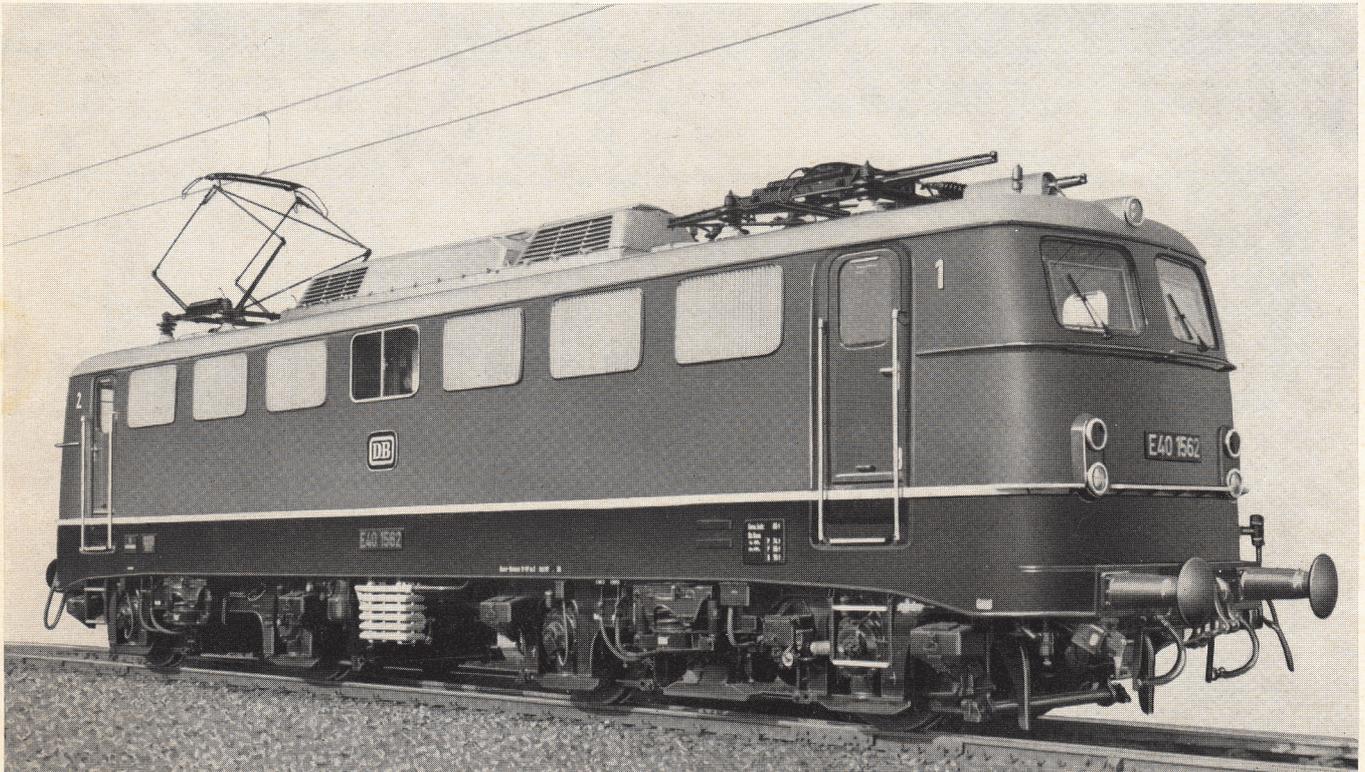


Elektrische Bo'Bo'-Lokomotive

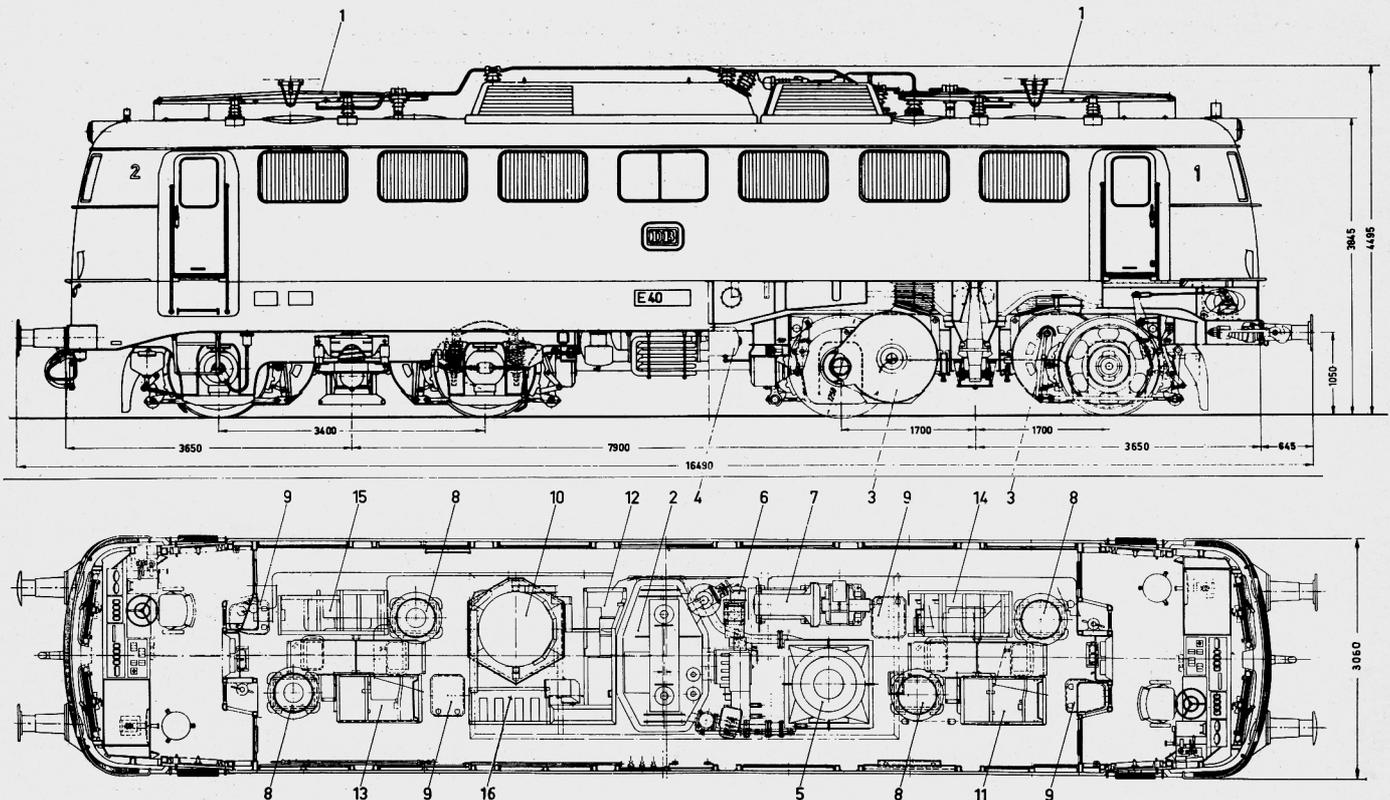
Baureihe E 40¹¹



Allgemeine Angaben

Kenndaten:

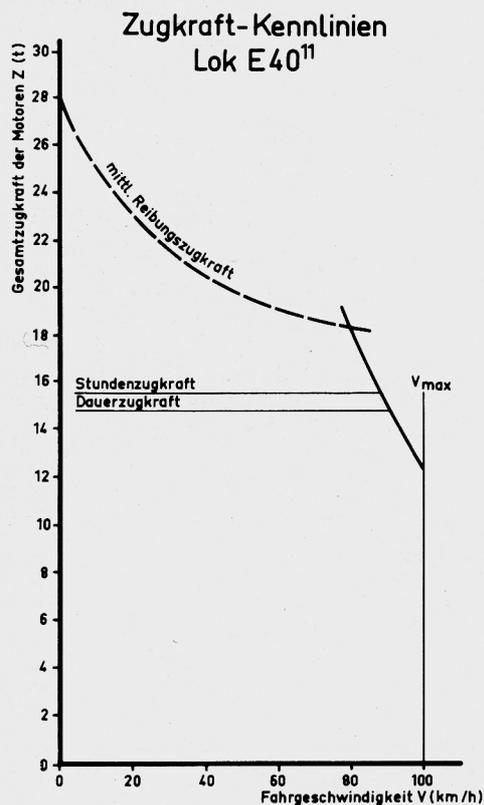
Stromsystem	Einphasen-Wechselstrom 15 000 Volt, 16 ² / ₃ Hz
Nennleistung (n. VDE 0535 v. 1. 4. 56) bei einer Geschwindigkeit von 87,6 km/h	3 700 kW
Größte zulässige Geschwindigkeit	100 km/h
Größte zulässige Anfahrzugkraft	33 t
Anzahl der Fahrstufen	28
Anzahl der Fahrmotoren	4
Polzahl der Fahrmotoren	14
Antriebsart	Gummiringfederantrieb mit zweiseitigem Stirnradgetriebe
Übersetzung des Zahnradgetriebes	1 : 2,896
Dienstgewicht = Reibungsgewicht	86 t
Länge über Puffer	16 490 mm
Drehzapfenabstand	7 900 mm
Achsstand der Drehgestelle	3 400 mm
Gesamtachsstand	11 300 mm
Treibraddurchmesser neu	1 250 mm
Kleinster befahrbarer Krümmungshalbmesser	100 m
Kleinster befahrbarer Scheitelhalbmesser von Ablaufbergen	200 m
Bauart der Bremsen:	
Druckluftbremse	Einlösige Knorr-Einkammer-Druckluftbremse mit Zusatzbremse (K m Z)
Elektrische Bremse	Gleichstrom-Widerstandsbremse
Handbremse	Eine Spindelhandbremse je Führerraum, wirkt auf das Bremsgestänge des nächstgelegenen Dreh- gestells (1 Radsatz)



- | | | |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 1 Stromabnehmer | 5 Ölkühler mit Lüfter | 9 Kommutatorklappe |
| 2 Transformator mit Schaltwerk | 6 Schaltwerkantrieb | 10 Bremswiderstand mit Lüfter |
| 3 Fahrmotor | 7 Luftpressor | 11—16 Gerätegerüst |
| 4 Hauptluftbehälter | 8 Fahrmotor-Lüfter | |

Die elektrische Lokomotive Baureihe E40¹¹ der Deutschen Bundesbahn ist eine Gemeinschaftskonstruktion des Bundesbahn-Zentralamtes München mit den Firmen Krauss-Maffei AG und Siemens-Schuckertwerke AG unter Beteiligung der Lokomotivfabriken Friedrich Krupp und Henschel-Werke GmbH sowie der Elektrofirmen Allgemeine Electricitätsgesellschaft und Brown, Boveri & Cie.

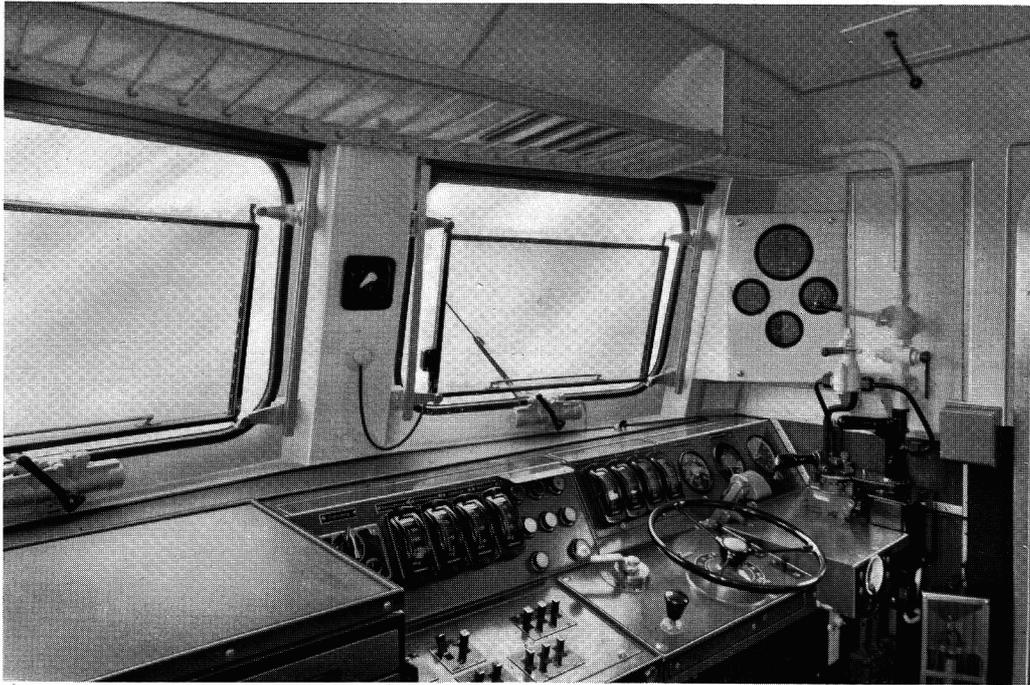
Sie ist vorwiegend für die Beförderung schwerer Güterzüge auf Hauptbahnen im Flachland bestimmt, kann aber auch im Reisezugdienst verwendet werden. In diesen Einsätzen kann sie die folgenden Zugförderungsleistungen erfüllen:



Anhängelast	Steigung	Beharrungs- geschwindigkeit
Güterzugdienst		
2 010 t	0‰	90 km/h
2 180 t	3‰	60 km/h
1 400 t	5‰	75 km/h
1 360 t	7‰	60 km/h
1 170 t	10‰	50 km/h
Personenzugdienst		
940 t	5‰	100 km/h
620 t	10‰	100 km/h

Die elektrische Lokomotive Baureihe E40¹¹ ist eine Drehgestell-Lokomotive mit der Achsanordnung Bo'Bo'. Aufbau, Hauptabmessungen sowie die Anordnung der wichtigsten Bauteile sind aus den Abbildungen zu ersehen.

Mechanischer Teil



Führerraum Lok E 40¹¹

Der Brückenrahmen ist eine Schweißkonstruktion aus Längs- und Querblechen. Er trägt an den beiden Kopfstücken die Zug- und Stoßeinrichtungen in Regelausführung. Die Drehzapfen sind in den Drehzapfengehäusen des Brückenrahmens geführt und verschraubt. Der Kastenaufbau ist aus Abkantprofilen hergestellt, die in Verbindung mit den Verkleidungsblechen geschlossene Träger bilden. Dadurch wird geringes Gewicht und hohe Steifigkeit erreicht. Brückenrahmen und Kastenaufbau sind als selbsttragende zusammenhängende Konstruktion miteinander verschweißt. Der Kastenaufbau enthält den Maschinenraum und die beiden Führerräume.

Im Maschinenraum sind Transformator, Schaltgeräte und Hilfsbetriebe untergebracht. Der Transformator mit Schaltwerk steht in der Mitte der Lokomotive und ist im Brückenrahmen verschraubt. Die Schaltgeräte in 6 Gerätegerüsten und die Hilfsbetriebe sind zweckentsprechend und unter Beachtung möglichst symmetrischer Brückenbelastung im Maschinenraum angeordnet.

Zu den Hilfsbetrieben gehören u. a. die Druckluftherzeugungsanlage, die Ladeanlage für die Licht- und Steuerstrombatterie, die Lüfter für die Fahrmotoren und der Transformator-Ölkühler sowie die Umformer für Funkeinrichtung und induktive Zugbeeinflussung.

Der zweistufige Kolben-Hauptluftpresser liefert Druckluft für die durchgehende Druckluftbremse sowie für die druckluftbetätigten und druckluftgesteuerten Schaltgeräte. Sie wird in den Hauptluftbehältern mit einem Druck von etwa 10 atü gespeichert. Wenn nach längerem Stillstand bei abgeschalteter Lokomotive der Druck des Druckluftvorrates abgesunken ist, erzeugt ein Hilfsluftpresser mit Batteriestrom Druckluft, ausreichend für das Aufrichten eines Stromabnehmers und das Einschalten des Hauptschalters, so daß die Lokomotive betriebsbereit gemacht werden kann.

Die Kuhlluft für die Fahrmotoren wird durch Lüftungsgitter in den Seitenwänden des Maschinenraumes von außen angesaugt. Sie wird von 4 Axial-Fahrmotorlüftern über Lederbälge den Fahrmotoren in den Drehgestellen zugeführt und tritt aus Luftaustrittsöffnungen in den Motorlagerschilden und am Ständerumfang aus. Der Ölkühler-Axial-Lüfter des Transformators saugt die Kuhlluft durch die Schlitze des kleineren Dachaufbaues an und führt sie durch den unter ihm angeordneten Ölkühler nach unten ins Freie. Die Ölumlaufpumpe saugt das warme Öl oben aus dem Transformator-kessel ab, drückt es durch den danebenstehenden Ölkühler und anschließend gekühlt in den unteren Teil des Kessels zurück.

Die beiden Führerräume sind an den Enden des Kastenaufbaues angeordnet und durch 2 Seitengänge im Maschinenraum miteinander verbunden. Die meisten Apparate, Meßinstrumente usw. sind im Führerpult eingebaut und so angeordnet, daß sie vom Bedienungssitz bequem erreichbar oder gut zu sehen sind. Jeder Führerraum ist mit einer Warmluft- oder mit einer Strahlungsheizung ausgestattet.

Der Drehgestellrahmen besteht aus 2 Längs- und 3 Querträgern, die aus Blechen kastenförmig zusammengeschweißt sind. Diese Hohlträger besitzen bei geringem Gewicht ein hohes Widerstandsmoment und große Verwindungssteifigkeit. Im mittleren Querträger ist, weit nach unten gezogen, das Drehzapfenlager angeordnet. Diese Tiefanlenkung der Drehzapfen bewirkt beim Anfahren nur eine geringe Achsentlastung und trägt dadurch zu den guten Anfahr-eigenschaften der Lokomotive bei. Die Drehzapfen des Brückenrahmens sind in den Drehzapfenlagern, staubdicht abgeschlossen, in Öl gelagert. Vorgespannte Rückstellfedern an diesen Lagern lassen Bewegungen der Drehgestelle quer zur Fahrtrichtung zu. Bei einem Teil der Lokomotiven sind die Drehzapfen mittels Gummifedern in den

Drehzapfenlagern der Drehgestelle allseits gefedert gelagert. Der Brückenrahmen ist beiderseits der Drehzapfen auf insgesamt 4 gefederte Gleitstützen gelagert, die an den Außenwangen des Drehgestellrahmens angeordnet sind. Ihre Drucklinsen und -pfannen liegen im Ölbad. Zur Dämpfung sind je Abstützung 2 Teleskop-Stoßdämpfer angebaut.

Die Achslager, mit zweireihigen Pendelrollenlagern ausgerüstet, sind mit senkrechten zylindrischen Führungen im Drehgestellrahmen geführt. Diese Führungen haben nur geringes Spiel, gleiten in Öl und sind staubdicht abgeschlossen. Um die Führungen ölgeschützt angeordnete Gummibuchsen dämpfen die Stoßkräfte auf die Rollenlager. Die Achsfedern sind zu beiden Seiten jedes Achslagergehäuses angeordnet und durch einen Ausgleichhebel verbunden.

Die Fahrmotoren sind einerseits über Gummischubfedern im Drehgestellrahmen aufgehängt und stützen sich andererseits mit Rollen-Tatzlagern auf eine Hohlwelle, die mit allseitigem Spiel die Treibachse umgibt. Die Kraftübertragung vom Fahrmotor zur Treibachse übernimmt der Gummiringfeder-Antrieb. Die Ritzel beiderseitig angeordneter schrägverzahnter Stirnradgetriebe auf der Fahrmotorwelle treiben die Hohlwelle über die an ihr befestigten Großräder an. Ausleger am Hohlwellenkörper greifen zwischen den Speichen hindurch auf die Außenseiten der Treibräder und sind über ringförmig angeordnete Gummisegmente mit je einem an den Radkörpern angegossenen Ring verbunden. Diese Ausleger mit den Gummiringfedern übertragen einerseits das Motor-Drehmoment auf die Treibachse und zentrieren andererseits die Hohlwelle federnd um die Treibachse. Das Fahrmotorgewicht ruht je zur Hälfte abgefedert über die Gummischubfedern im Drehgestell und über die Gummiringfedern auf der Treibachse.

Elektrischer Teil

Zur Entnahme der elektrischen Energie aus der Fahrleitung mit 15 000 V Spannung besitzt die Lokomotive 2 Scherenstromabnehmer mit Pendelwippe und je 2 Kohleschleifstücken. Sie sind durch die Dachleitung miteinander verbunden. Im Betrieb wird mit nur einem Stromabnehmer gefahren, der bis zur Höchstgeschwindigkeit einwandfreie Stromabnahme gewährleistet. Durch einen handbetätigten Dachtrennschalter kann jeder Stromabnehmer bei Beschädigung von der Dachleitung getrennt werden.

An die Dachleitung ist über einen Druckluftschnellschalter der Haupttransformator mit Hochspannungssteuerung angeschlossen. Diese Steuerungsart hat bei Lokomotiven großer Leistung den Vorteil, daß das Schaltwerk bei hohen Spannungen nur verhältnismäßig geringe Ströme schaltet, was im Gewicht und im Kontakt-Verschleiß Vorteile bringt.

Der Haupttransformator besteht aus einer Stufen-, einer Oberspannungs- und einer Unterspannungswicklung. Die Stufenwicklung liegt an Fahrdratspannung und besitzt 29 Anzapfungen, die an die Kontakte eines am Transformator-kessel angebauten, unter Öl leistungslos schaltenden Stufenwählers geführt sind. Durch schrittweises Fortschalten der Kontaktrollen auf zwei Kontaktbahnen werden 28 Fahrstufenspannungen abgenommen, wobei die eine Kontaktrolle als Vorkontakt jeweils auf die nächste Anzapfung vorausläuft und dadurch eine Zugkraftunterbrechung beim Überschalten des Hauptkontaktes auf die nächste Stufe verhindert. Ein Überschaltwiderstand begrenzt den hierbei im kurzgeschlossenen Wicklungsteil kurzzeitig auftretenden Kurzschlußstrom. Über einen jeder Kontaktbahn zugeordneten Lastschalter werden diese Stufenspannungen der Oberspannungswicklung des Haupttransformators zugeführt und im festen Übersetzungsverhältnis zwischen Oberspannungs- und Unterspannungswicklung auf die Fahrmotorenspannung umgespannt. Die Fahrmotoren sind parallel geschaltet und werden über Motor-Trennschützen und Richtungswender aus der Unterspannungswicklung des Haupttransformators gespeist.

Der Stufenwähler und die Lastschalter werden durch einen Stellmotor angetrieben, der vom Fahrshalter im Führerraum über eine Nachlaufsteuerung gesteuert wird. Der Triebfahrzeugführer wählt mit dem Handrad des Fahrhalters eine Fahrstufe vor. Das Schaltwerk läuft bis zu dieser Stufe nach und wird selbsttätig angehalten. Der Vergleich der vorgewählten mit der erreichten Fahrstufe erfolgt mechanisch durch eine Wellenleitung zwischen Schaltwerk und Fahrshalter. Bei Ausfall der Nachlaufsteuerung kann die Fahrmotorensteuerung von Hand über die Wellenleitung vorgenommen werden.

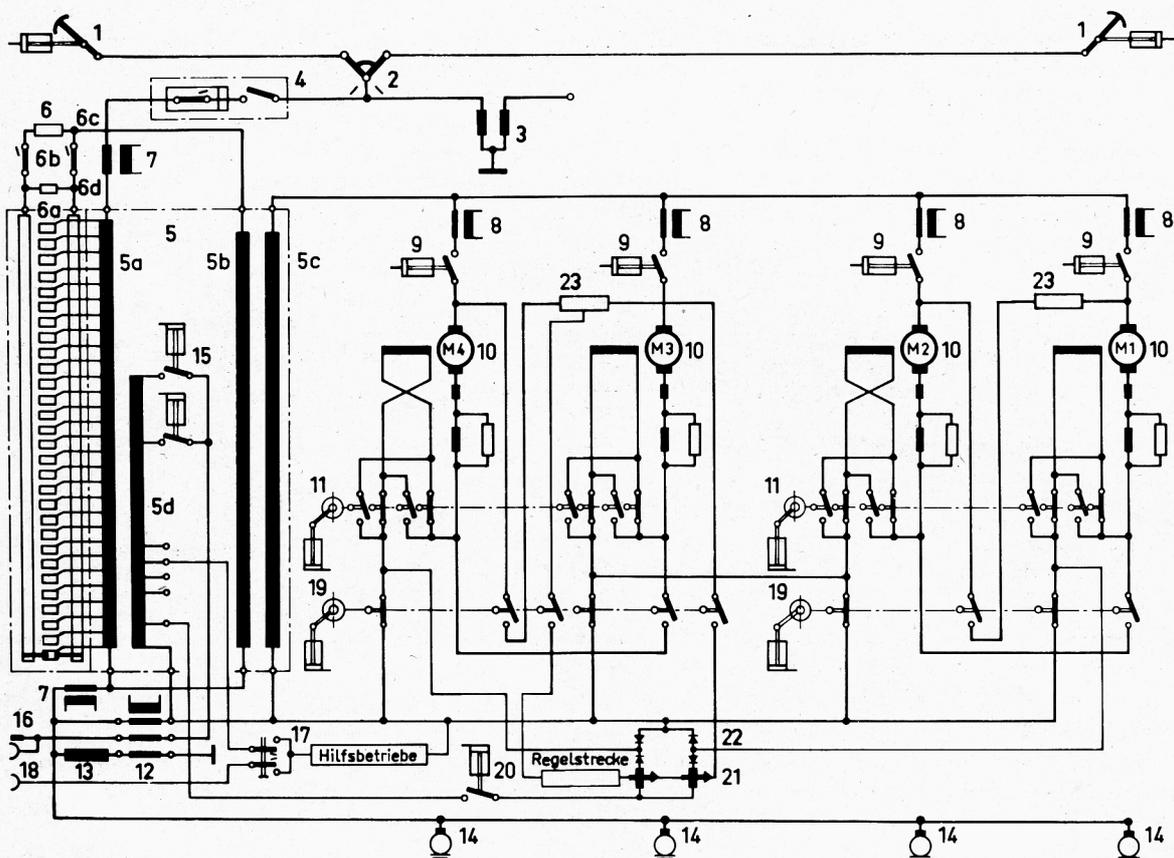
Die Lokomotive wird von vier fremdbelüfteten 14-poligen Einphasen-Reihenschluß-Kommutatormotoren angetrieben, die neben der Erregerwicklung noch eine Wendepol- und eine Kompensationswicklung haben. Als Lüfter ist je Fahrmotor ein zweistufiger Hochleistungs-Axial-Lüftersatz im Maschinenraum vorgesehen. Die Kühlluft umspült im Fahrmotor die Wickelköpfe und wird durch den Luftspalt zwischen Ständer und Läufer sowie durch Längs- und Querkonäle in den Wicklungen über und durch den Kommutator geführt. Diese Luftführung, bei der die Luftaustrittsöffnungen erstmals über die gesamte Motoraußenfläche verteilt sind, bewirkt eine besonders kräftige Kühlung und dadurch eine besonders hohe Ausnutzbarkeit des Fahrmotors.

Der Strom für die elektrischen Hilfsbetriebe und die elektrische Zugheizung wird einer besonderen Hilfswicklung im Haupttransformator entnommen.

Die Lokomotive ist mit einer fahrdrahtabhängigen fremderregten Gleichstrom-Widerstandsbremse ausgerüstet. In der Bremsstellung der Fahrbremswender arbeiten die Fahrmotoren als Generatoren, wobei je 2 Fahrmotorläufer mit einem fremdbelüfteten Bremswiderstand in Reihe geschaltet sind, der die erzeugte Bremsenergie vernichtet. Die Erregerwicklungen sind in Reihe geschaltet und werden aus dem Fahrdrat bzw. dem Haupttransformator über Magnetverstärker und Gleichrichter gespeist. Die selbsttätige Steuerung der elektrischen Bremse mittels

einer Tachomaschine ermöglicht die konstante Einhaltung der vom Lokführer eingestellten Bremskraft in weiten Geschwindigkeitsgrenzen. Die elektrische Bremse kann allein als Regulierbremse bei Gefällefahrten oder gekuppelt mit der durchgehenden Druckluftbremse betätigt werden. In diesem Falle wird durch zwangsläufige Abhängigkeiten ein Überbremsen der Lokomotive verhindert.

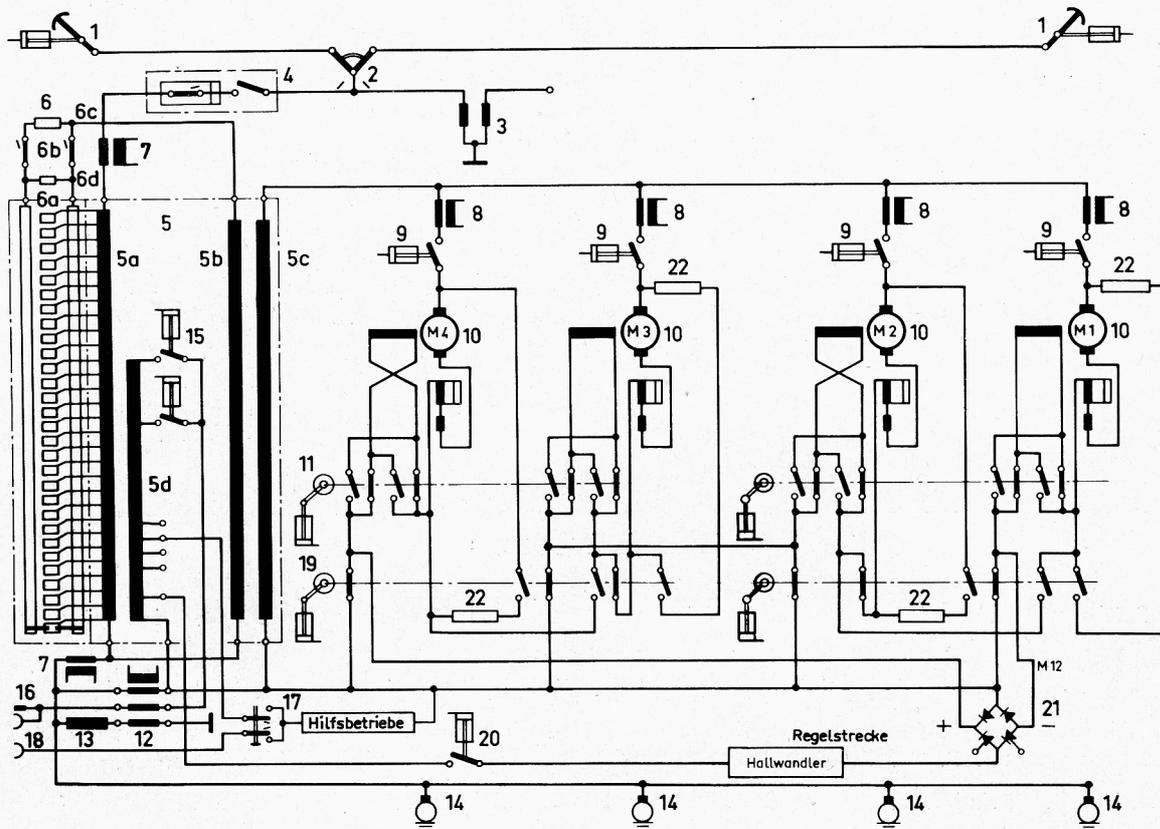
Die Lokomotive besitzt eine wegabhängige Sicherheitsfahrtschaltung mit zeitabhängiger Überwachung, die sie zum Halten bringt, wenn der Triebfahrzeugführer während der Fahrt dienstunfähig wird. Außerdem ist sie mit der induktiven Zugbeeinflussung ausgerüstet, die die Lokomotive beim Überfahren von Halt zeigenden Signalen zum Halten bringt.



Principalschaltplan der Lok E 40¹¹
mit Bremsstrom-Erregersteuerung
durch Magnetverstärker

- | | | |
|----------------------------|----------------------------------|---|
| 1 Stromabnehmer | 6b Lastschalter | 15 Heizrückschütz für Zugheizung |
| 2 Dachtrennschalter | 6c Überschaltwiderstand | 16 Heizkupplung für Zugheizung |
| 3 Oberspannungswandler | 6d Schutzwiderstand | 17 Prüfschalter für Hilfsspannung |
| 4 Druckluftschnellschalter | 7 Oberstromwandler | 18 Prüfkupplungsdose für stationäre Prüfung der Hilfsbetriebe |
| 5 Haupttransformator | 8 Fahrmotorstromwandler | 19 Fahrbremswender |
| 5a Stufenwicklung | 9 Fahrmotortrennschütz | 20 Bremserrerregerschütz |
| 5b Oberspannungswicklung | 10 Fahrmotor | 21 Magnetverstärker für Bremserrerregung |
| 5c Unterspannungswicklung | 11 Richtungswender | 22 Gleichrichter für Bremserrerregung |
| 5d Hilfswicklung | 12 Kompensierter Erdstromwandler | 23 Bremswiderstand |
| 6 Hochspannungsschaltwerk | 13 Erdstromdrossel | |
| 6a Stufenwähler | 14 Raderde | |

Lokomotiven dieser Baureihe sind mit einer Bremsstrom-Erregersteuerung durch Stromtore (halbgesteuerte Brückenschaltung) ausgerüstet. Die selbsttätige Steuerung der Bremskraft geschieht hier mittels eines Hallwandlers. (Multiplikation des Erregerstromes mit dem Ankerstrom ergibt den Istwert der Bremskraft.) Der Prinzipschaltplan dieser Bremssteuerung ist nachstehend dargestellt.



Prinzipschaltplan der Lok E 40¹¹
mit Bremsstrom-Erregersteuerung
durch Stromtore (halbgesteuerte Brückenschaltung)

- | | | |
|----------------------------|----------------------------------|---|
| 1 Stromabnehmer | 6b Lastschalter | 15 Heizschütz für Zugheizung |
| 2 Dachtrennschalter | 6c Überschaltwiderstand | 16 Heizkupplung für Zugheizung |
| 3 Oberspannungswandler | 6d Schutzwiderstand | 17 Prüfschalter für Hilfsspannung |
| 4 Druckluftschnellschalter | 7 Oberstromwandler | 18 Prüfkupplungsdose für stationäre Prüfung der Hilfsbetriebe |
| 5 Haupttransformator | 8 Fahrmotorstromwandler | 19 Fahrbremswender |
| 5a Stufenwicklung | 9 Fahrmotortrennschütz | 20 Bremserrerregerschütz |
| 5b Oberspannungswicklung | 10 Fahrmotor | 21 Gesteuerter Gleichrichter für Bremserrerregung |
| 5c Unterspannungswicklung | 11 Richtungswender | 22 Bremswiderstand |
| 5d Hilfswicklung | 12 Kompensierter Erdstromwandler | |
| 6 Hochspannungsschaltwerk | 13 Erdstromdrossel | |
| 6a Stufenwähler | 14 Raderde | |