st and 2nd as well as 3rd and 4th bogie
Bogie center distance	7.360 mm between 2nd and 3rd bogie 1.800 mm
Bogie wheel distance	400 mm
Height of entrance over rail surface	approx. 55 t
Weight (according to DIN 25 008)	108 (+ 2 seats for invalid chairs/prams) + 2
Seating	132
Standing (4 persons/m²)	660/580 mm
Wheel diameter new/worn	suitable for network of DB AG and SBS
Wheel profile	6.34 : 1
Gear ratio	
Traction inverters	2 GTO direct pulse inverters DPU 241
Input voltage	DC 750 V (+20 %, -30 %)
Output	480 kW/560 kVA continuous performance
Type	pulse inverter directly fed from voltage line
Characteristics	- GTO-technology, triggering of the gate drive units via fibre optics - no jerks when accelerating and braking - regeneration in braking down nearly to standstill with feedback of energy - combined regenerative and reostatic brake - changeovers motoring/braking and forward/reverse without contacts
Control unit	2 electronic drive/brake control units EFB 241
Construction	2 storey 19" rack
Cooling	natural convection
Supply	DC 24 V (+25 %, -30 %)
Type	Control by microprocessor (16 bit) of: - wheel slip/slide protection - hill holder - line current limitation - recuperation with continuous supervision of line receptivity - data/fault memory - recording of service data/diagnosis/faults with a personal computer (PC) - BISS compatible
Traction motors	8 transverse, encapsulated, three-phase asynchronous motors
Typ	4 LXA 1442 A
Power	120 kW
Rated voltage	640 V
Rated current	140 A
Rated frequency	78 Hz
Rated speed	2.314 min ⁻¹
Maximum speed	5.180 min ⁻¹
Weight	355 kg
15-kV-equipment	oil-cooled transformer 660 kVA and two water-cooled four-quadrant controllers in IGBT-technology as line current converter
Design	- underfloor container under C-center trailer - vacuum main switch, system recognition and switching-over with redundancy system, mounted on the roof
Weight	5,400 kg
Vehicle bus	KIEPE on-board information and control system BISS for data transfer between vehicle subsystem control systems with central recording of diagnosis and error messages
Train bus	KIEPE on-board information and control system BISS for data transfer between single vehicles in formation up to max 4 vehicles possible
Auxiliary power supply	2 static converters built in modular system with IGBT-technology
Output	3 AC 400/230 V, 50 Hz, 20 kVA DC 24 V, 150 A total current of which 50 A are for battery charging
Battery	DC 24 V, 260 Ah

Änderungen vorbehalten.

Subject to change without notice.



KIEPE ELEKTRIK

KIEPE ELEKTRIK GmbH & Co. KG
D-40555 Düsseldorf (Germany) · Postfach 13 05 40
Telefon +49 (0) 211 7497-0 · Telefax +49 (0) 211 7497-300
info@KIEPE-ELEKTRIK.com · www.KIEPE-ELEKTRIK.com