

Elektrische Ausrüstung für die
Rehabilitierung der historischen Straßenbahnen
für CARRIS Lisboa



Electrical Equipment for
Rehabilitation of Historical Tramway
of CARRIS Lisboa

Druckschrift-Nr.
Leaflet No.

01 LR 3 DE



Nockenfahrtschalter
Camshaft Controller

Lisboa (Lissabon) zählt sicherlich zu den interessantesten und faszinierendsten Städten Europas. Eine besondere Attraktion ist die Straßenbahn, die mit einem Streckennetz von ca. 94 km von den Verkehrsbetrieben Companhia Carris de Ferro de Lisboa SARL (CARRIS) betrieben wird. Hier verkehren die vielleicht ältesten Straßenbahn-Fahrzeuge der Welt auf einem Gleisnetz, das in mancherlei Hinsicht außergewöhnlich ist: eine Spurweite von nur 900 mm, Kurvenradien von unter 10 m, Steigungen von bis zu 14,5 %, Gleisverschlingungen, durch mehrere Wachposten gesicherte eingleisige Abschnitte und Verkehr durch Straßenprofile in der historischen Altstadt Alfama von nur 4 m Breite, die kein Omnibus befahren kann.

Die steilen und engen Straßen in der Alfama können nur von zweiachsigen Fahrzeugen befahren werden. Mittlerweile beträgt das Durchschnittsalter dieser Fahrzeuge ein halbes Jahrhundert. Bei der nun anstehenden Modernisierung wurde eine Neukonstruktion ausgeschlossen, da es für solche Zweiachserkonstruktionen kein zeitgemäßes Vorbild mehr gibt; die letzten Konstruktionen gingen vor 40 Jahren in Serie. Bei einer Neukonstruktion wäre es dabei wohl kaum möglich gewesen, das charakteristische Erscheinungsbild der bisherigen Fahrzeuge zu wahren.

Das Ziel einer Modernisierung des Fahrzeugparks war es somit, die historischen Fahrzeuge unter Wahrung des Erscheinungsbildes mit einer neuen elektrischen und mechanischen Ausrüstung zu versehen, die einerseits den heutigen Bedürfnissen hinsichtlich Fahrgastkomfort, Sicherheit und Zuverlässigkeit und andererseits den wirtschaftlichen Erfordernissen genügt.

Die attraktive Komplettlösung, angeboten von dem Konsortium FERROSTAAL Essen (Federführung), KIEPE Düsseldorf (elektrischer Teil) und AEG Schienenfahrzeuge Nürnberg (mechanischer Teil) konnte letztendlich überzeugen, da das vorgelegte Konzept den oben aufgezeigten Zielkonflikt überzeugend lösen konnte.

Diese Komplettlösung sieht vor:

- neue Fahrgestelle mit Antriebs- und Bremsausrüstung
- neue elektrische Steuerelemente
- Einbauplanung unter Beibehaltung des historischen Wagenkastens
- technische Assistenz und Schulung des Personals von CARRIS.

Lisboa (Lisbon) is certainly one of the most interesting and fascinating cities in Europe. A special attraction is its tramway operated on a route of approx. 94 km by the transit authority Companhia Carris de Ferro de Lisboa SARL (CARRIS). Probably the oldest tram vehicles in the world run on a track system which is extraordinary in many respects: a rail gauge of only 900 mm, curve radii of less than 10 m, ascents of up to 14.5 %, track twists and turns, single-track sections protected by several guardsmen and passage through street profiles only 4 m wide in the Alfama, the historical old part of the city, where buses cannot circulate.

Only two axle vehicles can run in the steep and narrow streets of the Alfama. Today, the average age of these vehicles is half a century. For the intended modernization a new vehicle was excluded since no up-to-date two-axle design exists, the last series of such vehicles was manufactured 40 years ago. With a new construction it would hardly have been possible to preserve the characteristic aspect of the former vehicles.

The subject of the modernization of the vehicle fleet was therefore to provide the historical vehicles with new electrical and mechanical equipment to satisfy today's requirements with regard to passenger comfort, safety and reliability on the one hand and economical necessities on the other, while preserving the historical image.

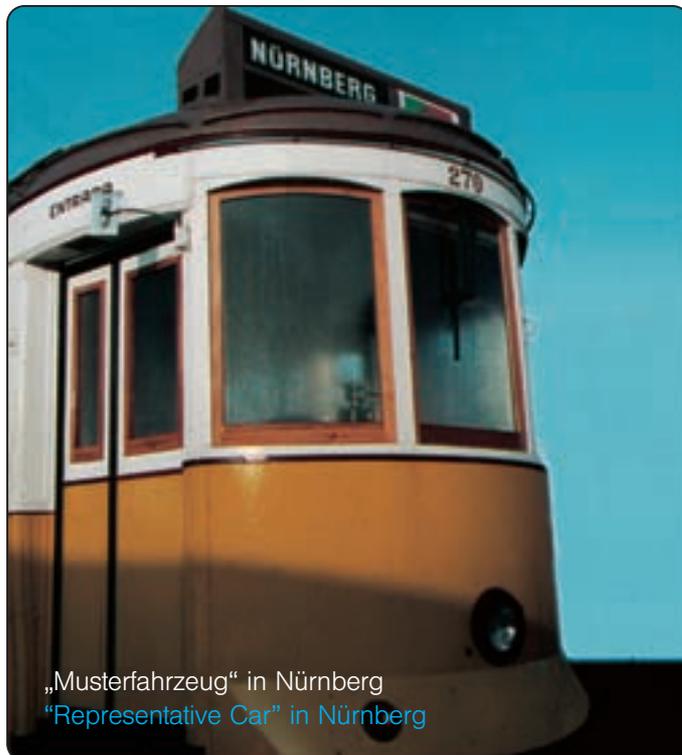
The attractive complete solution offered by the consortium FERROSTAAL Essen (leader), KIEPE Düsseldorf (electrical part) and AEG Schienenfahrzeuge Nürnberg (mechanical part) was ultimately successful since the submitted concept offered a convincing solution to the requirements described.

This complete solution comprises:

- new bogies with drive and brake equipment
- new electrical control elements
- installation planning preserving the historical vehicle body
- technical assistance and training of the CARRIS personnel.



Fahrerstand
Driver's stand



„Musterfahrzeug“ in Nürnberg
“Representative Car” in Nürnberg

Das Projekt umfaßt die Modernisierung von 45 zweiachsigen Straßenbahn-Fahrzeugen des Typs 21 E, deren hölzerne Wagenkästen sich in bemerkenswert gutem Zustand befinden. Das erste Fahrzeug wurde unter Mithilfe von Werkstattpersonal der CARRIS komplett in Deutschland montiert, und dient dann als „Musterfahrzeug“. Bei diesem Fahrzeug wurde die gesamte elektrische Verkabelung erneuert und mit neuen 24-V-Gerätetafeln ausgerüstet. Im Anschluß daran wird die CARRIS die 44 in Komponentensätzen gelieferten Ausrüstungen in Lissabon montieren.

Der elektrische Teil des Modernisierungskonzeptes umfaßt die Erneuerung von:

- Traktionsmotoren
- Fahrschalter
- Rangiersteuerschalter
- elektrische Widerstände
- Schütze
- statische Bordnetzspeisung
- Magnetschienenbremse
- Armaturentafel mit Bedienelementen
- Gerätetafeln
- Verkabelung.

KIEPE, heute Anbieter hochmoderner elektrischer Straßenbahnausrüstungen kann auch auf reichhaltige Erfahrungen im Bezug auf den Bau von Fahrschaltern zurückgreifen. Der für die Modernisierung verwendete KIEPE-Nockenfahrersschalter NF 51 ist eine Entwicklung aus dem Jahre 1951, die an die speziellen Lissaboner Bedürfnisse angepaßt wurde. Gegenüber dem bisher verwendeten grobstufigen zeichnet sich das KIEPE-Modell durch eine größere Anzahl von Fahr- und Bremsstufen, eine größere Stromfestigkeit, sowie eine zum Zweck der Energieeinsparung während des Beschleunigungsvorganges integrierte Serien-Parallel-Umschaltung aus. Daraus ergibt sich zum einen eine gleichmäßigere Beschleunigung und damit ein besserer Fahrkomfort, zum anderen können leistungsstärkere Traktionsmotoren eingesetzt werden. Die neuen leistungsstärkeren Antriebsmotoren verbessern zusammen mit neuen Widerständen die Betriebssicherheit, indem sie durch die nun mögliche Nutzung der generatorischen Bremse insbesondere auf den Gefällestrecken der Alfama eine starke Unterstützung der pneumatischen Bremse ermöglichen.

The project comprises the modernization of 45 two-axle tram vehicles of type 21 E whose wooden bodies are in a remarkably good condition. The first vehicle was completely assembled in Germany with the cooperation of CARRIS workshop personnel; it serves as a "representative car". In this vehicle, the whole electrical cabling was replaced and 24 V apparatus panels were built in. Subsequently, CARRIS will install the equipment supplied in 44 component sets in Lisboa.

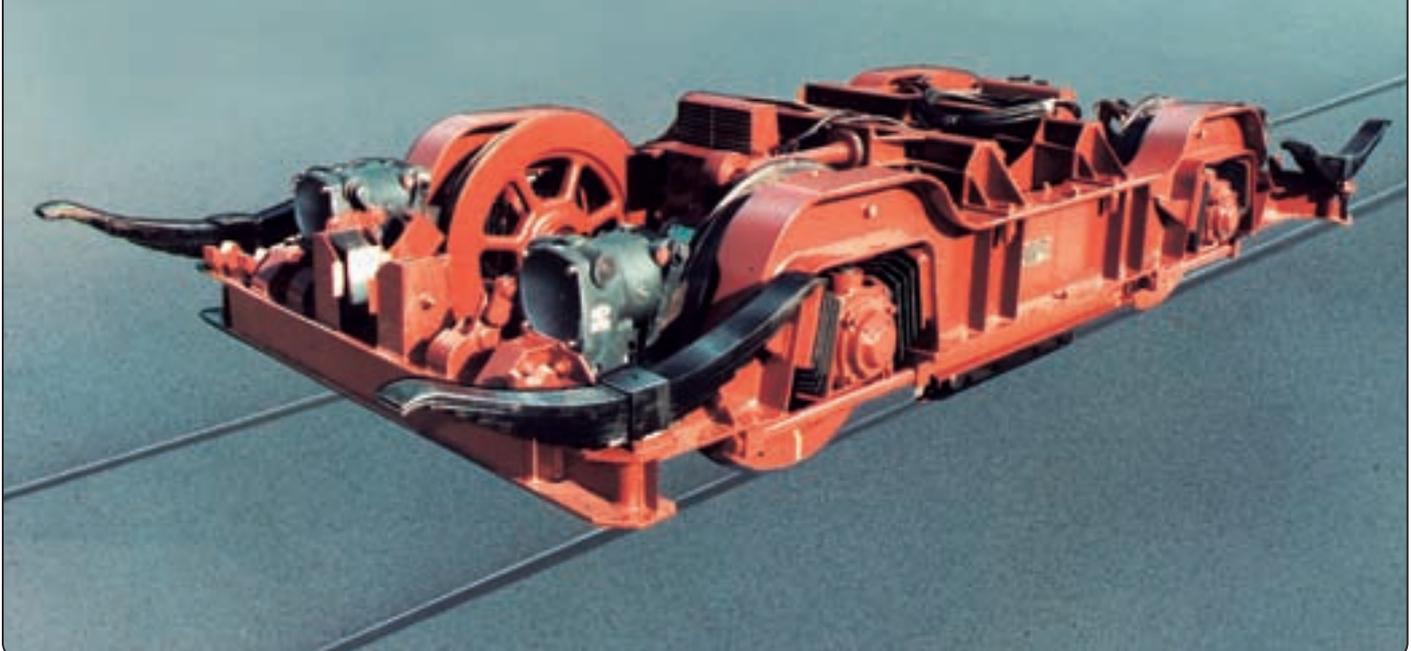
The electrical part of the modernization concept comprises the renovation of:

- traction motors
- camshaft controllers
- controllers for shunting purposes
- electrical resistors
- contactors
- static on-board power supply
- magnetic rail brake
- instrument panels with control elements
- apparatus panels
- cabling.

KIEPE, a supplier of advanced electrical equipment for tramways, has also ample experience in the construction of master controllers. The KIEPE camshaft controller NF 51 used for the modernization is a design developed in 1951 which has been adapted to the special requirements of the Lisbon application. As compared to the former coarse-stepped design, the KIEPE model is characterised by a higher number of driving and braking steps, a higher current carrying capacity and a series-parallel changeover device built in for the purpose of energy saving during the acceleration process. This results in a more uniform acceleration and a higher travelling comfort. Besides, more powerful traction motors can be used. The new more powerful traction motors together with new resistors improve the reliability of operation by enabling regenerative braking which substantially supports the pneumatical brake especially on the sloping section of the Alfama.

During braking operation, the two motors in cross connection act on the appropriately switches resistor elements.

Fahrgestell mit Traktionsmotoren und Schienenbremsen
Bogie with traction motors and rail brakes



Im Bremsbetrieb arbeiten beide Motoren, geschaltet in einer Kreuzschaltung auf die entsprechend gruppierten Widerstände.

Rückwärtsfahren, z.B. zum Rangieren, ist nach Entriegelung des im Heck des Fahrzeuges montierten KIEPE-Rangiersteuerschalters RSH 201 möglich. Im Gegensatz zum Nockenfahrtschalter erfolgt die Beschaltung der Widerstandsstufen für die Motorensteuerung nicht direkt, sondern über die vom Rangiersteuerschalter angesteuerten KIEPE-Gruppierungsschütze.

Das 24-V-Bordnetz wurde bisher von einer Lichtmaschine gespeist, die an den Kompressormotor gekuppelt war. Um den gestiegenen Anforderungen an die 24-V-Bordnetzstromversorgung gerecht zu werden, wurde ein statisches Batterieladegerät vorgesehen. Dieses Gerät liefert einen Ausgangsstrom von 80 A und wird direkt an der 600-Fahrdraht-Gleichspannung betrieben. Es ist in einem staub- und spritzwassergeschützten Gehäuse unter der vorderen Plattform untergebracht.

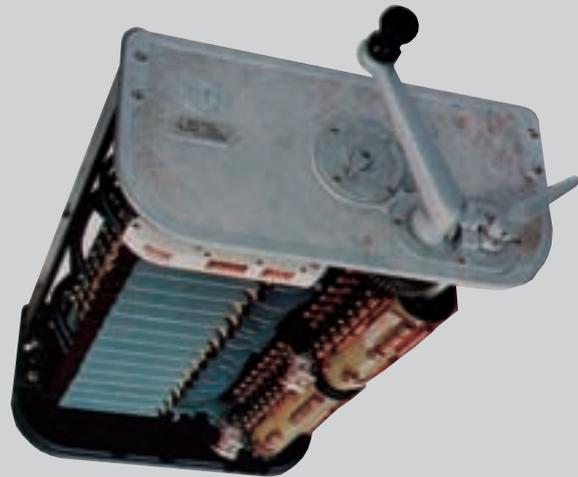
Reverse travel, e. g. for shunting purposes, is possible after unlocking the KIEPE shunting controller RSH 201 located at rear of the vehicle. Other than with camshaft controller, the resistor steps for motor control are not switched directly but via the KIEPE grouping contactors controlled by the shunting controller.

Previously the 24 V on-board network was supplied by a lightning generator coupled to the compressor motor. To meet the rising demands on the 24 V on-board supply, a static battery charger was installed. This unit supplies an output current of 80 A and is directly operated from the DC600 V overhead line. It is accommodated in a dust and splash-proof enclosure under the front platform.

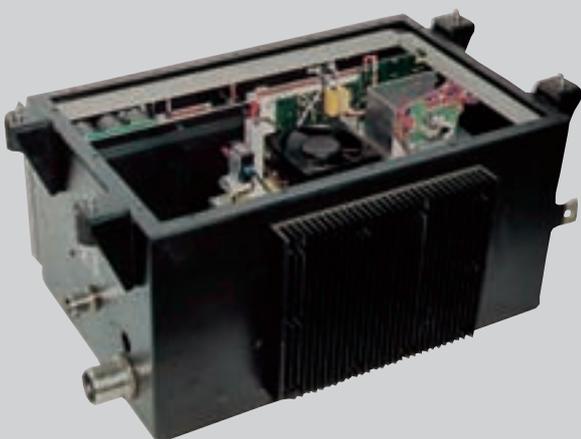
Traktionsmotoren ALS 2840 IN
Traction motors ALS 2840 IN



Nockenfahrtschalter NF 51
Camshaft controller NF 51



Bordnetzspeisung GWL-A 600/24-80
Static power converter GWL-A 600/24-80

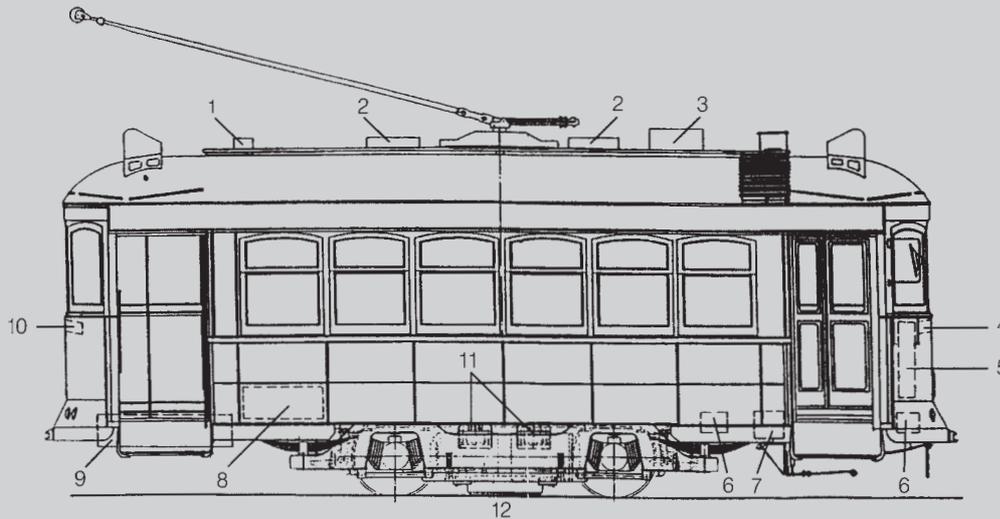


Rangiersteuerschalter RSH 201
Shunting controller RSH 201



Fahrzeug-Übersicht

Vehicle outline

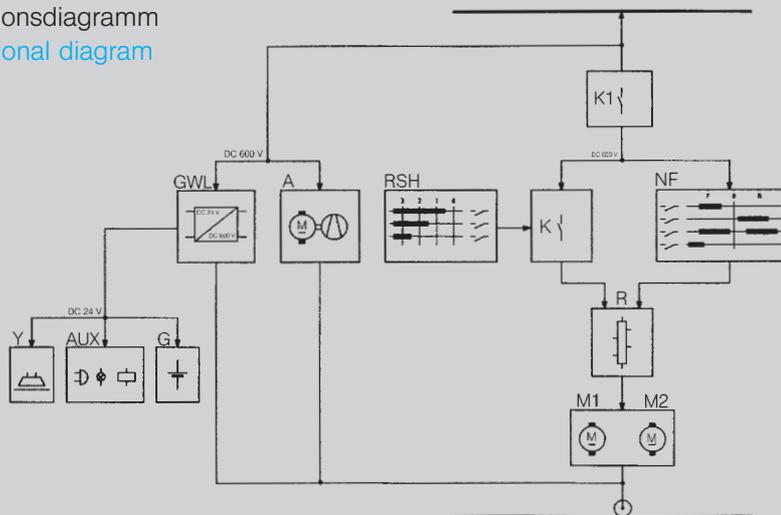


- 1 Überspannungsschutz
- 2 Fahr- und Bremswiderstände
- 3 Dachcontainer mit Schützen
- 4 Armaturentafel
- 5 Nockenfahrerschalter
- 6 Unterflurwiderstände
- 7 statische Bordnetzspeisung
- 8 Schützkasten unter Sitz
- 9 Druckluftanlage
- 10 Rangierfahrerstand
- 11 Traktionsmotoren
- 12 Magnetschienenbremse

- 1 Overvoltage protection
- 2 Drive and brake resistors
- 3 Roof container with contactors
- 4 Instrument panel
- 5 Camshaft controller
- 6 Underfloor resistors
- 7 Static power converter
- 8 Contactor box under seat
- 9 Air compressor unit
- 10 Shunting controller
- 11 Traction motors
- 12 Magnetic rail brake

Funktionsdiagramm

Functional diagram



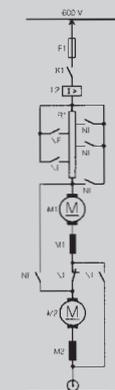
- A Luftpresser-Aggregat
- AUX Nebenverbraucher
- G 24-V-Batterie
- GWL statische Bordnetzspeisung
- K Gruppierungsschütze
- KI Hauptschütz
- M1+M2 Traktionsmotoren
- NF Nockenfahrerschalter
- R Fahr- und Bremswiderstände
- RSH Rangiersteuerschalter
- y Schienenbremse

- A Air compressor unit
- AUX Auxiliary consumers
- G 24 V battery
- GWL Static power converter
- K Grouping contactors
- KI Main contactor
- M1+M2 Traction motors
- NF Camshaft controller
- R Drive and brake resistors
- RSH Shunting Controller
- y Solenoid rail brake

Hauptstromlaufplan

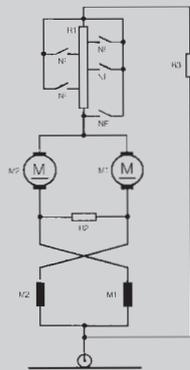
Main circuit diagram

Fahren/Driving



- F1 Hauptsicherung
- F2 Stromwächter
- K1 Hauptschütz
- M1+M2 Traktionsmotoren
- NF Nockenfahrerschalter
- R1 Anfahr- und Bremswiderstände
- R2 Ausgleichswiderstand
- R3 Zusatzwiderstand

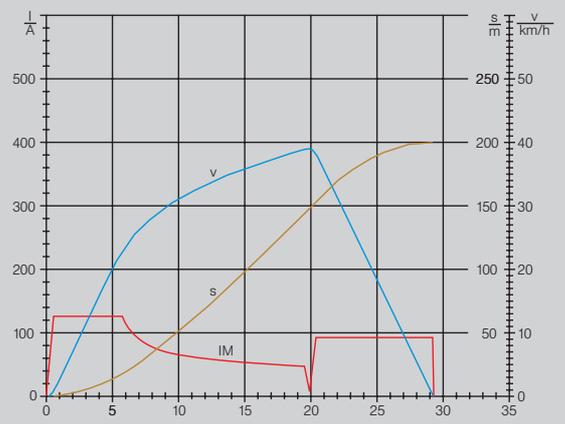
Bremsen/Braking



- F1 Main fuse
- F2 Current relay
- K1 Main contactor
- M1+M2 Traction motors
- NF Camshaft controller
- R1 Starting and braking resistors
- R2 Compensation resistor
- R3 Supplementary resistor

Fahrschaubild für besetztes Fahrzeug

Running curves for loaded vehicle



- IM Motorstrom
- s Weg
- t Zeit
- v Geschwindigkeit
- IM Motor current
- s Distance
- t Time
- v Speed

Technische Daten

Bauart	zweiachsiges Straßenbahnfahrzeug mit hölzernem Wagenkasten
Typ	21 E
Spurweite	900mm
Höchstgeschwindigkeit	50 km/h
Beschleunigung (beladen)	1,2MS ⁻²
Bremsverzögerung (beladen)	1,2MS ⁻²
Netzspannung	DC 600 V +20%, -30%
Radsatzfolge (nach DIN 300 52)	Bo
Fahrzeuglänge über Blech	8385 mm
Wagenkastenbreite über Blech	2378 mm
Wagenkastenhöhe über SO	3190 mm
Achsstand	1981 mm
Fahrzeugmasse (nach DIN 25 008)	10,73 t
Sitzplätze	20
Stehplätze	38+1
Raddurchmesser neu/abgenutzt	750 mm/670 mm
Getriebeübersetzung	5,88: 1

Fahrschalter

Eingangsspannung	Nockenfahrschalter NF 51
Schaltleistung	DC 600 V +20%, -30%
Anzahl der Fahrstufen	geeignet für 2 Motoren à 50 kW
Anzahl der Bremsstufen	17
Ausführung	15
Baugröße	stehend
Betätigung	I (Höhe 921 mm)
Drehsinn	Schaltkurbel mit Übersetzung 1 : 1,4
	Fahren: im Uhrzeigersinn
	Bremsen: entgegen Uhrzeigersinn

Fahrmotoren

Nennleistung	2 längsliegende, luftgekühlte Reihenschlußmaschinen ALS 2840 IN
Nennspannung	Antrieb über Gelenkwelle
Nennstrom	50 kW
max. Strom	600 V +20%, -30%
Nennfrequenz	97 A
max. Drehzahl	160 A
Isolationsklasse	1000 min ⁻¹
Schutzart	2400 min ⁻¹
	H (180 K)
	IP 20 (Schutz gegen mittelgroße Fremdkörper)
Masse	575 kg

Bremsausrüstung

- generatorische Widerstandsbremse
- elektro-magnetische Schienenbremse
- Typ S 60-11, 24 V/24,6 A
- Haftkraft 44 kN
- aktiv wirkende, pneumatische Klotzbremse

Bordnetzstromversorgung

Eingangsspannung	statische Bordnetzspeisung
Ausgangsspannung	EAO GWL-A 600/24-80
Ausgangsnennstrom	DC 600 V +25%, -30%
Merkmale	DC 26,76 V ± 1%
	80 A ± 2%
	- Schutzart IP 54 (staub- und spritzwassergeschützt)
	- fahrtwindgeköhlt
	- verpolsicher
	- 25-kHz-Schalttechnik
	- Wartungsfreiheit
	- verzögert arbeitender potentialfreier Kontakt für Überwachung von Ladespannung und -strom
	- automatisches Abschalten im Störfall

Batterie

DC 24 V, 66 Ah, 12 Zellen

Technical Data

Model	two-axle tramcar with wooden body
Type	21 E
Rail gauge	900 mm
Maximum speed	50 km/h
Acceleration (fully loaded)	1.2 ms ⁻²
Deceleration (fully loaded)	1.2 ms ⁻²
Line voltage	DC 600 V +20 -30 %
Wheel set	Bo
(according to DIN 300 52)	
Vehicle length over sheet plate	8385 mm
Car body width over sheet plate	2378 mm
Car body height over rail surface	3190 mm
Distance between axles	1981 mm
Vehicle weight	10.73 t
(according to DIN 25 008)	
Seating	20
Standing	38 + 1
Wheel diameter new/worn	750 mm/670 mm
Gear ratio	5.88 : 1

Master controller

Input voltage	camshaft controller NF 51
Switching capacity	DC 600 V +20 %, -30 %
Number of driving steps	suitable for two 50 kW motors
Number of braking steps	17
Design	15
Size	vertical
Operation	I (height 921 mm)
Sense of rotation	operating crank, ratio 1 : 1.4
	driving: clockwise
	braking: anticlockwise

Traction motors

Rated output	2 horizontally arranged air-cooled series-wound engines ALS 2840 IN
Rated voltage	driven via cardan shaft
Rated current	50 kW
Maximum current	600 V, +20 %, -30 %
Rated speed	97 A
Max. speed	160 A
Insulation class	1000 min ⁻¹
Type of protection	2400 min ⁻¹
	H (180 K)
	IP 20 (protection against middle sized foreign bodies)
Weight	575 kg

Braking devices

- regenerative resistance brake
- electro-magnetic rail brake
- type S 60-11, 24 V/24.6 A
- adhesive force 44 kN
- activ pneumatic shoe brake

Auxiliary power supply

Input voltage	static on-board power supply
Output voltage	EAO GWL-A 600/24-80
Rated output current	DC 600 V + 25 %, -30 %
Characteristics	DC 26.76 V ± 1 %
	80 A ± 2 %
	- type of protection IP 54
	(dust and splash-proof)
	- air stream cooled
	- protected against inverse voltage
	- 25 kHz circuit
	- maintenance-free
	- time-delayed potential-free contact for monitoring of charging voltage and current
	- automatic shutdown in the case of disturbance

Battery

DC 24 V, 66 Ah, 12 cells

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) 2 11 7497-0 · Telefax +49 (0) 2 11 7497-300
info@kiepe-elektrik.com · www.kiepe-elektrik.com