

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 90 (1972)
Heft: 37

Artikel: Die Gelenktriebwagen Be 4/6 Nr. 101 - 108 der Birseckbahn
Autor: Harnisch, K. / Keste, M. / Moser, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85306>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Gelenktriebwagen Be 4/6 Nr. 101 – 108 der Birseckbahn

DK 621.335:656.34

Von K. Harnisch, Pratteln, M. Keste, Erlangen, und R. Moser, Baden

1. Einleitung

Die Notwendigkeit, den Vorortverkehr durch die Förderung des öffentlichen Verkehrsmittels zu verbessern, haben Behörden und Öffentlichkeit erkannt. Mit der Zunahme der Bevölkerungszahl, der Ausdehnung der Besiedlungsflächen und den zunehmenden Verkehrsschwierigkeiten in den Städten beginnt man die Möglichkeiten, die das schienengebundene Verkehrsmittel als leistungsfähiges, öffentliches Verkehrsmittel bietet, wieder neu zu erkennen. Die Vorortbahnen, welche ihre Passagiere mitten in die Verkehrszentren der Städte führen, sind daher vielerorts das Ziel von Sanierungen und Modernisierungen.

Im Raum Basel wurde nach vorangegangener jahrelanger Diskussion um die Erhaltung der Birseckbahn, welche als Vorortbahn die Kantone Basel-Stadt, Basel-Landschaft und Solothurn berührt, nun die 1970 beschlossene Sanierung mit dem Einsatz von 8 neuen, gelben Gelenktriebwagen des Typs Be 4/6 in die Tat umgesetzt. Die Fahrzeuge wurden von der Firma Schindler Waggon AG, Pratteln, als Generalunternehmer und Ersteller des mechanischen Teils geliefert. An den Lieferungen des elektrischen Teils waren massgebend beteiligt die Firmen Siemens AG, Erlangen, für die Schaltapparatur der Traktionsstromkreise und die Steuereinrichtung sowie die Nebenbetriebe; für die Traktionsmotoren die Aktiengesellschaft Brown Boveri & Cie., Baden. Damit erhält dieses Vorort-Strassenbahnunternehmen ein leistungsfähiges, zweckmässiges Verkehrsmittel, welches dem Publikum kürzere Reisezeiten und einen erheblichen Komfort anzubieten hat.

Die Ergebnisse der ersten Betriebsmonate beweisen, dass diese Dienstleistungen von den Kunden geschätzt werden. Eine beträchtliche Steigerung der Passagier- und Kursfrequenzen war die Folge; bereits trägt man sich mit dem Gedanken, das Platzangebot durch Ankauf einer Anzahl Anhängewagen oder Umwandlung vom zweiteiligen in dreiteilige Gelenkwagen weiter zu steigern.

2. Betriebsbedingungen

Bei der Konzeption dieses Gelenkfahrzeugtyps, das vorläufig als alleinfahrendes Fahrzeug auf der Strecke Dornach-Arlesheim-Münchenstein-Basel eingesetzt ist, waren folgende Bedingungen massgebend:

- Freizügige Verwendbarkeit der Fahrzeuge auf dem gesamten Netz der Birseckbahn (BEB) und der Basler Verkehrsbetriebe (BVB), da eine spätere Betriebsgemeinschaft beider Verkehrsbetriebe geplant ist.
- Völlige Bedienungsgleichheit für das Fahrpersonal zwischen den neuen Gelenktriebwagen der BEB und den bei der BVB im Betrieb stehenden Gelenktriebwagen des Typs Be 4/6 Nr. 603–658 (Ausführung Düweg).
- Die Fahrzeuge sind so einzurichten, dass sie später ohne erheblichen Aufwand für Doppeltraktion benutzt werden können.
- Ebenso sollen sie später ohne erheblichen Aufwand für Anhängerbetrieb benutzt werden können (die letzten beiden Fahrzeuge Nr. 107 und 108 sind inzwischen bereits mit Anhängerkupplungen und den entsprechenden Steuerelementen für diesen Betrieb eingerichtet worden).

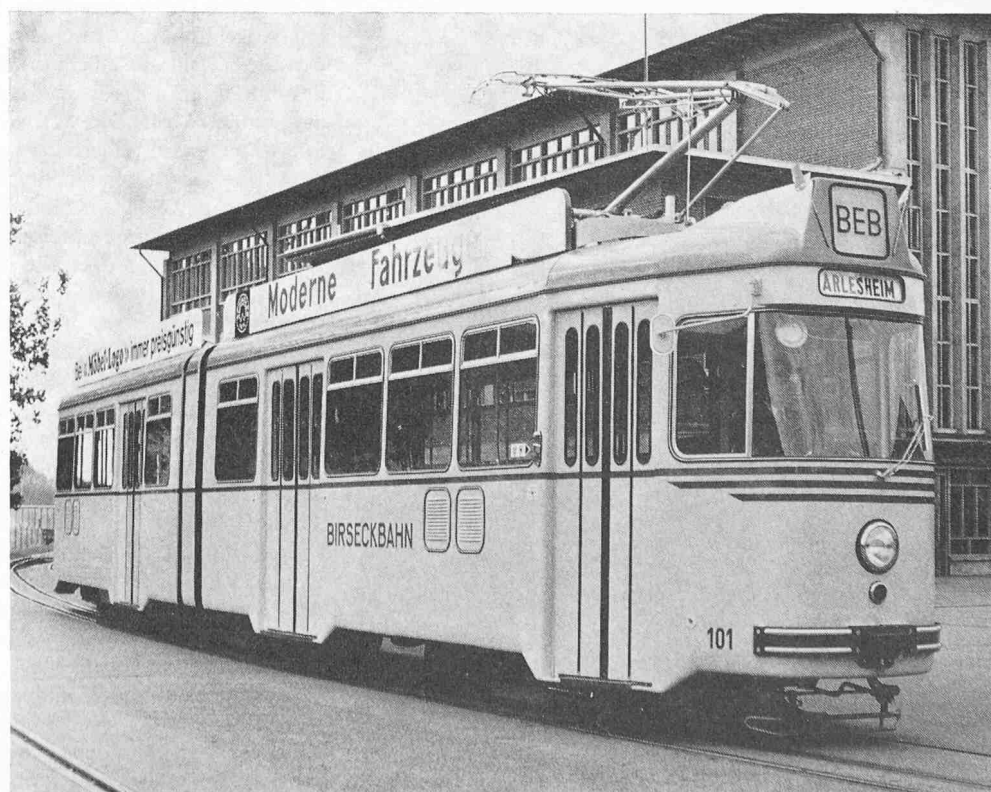


Bild 1. Aussenansicht des Gelenktriebwagens

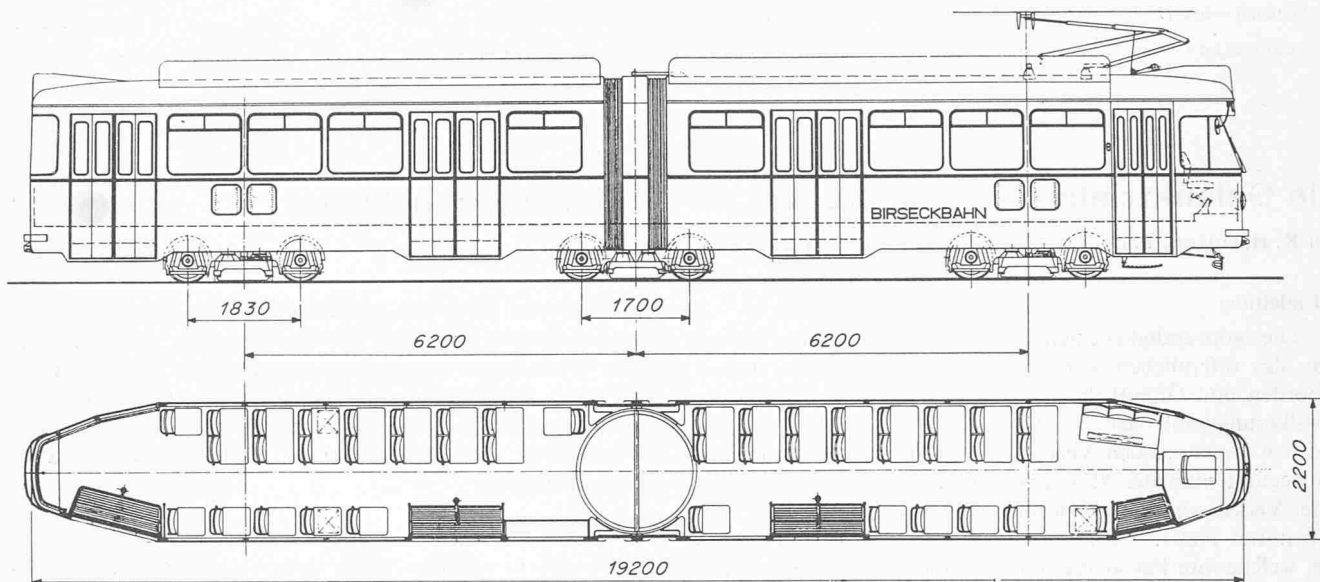


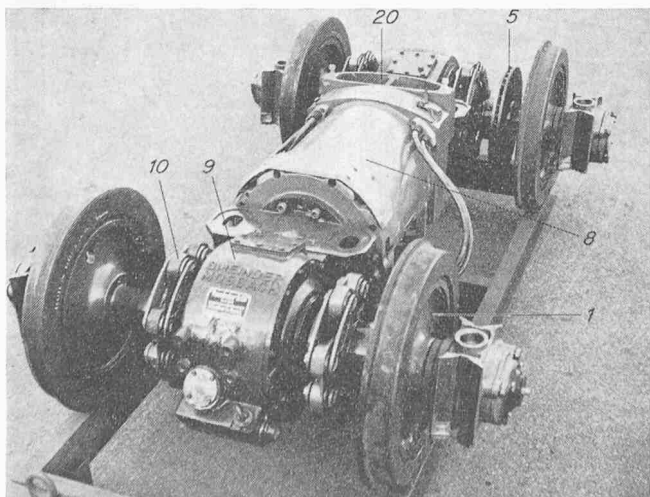
Bild 2. Typenbild

- Durch entsprechende Lastverteilung im Fahrzeug ist ein Adhäsionsgewichtsanteil der Triebachsen von etwa 81% anzustreben, welcher erlaubt, das vollbesetzte Triebfahrzeug mit vollbesetztem vierachsigen Anhängewagen in Steigungen bis 55‰ anzufahren.
- Die Einrichtungsfahrzeuge sind mit einer besonderen Rückfahreinrichtung vorzusehen, da von der Endschleife Dornach über eine längere Distanz rückwärts nach dem Depot Arlesheim gefahren werden muss.

3. Technische Daten

Länge über Stossbalken	19 400 mm
Drehzapfenabstand	2 × 6200 mm
Fahrzeugbreite	2200 mm
Höhe über Dachscheitel	3200 mm
Minimaler Kurvenradius	12 m
Motorenleistung total	300 kW
Spurweite	1000 mm
Tara	rd. 24 000 kg
Anzahl Sitzplätze	46
Anzahl Sitz- und Stehplätze	150
Max. Geschwindigkeit	60 km/h

Bild 3. Antriebsblock, Bezeichnungen s. Bild 5



1. Aufbau und mechanische Ausrüstung

4. Drehgestelle

Die Triebdrehgestelle sind mit einem längsangeordneten Motor von BBC, Leistung 150 kW bei 600 V, ausgerüstet, Bild 3. Der Motor 8 wird dabei mit den beidseitig fest angeflanschten Hypoid-Achsantrieben 9 zu einem Antriebsblock zusammengebaut und am Drehgestellrahmen elastisch aufgehängt. Als Übertragungselement zwischen dem Antriebsblock und den beiden Triebachsen sind BBC-Gummigelenk-Kardankupplungen 10 [5] eingebaut. Der Durchmesser der Übertragungs-Hohlwelle ist so gewählt, dass radiale Achsenversetzungen in der vollen Grössenordnung der Achsfederung möglich sind, Bild 4.

Das Wagenkastengewicht wird über einen Kugeldrehkranz 2 von grossem Durchmesser auf die Drehgestellwiege übertragen. Der Wiegenträger 3, welcher über den vorerwähnten Kugeldrehkranz mit dem Wagenkasten drehbar verbunden ist, besteht aus einem druckfest geschweissten Hohlträger, dessen Hohlraum für die Luftfederung als Zusatzvolumen ausgenutzt wird. Die Wiege stützt sich über vier seitlich angeordnete Luftfederbälge 14 auf die darunterliegenden Tragarme des Drehgestellrahmens 13 ab. Zur Dämpfung vertikaler Bewegungen sind in jedem Balg verschleiss- und wartungsfreie Luftdämpferventile 15 eingebaut. Die Niveauregulierung erfolgt über die Ventile 17, welche eine nahezu gleichbleibende Boden- und Einstieghöhe unter allen Lastzuständen gewährleisten. Durch den Druckunterschied in der Luftfederung werden die Bremsventile zur lastabhängigen Bremse gesteuert. Bei Ausfall der Luftfederung (z.B. bei Balgdefekt) kommt das Fahrzeug auf Gummi-Anschlageelementen 16 zum Aufliegen und kann behelfsmässig weiterverkehren.

Die Wiege wird mit dem Drehgestellrahmen durch zwei aussenliegende, tiefangelenkte Wiegenmitnehmer 4 verbunden, deren Gelenkstellen in Gummielementen gelagert sind. Zur Dämpfung der Querbewegungen ist zwischen Wiege und Drehgestellrahmen ein wirksamer hydraulischer Stossdämpfer der Firma KONI NV, Oud Beyerland (Holland), vorhanden.

Der Drehgestellrahmen ist aus einer spannungsfrei geglähten Schweisskonstruktion in Kastenbauweise mit Feinkorn-Sonderstahl von 45 bis 55 kp/mm² Zugfestigkeit und einer Streckgrenze von 32 kp/mm² hergestellt. Die Lagerstellen des Antriebsblocks, Achsführung, Luftfederung und Bremsaufhängung sind maschinell bearbeitet.

Die Triebdrehgestelle mit Aussenlagerung weisen einen Achsstand von 1830 mm auf. Als Laufwerk dienen gummi-gefederte Radsätze von 670 mm Laufkreisdurchmesser, Typ Bochum 1, Bild 4, welche in zylindrischen Doppelrollenlagern 21 gelagert sind. Die Achsfederung wird durch Druck-Schub-Gummielemente gebildet, die auch die Achsführung in Längs- und Querrichtung übernehmen. Über den Achsbüchsen sind Gummianschläge zur Begrenzung des Federweges vorhanden. Ein Achsende jeder Triebachse ist ausgerüstet mit Erdungsbürsten Typ Frost. Ausserdem erhalten einzelne Achsenden angebaute digitale Winkelschrittteiler zur elektronischen Fahr- und Bremssteuerung. Der Antrieb zum elektrischen Geschwindigkeitsmesser erfolgt auf dem Achsgetriebe.

Die Laufdrehgestelle, die sich unter dem Gelenk befinden, sind bezüglich Federung und Rahmenbauart ähnlich ausgeführt wie die Triebdrehgestelle, jedoch erfolgt die Kastenabstützung über einen dreiteiligen Spezialkugeldrehkranz von 1000 mm Durchmesser mit elastischer innerer Drehlagerung des hinteren Wagenteils. Der Wiegenträger ist durch die aus Stabilitätsgründen bedingte Hochlagerung der Luftfedern und die Tieflage des Kugeldrehkranzes stark abgekröpft. Auf dem oberen Flansch des Wiegenträgers sind die Lagerstellen 22 zur Befestigung des Gelenk-Portalbogens angebracht. Alle Räder der Trieb- und Laufdrehgestelle sind mit Polyester-Kotschutzverschaltungen ausgerüstet, welche das Untergestell und deren Apparate vor dem Spritzwasser der Räder schützen.

5. Bremsen

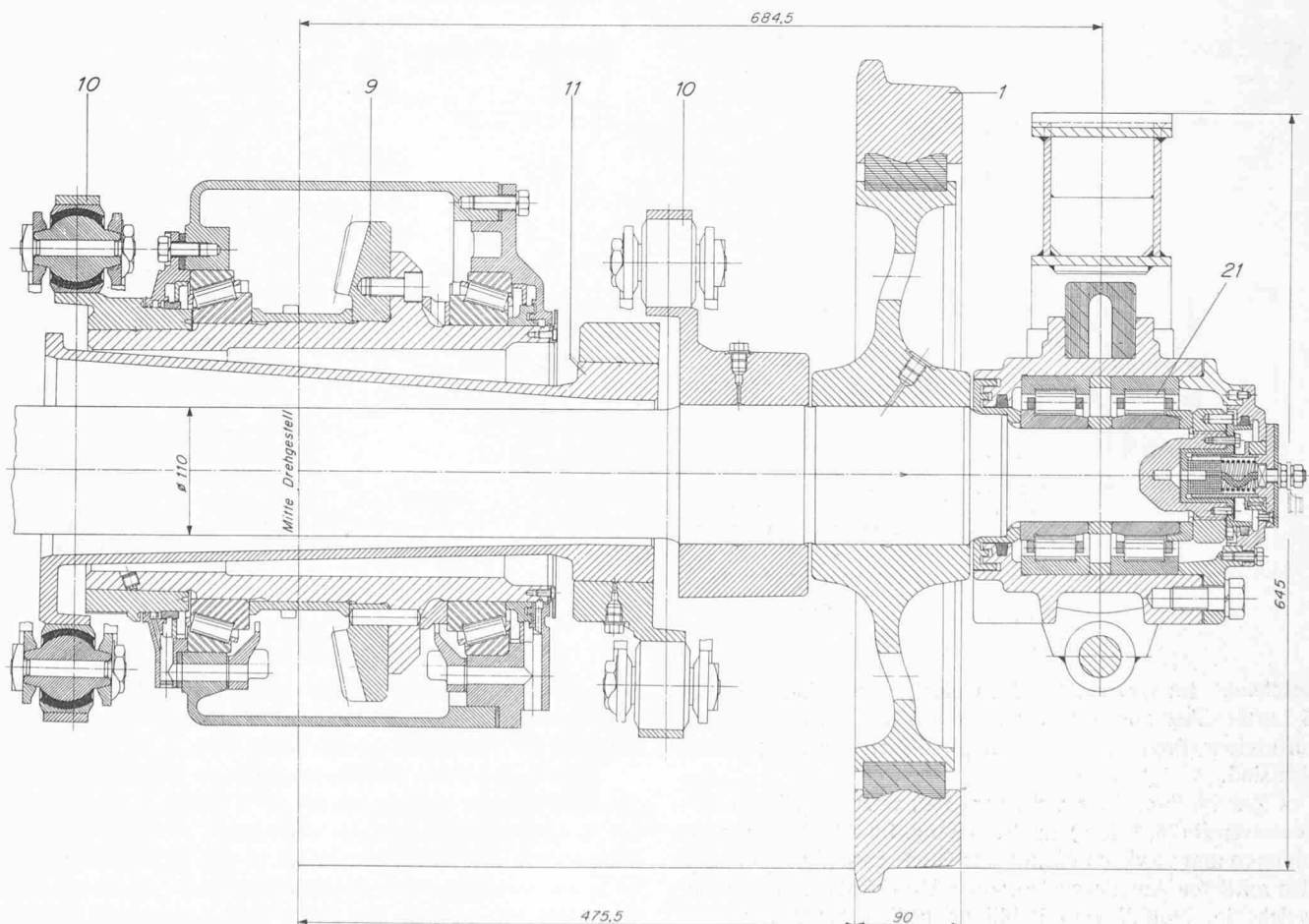
Ausser der im elektrischen Teil erwähnten Widerstandsbremse (siehe auch Kap. 10) enthält das Fahrzeug eine Druckluftbremsanlage, Magnetschienenbremsen, eine hydromechanische Handbremse und Notbremsen. Alle Trieb- und Lauf-

drehgestelle sind mit je zwei elektromagnetischen Schienenbremsen 12, Bild 6, von je 4000 kp Zugkraft ausgerüstet. Sie sind einstellbar federnd aufgehängt. Im Laufdrehgestell weisen beide Achsen Scheibenbremsen 5, Bild 7, auf, während jedes Triebdrehgestell nur eine Scheibenbremse enthält, da die Achsen über den Antriebsblock starr miteinander gekuppelt sind. Die pneumatische Scheibenbremse der Triebdrehgestelle wird normalerweise nur in den letzten Bremsstufen als Betriebsbremse verwendet, während die Scheibenbremsen des mittleren Laufdrehgestelles zusammen mit denjenigen eines allfällig gekuppelten Anhängers in Abhängigkeit vom Bremsstrom als Betriebsbremse mitbenutzt werden. Die Scheiben selbst sind aus Grauguss, die Bremsbeläge aus Kunststoff hergestellt. Je ein 8"-Bremszylinder 6, Bild 5, mit eingebautem Gestängennachsteller, Bremsübersetzungsgestänge und Klotzaufhängung vervollständigen die mechanische Bremsanlage.

Die indirekt wirkende Druckluftbremse ist lastabhängig, wobei das Steuerventil 7 vom Druckunterschied in der Luftfederung beeinflusst wird. Zur Betätigung der Druckluftbremse in Verbindung mit der elektrischen Bremse wird im Führerstand der Befehlsgeber SIMATIC® (25, Bild 9) der Firma Siemens AG, Erlangen, benutzt.

Zur Speisung der Druckluftanlage dient eine zweistufige Rotationskompressorgruppe der Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur (SLM), Typ KLL 4 S, welche im Vorderteil des Untergestelles elastisch aufgehängt ist. Die Gruppe weist bei ihrer Normaldrehzahl von 2850 U/min eine Ansaugluftmenge von 42 m³/h bei einer Motorleistung von rund 8 PS auf. Die Ansaugluft des Kompressors wird über einen Filter dem Wageninnern entnommen. Der Öl- und Wasserabscheidung hat man durch den Einbau eines grossvolumigen Abscheiders in Spezialausführung besondere Beachtung

Bild 4. Schnitt durch den Achsantrieb, 1:6, Bezeichnungen s. Bild 5



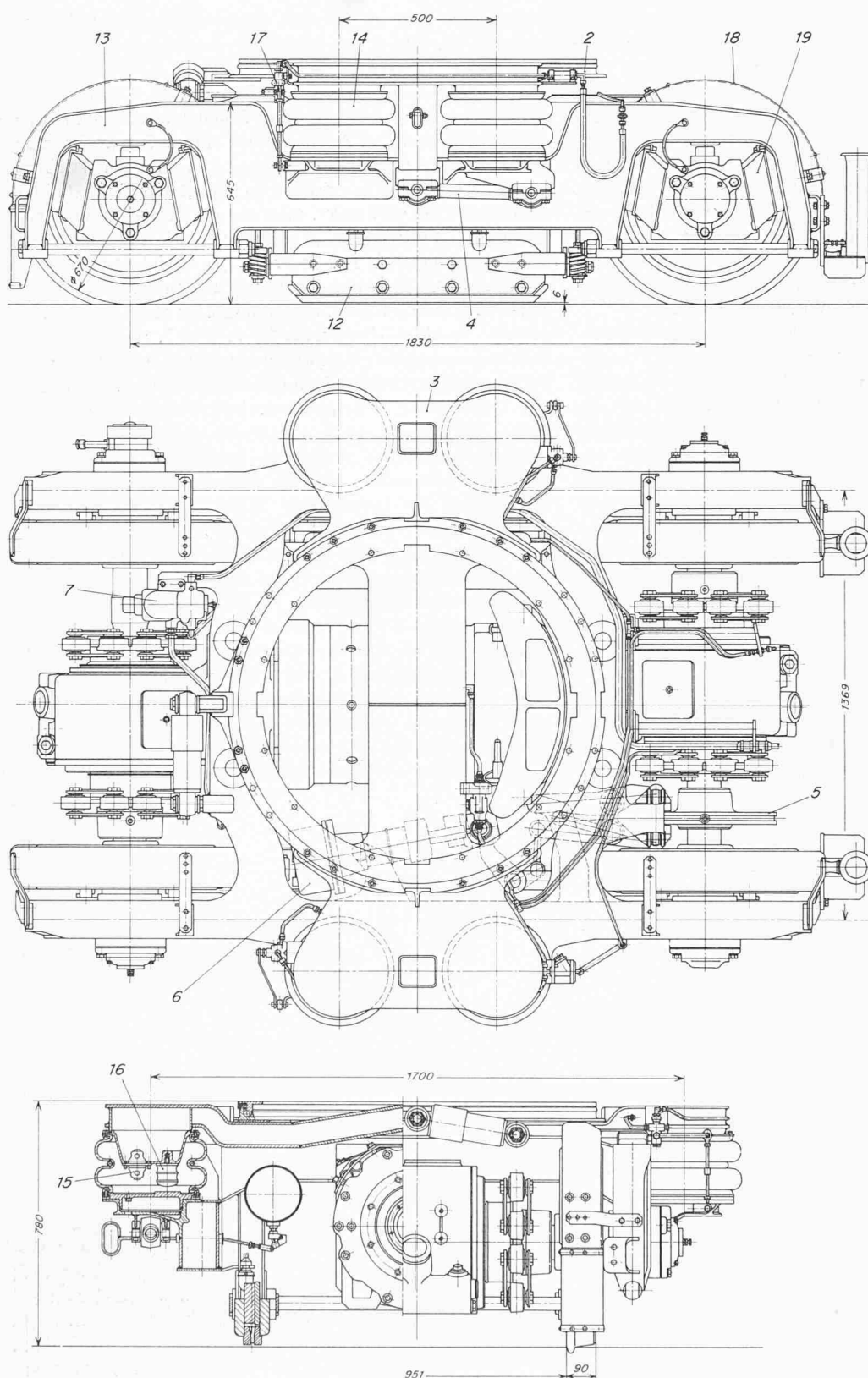


Bild 5. Einmotoriges Triebdrehgestell Schindler mit Luftfederung, 1:20

Bezeichnungen zu den Bildern 3, 4, 5, 6, 7 und 9:

- 1 gummigefederte Räder Typ Bochum
- 2 Kugeldrehkranz
- 3 Wiegenträger
- 4 Wiegenmitnehmer
- 5 Scheibenbremse
- 6 Bremszylinder mit angebaute Hydraulikzylinder für Handbremse
- 7 lastabhängiges Steuerventil zur Druckluft-Scheibenbremse
- 8 Triebmotor
- 9 Hypoid-Achsenantrieb
- 10 BBC-Gummigelenk-Kardankupplung
- 11 Übertragungs-Hohlwelle
- 12 Schienenbremse
- 13 Drehgestellrahmen
- 14 Luftfederungsbälge
- 15 Luftdämpfungsventile
- 16 Gummianschlag
- 17 Niveauregulierventil
- 18 Kotschutz aus Polyester
- 19 MEGI-Primärfeder-Gummierelemente
- 20 Luftansaugung der Triebmotoren
- 21 Achslagerung mit Doppel-Zylinderrollenlagern
- 22 Befestigungslager zum Gelenk-Portalrahmen
- 23 Einstellventil zum Scheibenwischer
- 24 Schalter für Türbedienung
- 25 SIMATIC-Befehlsgeber
- 26 Notbrems-Ventil
- 27 Armaturentableau
- 28 Geschwindigkeitsmesser
- 29 Manometer-Druckluftbremse
- 30 Hebel zur Handpumpe zur hydromechanischen Handbremse

geschenkt. Im Untergestell des Gelenkwagens sind insgesamt 6 Luftbehälter angeordnet, welche mit den einzelnen Druckluftkreisen (Brems, Luftfederung, Hilfsbetriebe usw.) verbunden sind.

Zur Notbremsung steht dem Fahrer zusätzlich ein Notbremsventil (26, Bild 9) zur Verfügung. Im Abteil sind in den hinteren und vorderen Plattformen Notbremshebeln und über den mittleren Ausstiegen Notbrems-Druckknöpfe angeordnet, welche im Notfall vom Publikum bedient werden können.

Alle diese Notbremsen bringen unverzüglich die Druckluft-Scheibenbremse und die Magnetschienenbremse zum Einsatz, während der Fahrstrom unterbrochen wird.

Die hydraulische Handbremse Bauart Schindler, wie sie bei allen neueren Fahrzeugen der BVB üblich ist, wurde auch bei diesen Gelenktriebwagen angewandt. Auf dem Kolbenstangenende der Druckluftzylinder in den Triebdrehgestellen ist je ein hydraulischer Verriegelungszylinder eingebaut, welcher vom Führerstand aus durch eine Handpumpe betätigt

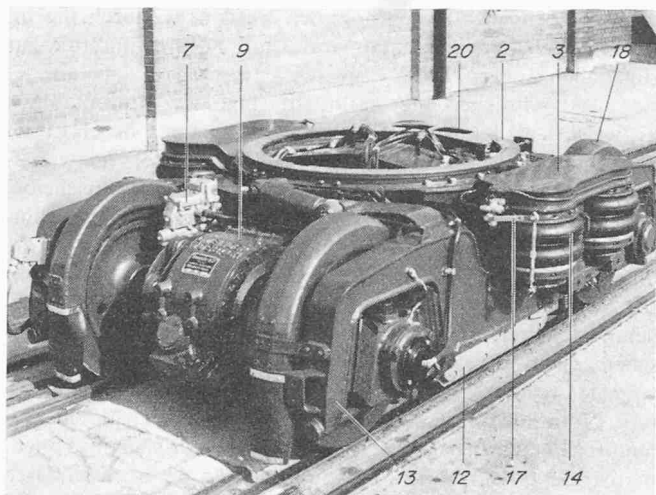


Bild 6. Triebdrehgestell mit Luftfederung

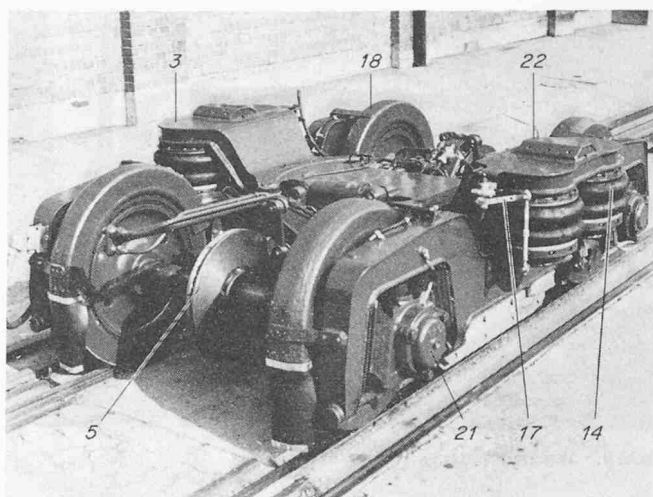


Bild 7. Laufdrehgestell mit Luftfederung

werden kann. Die mechanische Verriegelung verhindert dabei das Lösen der Handbremse. Zum Lösen der Verriegelung wird ein Fusspedal mit Entriegelungszyylinder benutzt.

6. Wagenkasten (Bilder 1 und 2)

Untergestell und Wagenkasten sind als selbsttragende, elektrisch geschweisste Kastenkonstruktionen aus dekapierten, kupferlegierten Stahlblechen und aus Pressprofilen hergestellt. Die 5 bis 6 mm dicken Aussenlangträger des Untergestelles sind dabei bündig mit der Seitenwandebene ausgeführt, um dem Fahrzeug bei den im Stadtverkehr häufigen Kollision eine erhöhte Festigkeit gegen Beschädigungen der Aussenhaut zu geben. Da der Langträger nach innen aus einem offenen Profil besteht, ist er von beiden Seiten her zugänglich, was bei Reparaturen erhebliche betriebswirtschaftliche Vorteile bietet.

Die Schemelträger des Untergestells sind als flache, breite Hohlträger Elemente gebaut, die zugleich als Saugkanäle für die Kühlluft der Triebmotoren dienen. Die Luftansaugstellen befinden sich in der Seitenwand unterhalb der Fensterbrüstung. Sie sind mit Kiemenblech-Filtergitter versehen, die durch lösbare Gummiklemmpfosten im Seitenwandblech gehalten werden.

An den Aussenlangträgern sind Abstützsupports zum Heben, Senken und Abstellen des Wagenkastens auf Böcke sowie zum Eingleisen bei Unfällen vorgesehen. Die entsprechenden Stellen sind mit besonderer Farbe markiert.

Das Seitenwandgerippe besteht aus abgekannten Spezialprofilen, welche mit dem Seitenwandblech durch elektrische Punktschweissung verbunden sind, während das Dachgerippe aus Rechteckrohr-Querspriegeln und längsgesickten Dachblechen von 1,25 mm Dicke besteht, die durch innere Raupenschweissung miteinander verbunden sind. Die beiden äusseren Dachhauben bestehen aus glasgewebeverstärktem Polyester, wobei zwischen dem Dachgerippe aus Stahl und den Polyester-Formteilen elastische Schaumstoff-Zwischenlagen die Dehnungs-Unterschiede zwischen den beiden ungleichen Materialien ausgleichen. Leichtmetalldeckstäbe decken die Übergangsstöße zwischen Metaldach und Endhauben sauber ab. Über dem Dachrahmen ist ein ringsumlaufendes Regenrinnenprofil aus Leichtmetall angebracht.

7. Wagenausstattung (Bild 8)

Der Fussboden aus kochwasserfest verleimten Multiplexplatten wird mit dem Bodengerippe verschraubt. Um eine Trägerkorrosion zu vermeiden, sind die Auflagestellen mit Kunststoff-Zwischenlagen unterfüttert. Ein gerippter, brauner

Bodenbelag wird an den Seitenwänden bis zu den Sockelprofilen der Heizverschaltungen leicht hochgezogen. Die Trittkanten bei den Ausstiegtreppen sind mit verzinkten Treppeneisen beschlagen. Über den Kollektoren der Triebmotoren, der Kompressorgruppe und dem Bodenapparatkasten im Vorderteil sind Bodenklappen angeordnet.

Die inneren Wandverkleidungen unter den farblos eloxierten Leichtmetall-Brüstungsleisten bestehen aus Kellco-Kunstharzplatten mit heller Holzmaserierung. Die weitgehende Anwendung von glasfaserverstärkten Polyester-Formteilen wird besonders an der Decke sichtbar. Die gesamte Decken-Innenverkleidung besteht aus zwei seitlichen und einem zentralen Polyester-Formteil, welche über die volle Wagenlänge jedes Wagenteils führen. Die eingefärbte Decke von hellem Weiss erhält dadurch eine gestreckte, ansprechende Wirkung. Am wegnahbaren Mittelteil sind die Fluoreszenzleuchten montiert. Die schwenkbaren oberen Verkleidungskasten der Türaggregate sind aus dem gleichen Material hergestellt.

Der Führerstand ist durch eine Zwischenwand vom Passagierraum getrennt. In der Mitte dieser Wand befindet sich ein breiter, rechteckiger Vertikalkanal, in dem sämtliche Kabel vom Untergestell oder Führerstand zum Dach verlaufen. Die Kabel zu den Dachwiderständen, dem Stromabnehmer und den anderen Apparaten werden dabei unter dem zentralen Polyesterkanal verlegt und über Durchführungsisolatoren zu den einzelnen Apparaten auf dem Aussendach geführt. Damit

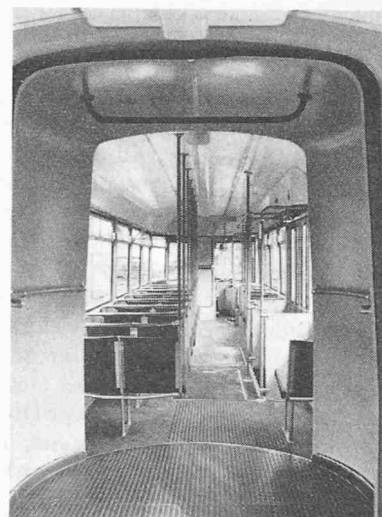


Bild 8. Innenansicht des Wagens mit Gelenkübergang

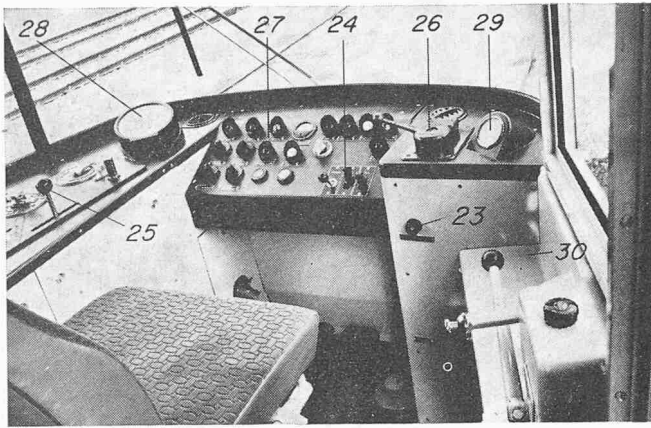


Bild 9. Innenansicht des Führerstandes

konnte ein äusserer Dachkabelkanal vermieden werden. Links vom Kabelsteigkanal ist eine blaugefärbte Sekuritscheibe bis zur Dachrahmenhöhe hochgezogen, während auf der rechten Seite des Kanals eine Drehtüre den Zugang zum Führerstand ermöglicht.

Im Fahrgastraum sind insgesamt 13 Einer- und 15 Doppelsitze mit gepolsterten Sitz- und Rückenkissen so angeordnet, dass fast alle Passagiere in Fahrtrichtung sitzen können. Eine Dreierlängsbank hinter der Führerstand-Rückwand enthält in ihrem Sitzkoffer den Siemens-Untersitzfahrshalter und einen klappbaren Sandkasten. Weitere Sandkasten aus Kunststoff befinden sich unter den Passagiersitzen, und zwar so angeordnet, dass jeweils vor den ersten Triebachsen jedes Drehgestells gesandt werden kann. Zum Sandeinfüllen werden die Sitzpolster dieser Sitze hochgeklappt. Von den Rücklehnen der Sitze führen vertikale Haltestangen zur Innendecke oder schliessen an horizontale Deckenhaltestangen an. Im Wagennern verteilt befinden sich vier Innenlautsprecher. Das Mikrophon und die Verstärkeranlage sind im Führerstand angeordnet.

8. Führerstand (Bild 9)

Der Führerstand zeichnet sich durch die übersichtliche und zweckmässige Anordnung der Apparate und Instrumente sowie durch die ausgezeichneten Sichtverhältnisse nach aussen aus. Durch den Einbau einer Panorama-Frontscheibe mit links und rechts anschliessenden Seitenscheiben wird eine Rund-sicht von mehr als 180 Grad erzielt; nur ganz schmale Gummiverbindungsleisten zwischen den drei Scheibenteilen unterbrechen die Sicht. Auf der rechten Seite in Fahrtrichtung ist ein Senkfenster mit Kurbelantrieb montiert, das zusammen mit zwei Staudruckklappen in der Stirnwand für eine gute Belüftung der Kabine sorgt.

Das Apparatepult links neben dem Fahrer enthält im vorderen Teil das stehende Betätigungsgerät zum Untersitzfahrshalter, welches über eine Kardanwelle mit diesem verbunden ist. Das Gerät ist mit einer wegnehmbaren Handkurbel versehen, die bei Ausfall der SIMATIC-Anlage zur Handschaltung der Wagen benutzt werden kann. Ausserdem ist im Seitenpult der Wendeschalter eingebaut. Der früher bereits erwähnte Befehlsgeber 25 zur halbautomatischen Steuerung des Fahrzeuges ist neben dem Betätigungsgerät angebracht. Unter einem Klappdeckel befinden sich die Verstärkeranlage zu den Lautsprechern, die Schalter für Batterie, Kompressorgruppe, Heizung, Beleuchtung sowie der Umschalter zur SIMATIC-Anlage auf Handbetrieb, weiter der Drucktaster zur Ausschaltung der Schienenbremse und eine Steckdose. Der Apparatekasten ist mit Platten aus glasfaserverstärktem Polyester vollständig verkleidet. Die Wand gegen die Wagenmitte kann durch

Steckklappen leicht weggenommen werden, wodurch die im Kasten enthaltenen Kleinapparate und Klemmenbretter gut zugänglich werden.

Das schräggestellte anthrazitfarbige Armaturentableau 27, welches als Kunststoffelement ausgeführt und durch Lösen von wenigen Schrauben und eines Vielfachsteckers leicht ausbaubar ist, befindet sich unmittelbar hinter der Frontscheibe. Es enthält die Schalter für Scheinwerfer, Wagenautomat, Blinker, Scheibenheizung und Führerstandbeleuchtung sowie die Signal- und Kontrollampen wichtiger Apparate und Stromkreise, das Batterie-Voltmeter und die Türbedienungs- und Verriegelungsschalter. In der linken Ecke des Tisches ist der Farbscheibentachograph Hasler angeordnet.

Der rechte Tisch im Führerstand enthält das pneumatische Notbremsventil 26, ein Doppelmanometer 29, ein stufenloser Betätigungshahn 23, zum Scheibenwischer und pneumatische Absperrhahnen. Anschliessend an den rechten Tisch ist eine wegnehmbare Kunststoffverschalung unterhalb des Seitenfensters angeordnet, in welcher sich das Antriebsaggregat zur hydromechanischen Handbremse befindet. Bei der späteren Einführung des Funkbetriebes wird ein Grossteil der Funkeinrichtung ebenfalls dort Raum finden.

Eine Fusspedalplatte enthält zwei Pedale für Schienenbremse und Sander, wobei die Schienenbremse in zwei Stufen für 600 Volt und 24 Volt schaltbar ist. Diese ist mit der elektrischen Warnglocke kombiniert. Die Warnglocke, die über einen Fussdrücker getrennt betätigt werden kann, enthält ebenfalls zwei Stufen. Bei der zweiten Stufe wird zusätzlich die mechanische Tretglocke betätigt. Links vom Sanderpedal befinden sich die Abblendschalter für Fernlicht und der Mikrophon-Fusschalter.

Zum Heizen der Frontscheibe ist eine Defrosteranlage 600 V/2 kW mit eingebautem Übertemperaturschutz vorgesehen. Das im Untergestellvorbau angeordnete Ventilatorgebläse 24 V/140 Watt fördert 200 m³/h. Zwei verstellbare Austrittsdüsen verteilen die Warmluft über die Frontscheibe, wobei ein grosser Bereich der Front- und der anschliessenden Seitenscheiben bestrichen werden kann. Zusätzliche einstellbare Abzweigungen belüften die Fussnischen des Fahrerstandes. Die Anlage kann auch ohne Heizung zur Frischluftventilation benutzt werden.

In der Wagendecke des Führerstandes ist der Überstromselbstschalter angebracht, der zur Kontrolle heruntergeklappt werden kann. Im weiteren sind Kasten für Hauptsicherungen und Kleinselbstschalter sowie ein Raum zur Unterbringung der Handkurbel und Wagenapotheke vorhanden. Im vorderen Dacheil ist der Linienwähler mit Kurbelantrieb, ein beleuchtetes BEB-Schild und ein Sonnenblendschutz angeordnet. Ein grosser Innenspiegel und ein schwenkbarer Aussenspiegel gestatten dem Führer die Übersicht über die inneren und äusseren Einstiege und Ausstiege. Schliesslich verfügt der Führer selbst über einen gepolsterten, hydraulisch gefederten und in mehreren Richtungen einstellbaren Sitz.

9. Türen und Fenster

Drei grosse Doppeltüren und eine kleinere vordere Falttüre mit festen Trittbrettern ermöglichen das Ein- und Aussteigen. Die nach aussen aufgehenden Falttüren sind aus je einem stranggepressten Leichtmetallprofil hergestellt und mit Sicherheitseinrichtungen versehen, die das Einklemmen von Passagieren verhindern. Handschutzgummi und Trittmatten aus glasfaserverstärktem Polyester werden über Druckwellenschalter so gesteuert, dass sich beim Berühren dieser Elemente während dem Schliessvorgang die Türe sofort wieder öffnet. Die Türbetätigungsaggregate, Fabrikat Baumgartner, sind über der Türe in gut zugänglichen Polyesterkasten untergebracht. Nothahn und Notbremsdrücker sind gut sichtbar angeordnet. Da die Fahrzeuge billetteurlos verkehren, werden die Türen

durch Selbstbedienung der Passagiere geöffnet. Beidseits der Einstiege sind Schutzwände mit oberem Glaseinsatz, Handgriff und Papierkorb eingebaut. Bei den Doppeltüren ist in Einstiegsmitte je eine vertikale Haltestange mit Bügelgriff angeordnet. Im oberen Bereich der Haltestange zu den Schutzwänden sind Druckknöpfe zur Türbedienung und auf der Aussenseite des Wagens Leuchtdruckknöpfe zur Selbstbedienung angebracht. Die Türen können erst dann geöffnet werden, wenn vom Führer der Schalter zur Türfreigabe betätigt wird. Die im Wageninnern vor dem Anhalten erteilten Haltebefehle bleiben gespeichert bis zur Türfreigabe, worauf sich die vorgewählten Türen automatisch öffnen. Das Wegfahren von den Stationen ist erst möglich, wenn sämtliche Türen vollständig geschlossen sind.

Alle Seitenwandfenster bestehen aus einem aufklappbaren Oberteil und einem fest eingebauten Unterteil. Die Gläser sind aus leicht gefärbtem Antisolphar-Sicherheitsglas hergestellt und werden mit Gummiklemmprofilen in der Seitenwand festgehalten. Die gerundeten Front- und Heckgläser bestehen aus Sicherheits-Verbundglas in gleicher Farbtönung wie die Seitenwand-Fenstergläser.

2. Elektrische Ausrüstung

Die elektrische Ausrüstung ist für eine Nenngleichspannung von 600 V bemessen. Bei Spannungsschwankungen in den zulässigen Grenzen von +20 bis -30% ist ein einwandfreier Betrieb noch gewährleistet.

10. Antrieb und Starkstromschaltausrüstung (Siemens)

Ein Siemens-Halbscheren-Stromabnehmer mit Spezialpalette der Firma Kummeler & Matter AG, Zürich, versorgt das Fahrzeug mit elektrischer Energie. Ein zweipoliger Überstromselbstschalter R 928 mit Fernbetätigung schützt den Fahrmotorenstromkreis beim Fahren gegen Kurzschluss und Überlastung. Bei Serienfahrt wird der Strom über eine Strombahn geführt, und bei Parallelfahrt erhält jeder Motorkreis seine eigene Strombahn. Diese Schaltung hat den Vorteil, dass der Überstromauslöser, der in jeder Strombahn eingebaut ist, nur für den einfachen Motorstrom eingestellt zu werden braucht, wobei sich im Serien- und Parallelbereich ein gleich guter Schutz ergibt. Der Schalter ist in die Zwischendecke des Führerstandes eingebaut und kann auch mit einem steckbaren Knebel handbetätigt werden.

Zum Schutz gegen Überspannungen aller Art aus der Fahrleitung sind die Fahrzeuge auf dem Dach mit einem Siemens-Kathodenfallableiter® ausgerüstet. Der Fahrmotorstrom wird direkt über die im Achslagergehäuse eingebauten Erdungskontakte zur Schiene abgeleitet. Als Fahrmotoren wirken zwei eigenbelüftete Gleichstrom-Bahnmotoren Bauart BBC, die im nächsten Kapitel beschrieben werden.

Die Fahrmotoren werden über einen Fahr-Brems-Nockenfahrerschalter mit Motorantrieb in Untersitzbauart gesteuert. Zum Anfahren bedient man sich in bekannter Weise einer Serien-Parallel-Schaltung mit 11 Serien- und 9 Parallelstufen, wobei die 8. und die 9. Parallelstufe Shuntstufen (65% bzw. 46% Erregung) sind. Der Übergang von der Serien- in die Parallelschaltung wird ohne Unterbrechung der Zugkraft zweistufig in Brückenschaltung vorgenommen. Eine zusätzlich vorgesehene Diode verbessert noch den Übergang und vermindert gleichzeitig den Kontaktverschleiss der entsprechenden Nockenschalter.

Als erste Betriebsbremse wirkt die fahrdrahtunabhängige selbsterregte Widerstandsbremse mit Vorerregung, bei der die Fahrmotoren als Generatoren arbeiten und die Bremsenergie in den Dachwiderständen als Wärme an die Umgebung abfließt. Die Widerstände werden im Verlauf einer Bremsung in 16 Bremsstufen nacheinander abgeschaltet. Die Widerstands-

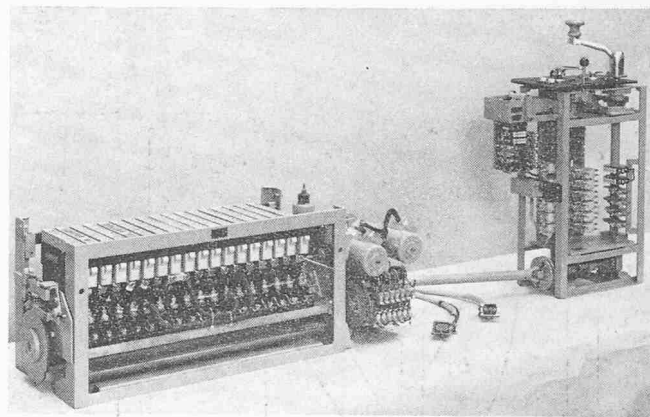


Bild 10. Siemens-Fahr-Brems-Nockenfahrerschalter mit Doppelnockenschaltern und angebaute Zweimotorenantrieb sowie mit Betätigungsgerät und Befehlsgeber. Die Kurbel für Nothandfahrt ist aufgesetzt.

bremse ist mit zwei getrennten Bremsstromkreisen ausgeführt, so dass bei Störung in nur einem Kreis noch 50% der gesamten Bremskraft durch den ungestört bleibenden anderen Kreis aufgebracht werden kann.

11. Traktionsmotoren BBC Typ 4 ELG 2057

Die Fahrzeuge sind mit je zwei Gleichstrom-Traktionsmotoren BBC Typ 4 ELG 2057 von 150 kW 1-h-Leistung ausgerüstet. Der neue Motortyp stellt eine Weiterentwicklung für höheres Drehmoment des bei der Bremgarten-Dietikon-Bahn im Einsatz stehenden Typs ELG 2052 gleicher Leistung [6] dar. Tabelle 1 enthält die Hauptdaten des neuen Motors.

Tabelle 1. Hauptdaten eines Traktionsmotors

		Dauerbetrieb	Stundenbetrieb	max. Werte	
Leistung pro Motor	kW	131	150	—	
Motorspannung	V	600	600	720	
Motorstrom	A	240	276	500	
Fahrgeschwindigkeit	km/h	30,8	29,4	60	
Motordrehzahl	U/min	1395	1325	2720 ²	Erregungsgrad 100%
Motordrehmoment	kpm	91,5	110	230	
Zugkraft am Rad ¹⁾	kp	1496	1800	3770	
Bremskraft am Rad ¹⁾	kp	1750	2080	4240	
Fahrgeschwindigkeit	km/h	46,5	43	60	
Motordrehzahl ²⁾	U/min	2115	1942	2720	Erregungsgrad 46%
Motordrehmoment	kpm	62	76,5	181	
Zugkraft am Rad	kp	1015	1250	2960	
Motorgewicht	kg	860			
Raddurchmesser neu	mm	670			
halb abgenützt	mm	635			
Getriebeübersetzung		1:5,625			

¹⁾ für zwei Achsen

²⁾ grösstmögliche Betriebsdrehzahl $n = 3175$ U/min

Bauweise

Beim Motor 4 ELG 2057 wurde Wert auf eine möglichst einfache Bauart gelegt, soweit dies bei den vorgegebenen Randbedingungen des Einbaus und des Getriebeanbaus möglich war. Er ist als vierpoliger, unkompensierter, eigenventilierter Gleichstrom-Serie-Motor gebaut. Der Stator stellt eine Schweisskonstruktion dar mit gewalztem Stahlgehäuse, das zusammen mit Stahlguss-Lagerschildern eine optimale mechanische Festigkeit gewährleistet. Die Wellenenden tragen zur Aufnahme der Kupplungsstücke Keilverzahnungen. Die Mo-

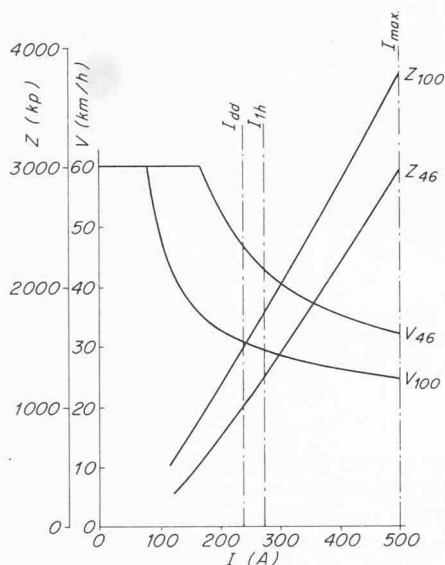


Bild 11. Motorcharakteristik bei 600 V Klemmenspannung

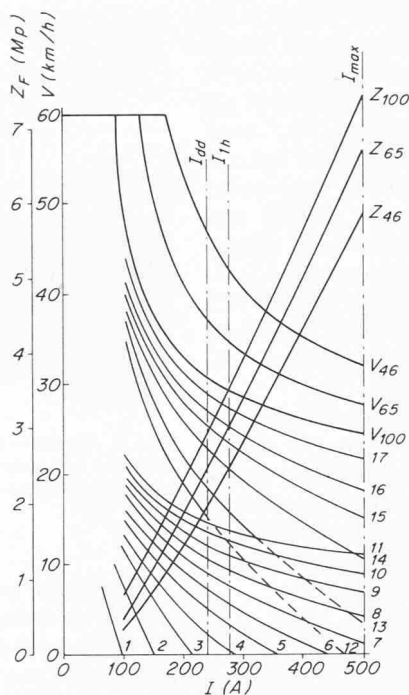


Bild 12. Fahrkennlinien

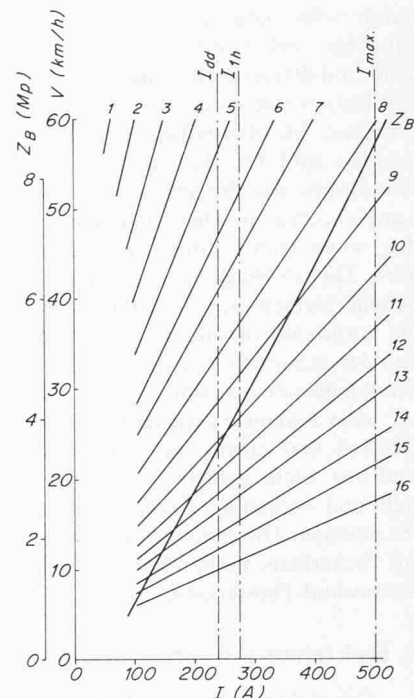


Bild 13. Bremskennlinien

I Motorstrom, Z Zugkraft pro Drehgestell, Z_F Zugkraft pro Fahrzeug, V_{46} Fahrgeschwindigkeit bei 46 % Erregungsgrad, V_{100} Fahrgeschwindigkeit bei 100 % Erregungsgrad

torwelle ist im Beschädigungsfall auspressbar und durch eine neue ersetzbar.

Elektrische Leistungsdaten

Die Leistungsdaten werden bei 100% Felderregung abgegeben. Ein niedriger Ankerstrombelag sowie die bescheidene mittlere Lamellenspannung von nur 11 V bei 600 V Klemmenspannung erlaubten den Verzicht auf die Kompensationswicklung, ohne indessen im Bremsbetrieb, wo Leistungsspitzen bis 500 kW aufzunehmen sind, unzulässige Kommutationsbeanspruchungen zu erhalten. Die Schleifenwicklung im Anker trägt ebenfalls zur geringen Beanspruchung der Kommutation bei.

Wicklungs- und Isolationstechnik

Die Haupt- und Wendepolspulen des Stators sind mit einer vakuumimprägnierten Isolation der Klasse F ausgerüstet und direkt auf die Polkerne vergossen. Dadurch erhält die Wicklung grosse mechanische Festigkeit sowie beste Wärmeleitfähigkeit. Bild 15 zeigt die einfache Ausführung der fertigen

Statorwicklung, wie sie seit über zehn Jahren in Hunderten von Traktionsmotoren zu finden ist.

Die Ankerwicklung ist mit dem Kammkollektor durch eine TIG-Schweissung verbunden. Die Stabverbindungen an der Gegenkollektorseite sind hartgelötet, so dass eine weichtloftfreie Wicklung vorliegt. Die Isolation ist in Klasse H ausgeführt unter Verwendung von Polyimid- (Kapton-) und Polyamid- (Nomex M-) Materialien. Erstmals kommt für solche Motoren eine Ganz-Imprägnierung mit lösungsmittelfreiem Silikonharz zur Anwendung, was eine optimale Wärmeableitung ergibt. Der dichte Abschluss der Wicklungsköpfe gegen Schmutz und Feuchtigkeit wird durch das Vergiessen mit Silikon-Kautschuk sichergestellt. Die beschriebene Ausführung ergibt eine sehr robuste Ankerwicklung, die kurzzeitige thermische Überlastungen ohne Schaden ertragen kann.

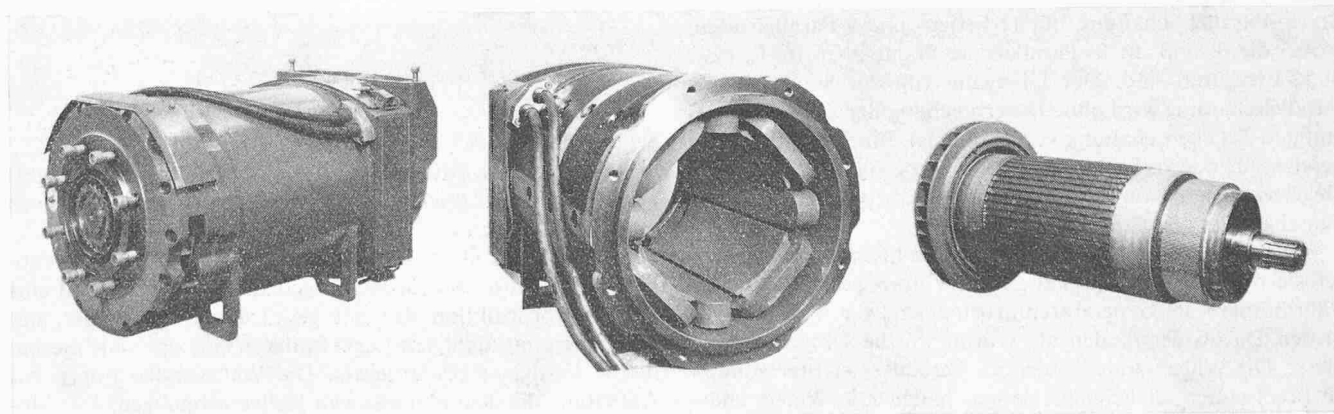
Die Kommutation ist mittels der verschiebbaren Bürstenbrücke optimal einstellbar.

Der eigenventilierte Motor saugt die Kühlluft aus dem Kanalsystem des Fahrzeuges an. Der Lufteintritts-Stutzen ent-

Bild 14. Einbaubereiter Motor

Bild 15. Stator allein, bewickelt

Bild 16. Anker allein



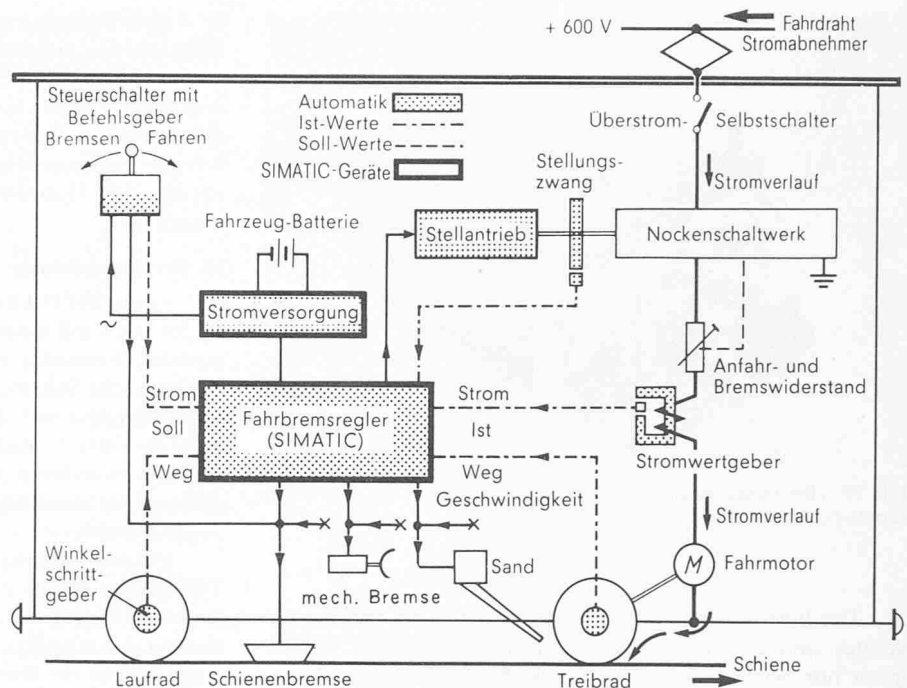


Bild 17. Blockschaltbild der «SIMATIC»

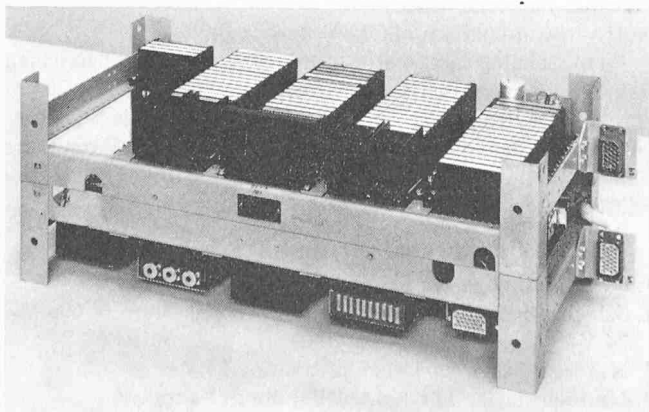
spricht den DIN-Normen 43204. Die Luftführung im Motor ist so gestaltet, dass auch bei zunehmenden Schmutzablagerungen, vor allem im Anker, keine Mehrerwärmung auftritt.

12. SIMATIC-Ausrüstung

Die Fahrzeuge wurden entsprechend der eingangs geschilderten Aufgabenstellung mit einer halbautomatischen elektronischen Steuerung des Fahrschalters nach dem SIMATIC-System für Mehrfachtraktion ausgerüstet. Im folgenden sollen noch einmal kurz die wesentlichen Teile sowie die Funktionsweise dieser Steuerung beschrieben werden [1], [2], [3].

Mit dem am Betätigungsgerät angebaute Befehlsgeber werden die Befehle «Fahren», «Bremsen», «Notbremse», «Fahren-Stop» und «Bremsen-Stop» sowie die Sollwerte für den Fahr bzw. Bremsstrom für die Steuerung gegeben. Der Stromwertgeber misst den Strom-Istwert der Fahrmotoren. Die Winkelschrittteiler erfassen die Drehzahlen an den Achsen (Laufachse = Sollwert, Treibachse = Istwert). Der Zweimotorenantrieb am Fahrschalter bewegt die Fahr-Brems-Walze in die gewünschte Stellung und meldet über den Stellungs-zwang die eingenommene Stellung zurück. Der Fahr-Brems-Regler verarbeitet alle Befehle.

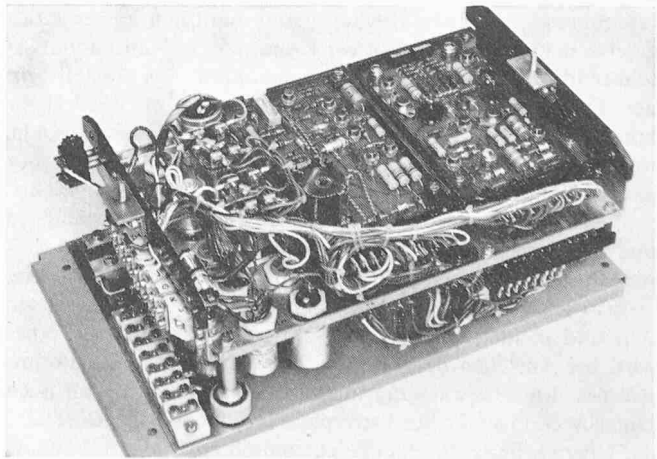
Bild 18. Fahr-Brems-Regler, aufgebaut aus Bausteinen des SIMATIC-G-Systems



Gespeist wird das gesamte System durch eine eigene Stromversorgung, die einmal eine Spannung ± 24 V – für die SIMATIC abgibt sowie für die Mehrfachtraktion 60 V – und 60 V, 400 Hz, letztere für den Sollwert des Fahr- bzw. Bremsstromes.

Die mit dem Befehlsgeber vorgegebenen Signale und Sollwerte für den Fahr- bzw. Bremsstrom werden zusammen mit den übrigen Messwerten vom Fahr-Brems-Regler in eine Auf- bzw. Absteuerung umgewandelt [4]. Ein Auf-Kommando lässt die Starkstromschaltung um eine Widerstandsstufe weiter-schalten. Bei Ausbleiben des Auf-Kommandos bleibt die erreichte Widerstandskombination des Starkstromkreises bestehen, bei Ab-Kommando wird um eine Stufe zurückgeschaltet. Durch die Raststellungen «Fahren-Stop» bzw. «Bremsen-Stop» kann der Fahrer die gerade erreichte Fahr- bzw. Bremsstufe beibehalten. Durch einen Taster «Bremsse mindern» besteht die Möglichkeit, auf der Stellung «Bremsse-Stop» in Stufen bis auf die zweite Bremsstellung zurückzuschalten, ein Vorteil, der bei Gefällefahrten gern benutzt wird. Ein Schalter «Serie-Parallel» erlaubt die Anwahl der Dauerfahrstufen «Ende Serie» bzw. «Parallel-Shunt».

Bild 19. Stromversorgungsgerät für die SIMATIC-Steuerung bei abgenommener Schutzhaube



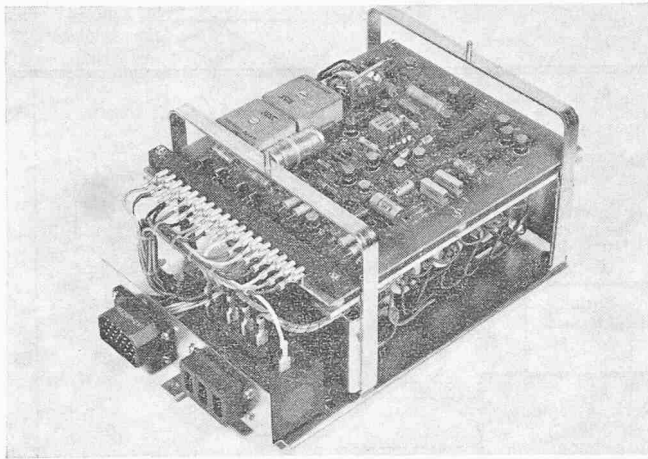


Bild 20. Bremssteuergerät zur elektrischen Ansteuerung des Bremsventils bei abgenommener Schutzhaube

Der Befehlsgeber und die Richtungswalze des Betätigungsgerätes sind derart miteinander verriegelt, dass der Befehlsgeber nur bei Vorwärts- bzw. Rückwärtsfahrt ausgelenkt und die Richtungswalze nur in der Nullstellung des Befehlsgebers bewegt werden kann.

Wichtige Voraussetzung für eine wirksame Steuerung ist ein gut funktionierender Schleuder- und Gleitschutz. Beim Schleudern wird der Fahrshalter automatisch stufenweise zurückgeschaltet, ohne dass der Fahrer den Sollwert verändern muss. Beim Gleitschutz ist zwischen schwachem und starkem Gleiten zu unterscheiden. Beim schwachen Gleiten kann der Fahrshalter solange nicht weiterschalten, bis der Gleitvorgang abgeklungen ist. Gleiten die Treibachsen zu stark, so wird zusätzlich die Bremskraft durch Zurückschalten soweit gemindert, dass sich die Achsen fangen können.

Auch der beste Gleitschutz kann den Schienenzustand nicht verbessern. Deshalb wird beim Anstehen der Signale «starkes Gleiten» und «schlechter Schienenzustand» (= kleiner Bremsstrom) automatisch gesendet. Auf der letzten Bremsstufe hört die Sandgabe wieder auf, damit im Stillstand nicht unnütz gesendet wird.

Um die Vorteile der selbsterregten Widerstandsbremse auch bei Zugsteuerung ausnutzen zu können und um die Umschaltzeit von Fahren auf Bremsen zu verkürzen, ist die Steuerung mit einer Bremsvorwahl ausgerüstet, d.h. durch Auswerten der Ist-Geschwindigkeit wird der Fahrshalter in die zur Geschwindigkeit passende Bremsstufe mit einem Schnellgang des Motorantriebes eingefahren.

Um den unangenehmen Ruck zu Beginn der Anfahrt und beim Bremsen zu vermeiden, misst man den Stromanstieg und verzögert das Weiterschalten zeitlich etwas. Bei der Gefahrenbremse wird die Ruckfassung natürlich ausser Kraft gesetzt, denn Sicherheit geht vor Komfort. Ein Nullspannungsschutz überwacht die Fahrleitungsspannung. Bei Ausfall geht der Fahrshalter in die Nullstellung und bei Wiederkehr kommt die zuvor angewählte Fahrhaltung wieder zustande. Im Zugverband spricht die Nullspannungsüberwachung nur in dem Wagen an, der den spannungslosen Abschnitt befährt.

Neben der Aufnahme und Verarbeitung von Befehlen und Messwerten überwacht der Fahr-Brems-Regler auch Störungen der wichtigsten Betriebsfunktionen. So kontrolliert er beispielsweise die Befehlsausführung in einer festgesetzten Zeit und meldet, wenn diese nicht zustande kommt. Ferner wird bei Anstehen des Bremsbefehls und Fehlen des Bremsstromes die Überwachung ausgelöst. Somit kann man auch Unterbrechungen im Starkstromkreis erkennen. Ausgelöst wird die Überwachung durch ein elektronisch angesteuertes Schütz

in Ruhestromschaltung, das beim Fahren den Überstromselbstschalter ausschaltet und beim Bremsen die Druckluftbremse auslöst. Eine Meldeleuchte auf dem Armaturenpult zeigt den Überwachungsvorgang optisch an. Bei Ausfall der elektronischen Steuerung kann bei Einzelfahrt noch ein Notbetrieb mit einer aufsteckbaren Handkurbel durchgeführt werden. Bei Doppeltraktion schaltet man nur den defekten Wagen ab.

13. Bremsausrüstung

Ausser der elektrischen Widerstandsbremse sind die Triebwagen noch mit einer Druckluftbremse (siehe Kapitel 5) ausgerüstet. Erstmals wird hier eine von Siemens entwickelte elektronische Steuerung der Bremsventile serienmässig eingesetzt, nachdem sich die in den Wagen 606/607 der BVB eingebaute Versuchsausführung im mehrjährigen harten Betrieb als sehr zuverlässig erwiesen hat. Die einzelnen Funktionsgruppen der Steuerung wurden in einem gemeinsamen Gehäuse zusammengefasst.

Mit dem Befehlsgeber wird die Druckluftbremse der SIMATIC-Anlage gesteuert. Der Sollwert, der im einen Falle für den Bremsstrom gilt, wird hier in einen «Solldruck» für die Ansteuerung umgesetzt. Solange die generatorische Bremse ansteht, macht ein Bremsstrom-Überwachungsrelais die Druckluftbremse elektrisch unwirksam, um ein Überbremsen zu verhindern. Sinkt der Bremsstrom nun unter einen einstellbaren Wert ab, so steuert die vorbereitete Steuerung ein elektropneumatisches Bremsventil an, das dann den Steuerdruck für die Bremsanlage herstellt.

Ein Schnelllöseventil, das bei Anstehen der Fahrkommandos anspricht, löst die Druckluftbremse. Ähnlich wie bei dem vorstehend beschriebenen Fahr-Brems-Regler wird auch hier die Funktion des Gerätes überwacht. Beim Anstehen eines der Störkriterien wird bei Bremsbefehl ein Ventil in Ruhestromschaltung angesteuert, das den Wagen unverzüglich stillsetzt.

Zusammengefasst hat die Druckluftbremse folgende Aufgaben:

1. Haltebremse zum Stillsetzen des Wagens nach Abklingen der generatorischen Bremse
2. Ersatzbremse bei Ausfall der generatorischen Bremse
3. Abrissbremse für den geführten Wagen bei Zugsteuerung
4. Betriebsbremse bei Rangierfahrt

Jedes Trieb- und Laufdrehgestell enthält als vom Reibwert zwischen Rad und Schiene unabhängige Bremsmittel zwei Schienenbremsmagnete mit einer Zugkraft von je 4000 bis 4500 kp. Die Schaltung ist als Zweispannungsschaltung mit 600/24 V und automatischer Umschaltung aufgebaut, wobei die 600-V-Schaltung vorrangig ist. Je zwei Magnete sind ständig parallel, und bei der Schaltung mit 600 V sind drei Gruppen in Reihe zusammen mit einem Vorwiderstand geschaltet. Bei Ausfall der Fahrdrathspannung werden die drei Gruppen parallel an die Batteriespannung gelegt. Die Magnete und Vorwiderstände sind für eine Einschaltdauer von 40% bemessen. Fällt die Fahrleitungsspannung aus, so schaltet das Differentialschutz automatisch auf 24-V-Betrieb um.

Hilfsschalter am 600-V- und 24-V-Schütz geben einen Registrierimpuls beim Bremsvorgang auf den Hasler-Tachographen. Zur Meldung der Einschaltung ertönt die Starktonglocke. Werden die Schienenbremsen betätigt, während der Fahrshalter auf «Fahren» steht, so wird der Überstromselbstschalter ausgeschaltet.

Die Schienenbremsen werden eingeschaltet durch:

1. Gefahrenbremse bei SIMATIC-Fahrt, 600 V-/24 V-
2. Schienenbremspedal, 1. Stufe = 600 V; 2. Stufe = 600 V-/24 V-
3. Notbremsahn der Druckluftbremse, 24 V-
4. Notbremstaster Tür 1-4, 24 V-, durch Fahrgäste

14. Rangierstand

Wie bereits erwähnt, wurden diese Wagen mit einem Heckfahrschalter zum Rangieren ausgerüstet. Mit den fünf Stufen – «Fahren», «Null» = stromloser Auslauf, «Druckluftbremse 1», «Druckluftbremse 2» und «Druckluftbremse + Schienenbremse» – kann das Fahrzeug rückwärts gefahren und gebremst werden. Der Heckfahrschalter und die Richtungswalze im Führerstand haben einen gemeinsamen abziehbaren Bedienhebel, so dass beide Geräte nie gleichzeitig betätigt werden können.

15. Elektrische Nebenbetriebe

Die Stromversorgung der Hilfsbetriebe mit 600 V – erfolgt über eine gesonderte Haupthilfsbetriebssicherung mit Abgriff vor dem Überstromselbstschalter. Fahrmotoren und Hilfsbetriebe sind also voneinander unabhängig geschützt, und eine Störung in einem Teil lässt den anderen noch betriebsbereit.

Die 24-V-Anlage wird über das Batterie-Hauptschutz zentral ein- und ausgeschaltet. Man erreicht damit, dass kein 24-V-Verbraucher bei Stillsetzung des Fahrzeuges eingeschaltet bleibt. Da für den Umformer und den Kompressor kein besonderer Schalter vorhanden ist, werden diese beiden Geräte automatisch mit dem Batterie-Hauptschutz ein- und ausgeschaltet.

Umformeranlage und Batterie

Die für die Betätigung der Niederspannungs-Schaltgeräte und 24-V-Beleuchtung erforderliche Spannung von 24 V – wird aus der Fahrdrachtspannung über einen rotierenden Gleichstrom-Gleichstrom-Umformer erzeugt, der auch die Ladung der 24-V-Batterie (Fabrikat NIFE) übernimmt. Zur Einhaltung der erforderlichen Ladespannung dient ein Transistor-Laderegler der Firma Autronica, der auf das Feld des Gleichstromgenerators einwirkt. Eine gelbe Ladekontrollleuchte, die beim Ausbleiben der Batterieladung aufleuchtet, sowie ein Voltmeter überwachen die Ladeeinrichtung. Ladekontrollleuchte und Voltmeter sind auf dem Armaturenbrett angeordnet.

Weichenstelleneinrichtung

Die vorhandenen E-Weichen werden mit Fahrstrom gestellt. Ein gesonderter Weichenstellwiderstand ist vorhanden, der beim Stellen der Weichen «mit Strom» über ein Schütz eingeschaltet wird. Bei Fahrt «ohne Strom» werden die Hilfsbetriebe durch Eingriff in deren Steuerstromkreise ausgeschaltet. Davon berührt werden: Kompressor, Frischstrom- und Scheibenheizung. Die Betätigung erfolgt über Taster im Armaturenbrett, wobei jeweils Meldelampen aufleuchten.

16. Beleuchtung, Heizung und Ventilation

Zehn Deckenleuchten mit je 40-W-Leuchtstofflampen, die über Vorwiderstände aus der Fahrleitung gespeist werden, beleuchten den Fahrgastraum. Die Beleuchtung ist in fünf Gruppen aufgeteilt, die zwei Lichtkreisen angehören. Jeder Gruppe ist eine Glühlampe für Nummern- bzw. Richtungsschild zugeordnet. Der Lichtschalter (Bahnpaccoschalter), kombiniert mit dem Umpolschalter, befindet sich am Führerstand. Überwacht wird die Beleuchtung durch ein Nullspannungsschütz, das beim Ausfall der Fahrleitungsspannung die Notbeleuchtung einschaltet. Mit dem Lichtschalter für die 600-V-Beleuchtung werden auch das Notlicht und die Trittstufenbeleuchtung vorbereitet. Der Fahrgastraum hat sechs Notleuchten (je 3 für Teil A und B), die in die Deckenleuchten eingebaut sind. Die Türen 1 bis 4 haben je eine Trittstufenleuchte, die über Endschalter an den Türflügeln ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Der Führerstand besitzt eine eigene Deckenleuchte, die über einen gesonderten Schalter im Armaturenbrett bedient wird. Zusätzlich sind im Führerstand und im Geräteschrank B je eine Steckdose für die 24-V-Handlampe angebracht.

Die Aussenbeleuchtung wurde entsprechend den in Basel gültigen Vorschriften ausgeführt. Der Triebwagen besitzt am Bug einen Einbauscheinwerfer für Stadt-, Abblend- und Fernlicht und am Heck eine rote Schlussleuchte sowie einen Rückfahrscheinwerfer. Eingeschaltet wird die Aussenbeleuchtung über einen Mehrstellungsschalter im Armaturenbrett, wobei die Schlussleuchte gleichzeitig mit dem Scheinwerfer aufleuchtet. Die Umschaltung von Abblend- auf Fernlicht erfolgt über einen Schalter im Pedalboden des Führerstandes. Zur Kontrolle leuchtet eine blaue Meldeleuchte im Armaturenbrett auf.

Auf beiden Seiten des A-Wagens befinden sich je eine Doppelblinkleuchte, die über Blinkgeber in Sprungschaltung gespeist werden. Schalter und Kontrollleuchte sind im Armaturenbrett angeordnet.

Als Scheibenheizung für die Frontscheiben des Führerstandes ist ein Heizgebläse (600 V-, $2 \times 1,0$ kW) eingebaut. Das Einschalten erfolgt durch einen Wahlschalter im Armaturenbrett über ein Schütz. Der Schalter hat folgende Stellungen: 0 = aus, kalt = Lüfter, warm = Lüfter und Heizung.

Über Fussdüsen wird gleichzeitig der Pedalboden des Führerstandes geheizt. Ein Druckwellenschalter im Luftkanal überwacht den Luftstrom des Gebläses und schaltet bei Ausfall das Heizschütz ab.

Zur Heizung des Fahrgastraumes sind sechs Nutzstromheizkörper zu je 700 W, zehn Frischstrom-Seitenwand-Heizkörper zu je 500 W und zwei Umluftheizgebläse zu je 3000 W eingebaut. Die Gesamtheizleistung beträgt also 15,2 kW.

Für die Nutzstromheizung kann ein Teil des Anfahr- und Bremswiderstandes mit dem Heizumschalter in den Fahrgastraum umgeschaltet werden. Da der Bremsrestwiderstand nicht zur Heizung herangezogen wird, ist sichergestellt, dass Störungen an den Heizkörpern nicht zum Ausfall der generatorischen Bremse führen. Ein Hilfsschalter am Heizumschalter bewirkt, dass die Frischstromheizung nur dann eingeschaltet werden kann, wenn auch die Nutzstromheizung betrieben wird. Die Umluftheizgebläse haben einen eingebauten, direkt schaltenden Übertemperaturschutz. Die Spannung für den Gebläsemotor wird direkt am Heizwiderstand abgegriffen.

Zusätzlich zu den für die Ventilation des Fahrzeuges vorgesehenen Klappoberlichtfenstern sind im B-Wagenteil zwei beidseitig ausstellbare Dachlucken enthalten. Über dem Frontfenster befinden sich ausserdem zwei Staudruck-Lüfterklappen, welche zusammen mit dem bereits früher erwähnten seitlichen Senkfenster im Führerstand eine wirksame Kabinenbelüftung gewährleisten.

Literaturverzeichnis

- [1] J. Amler; F. Feiertag: SIMATIC-Schaltwerksteuerung von Triebfahrzeugen. «Siemens-Z.» (1965), Heft 39, S. 645 bis 652.
- [2] E. Houzer; G. Scholtis; G. Wolff: Elektronische Steuerung mit SIMATIC für Gleichstrom-Nahverkehrs-Triebwagen. «Elektrische Bahnen» (1969), Heft 40, S. 220 bis 233.
- [3] W. Hofmann: Elektrische Ausrüstung für die Stadtbahn-Triebwagen U2 der Stadtwerke Frankfurt/M., «Nahverkehrspraxis» (1969), Heft 9, S. 457 bis 467.
- [4] J. Czerny; W. Lang; L. Löbermann: Antriebe und Steuerungen von Nockenschaltwerken in modernen Nahverkehrstriebwagen. «Der Stadtverkehr» (1970), Heft 1, S. 40 bis 46.
- [5] W. Koch: Die neue BBC-Gummi-Gelenk-Kardan-Kupplung und ihre Anwendung im Fahrzeugbau. «Elektrische Bahnen» (1970), Heft 3.
- [6] R. Schnidrig; F. Galliker: Die Doppelgelenktriebwagen BDe 8/8 Nr. 1-9 der Bremgarten-Dietikon-Bahn (BD). «Bulletin Oerlikon», Ausgabe Januar 1970, S. 392/393.

Adresse der Verfasser: Karl Harnisch, Chefkonstrukteur, Schindler Waggon AG, Pratteln; Manfred Keste, Dipl.-Ing., Siemens AG, Erlangen; R. Moser, dipl. El.-Ing., Brown, Boveri & Cie. AG, Baden.