

S-Bahn Berlin



Der neue Triebzug ET 480

Hestra-Verlag

S-Bahn Berlin

Der neue Triebzug ET 480

Herausgeber

Dipl.-Ing. Kurt Beier

Berliner Verkehrs-Betriebe (BVG),
Hauptabteilung Fahrzeuge und Werkstätten Bahnen,
Leiter der Projektgruppe S-Bahn-Triebzug 480

Dipl.-Ing., Oberingenieur Peter Falk

AEG Westinghouse Transport-Systeme GmbH,
Leiter der Abteilung Triebwagen Inland

Prof. Herbert Lindinger

Direktor des Institut für Industrial Design,
Universität Hannover, und Leiter von
Lindinger & Partner

Dipl.-Ing. Klaus Potschies

Waggon Union GmbH,
Prokurist, Leiter der Abteilung Projekt- und
Auftragsabwicklung

Dipl.-Ing., Oberingenieur Helmut Sauer

Siemens AG
Geschäftssegmentleiter Nahverkehrsfahrzeuge

Redaktion

Dipl.-Ing., Oberingenieur Peter Falk



Hestra-Verlag

ISBN 3-7771-0226-1

Copyright © 1990 by Hestra-Verlag, Darmstadt,
Postfach 4244, D-6100 Darmstadt 1,
Telefon (06151) 33481-3, Telefax (06151) 33485, Btx 06 15133484

Alle Rechte der Verbreitung und Wiedergabe vorbehalten.

Übersetzungen in eine andere Sprache, Nachdruck und Vervielfältigungen
- in jeglicher Form und Technik, auch auszugsweise - nur mit schriftlicher
Genehmigung des Verlages gestattet.

Layout und Herstellung: Willi J. Gandenberger und Axel Pfeiffer

Lithos: Grafik-Workshop, Pfungstadt

Satz und Druck: typo-druck-roßdorf gmbh, Roßdorf

Bindearbeiten: C. Fikentscher, Darmstadt

Printed in Germany

Inhalt

- 7 Vorwort der Herausgeber
- 9 Die Autoren
- 11 Die Berliner S-Bahn als historisch gewachsenes Verkehrsmittel
Christian Tietze
- 19 9. Januar 1984: Die BVG übernimmt die Betriebsführung der S-Bahn in Berlin (West)
Christian Tietze
- 27 Das Konzept für eine neue Fahrzeuggeneration wird erarbeitet
Peter Falk
- 29 Welche Fahrleistungen sind zweckmäßig?
Peter Falk
- 35 Wie soll der wagenbauliche Teil gestaltet werden?
Klaus Potschies
- 46 Warum welche Vorgaben für die elektrische Ausrüstung?
Peter Falk und Helmut Sauer
- 67 Wohin mit den einzubauenden Geräten?
Peter Falk
- 71 Die Ausführung des mechanischen Teils
Klaus Potschies
- 79 Die ausgeführte elektrische Ausrüstung
Peter Falk und Helmut Sauer
- 98 Die künftige Gestalt der S-Bahn-Züge –
Eine Gratwanderung zwischen neuen Ideen und Tradition
Prof. Herbert Lindinger
- 111 Der Werkstoff für den Wagenkasten –
„Bierfaß-Stahl“ wird erstmalig im Fahrzeugbau verwendet
Kuno Wernv

- 119 Fahrmotor und Antrieb – leicht, robust und wartungsarm
Manuel Abratis und Dieter Hallmann
- 127 Druckluftausrüstung
Kurt Beier
- 131 Entwicklung, Bau und Erprobung der Prototypzüge
Kurt Beier
- 139 Betriebserfahrungen
Kurt Beier
- 147 Der ET 480 auf der Internationalen Verkehrsausstellung (IVA) in Hamburg
Kurt Beier
- 148 Die Rückfahrt von Hamburg nach Berlin; eine abenteuerliche Transitreise
Kurt Beier
- 151 Die Tränenhalle hat ihren Schrecken verloren – Der Bahnhof Friedrichstraße ist kein
Grenzkontrollpunkt mehr
Dr. Peter Jochen Winters
- 157 An Entwicklung und Bau beteiligte Unternehmen
- 158 Technische Daten und Kurzbeschreibung

Vorwort der Herausgeber

Seit etwa 60 Jahren ist der Begriff „S-Bahn“ eng mit der Stadt Berlin verknüpft. Zu jener Zeit wurde durch die Elektrifizierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen ein fortschrittliches Konzept zur Bewältigung des öffentlichen Personennahverkehrs sowie zur Anbindung der Vororte der sich ausdehnenden Hauptstadt in vorbildlicher Weise in die Praxis umgesetzt. Die Entwicklung erreichte dann durch den Ausbau des Streckennetzes und die Beschaffung zusätzlicher, verbesserter Züge kurz vor Ausbruch des zweiten Weltkriegs ihren Höhepunkt.

Der Krieg und seine Folgen, die Teilung der Stadt und der Bau der Mauer am 13. August 1961 ließen die Entwicklung der S-Bahn stagnieren. Speziell in Westberlin wurde die S-Bahn ab 1961 immer unattraktiver.

Eine entscheidende Wende erfolgte am 9. Januar 1984, als den Berliner Verkehrs-Betrieben (BVG) die Betriebsrechte für die S-Bahn im Westteil der Stadt übertragen wurden.

In Anbetracht des desolaten Fahrzeugparks war die Beschaffung neuer Fahrzeuge zwingend. Noch im selben Jahr begann deshalb die Entwicklung von Prototypzügen der neuen Baureihe 480, des ET 480.

Nach dem Bau und der Erprobung von vier Prototypzügen werden im Herbst 1990 die ersten von der BVG in Auftrag gegebenen Serienzüge des ET 480 ausgeliefert. In Westberlin beginnt damit nach mehr als 50jähriger Stagnation die Erneuerung des Fahrzeugparks.

Die Projektleiter für die Entwicklung und den Bau des ET 480 bei den Berliner Verkehrs-Betrieben (BVG) sowie den Firmen AEG Westinghouse, Siemens und Waggon Union waren der Auffassung, daß der Beginn der Serienauslieferung des ET 480 der geeignete Anlaß ist, die Technik dieses Fahrzeugs einem größeren Personenkreis vorzustellen.

Zunächst war vorgesehen, die zahlreichen Fachaufsätze über diverse Einzelthemen weitgehend unverändert in einem Buch zusammenzufassen. Die Sichtung des verfügbaren Materials zeigte dann jedoch, daß dieses zu keiner ausgewogenen Darstellung des ET 480 geführt hätte.

Die Autoren entschlossen sich daher, die vorliegenden Veröffentlichungen zweckmäßig zu gliedern. Überschneidungen weitestgehend zu eleme-

nieren und ihre Sprache dem Verständnis eines größeren Leserkreises anzupassen. In Ergänzung zu den bisher erschienenen Fachaufsätzen, legten die Autoren besonderen Wert darauf, daß von ihnen nicht nur die Baureihe 480 beschrieben, sondern ausführlich erläutert wird, aus welchen Gründen eine bestimmte technische Lösung realisiert wurde, um damit auch Mißverständnisse über die Zweckmäßigkeit einiger Fahrzeugdetails auszuräumen.

Sich an dieser Aufgabenstellung orientierend, wird zunächst beschrieben, welche Vorgaben es für die Entwicklung und den Bau der Züge gab, welche technischen Varianten hierfür verfügbar waren und welche Lösung aus welchen Gründen letztendlich gewählt wurde. Anschließend wird der ausgeführte ET 480 beschrieben.

Da der Serienbeschaffung der Bau und die Erprobung von Prototypzügen vorausging, hatten die an Entwicklung und Bau Beteiligten die Möglichkeit, zu überprüfen, ob ihre ursprünglichen Vorgaben auch für die Serienzüge übernommen werden können.

Diese Erkenntnisse wurden aus den Betriebserfahrungen mit den Prototypzügen sowie den Ergebnissen eines sehr umfangreichen Meß- und Versuchsprogramms gewonnen.

Auf Grund der sehr intensiven Konzeptfindungsphase, die der Entwicklung und dem Bau der Prototypzüge vorausgegangen war, traten bei diesen Zügen keine grundsätzlichen Schwachpunkte auf. Aber nicht alles funktionierte einwandfrei, für einzelne Funktionsbereiche konnte man sich nachträglich einfachere, kostengünstigere Lösungen vorstellen. Welche Punkte dieses im einzelnen sind und welche Konsequenzen man daraus zog, wird offen dargelegt.

In Anbetracht der Tatsache, daß ein S-Bahn-Triebzug ein sehr komplexes, technisches Gebilde ist, kann ein insgesamt befriedigendes Ergebnis nur durch eine enge Zusammenarbeit von erfahrenen Spezialisten aus den Bereichen „Mechanik“, „Druckluft“, „Design“ und „Elektrik“ erreicht werden. Außerdem ist die Mitwirkung des Betreibers, der den Bereich „betriebliche Belange“ vertritt, unerlässlich.

Um eine sachlich einwandfreie Darstellung der verschiedenen Spezialbereiche sicher zu stellen, sind die Beiträge von den bei diesem Projekt an maßgeblicher Stelle beteiligten Ingenieure verfaßt worden. Infolge der Vielzahl der Autoren sind einzelne Überschneidungen vorgekommen, auch sollten nicht zu strenge schriftstellerische Maßstäbe angelegt werden. Dafür werden dem Leser – und das ist sicher für ein vergleichbares Buch einmalig – Informationen „aus erster Hand“, also von den Personen, die den ET 480 von der Idee bis zur Realisierung des Serienfahrzeugs an verantwortlicher Position begleitet haben, vermittelt.

Da das Fahrzeug, der ET 480, für sich allein genommen, nur ein Teil des Systems „S-Bahn“ repräsentiert, schien es uns sinnvoll, der Beschreibung des ET 480 einen historischen Einstieg voranzustellen. Ein von uns vorgesehener „Ausblick“ über die Beschaffung weiterer ET 480 und die Entwicklung des Streckennetzes der S-Bahn, also eine Darstellung der künftigen Rolle der S-Bahn im Gesamtsystem des öffentlichen Personennahverkehrs in Berlin, muß zum heutigen Zeitpunkt täglich neu geschrieben werden. Aus verständlichen Gründen haben wir hiervon Abstand genommen.

Das Buch endet deshalb mit einem am 2. Juli 1990 in der Frankfurter Allgemeine Zeitung erschienenen Beitrag, der ein Stimmungsbild zum Zeitpunkt der Wiederaufnahme des durchgehenden S-Bahn-Verkehrs zwischen Ost- und Westberlin vermittelt.

Die Herausgeber hoffen, daß dieses Buch viele Fragen beantwortet und wertvolle Informationen liefert, warum der neue S-Bahn-Triebzug, der ET 480, so und nicht anders gestaltet wurde. Sie hoffen weiterhin, daß die Berliner S-Bahn, in Anknüpfung an ihre Tradition, mit dem ET 480 wieder Maßstäbe für attraktive Lösungen in anderen Großstädten und Ballungszentren setzt.

Herausgeber

Die Autoren

Dipl.-Ing. Manuel Abratis

Konstruktion und Maschinenentwicklung
bei der Firma AEG Westinghouse Transport-Systeme GmbH,
Nonnendammallee 15-21, 1000 Berlin 20

Dipl.-Ing. Kurt Beier

Leiter der Projektgruppe S-Bahn-Triebzug 480,
Berliner Verkehrs-Betriebe (BVG),
Hauptabteilung Fahrzeuge und Werkstätten Bahnen,
Potsdamer Straße 188, 1000 Berlin 30

Dipl.-Ing., Oberingenieur Peter Falk

Leiter der Abteilung Triebwagen Inland
bei der Firma AEG Westinghouse Transport-Systeme GmbH,
Nonnendammallee 15-21, 1000 Berlin 20

Dipl.-Ing. Oberingenieur Dieter Hallmann

Leiter der Abteilung Konstruktion und Maschinenentwicklung
bei der Firma AEG Westinghouse Transport-Systeme GmbH,
Nonnendammallee 15-21, 1000 Berlin 20

Prof. Herbert Lindinger

Direktor des Institut für Industrial Design, Universität Hannover,
und Leiter von Lindinger & Partner,
Brahmsstraße 3, 3000 Hannover 1

Dipl.-Ing. Klaus Potschies

Prokurist, Leiter der Abteilung Projekt- und Auftragsabwicklung
bei der Firma Waggon Union GmbH,
Mirastraße 30, 1000 Berlin 27

Dipl.-Ing., Oberingenieur Helmut Sauer

Geschäftssegmentleiter Nahverkehrsfahrzeuge im Bereich Verkehrstechnik
bei der Firma Siemens AG,
Werner-von-Siemens-Straße 50, 8520 Erlangen

Dipl.-Ing. Christian Tietze

Leiter der Hauptabteilung Lokomotiven und Triebwagen
bei der Firma AEG Westinghouse Transport-Systeme GmbH,
Nonnendammallee 15-21, 1000 Berlin 20

Dipl.-Ing. Kuno Werny

vormals in Firma Thyssen Edelstahlwerke AG, Krefeld

Dr. Peter Jochen Winters

Frankfurter Allgemeine Zeitung, Redaktion Berlin,
Meinekestraße 13, 1000 Berlin 15

Jeder Anlage ist ein aus Drossel und Kondensatoren bestehendes Netzfilter zugeordnet. Zur Vermeidung von Netzstromspitzen werden die Kondensatoren über Vorladewiderstände an Spannung gelegt. Die Entladung beim Abschalten des Fahrzeuges erfolgt, um die Sicherheit zu erhöhen und Schaltgeräte einzusparen, über fest angeschlossene Entladewiderstände.

Jede Anlage kann durch ein druckluftbetätigtes Leistungsschütz einzeln zu- beziehungsweise abgeschaltet werden. Ein nachgeschaltetes Schütz stellt die Fahr- oder Bremskonfiguration her (Fahr-Brems-Schütz).

Die Spannungsverstellung im Traktionsstromkreis erfolgt durch einen Gleichstromsteller. Durch eine Zwischenkreisdrossel wird die Stromwelligkeit begrenzt und der maschinenseitige Umrichter von der Netzseite weitgehend entkoppelt.

Die Verstellung der Maschinenfrequenz, also der Motordrehzahl, erfolgt mit einem Phasenfolgewechselrichter. Jeder Wechselrichter speist die vier parallel geschalteten Fahrmotoren eines Wagens.

Als Betriebsbremse ist eine kombinierte elektrische Netz-Widerstandsbremse vorgesehen. Sofern die Bremsleistung vom Netz nicht aufgenommen werden kann, wird der Bremsth Thyristor gezündet und die beim Bremsen anfallende Energie in einem Bremswiderstand vernichtet. Durch eine zweckmäßige Bemessung der Bremsverzögerung und eine Begrenzung der Bremsleistung im Geschwindigkeitsbereich von 100 bis 70 km/h konnte auf Bremsvorwiderstände und die zugehörigen Schütze verzichtet werden. Bei Ausfall der elektrischen Bremse schaltet die zugehörige Anlage selbsttätig auf Druckluftbremse um, die auch als Haltebremse dient.

Komponenten der Antriebsausrüstung

Stromabnehmer

Jeder DTw ist mit vier Stromabnehmern der Firma Krueger, Hamburg-Schenefeld, ausgestattet, die jeweils beidseitig am Rahmen des ersten und letzten Drehgestells eines DTw angebracht sind (Bild 4). Wegen der im Berliner S-Bahn-Netz vorhandenen Profilschränkung im Brückenbereich mußte der Stromabnehmer für zwei Arbeitsstellungen konzipiert werden. Im Normalbetrieb wird die Stromschiene von unten, im Brückenbereich – bei um etwa 220 Millimeter eingefahrener Schwinge – seitlich bestrichen. Der Schleifschuh ist mit Isolierstoffarmen, die eine

Sollbruchstelle haben, an die Schwinge angeschraubt.

Die Stromabnehmer werden mit einem Druckluftantrieb in die Arbeitsstellung gebracht und nicht verblockt. Dadurch ist es möglich die Stromabnehmer jeweils gemeinsam und auch einzeln durch Fernbedienung an- und abzulegen. Positionsschalter melden, ob sich der Stromabnehmer in Arbeitsstellung befindet. Über sie werden Stromschiene Lücken erkannt, so daß der Antrieb beim Fahren für die Dauer der Lücke abgeschaltet und beim Bremsen von Netzbremse auf Widerstandsbremse umgeschaltet wird. Der Stromabnehmer kann dauernd 975 A und kurzzeitig 1450 A führen. Der erforderliche Betätigungsdruck kann zwischen vier bis acht Bar liegen.



Hauptschalter

Für den Schutz der Fahrmotorstromkreise ist der strombegrenzende Leistungsschalter Typ 3WF 84 eingebaut (Bild 5). Er ist stromrichtungs-unabhängig und bei Ausrüstungen mit Leistungselektronik daher auch für Rückstrom-Abschaltung bei Netzbremmung geeignet. Bei der in diesem Falle realisierten Parallelschaltung der beiden Strombahnen wird ein Nennstrom von 1000 A erreicht. Jede Strombahn ist jedoch in der Lage, die volle Schaltleistung zu erbringen. Das Ferneinschalten des Leistungsschalters erfolgt durch einen querliegenden Motorantrieb; das

*Bild 4:
Stromabnehmer;
Betriebserprobung der
Serienausführung im
Prototypzug 480 003*



Bild 5:
Überstromselbstschalter, Gehäuse entfernt

Fernausschalten über den Unterspannungsauslöser. Bei Ausfall der Steuerspannung ist ein Schalten mittels Not-Handhebel möglich. Der Schalter ist mit einem einstellbaren Überstromauslöser und einem magnetisch wirkenden Kurzschlußschutz ausgerüstet.

Netzfilter und Zwischenkreisdrossel

Das Netzfilter hat die Aufgabe, den Netzstrom möglichst gut zu glätten, Rückwirkungen vom Fahrzeug auf das speisende Netz zu verringern und dem Gleichstromsteller den benötigten pulsformigen Strom zur Verfügung zu stellen.

Die Zwischenkreis (ZWK)-Drossel soll die Welligkeit des Zwischenkreisstroms zwischen Gleichstromsteller und Wechselrichter soweit verringern, daß der periodisch vom Gleichstromsteller geschaltete Strom auf einen zulässigen Wert begrenzt und die Kommutierung des Wechselrichters sichergestellt wird.

Durch Anwendung einer Pulsfrequenz von 500 Hz für den Gleichstromsteller ergeben sich für die Einhaltung dieser Kriterien erleichterte Bedingungen zur Auslegung von Netzfilter (vor allem der Netzdrossel) und der ZWK-Drossel, die jedoch im Hinblick auf die zur Zeit noch vorhandenen 42- und 50-Hz-Gleisfreimeldeanlagen bei der Berliner S-Bahn und anderen Nahverkehrsunternehmen nur zum Teil genutzt werden können. Bei der Einhaltung eines Grenzwertes für den vom Fahrzeug erzeugten 42- und 50-Hz-Oberschwingungsanteil im Netzstrom, war zu berücksichtigen, daß bei Drehstrom-Ausrüstungen Frequenzen von 42 Hz und 50 Hz betrieblich auftreten können. Allein diese Bedingung war letztendlich für die Auslegung von Netzfilter und ZWK-Drossel maßgebend, wenn ein zulässiger 42- oder 50-Hz-Stromanteil nicht überschritten werden soll. Die hierzu erforderliche Induktivitätserhöhung wurde aus Aufwandsgründen und, soweit aus Grün-

den des psophometrischen Störstroms vertretbar, in der ZWK-Drossel realisiert. Deren Induktivität ist damit etwa doppelt so hoch, als die Auslegung der Leistungselektronik erfordert hätte.

Eine kurze Anmerkung: Durch den psophometrischen Störstrom ergeben sich unerwünschte Rückwirkungen auf den Fernspreckverkehr sowie den Rundfunk- und Fernsehempfang.

Wegen der hohen benötigten Kapazität des Eingangskondensators von 12 mF je Anlage ist dieser aus hochwertigen, auf Bahnfahrzeugen vielfach erprobten Elektrolytkondensatoren aufgebaut.

Gleichstrom-Steller

Der Gleichstrom (Gs)-Steller ist für eine maximale Nennspannung von 1000 V (beim Netzbremser) und einen maximalen Strom von 1200 A ausgelegt. Als vorteilhafteste Lösung für diesen Leistungsbe- reich und bei der vorgesehenen forcierten Luftkühlung hat sich eine Gs-Steller-Ausführung mit GTO-Lö- schung, die sogenannte Hybridschaltung, ergeben.

Bei der Hybridschaltung wird als Hauptventil ein herkömmlicher Thyristor und anstelle des Löschventils mit den L-C-Kommutierungseinrichtungen ein abschaltbarer Thyristor (GTO) verwendet. Dadurch kann eine zweckmäßige Verknüpfung der Vorteile unter Umgehung der negativen Eigenschaften beider Halbleiterelemente erreicht werden. So hat der den Hauptstrom führende Thyristor gegenüber dem GTO ein höheres Grenzlastintegral und eine höhere Überlastbarkeit, was geringere Anforderungen an die Schutzeinrichtungen stellt; außerdem hat er geringe Schalt- und Durchlaßverluste, was die Verlustwärmeabfuhr erleichtert und den Wirkungsgrad des Gs-Stellers verbessert. Er ist derzeit auch noch wesentlich preiswerter als ein GTO gleicher Leistung. Der im Löschkreis liegende GTO übernimmt auf Grund seiner besonderen Steuereigenschaften, des hohen Schaltvermögens und der guten Dynamik das Löschen des Gs-Stellers, so daß - wie im vorliegenden Anwendungsfall - Pulsfrequenzen von 500 Hz realisiert werden können.

Anmerkung: Eine Pulsfrequenz von 500 Hz bedeutet, daß der Gs-Steller stets innerhalb einer Zeit von 2ms gezündet und gelöscht wird. Dabei können die Zeiten für den durchlässigen und den gesperrten Zustand variieren. Die Summe der Zeiten für beide Betriebszustände ist jedoch immer 2ms.

Das Ergebnis der Versuche

Zusammenfassend kann über die durchgeführten Werkstoff-Versuche festgestellt werden, daß

- ▷ keine negativen Ansätze für Schweißverbindungen festgestellt wurden,
- ▷ die Kerbzugversuche bei Raumtemperatur und bei -20 °C an ungeschweißten und geschweißten Proben nicht auf ein sprödes oder kerbempfindliches Verhalten hindeuten,
- ▷ die Dauerschwingfestigkeit in einem für die vorgesehene Konstruktion akzeptablen Rahmen liegt,
- ▷ der Werkstoff 1.4589 sich unter der Vorausset-

Die Anwendung im Triebzug 480

Aufgrund der Summe der obengenannten Ergebnisse war man in der Lage, bei dem neuen S-Bahn-Triebwagen 480 die Langträger, Kopfräger, das Vorbaugerippe, die Seitenwände (in glatter Ausführung), das Dach, die Stirnwand und die Fensterrahmen in Werkstoff 1.4589 zu bauen. Dabei wurden die Langträger und das Vorbaugerippe in 3,6 Millimeter, das Seitenwandgerippe in 2,5 Millimeter, die Seitenwand in 1,6 Millimeter und das Dach in 0,8 Millimeter Dicke ausgeführt. Lediglich die Querträger wurden aus walztechnischen Gründen in St 52 und der Hauptquerträger aus statischer Erwägung in



*Bild 8:
Untergestell aus gekanteten Langträgern und einfachen Querträgern*

zung fachgerechter Verarbeitung problemlos nach dem M.A.G.-Verfahren verschweißen läßt und bei den anschließend auftretenden statischen und dynamischen Beanspruchungen keinen werkstoffbedingten Ausfall zeigt,

- ▷ der Stahl ein hervorragendes Stanzverhalten und eine hohe Verschleißfestigkeit aufweist,
- ▷ die Korrosionsbeständigkeit etwa in der Höhe eines 17%igen stabilisierten Chrom-Stahls liegt, ohne jedoch die Nachteile der ungünstigen Gefügeausbildung im Schweißnahtbereich und die Kaltsprödigkeit eines rein ferritischen Stahles aufzuweisen.

St E 500-Feinkornstahl ausgeführt. Bei dieser Konstruktion wurde ein Rohbaugewicht von 4,8 Tonnen erreicht. Das errechnete theoretische, das heißt angestrebte Gewicht wurde bei der Fertigung um lediglich 80 Kilogramm überschritten.

Das Untergestell des Wagenkastens ist aus gekanteten Langträgern und einfachen Querträgern zusammengeschweißt (Bild 8). Am Ende des Untergestells befindet sich der Träger für das Kupplungsstück (sechs und acht Millimeter Blechdicke) aus St E 500. Der Hauptquerträger besteht ebenfalls aus Feinkornbaustahl St E 500. Die Kabel verlaufen durch 0,8 Millimeter dicke Schutzrohre aus Werkstoff

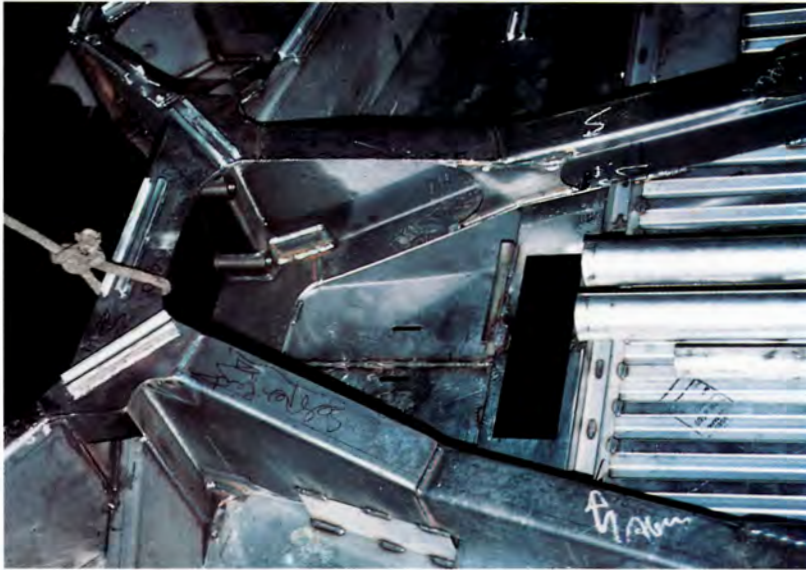


Bild 9:
Kupplungsstück des
Wagens

1.4301, die durch die Querträger durchgesteckt sind. Durch die Verstärkung im Anschlußbereich kann eine Längsdruckkraft von 800 kN aufgenommen werden. Bild 9 zeigt im Ausschnitt das Kupplungsstück des Wagens. Die Schweißverbindungen von St E 500 und Werkstoff 1.4589 wurden mit dem Schweißzusatz 1.4370 hergestellt. Bild 10 gibt einen Einblick in das Wagen-Gerippe. Das Dach setzt sich aus gekanteten Obergurten und Spriegeln zusammen. Dachpfetten und Dachblech sind mittels Punktschweißung miteinander verbunden und an dem Dachrahmen angeschweißt. Querträger, Seitenwandholme und Dachspriegel wurden so positioniert, daß sich geschlossene Spantenrahmen bilden. Wo immer es möglich war, wurde das Punktschweißverfahren angewendet, um Wärmeeinbringen und Richtaufwand in Grenzen zu halten. Die Fensterrahmen wurden aus präzise vorgebogenen Z-Profilen geformt, so daß keine Nacharbeit der Fensterform notwendig wurde.

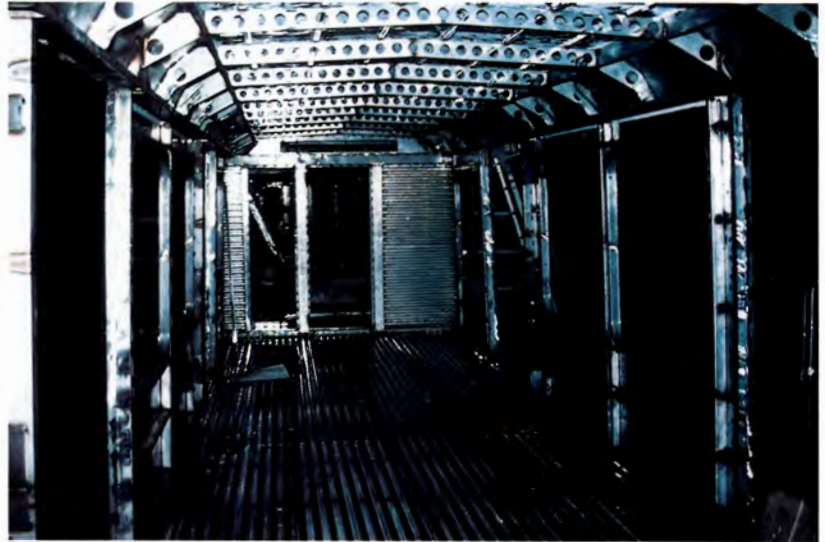


Bild 10:
Wagen-Gerippe

Der Werkstoff 1.4589 läßt sich leicht durch örtliche Wärmebeaufschlagung richten (Spannpunkte), was bei Aluminium-Strangpreß-Profilen kaum möglich ist. Bild 11 gibt die Gesamtansicht des Wagenkastenrohbaus mit Fensteröffnungen, drei Fahrgasttürenöffnungen und einer Öffnung für die Führerraumtür wieder. Im Dach erkennt man sechs Öffnungen für Aus- und Eintritt der Luft für die Heizungs-/Lüftungsanlage des Fahrgastraums.

Bild 12 zeigt die Stirnansicht des Wagens mit dem konischen Vorderteil, das nicht einfach und ohne Verwerfung herzustellen ist.

torteil dem Gleichstromsteller wirksam zugeordnet war. Außerdem flossen in den Verbindungsleitungen Ausgleichsströme beträchtlicher Größenordnung. Als Folge trat eine Überlastung der Netzkondensatoren ein, die sich im Ansprechen der Sicherungen offenbarte.

Alle Netzkondensatoren wurden daraufhin gegen solche mit größerer Strombelastbarkeit ausgetauscht. Der Umbau war einfach durchführbar, weil entsprechende Kondensatoren mit gleichen Abmessungen verfügbar waren. Die Verbindungsleitung der ohnehin weitgehend entkoppelten Kondensatoren wurde entfernt. Somit ergaben sich zwei sepa-

rate Filter mit jeweils doppelter Induktivität und halber Kapazität, deren Resonanzfrequenz gegenüber der ursprünglichen Schaltung jedoch gleich ist. Durch Messungen wurde überprüft und abgesichert, daß die sich aus der Änderung ergebenden Rückwirkungen zulässig sind. Es entstand der Vorteil, daß die Einzelfahrzeuge jetzt über unabhängige Netzfilter verfügen. Die Redundanz der Doppeltriebwagen-Ausrüstung wurde damit in einem weiteren Punkt verbessert.

Türen

Bei der ersten Fahrt mit Fahrgästen stellten sich auch Probleme beim Türschließen ein. Infolge Wagenkastenschiefstellung, Zuladung und Behinderung der Schließbewegung in Gedrängesituationen wurden einige Schwachstellen offenbar, die jedoch schnell beseitigt werden konnten. Beim Reproduzieren der Beanspruchungsverhältnisse auf dem Probefahrtgleis in einer Kurve und Simulation von Gedrängesituationen, wie sie täglich im Berufsverkehr eintreten können, sind eine Reihe von Einstellungskorrekturen und Detailverbesserungen durchgeführt worden.

Als störend hatten sich die Fanghaken unten an den Türblättern herausgestellt. Da die S-Bahn-Wagen mit Außentrittschwellen zur Verringerung des Spaltes zwischen Wagenkasten und Bahnsteigkante ausgestattet sind, mußte für die Türblatтарыerrierung eine andere Lösung als bei der U-Bahn gefunden werden. Die Fanghaken sollten in den Schlitz einer im Fußboden mittig in der Türtrittleiste eingelassenen Hartgummiplatte einfädeln. Eine anfängliche Unterschätzung der Bewegungstoleranzen der Türblätter bei Wagenkastenneigung führte zu Kollisionen der Fanghaken mit Randpartien der Hartgummiplatte und verhinderte manchmal das ordnungsgemäße Schließen der Türen. Da die Züge mit einer Anfahrsperrung ausgerüstet sind, war diese Störung von gravierender Auswirkung. Die Türen waren zwar augenscheinlich geschlossen, jedoch blieb die für das Anfahren erforderliche Schließquittung aus. In solchen Fällen kann sich der Triebfahrzeugführer selbst helfen, indem er die nachträglich installierte zentrale Öffnung aller Türen der dem Bahnsteig zugewandten Seite betätigt. Türschließstörungen können erfahrungsgemäß in den meisten Fällen durch Öffnen und erneutes Schließen behoben werden.

Weiterhin wurden als Verursacher für einige Türstörungen Relaiskontaktversager ermittelt. Durch das bekannte Verfahren der Parallelschaltung freier Kontakte konnte eine weitere Schwachstelle beseitigt

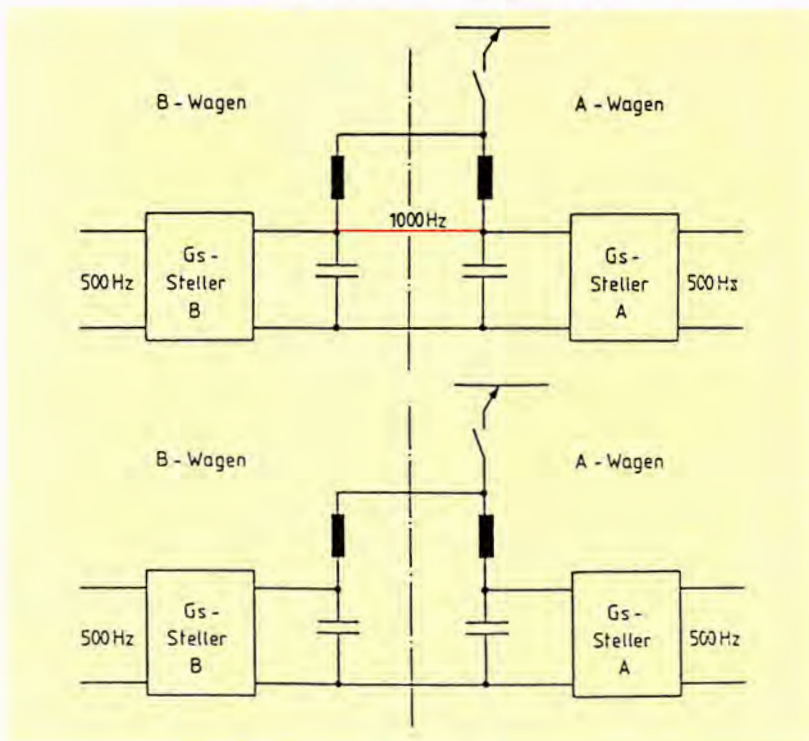


Bild 3:
Netzfilter-Schaltung
eines DTW
oben:
vor der Änderung,
unten:
nach der Änderung

werden (Bild 4). Zu Beginn des Fahrgastverkehrs wurde beobachtet, daß Fahrgäste vereinzelt nicht mit den Druckknöpfen an den Türen zurechtkamen. Sie standen vor der Tür und durchschauten noch nicht, wie diese zu öffnen sind. Auch war anfangs ein Verklemmen der Türtaster zu verzeichnen. Durch Nacharbeiten der Rosetten konnte schnell Abhilfe geschaffen werden. Die Türen können auch einzeln mittels Taster, die jeweils innen neben der Tür angeordnet sind, von den Fahrgästen wieder geschlossen werden. Eine über Zeitrelais kontrollierte Mindest-Offenhaltezeit der Türen wurde auf zehn Sekunden eingestellt. Dadurch wird vermieden, daß



Führerraum

Sämtliche Bedien- und Anzeigeelemente wurden unter Mitwirkung des Fahrpersonals nach ergonomischen Gesichtspunkten angeordnet (Bild 5). Dadurch ergaben sich nach Indienststellung nur einige Detailverbesserungen, die bei der Beratung am Modell nicht erkannt werden konnten.

Mit der durch die Mikrocomputertechnik ermöglichten automatischen Prüfroutine kann vor Einsatz des Zuges die Funktionstüchtigkeit wichtiger Einrichtungen geprüft werden. So wird zum Beispiel eine Bremsprobe und das Öffnen und Schließen der



*Bild 4 (links):
BVG-Elektronikerin
beim Überprüfen der
elektrischen Ausrüstung*

*Bild 5 (rechts):
Professor Lindinger
(Designer) bei der Un-
tersuchung der Führer-
pultänderungen für die
erste Bauserie*

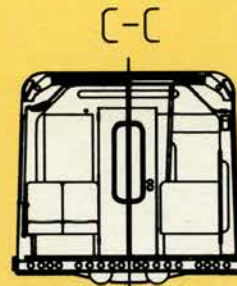
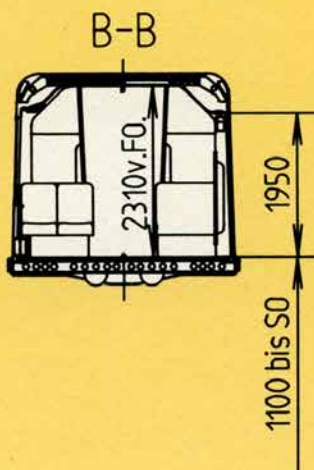
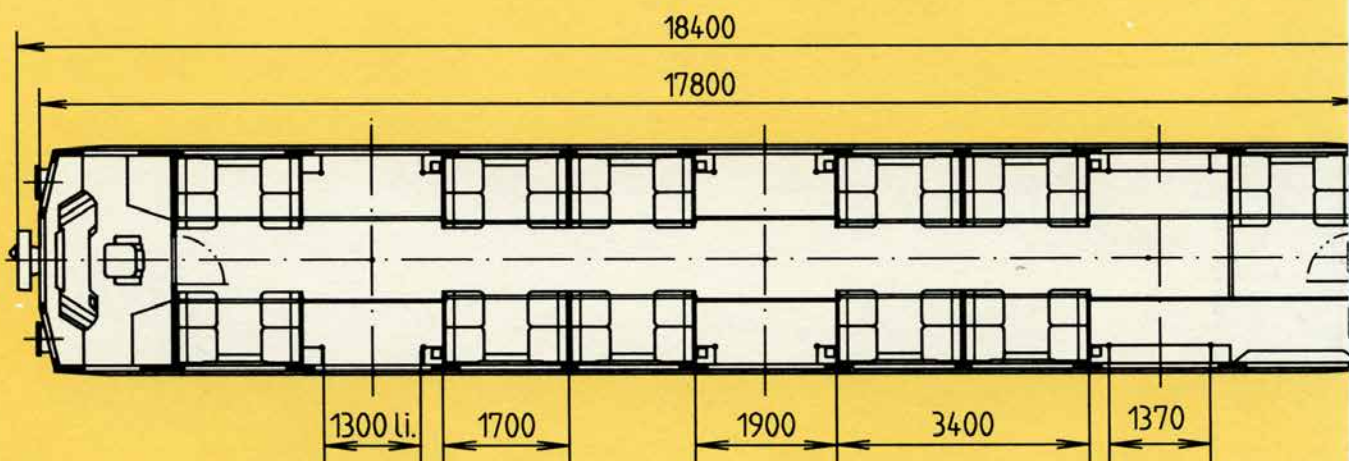
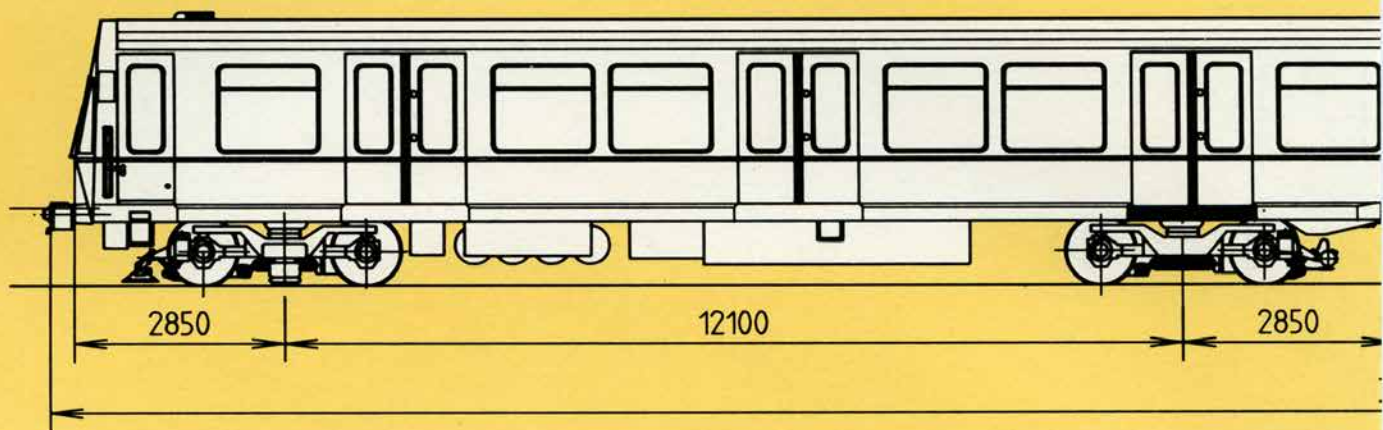
die Türen bei mißbräuchlicher Benutzung dieses Schließtasters zu früh und unerwartet für nachfolgende Fahrgäste wieder geschlossen werden.

Die optische und akustische Türschließbankündigung hat sich bewährt und wurde bei den Serienwagen noch durch eine außen auf dem Türblatt angebrachte rote Leuchte ergänzt. Insgesamt sind drei verschiedene Türbauarten getestet worden. Für die Serienwagen wurde die zuletzt eingebaute Variante gewählt, weil sie weniger Verschleißteile aufweist als frühere Ausführungen, keine unteren Fanghaken mehr besitzt und bei einer Vergleichs-Studie die größte Punktzahl erzielte.

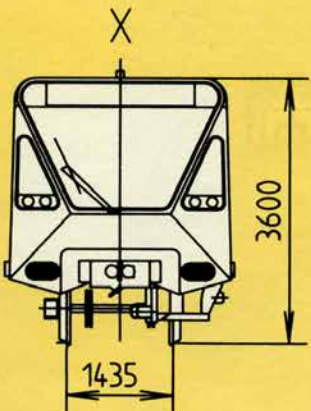
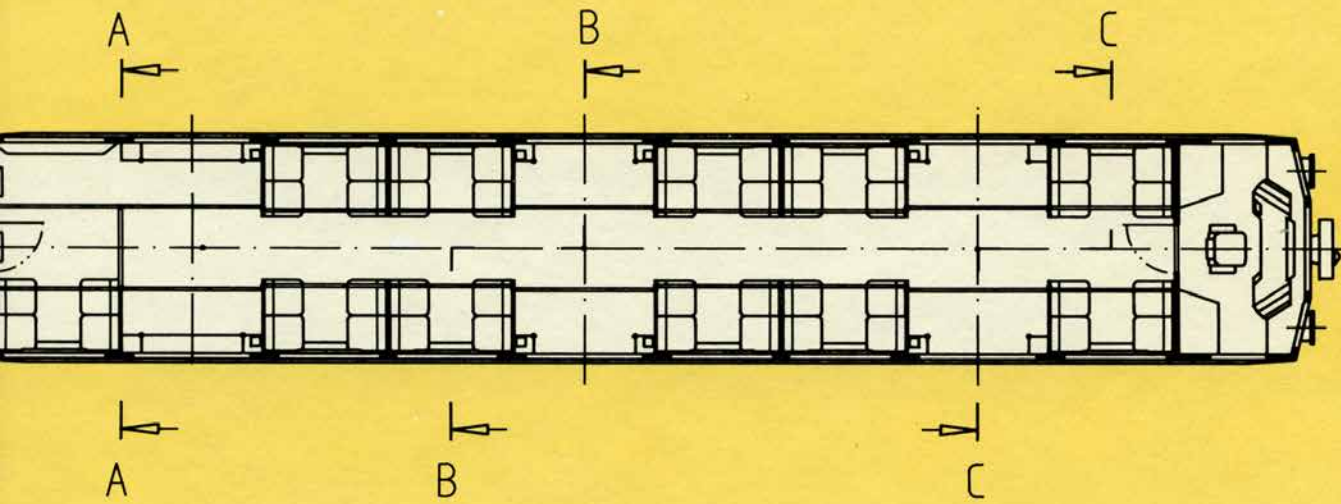
Türen aller gekuppelten Wagen in programmierter Reihenfolge mit Anzeige der Testergebnisse auf dem Bildschirm im Führerpult durchgeführt. Diese Einrichtung hat sich als sehr nützlich erwiesen und stellt eine wesentliche Zeitersparnis beim Vorbereiten der Züge dar.

Der Arbeitsplatz des Triebfahrzeugführers wird durchwegs positiv beurteilt. Besonders die hervorragende Sicht infolge der großen Frontscheibe und die gut gelungene Ausführung der Rückspiegel werden gelobt. Die aufwendige Planung und Behandlung aller Details in einem interdisziplinären Arbeitskreis haben sich gelohnt.

ET 480.5



ET 480.0



	TW	DTW	
Sitzplätze	44+2	88+4	
Stehfläche	25,00 m ²	50,00 m ²	
Stehplätze	100	200	4 Pers./m ²
gesamt	146	292	



Berlin elektrifizierte vor über 60 Jahren sein Eisenbahnnetz für den Nahverkehr und schuf ein beispielgebendes S-Bahn-System. Vieles hat sich seitdem verändert. Aber noch heute bringt der inzwischen historische Triebzug ET 275 seine Fahrgäste zum Ziel. Das ändert sich im Herbst 1990, wenn die Berliner mit einer neuen Fahrzeuggeneration, dem ET 480, im S-Bahn-Netz von einst auf Reisen gehen.

Die Vorgeschichte und den Bau dieses nach neuesten Erkenntnissen entwickelten elektrischen Triebzugs schildert das vorliegende Buch in eindrucksvoller Weise. Das Konzept für eine neue Fahrzeuggeneration, der wagenbauliche Teil, die elektrische Ausrüstung, Fahrmotor und Antrieb und nicht zuletzt das anspruchsvolle Design werden ausführlich beschrieben. So versucht die umfassende Dokumentation über den ET 480 sachlich einwandfrei zu vermitteln, aus welchen Gründen welche technischen Lösungen realisiert wurden.

Die Herausgeber und Autoren, die projektverantwortlichen Ingenieure, liefern aber nicht nur bis ins Detail gehende Informationen von der Idee bis zur Realisierung des ET 480. Sie schildern auch den Zustand der S-Bahn im Westteil der Stadt nach der Übernahme durch die Berliner Verkehrs-Betriebe (BVG) im Januar 1984 und die wechselvolle, jahrzehntelange Geschichte davor.

Es ist ein Buch entstanden, das auf besondere Art jedermann einen Blick hinter die Kulissen der Berliner S-Bahn gestattet.