

AEG

Die elektrische
1 Co + Co 1 Güterzuglokomotive
der Deutschen Reichsbahn

Von

W. Kleinow, Hennigsdorf

und

Dipl.-Ing. H. Tetzlaff, Berlin

Sonderdruck
aus Elektrische Bahnen, Zentralblatt für den elektrischen Zugbetrieb
Ergänzungsheft 1929

Die elektrische 1 C + C 1 Güterzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn.

Von W. Kleinow, Hennigsdorf, und Dipl.-Ing. H. Tetzlaff, Berlin.

1. Geschichtliche Entwicklung.

Im Jahre 1924 arbeitete die Deutsche Reichsbahn Entwürfe zur Elektrisierung der Strecke Breslau und Brockau—Liegnitz—Arnsdorf aus. Brockau ist der Hauptgüterbahnhof von Breslau; in Brockau verzweigt sich die Strecke in die Richtungen Berlin und Dresden. (Vgl. Bild 1 auf S. 40 Jahrgang 1928.) Die genannte wichtige Eisenbahnstrecke besitzt einen lebhaften Personenverkehr, vor allem aber einen sehr bedeutenden Güterverkehr. Sie ist die Hauptabfuhrlinie für oberschlesische Kohle über Sagan nach Berlin und über Kohlfurt nach Dresden. Zeitweise wurden auf ihr in jeder Richtung täglich 100 Güterzüge gefahren.

Die Strecke ist eine Flachlandbahn mit wenigen Krümmungen. Die größten Höhenunterschiede betragen nur 26 m, die größte längere Steigung 4‰. Einige kurze Steigungen bis zu 300 m Länge haben größere Neigung bis 8‰; 5‰ kommen auf 1 km Länge vor.

Die Einführung elektrischer Zugförderung auf dieser Linie sollte ihre Leistungsfähigkeit auf ein Höchstmaß bringen. Zu diesem Zweck sollten die Personenzüge, die zwischen Breslau und Liegnitz (65 km Entfernung) auf 10 Zwischenstationen je 1 Minute anhalten und wieder anfahren müssen, und die zwischen Brockau und Arnsdorf (82 km Entfernung) verkehrenden Durchgangsgüterzüge mit einem Aufenthalt in Maltsch von einer Minute Dauer, soweit sie auf demselben Gleis Breslau—Liegnitz fahren, gleiche Reisegeschwindigkeit von 45 km/h haben und mit der gleichen Lokomotive befördert werden. Dabei waren Personenzüge von 530 t, Güterzüge von 2200 t zugrunde gelegt. Die Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive sollte 65 km/h betragen.

Auf dieser wichtigen Hauptlinie sind Güterzüge mit 150 Achsen zugelassen. Unter Benutzung von ausschließlich offenen, zweiachsigen Güterwagen mit 20 t Ladegewicht und 9,6 t Eigengewicht mit Bremse oder 8,5 t Eigengewicht ohne Bremse, ergeben 75 Wagen 2200 t als höchstmögliches Zuggewicht. Da aber Großraumgüterwagen sich in immer steigendem Maße einführen, werden später auch noch schwerere Züge denkbar sein. Deshalb war in dem Lastenheft für die Lokomotive ausdrücklich vorgeschrieben, daß die eingangs genannten Leistungen als Mindestleistungen für Dauerbetrieb aufzufassen sind und daß möglichst darüber hinaus diejenige

Höchstleistung anzustreben ist, die mit der beabsichtigten Achsanordnung und Achsbelastung erreichbar ist.

Die Lokomotive sollte 2 mal 3 angetriebene Achsen

mit je 20 t Achsdruck und je eine Laufachse an jedem Ende erhalten. Die Dauerleistung bei 60% der Höchstgeschwindigkeit war zu etwa 2400 PS ermittelt. Da man beim Anfahren das Reibungsgewicht mit 300 kg je Tonne Reibungsgewicht beanspruchen kann, so sollte die größte Zugkraft $6 \cdot 20 \cdot 300 = 36\ 000$ kg betragen.

Mit Rücksicht auf die Behandlung in den Werkstätten sollte die Lokomotive aus zwei kurzgekuppelten Gestellen ohne Brücke bestehen, die auch in älteren Werkstätten mit kurzen Ständen leicht behandelt werden könnten. Diese Forderung zwingt zur Verwendung von zwei Transformatoren und Steuerungen.

Im Mai 1924 bot die AEG der Deutschen Reichsbahn eine Lokomotive der Bauart 1 C + C 1 nach Bild 1 an. Jede Hälfte besaß einen im Rahmen abgefedert gelagerten Doppelmotor mit Zahnradvorgelege, das ohne Überhöhung der Vorgelegewelle über Achsmittle, mit einfachen wagerechten Stangen die drei Achsen seines Gestells antrieb. Der Treibraddurchmesser wurde hierbei sehr groß (1750 mm), die Gesamtlänge 22 m. Das Betriebsgewicht wurde mit der erforderlichen Sicherheit von 5% zu 150 t ermittelt.

Ein abgeänderter Entwurf nach Bild 2, in welchem die Länge der Lokomotive verringert war, wurde im August 1924 eingereicht. Er sah eine erhöhte Vorgelegewelle und Schrägstangenantrieb vor, wie ihn die bekannten C + C Gebirgsgüterzuglokomotiven der Reichsbahn besitzen. Der Treibraddurchmesser konnte hierbei auf 1400 mm, die Länge der Lokomotive auf 20,1 m vermindert werden. Das Gewicht wurde wieder mit der erforderlichen Sicherheit zu 148 t ermittelt.

Nach längeren Verhandlungen fand dieser Entwurf den Beifall der Reichsbahn. Sie gab im November 1924 sechs Lokomotiven der Bauart 1 C + C 1 den beiden Firmen AEG und SSW in Auftrag.

Während der Entwurfsarbeiten erhoben sich in Fachkreisen Stimmen, die den Schrägstangenantrieb mit Rücksicht auf die verhältnismäßig hohe Fahrgeschwindigkeit von 65 km/h als bedenklich und unerwünscht bezeichneten, obgleich die Erfahrungen mit den in Schlesien laufenden C + C Lokomotiven durchaus günstige waren. Den Baufirmen wurde nochmals aufgegeben, einen Stangenantrieb ohne größere Überhöhung der Vorgelegewelle über Achsmittle durchzu-

arbeiten. Im April 1925 wurde ein entsprechender Entwurf nach Bild 3 mit 1600 mm Treibraddurchmesser vorgelegt, der aber weder in der Baulänge, noch

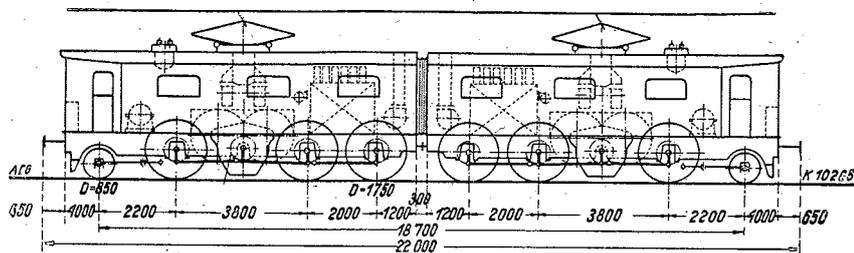


Bild 1. 1 C + C 1 Lokomotive, 1750 mm Treibraddurchmesser.

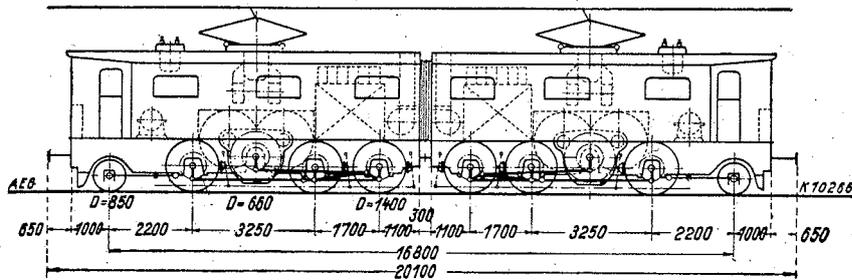


Bild 2. C+C Lokomotive, 1400 mm Treibraddurchmesser.

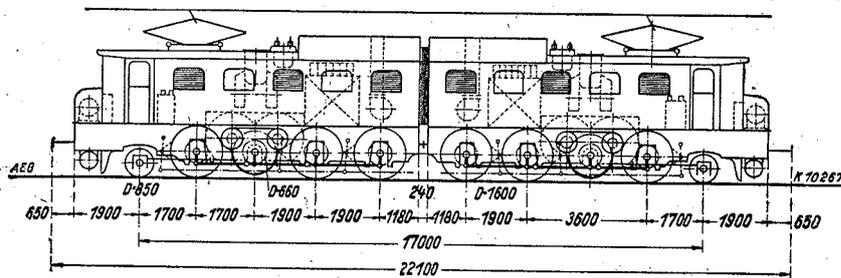


Bild 3. C+C Lokomotive, 1600 mm Treibraddurchmesser.

im Gewicht günstiger als der früher nach Bild 1 vorgelegte war.

Etwa gleichzeitig bot die AEG eine dreiteilige Lokomotive nach Bild 4 an. Diese Lokomotive hat Mittelbrücke, 1250 mm Treibraddurchmesser und 19,1 m Länge. Es ergab sich hierbei ein Gewicht von nur 145,5 t mit 5% Sicherheit. Dieser Entwurf lehnte sich eng an die C + C Gebirgszügelokomotive an, mit der dauernd gute Erfahrungen in Schlesien gemacht waren. Bei diesem Entwurf sind nur ein Transformator und eine Steuerung nötig. Die Lokomotive ähnelt in ihrer Achsanordnung und im Antrieb den neuen Einheits-Güterzuglokomotiven der Schweizerischen Bundesbahnen¹⁾, die 1350 mm Treibraddurchmesser und 20,06 m Länge haben, ebenfalls mit nur einem Transformator und nur einer Steuerung. Aus den vorhergenannten Gründen fand dieser Entwurf aber nicht die Billigung der Deutschen Reichsbahn, und die Konstruktionsarbeiten wurden zunächst eingestellt, weil auf den bisher beschrittenen Wegen ein die Reichsbahn befriedigender Entwurf nicht zu finden war.

Die AEG suchte nunmehr eine Lösung ohne Treib- und Kuppelstangen, also mit 6 einzeln angetriebenen Achsen auf Grund folgender Erwägungen. Auf den schlesischen Strecken verkehrten seit 1924/25 neue, von den SSW gelieferte Lokomotiven der Bauart Co + Co mit Tatzenlagermotoren. Diese Lokomotiven haben eine Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h und einen Treibachdruck von 19 t. Die Lokomotiven wurden vom Betrieb günstig beurteilt, insbesondere wurde betont, daß der Wegfall der Stangen, die in der Herstellung und Unterhaltung sehr große

¹⁾ „Die neuen C+C Güterzuglokomotiven der SBB“ nach Mitteilungen der Maschinenfabrik Oerlikon, Schweizerische Bauzeitung vom 12. II. 1927.

Genauigkeit erfordern, die Instandsetzungsarbeiten erleichterte und daß die von den ungefederten Massen befürchteten Auswirkungen auf Gleis und Fahrzeug nicht in Erscheinung getreten wären. Die Fortschritte im Bau von Einphasenwechselstrom-Motoren für Bahnzwecke ermöglichen, ohne nennenswerte Gewichtserhöhung einen wesentlich leistungsfähigeren Motor zu bauen, als er noch bei der Co + Co Lokomotive benutzt war. Unter Verwendung gefederter Zahnkränze konnte man es daher verantworten, Lokomotiven mit Tatzlagermotoren für 65 km/h Höchstgeschwindigkeit und 20 t Achsdruck in größerer Zahl zu bauen.

Im November 1925 schlug die AEG den Entwurf nach Bild 5 vor. Bei dem Entwurf waren folgende Grundsätze durchgeführt:

1. Die Bürsten sämtlicher 6 Motoren sollten durch große Öffnungen im Fußboden des Führerstandes und Maschinenraumes bedient und während des Betriebes auf ihre Kommutierung hin geprüft werden können.

2. Die von der Zugkraft am Haken herrührende Entlastung einzelner Achsen sollte auf ein Mindestmaß herabgedrückt werden.

Der Entwurf ergab eine Baulänge von 20 m und ein Gewicht von 145 t einschließlich 5% Sicherheit.

An diesem Entwurf setzte eine lebhafte Kritik an. Es mußten unter grundsätzlicher Beibehaltung der Antriebsart noch zahlreiche Entwürfe durchgearbeitet werden, die eine andere Gruppierung der Motoren, der Transformatoren und Führerstände vorsahen.

Lösungen mit nur einem Transformator und Brücken-Mittelbau wurden auch hierbei wieder nicht außer acht gelassen, um alle Möglichkeiten durchzu-

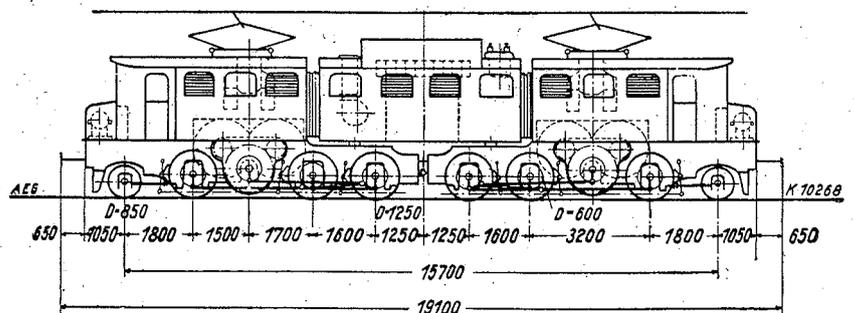


Bild 4. C+C Lokomotive, mit Mittelbrücke 1250 mm Treibraddurchmesser.

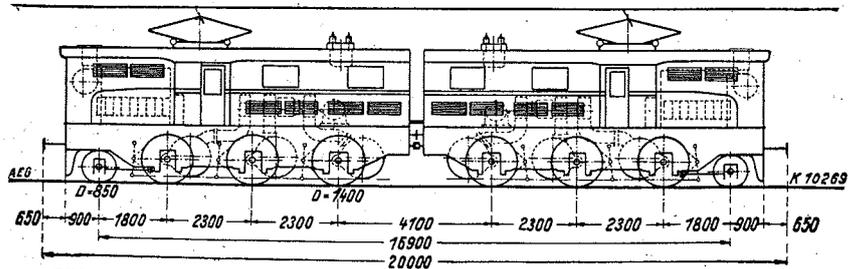


Bild 5. Co+Co Lokomotive mit Tatzlagermotoren, 1400 mm Treibraddurchmesser.

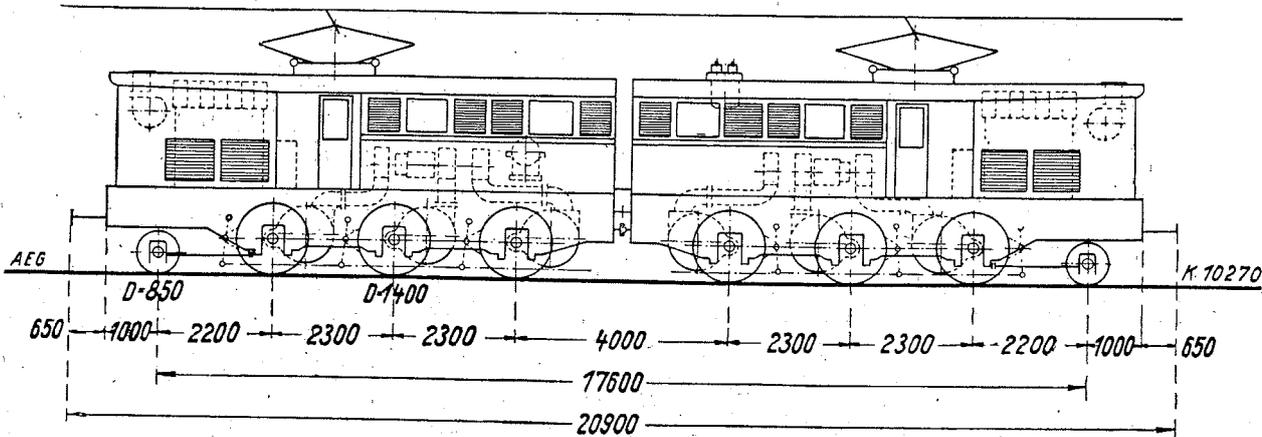


Bild 6. r Co+Co r Lokomotive mit Tatzenlagermotoren, 1400 mm Treibraddurchmesser.

prüfen, Gewichte und Preise niedrig zu halten. Den Ausschlag hiergegen gab aber der Gesichtspunkt, in den Werkstätten einfache Behandlung und Raum- wie Zeitersparnis zu erzielen. Die Gewichts- und Kostenunterschiede waren auch nur noch so gering, daß sie innerhalb der Veranschlagungsungenauigkeit lagen und den Untersuchungsfragen gegenüber zurücktraten. Tatzlagermotoren werden auch unter einem Brückenaufbau schlecht von oben zugänglich.

Als Endergebnis dieser Arbeiten entstand im März 1926 der Entwurf nach Bild 6, der eine etwas größere Baulänge von 20,9 m erforderte, sich von dem Entwurf nach Bild 5 sonst aber nur in der Anordnung der Steuerschütze unterschied, die jetzt auf dem Transformator angeordnet waren, so daß sie ohne Absteigen von der Lokomotive nachgesehen werden konnten und mit dem Transformator und den Verbindungsschienen eine Baueinheit bildeten.

Am 30. März 1926 wurde endlich dieser Entwurf zur Ausführung bestimmt, so daß im April die Konstruktionsarbeiten aufgenommen werden konnten. Mit dem Entwurf und der Lieferung der mechanischen Teile wurde die Lokomotivfabrik der AEG beauftragt, während die elektrischen Ausrüstungen je für die halbe Lokomotivzahl von der AEG und den SSW hergestellt wurden. Anfang Dezember 1927 konnte die AEG die erste fertige Lokomotive abliefern.

2. Allgemeines.

Die Gesamtanordnung und die Hauptabmessungen der Lokomotive sind aus Bild 7 zu ersehen. Die Lokomotive besteht hiernach aus zwei fast gleichen Teilen, die durch eine Kurzkupplung miteinander verbunden sind und in ganz kurzer Zeit voneinander getrennt werden können. Die Entfernung zwischen den 3 angetriebenen Achsen jedes Gestells beträgt je 2300 mm, so daß sich für jedes Gestell ein fester Radstand von 4600 mm ergibt. An den äußeren Enden sind Laufachsen in Bisselgestellen angeordnet. Jede Lokomotivhälfte besitzt ein Führerabteil, das etwa in der Mitte angeordnet ist. Vor dem Führerabteil befindet sich je ein Transformator nebst Steuerung und Kühlvorrichtung in einem schmal gehaltenen Vorbau. Hinter dem Führerabteil ist ein Maschinenraum angeordnet, der alle übrigen elektrischen Ausrüstungsteile und die Motorluftpumpe aufnimmt. Die Ungleichheit beider Lokomotivhälften besteht darin,

daß die eine den Ölschalter, die Lichtdynamo nebst Batterie und einen Stromteiler, die andere die Motorluftpumpe und 2 Fahrluftpumpen aufnimmt. In der Mitte der einander zugekehrten Abschlußwände der Maschinenräume sind Drehtüren vorgesehen, durch welche man von einem Führerstand zum anderen gelangen kann.

Die Hauptabmessungen und Gewichte sind folgende:

Treibraddurchmesser	1 400 mm
Laufraddurchmesser	850 „
Zahnradübersetzung	1 : 5,294
Länge über Puffer	20 900 „
Gesamtachsstand	17 600 „
Fester Achsstand jedes Gestells	4 600 „
Gesamtachsstand jedes Gestells	6 800 „
Größte Höhe im Dachscheitel	3 850 „ üb.SO
Größte Breite an den Führerständen	2 950 „
Größte Breite der Maschinenräume	2 700 „
Treibachsdruck der beiden äußeren Treibachsen je	19,8 t
Treibachsdruck der vier inneren Treibachsen je	19,05 „
Reibungsgewicht	115,8 „
Laufachsdruck	11,5 „
Dienstgewicht mit Vorräten	138,8 „
Gewicht der Längeneinheit	6,6 t/m

Der zulässige Treibachsdruck von 20 t ist bei dieser Lokomotive also noch nicht erreicht worden.

Dauerleistung ²⁾ an den Motorwellen bei 70% der Höchstgeschwindigkeit = 45,5 km/h	2 960 PS
Stundenleistung an den Motorwellen bei 70% der Höchstgeschwindigkeit = 45,5 km/h	3 560 „
Bei letzter Fahrstufe und 15 000 V Fahrdrachtspannung erreichbare höchste Dauerleistung an den Motorwellen bei 86% der Höchstgeschwindigkeit = 56 km/h	3 400 „
Höchste Stundenleistung an den Motorwellen bei 80% der Höchstgeschwindigkeit = 52,5 km/h	3 900 „
Größte Anfahrzugkraft	36 000 kg

²⁾ Nach Erwärmungsvorschrift der Deutschen Reichsbahn mit höchstzulässiger Erwärmung um + 80° am Anker, mikaisoliert, + 60° am Ständer baumwollisoliert und kom-poundiert, + 75° am Kommutator.

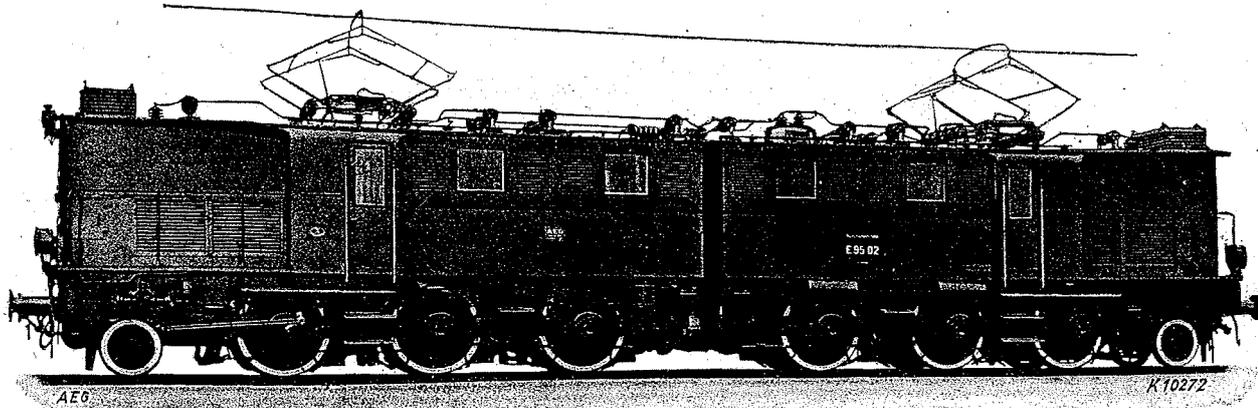


Bild 8. 1 Co+Co 1 Lokomotive, Ansicht von der Seite.

getrieben. Das Übersetzungsverhältnis beträgt 1 : 5,294. Die Zahnräder sind je 100 mm breit und haben eine Teilung von 12 π. Die Zähne sind gerade. Die großen Zahnkränze sind gegenüber den an den Treibradnaben angegossenen Zahnkränzkörpern abgefedert (Bild 12). Die Federung dient zur gleichmäßigen Verteilung der Zahndrücke auf die beiden Motorseiten, ferner zur Ermöglichung weichen Anfahrens und zur Abdämpfung der Stöße, die bei Gleisunebenheiten von den Rädern auf den Motor übertragen werden.

Der Motor wird auf der der Achse abgewandten Seite durch Federtöpfe gestützt³⁾, die in einer am Rahmen der Lokomotive befestigten Schwinge ihr Widerlager finden. Bild 13 läßt das am Motor angegossene Federgehäuse erkennen, welches zwei nebeneinanderliegende Wickelfedern aufnimmt. Bild 14 zeigt einen Schnitt durch die Aufhängevorrichtung. Nach Beiseiteschwenken der Schwinge kann der Motor

in einfachster Weise mit seiner Treibachse zusammen nach unten ausgebaut werden. Damit die Schwinge im Betriebe ihre Lage zum Motor nicht verändern kann, ist sie an den Motor durch eine kurze Stange angelenkt. Alle aufeinander gleitenden Teile sind im Einsatz gehärtet und geschmiert.

Die neue Aufhängevorrichtung ist entwickelt worden, um dem Motor eine große Bewegungsmöglichkeit zu geben, die bei normaler Aufhängung mittels langer senkrechter Federbolzen nicht mit der erforderlichen Sicherheit zu erreichen ist. Die Reichsbahn fordert nämlich, daß die Zahnräder eines beschädigten Motors beim Abtransport außer Eingriff gebracht werden, wozu eine Verschiebung um 30 mm notwendig ist. Die hierzu dienende Einrichtung der Tatzenlager und

D. R. P. Nr. 451 356.

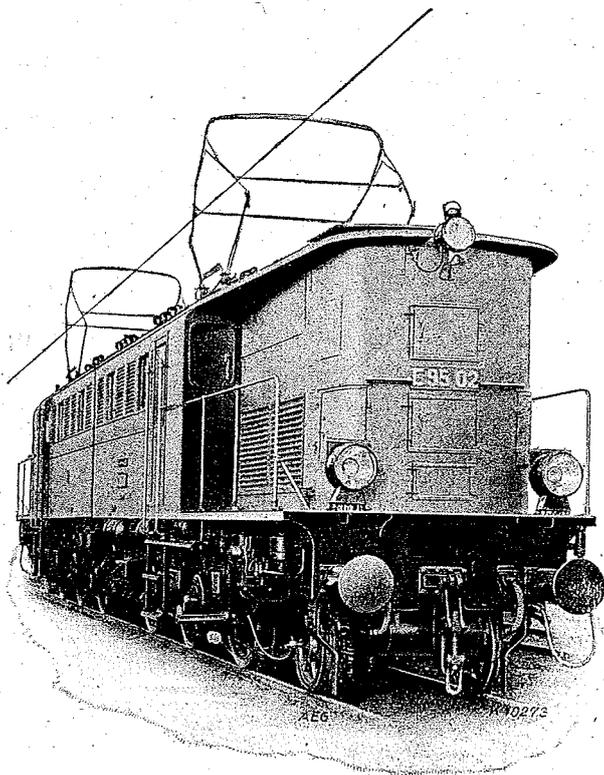


Bild 9. 1 Co+Co 1 Lokomotive, Ansicht schräg von vorn

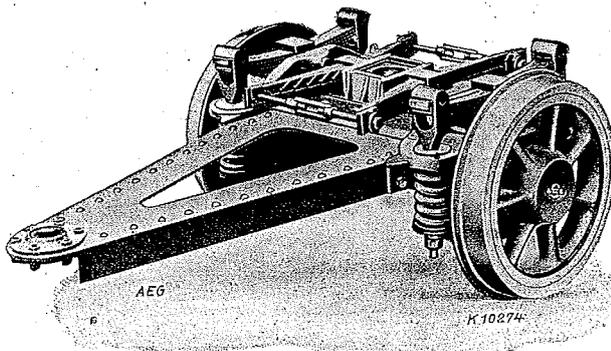


Bild 10. 1 Co+Co 1 Lokomotive, Lenkgestell.

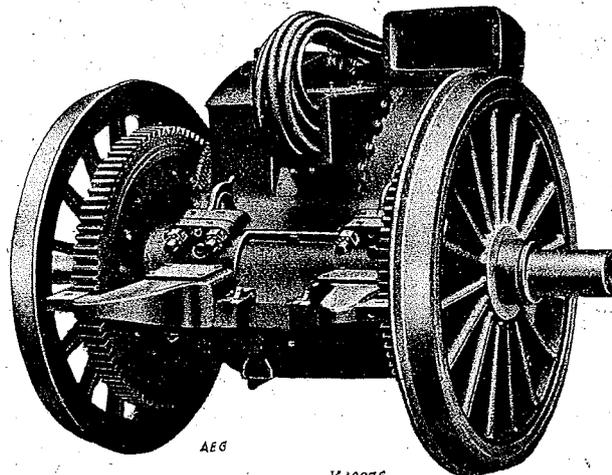


Bild 11. 1 Co+Co 1 Lokomotive, Treibachsen mit Tatzlagermotor.

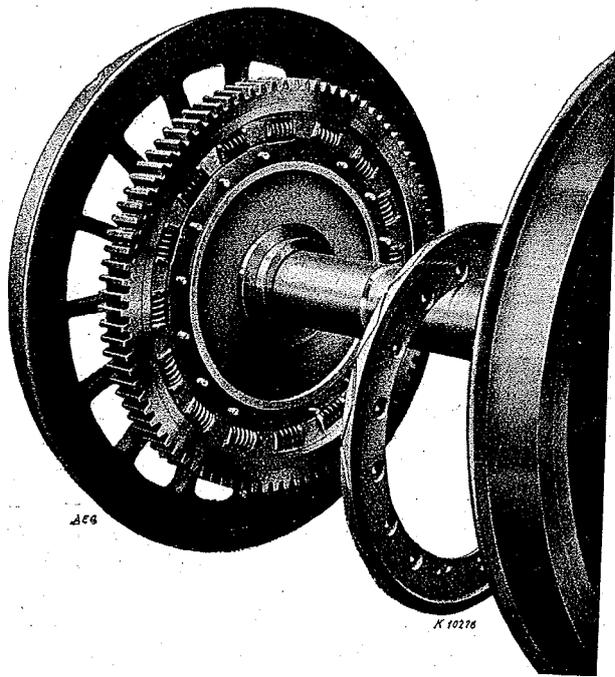


Bild 12. I Co+Co I Lokomotive, Gefederter Zahnkranz.

Zahnrad Schutzkästen ist bereits in dieser Zeitschrift auf Seite 9 des Januarheftes 1928 eingehend beschrieben worden.

Die Treibachslager besitzen selbsttätige Schleuderschmierung, System Isothermos. Die Achsbuchsen sind nach außen durch einen Deckel vollkommen abgeschlossen. Bei einer äußeren Treibachse treten Kurbelhälse durch die Deckel hindurch, von denen aus Fahrluftpumpen durch Kurbel und Kurbelstangen angetrieben werden.

Die Treibachse einschließlich ihrer Lager, Tragfederbunde mit Tragfedern, Zahnradkörper und Zahnkränze mit Federung wiegt 3740 kg. Der auf der Achse ungefedert ruhende Teil des Motors einschließlich Ritzel hat ein Gewicht von 2530 kg, so daß unter Hinzurechnung der Zahnrad Schutzkästen mit 230 kg die gesamte ungefederte Last einer Achse 6500 kg beträgt.

5. Gewichtsverschiebung durch die Zugkraft am Haken.

Nach den üblichen Anschauungen, die aber nicht von allen Fachleuten⁴⁾ geteilt werden, ist der Einzel-

⁴⁾ Vgl. Müller, Genf, Reibungsverhältnisse bei Groß-Elektrolokomotiven, Zentrablatt für Elektr. Zugbetrieb, 1928, S. 63.

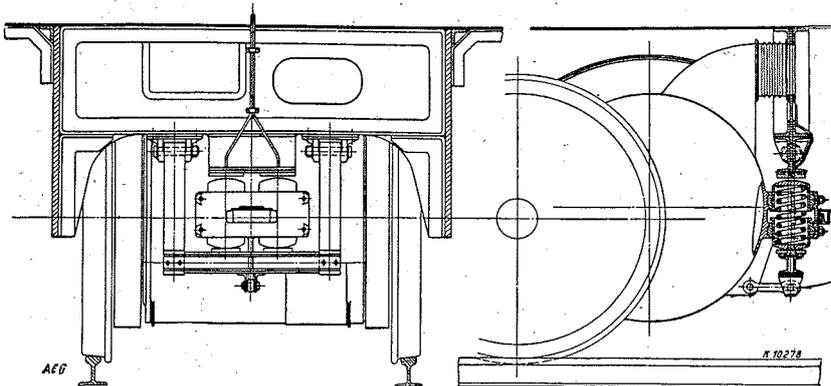


Bild 14. Aufhängung des Motors im Rahmen.

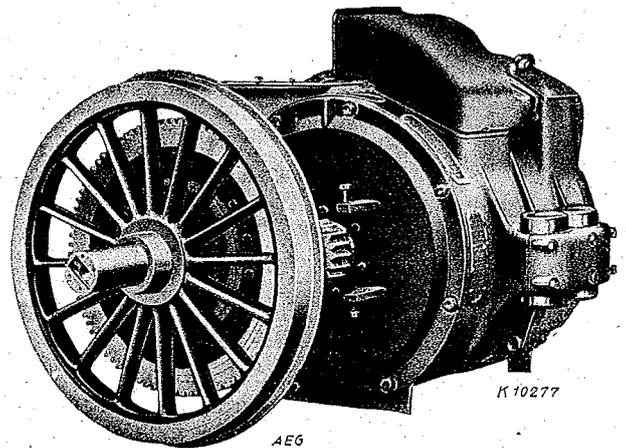


Bild 13. I Co+Co I Lokomotive, Treibachsen mit Tatzlagermotor von der Aufhängeseite aus gesehen.

achs Antrieb gegenüber dem Antrieb mit Kuppelstangen dadurch im Nachteil, daß bei Ausübung großer Zugkräfte eine über eine schlüpfrige Gleisstelle laufende Achse nicht von anderen mit ihr gekuppelten Achsen gegen Gleiten unterstützt werden kann. Dieser Nachteil wird noch dadurch vergrößert, daß unter der Einwirkung der Zugkräfte am Haken die Gewichtsverteilung auf die Achsen gestört wird. Einzelne Achsen werden hierbei entlastet, andere belastet. Die geringst belastete Achse ist aber für die Ausübung der größten Zugkraft maßgebend. Ihre Einbuße an Reibungsgewicht im Verhältnis zum Reibungsgewicht im Ruhezustande nennt man den Entlastungsfaktor, das verbleibende Reibungsgewicht im Verhältnis zum Reibungsgewicht im Ruhezustande den Ausnutzungsfaktor.

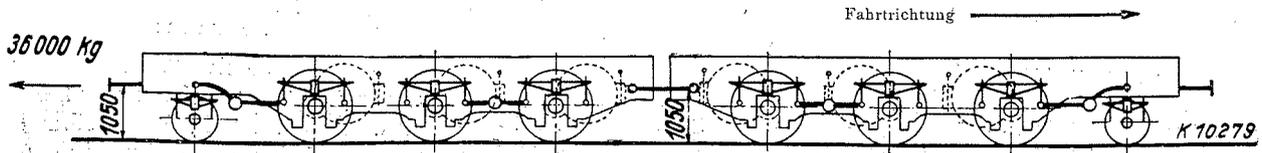
Es ist klar, daß z. B. die C + C Gebirgsgüterzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn den Ausnutzungsfaktor 1 hat, denn das Gewicht, das beim Ziehen eine Achse verliert, wird einer anderen Achse desselben Gestells aufgebürdet, und da alle Achsen eines Gestells gekuppelt sind, tritt kein Verlust an nutzbarem Reibungsgewicht auf.

Anders liegt die Sache natürlich beim Einzelachs Antrieb, wo die Kupplung mit den anderen Achsen fehlt. Man muß daher danach trachten, den Ausnutzungsfaktor möglichst hoch zu halten.

Besonders schwierig liegen die Verhältnisse beim Tatzlagerantrieb, weil bei arbeitenden Motoren auch noch Gewichtsverschiebungen zwischen ungefederten und gefederten Teilen auftreten, welche die Verhältnisse in ziemlich schwer zu übersehender Weise beeinflussen.

Es sind Anordnungen möglich, bei denen der Ausnutzungsfaktor sehr hoch, sogar bis auf den Wert 1 getrieben werden kann. Im vorliegenden Falle ist dies nicht möglich.

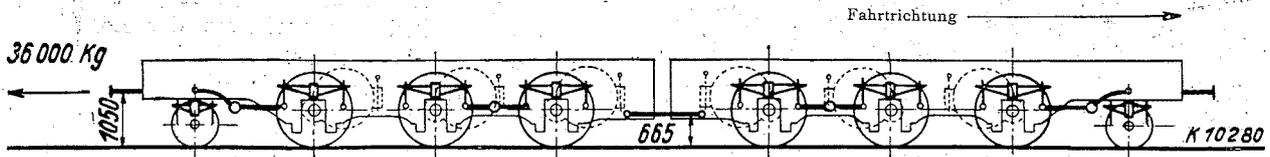
In Bild 15a ist dargestellt, wie sich die Ent- und Belastungen der einzelnen Achsen unmittelbar (ungefedert) und durch die Federn gestalten, wenn am Haken eine Zugkraft von 36 000 kg ausgeübt wird, und zwar für den Fall, daß die beiden Gestelle lediglich durch eine Kurz-



AE6

Gewichtsveränderung der ungefederten Last t	0	+ 3,16	+ 3,16	+ 3,16	- 3,16	- 3,16	- 3,16	0
der gefederten Last t	+ 0,761	+ 1,069	- 5,655	- 5,655	+ 5,655	+ 5,655	- 1,069	- 0,761
Achsdruckänderung insgesamt t	+ 0,761	+ 4,229	- 2,495	- 2,495	+ 2,495	+ 2,495	- 4,229	- 0,761

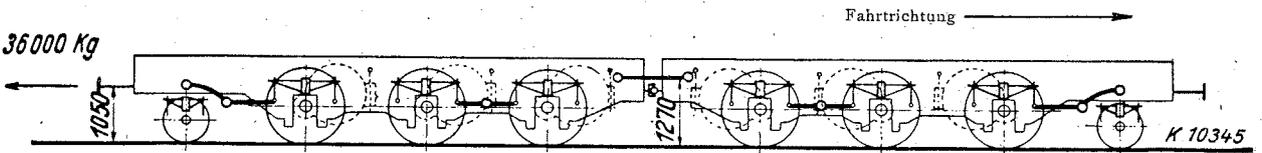
Bild 15a. Achsdruckänderungen bei 36000 kg Zugkraft am Haken. Einfache Kurzkupplung in normaler Höhe über SO.



AE6

Gewichtsveränderung der ungefederten Last t	0	+ 3,16	+ 3,16	+ 3,16	- 3,16	- 3,16	- 3,16	0
der gefederten Last t	+ 1,427	+ 2,003	- 6,455	- 6,455	+ 6,455	+ 6,455	- 0,135	- 0,095
Achsdruckänderung insgesamt t	+ 1,427	+ 5,163	- 3,295	- 3,295	+ 3,295	+ 3,295	- 3,295	- 0,095

Bild 15b. Achsdruckänderungen bei 36000 kg Zugkraft am Haken. Einfache Kurzkupplung 665 mm Höhe über SO.



AE6

Gewichtsveränderung der ungefederten Last t	0	+ 3,16	+ 3,16	+ 3,16	- 3,16	- 3,16	- 3,16	0
der gefederten Last t	- 1,33	- 1,86	- 0,305	- 0,305	+ 1,215	+ 1,215	+ 0,80	+ 0,57
Achsdruckänderung insgesamt t	- 1,33	+ 1,30	+ 2,855	+ 2,855	- 1,945	- 1,945	- 2,36	+ 0,57

Bild 16. Achsdruckänderungen bei 36000 kg Zugkraft am Haken. Kurzkupplung in 1270 mm Höhe über SO und Ausgleichskupplung.

kupplung in Höhe der normalen Zugvorrichtung (1050 mm über SO) miteinander gekuppelt sind. Die größte Entlastung ist, wie zu erwarten, an der ersten Treibachse mit rund 4,23 t, die größte zusätzliche Belastung an der letzten Treibachse in gleichem Betrage vorhanden. Nimmt man den ruhenden Treibachsdruck mit 20 t an, so ist also der Reibungs-Ausnutzungsfaktor $\frac{20,0 - 4,23}{20,0} = 79\%$. Um

mit dem übrigbleibenden Treibachsdruck von 15,77 t eine Zugkraft von 6 t auszuüben, müßte man daher die Reibung zwischen Rad und Schiene mit 380 kg je t Reibungsgewicht beanspruchen, was kaum möglich sein dürfte.

Bild 15b zeigt, wie man durch tiefere Lage der Kurzkupplung (günstigste Lage 665 mm über SO) die Entlastung der vordersten Treibachse auf rund 3,3 t verringern kann, so daß sich ein Ausnutzungsfaktor von 83,5% ergibt. Dafür wird aber die letzte Treibachse um 5,163 t zusätzlich belastet, was immerhin 26% des zulässigen, ruhenden Achsdruckes ausmacht. In beiden Fällen vollzieht sich die Gewichtsverschiebung aber in hohem Maße über den gefederten Teil, und zwar bei Anordnung nach Bild 15a mit 5,655 t, nach Bild 15b sogar mit 6,455 t. Diesen zusätzlichen Kräften entsprechend müssen die Tragfedern bemessen werden.

Bei der ausgeführten Lokomotive sind die Verhältnisse durch Anordnung einer Ausgleichkupplung

in Verbindung mit einer besonders vorteilhaften Höhe der Kurzkupplung wesentlich gebessert, wie Bild 16 erkennen läßt. Die Entlastung der vordersten Treibachse ist auf 2,36 t zurückgegangen, so daß der Ausnutzungsfaktor auf 88,2% gestiegen ist. Bei Ausübung von 6 t Zugkraft an dieser Achse wird die Reibung zwischen Rad und Schiene nur noch mit 340 kg je Tonne Reibungsgewicht beansprucht, was bei trocknen Schienen erreichbar ist. Die größte zusätzliche Belastung erfahren die vierte und fünfte Treibachse mit 2,855 t, das sind 14,3% des ruhenden Achsdruckes. Der senkrechte Gelenkdruck, der durch die Ausgleichkupplung übertragen werden muß, beträgt 5,68 t. Ganz wesentlich verringert sind auch die zusätzlichen Belastungen der Tragfedern, die nur noch 1,86 t an der ungünstigsten Achse ausmachen.

Wie schon erwähnt, ist an sich eine Anordnung denkbar, die einen noch höheren Ausnutzungsfaktor als 88,2% ergibt. Diese Anordnung läßt aber eine günstige Lastverteilung im Ruhezustande nicht zu und ermöglicht auch nicht die für erforderlich gehaltene Zugänglichkeit zu den Motoren vom Fußboden aus, so daß die Anordnung nach Bild 16 endgültig gewählt wurde.

6. Rahmen und Aufbau.

Da bei den Treibachsen wegen der Tatzenlagermotoren die Traglager außerhalb der Räder liegen, mußten die Rahmen als Außenrahmen ausgebildet werden. Die Rahmenplatten bestehen aus 30 mm

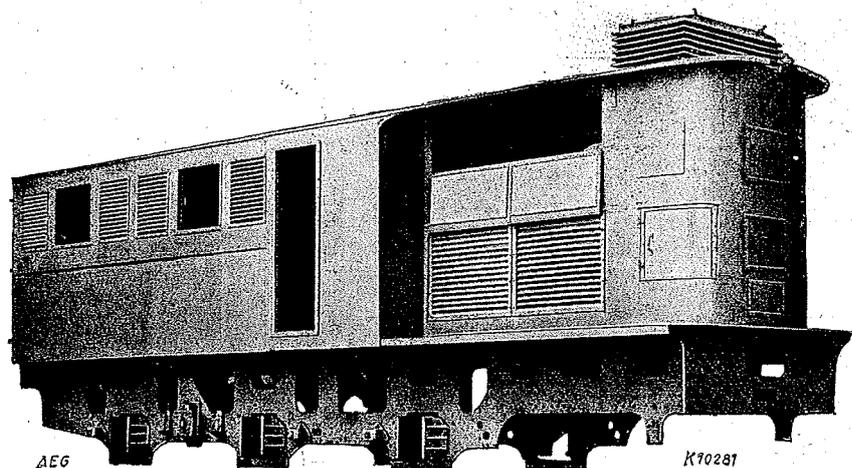


Bild 17. I Co+Co I Rahmen mit Kastenaufbau.

starken Blechen üblicher Bauart, die an beiden Enden durch kräftige Querversteifungen verbunden sind, um Bewegungen der Rahmenwangen gegeneinander zu verhindern. Zwischen den Treibachsen befinden sich Querverbindungen, an denen die Schwingen zur Motoraufhängung in kräftigen Gelenken befestigt sind.

Der Führerstand steht etwa über der Mitte des Rahmens, Bild 17. Er besitzt eine Breite von 3100 mm. Mittels einer Einziehung des Maschinenraumes konnte auf beiden Seiten ein schmales Fenster vorgesehen werden, durch welches der Führer ohne Öffnen der herablaßbaren Seitenfenster (siehe Bild 9 hinten) nach rückwärts schauen kann. Vor dem Führerstand ist ein schmalgehaltener Vorbau vorgesehen, der nach vorn etwas eingezogen ist und dem Führer durch große Fenster in der Fahrtrichtung eine sehr gute Streckenübersicht läßt.

Die Fenster des Maschinenraumes können zur Seite geschoben werden. Die Lüftungsöffnungen, durch welche die Motorlüfter ihre Luft schöpfen, sind in Fensterhöhe gelegt, damit möglichst wenig Staub, insbesondere Bremsstaub, angesaugt wird. Bei Schneetreiben können Rahmen mit durchlässigem Filterstoff zwischen Drahtgaze vor die Lüftungsöffnungen geschoben werden.

Im Vorbau sind die Luftöffnungen für die Transformator Kühlung über dem Laufblech angeordnet, um lange Luftwege zu erreichen und Gelegenheit zur Ablagerung von Schnee und Regen zu geben. Auch diese Öffnungen können mittels Gestänges vom Führerstand aus durch Stoffrahmen verschlossen werden.

Über diesen Lüftungsöffnungen sind große Klappen angeordnet, durch welche die auf dem Transformator stehenden Stufenschütze nachgesehen werden können.

Im vorderen Teil des Vorbaues sind noch mehrere Klappen vorgesehen, durch welche die Kommutatoren und Bürsten des Transformatorlüftermotors, des Ölpumpenmotors und der Lichtdynamo beobachtet und bedient werden können.

Zum leichten Ein- und Ausbau der elektrischen Ausrüstung sind das Dach über dem Vorbau und ein großer Teil des Daches über dem Maschinenraum abnehmbar:

7. Bremse.

Die Lokomotive besitzt Druckluftbremse Kunze-Knorr mit Zusatzbremse. Sämtliche Treibachsen werden durch einseitige, in Höhe der Radmitten angeordnete Bremsklötze mittels Ausgleichgestänges abgebremst. Bei der Betriebsbremsung mit 3,5 at Druck im Bremszylinder werden 67,5% bei Zusatzbremsung mit 5 at 96% des Reibungsgewichtes der Lokomotive abgebremst. Die in den Führerständen angebrachten Spindelhandbremsen wirken jeweilig nur auf ein Lokomotivgestell.

Die Druckluft wird durch eine zweistufige Motorluftpumpe erzeugt, die 90 m³/h angesaugte Luft gegen 6,5 bis 8 at fördert. Die Motorluftpumpe ist im Maschinenraum der hinteren Lokomotivhälfte untergebracht. An der gleichen Lokomotivhälfte sind außerdem noch zwei einstufige Fahrluftpumpen angebracht, die von der letzten Treibachse mittels Kurbeln und Kurbelstangen angetrieben werden.

Jede Lokomotivhälfte besitzt im Maschinenraum einen Hauptluftbehälter von 400 Liter Inhalt, ferner unter dem Fußboden des Maschinenraumes 2 Sonderluftbehälter von je 100 Liter Inhalt für die nicht zur Bremse gehörenden Druckluftvorrichtungen, so daß insgesamt 1200 Liter Druckluft vorhanden sind.

8. Sandstreuer.

Sämtliche Treibräder können in beiden Fahrtrichtungen gesandet werden. In jedem Führerstandsteil ist ein Sandstreuhaahn vorgesehen, der nur für die eine Fahrtrichtung die Sandung ermöglicht. In Bedienungsstufe 1 erhalten nur die jeweils vorderen Treibräder jedes Gestells Sand, in Stufe 2 dagegen sämtliche Treibräder.

Infolge der großen Länge der Lokomotive und des Überganges der Rohrleitungen von einer Fahrzeughälfte auf die andere mußte man mit starkem Druckabfall in den Sandstreuleitungen rechnen. Aus diesem Grunde wird nur für die jeweilig vordere Achse die Luft unmittelbar aus dem Sandstreuhaahn den Düsen zugeführt, während für die übrigen Achsen Umsteuerventile durch den Sandstreuhaahn betätigt werden. Diese leiten dann Druckluft unmittelbar aus der Behälterleitung zu den Düsen.

9. Fahrmotoren.

Die als Tatzenlagermotoren ausgebildeten Fahrmotoren sind vollkommen gekapselt und fremdgelüftet. Sie sind als Lagerschildmotoren gebaut. Die Anker laufen beiderseitig in Rollenlagern.

Die Motoren sind achtpolig, haben einen Ankerdurchmesser von 780 mm und einen Kommutatordurchmesser von 560 mm. Der Luftspalt beträgt 3 mm. Jede der 8 Bürstenspindeln ist mit 5 Stück 12,5 mm starken Kohlen von 45 mm Breite besetzt. Aus den Abmessungen errechnet sich bei der Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive und halbabgenutzten

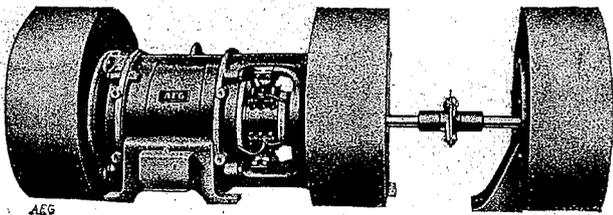


Bild 18. 1 Co+Co 1 Lüftersatz für 3 Fahrmotoren.

Radreifen (1350 mm Ø) eine höchste Umfangsgeschwindigkeit von 55 m/s am Anker, von 40 m/s am Kommutator. Die höchste Motordrehzahl beträgt 1350 U/min, die höchste Zahnradgeschwindigkeit 14,5 m/s.

Für die Überwachung des Kommutators und die Auswechslung der Bürsten besitzt der Motor oben und unten je eine große Klappe. Die obere Klappe ist vom Lokomotivfußboden, die untere von der Arbeitsgrube aus zugänglich.

Für die Lüftung jedes Motors ist ein besonderes Gebläse vorgesehen. Ein Lüftermotor in jedem Maschinenraum treibt drei solcher Gebläse, Bild 18, und zwar sind zwei unmittelbar auf der Lüftermotorwelle angeordnet, während ein drittes Gebläse mit Hilfe von Blechscheibenkupplungen angetrieben wird.

Einfache Blechkanäle führen die Luft zum Luftstutzen aus Leichtmetall am Motor. Hier verzweigt sich der Luftstrom; der eine geht über den Ständerücken, die Ständerwickelköpfe der Kommutatorseite, an den Läuferwickelköpfen vorbei zum Kommutator, von wo aus er durch ein am Kommutator angebrachtes Lüfterrad durch Öffnungen im Gehäuse ins Freie gelangt. Der andere Luftstrom tritt durch Öffnungen im Lagerschild, durch den Kommutator und durch Kanäle im Läuferblechpaket axial nach der dem Kommutator entgegengesetzten Seite, wo er gleichzeitig die Ausgleichsverbindungen und die Läuferwickelköpfe sowie die Ständerwickelköpfe dieser Seite kühlend bestreicht und durch andere Öffnungen im Gehäuse ins Freie gelangt.

Der Luftbedarf jedes Fahrmotors bei Sommerschaltung (höchste Drehzahl des Gebläses) beträgt 110 m³/min, der Druck am Gebläse beträgt 160 mm WS.

Das Gewicht eines Motors einschließlich der Ritzel, jedoch ohne Zahnradschutzkästen, beträgt 4900 kg.

Die Motoren sind nach den Erwärmungsvorschriften der Deutschen Reichsbahn im Prüffeld über den ganzen Drehzahlenbereich geprüft. Die hierbei festgestellten Dauer- bzw. Stundenleistungen sind für die ganze Lokomotive im Leistungsschaubild, Bild 19, dargestellt. Die Dauerleistung beträgt 83 bis 84% der Stundenleistung. Die letzte Fahrstufe erlaubt, bei 15 kV Fahrdratspannung aus den Motoren eine Stundenleistung von 3900 PS bei 52,5 km/h und eine Dauerleistung von 3400 PS bei 56 km/h herauszuholen. Die auf dem Geschwindigkeitsmesser angegebenen Höchstzugkräfte, welche der Lokomotivführer im Betriebe ausüben darf, schränken die Leistung allerdings ein. Man hat vorläufig bei den hohen Geschwindigkeiten die Betriebsergebnisse abwarten wollen, da nicht mit Sicherheit vorausszusehen ist, ob die Kommutatoren und Bürsten bei Tatzenlagermotoren so hohe Beanspruchungen auf die Dauer

vertragen. Sollten, wie zuversichtlich erwartet wird, keine Schwierigkeiten in dieser Richtung eintreten, so steht nichts im Wege, die Höchstleistung von 3600 PS bei 39 km/h auf 3900 PS bei 52,5 km/h geradlinig ansteigen und von hier ab nach der Spannungscharakteristik abfallen zu lassen.

Aus dem in Bild 19 dargestellten Leistungsschaubild kann man nach Belieben zum Vergleich mit anderen Lokomotiven die gewünschten Leistungszahlen bei allen Geschwindigkeiten entnehmen. Der an erster Stelle genannte Verfasser hat zu solchen Vergleichen früher immer die Dauerleistung bei 60% der Höchstgeschwindigkeit gewählt, die hier 2650 PS beträgt. Der Gewichtsaufwand je Dauer-PS ist hierbei

$$\frac{138\ 800}{2650} = 52,4 \text{ kg.}$$

Bei der C + C Gebirgsgüterzuglokomotive betrug die gleiche Zahl noch 61,1. Es ist also eine Verringerung des spezifischen Gewichts um 14% erreicht, obgleich die neue Lokomotive 2 Transformatoren und 2 Steuerungen erhalten hat.

10. Transformatoren.

Der Leistungstransformator, Bild 20, ist in üblicher Weise als ölgekühlter Manteltransformator mit liegendem Eisenkern und mit stehenden Scheibenspulen ausgebildet. Der mit Kühlrohren versehene stärkeartige Ölkessel enthält außer dem Haupttransformator noch einen Dreifachstromteiler. Der Transformator wird in einem senkrechten Schacht im Innern des Vorbaues aufgestellt. Die Kühlluft tritt durch die großen seitlichen Lüftungsöffnungen des Vorbaues in diesen ein, strömt am Schacht entlang aufwärts und wird durch den Raum zwischen Schacht und Ölkessel von oben nach unten hindurchgesaugt, so daß die Kühlrohre, die zur Vergrößerung ihrer von Luft bespülten Oberfläche mit angeschweißten Kühlflächen versehen sind, im kräftigen Luftstrom liegen. Unter dem Boden des Transformators wird die Luft ab-

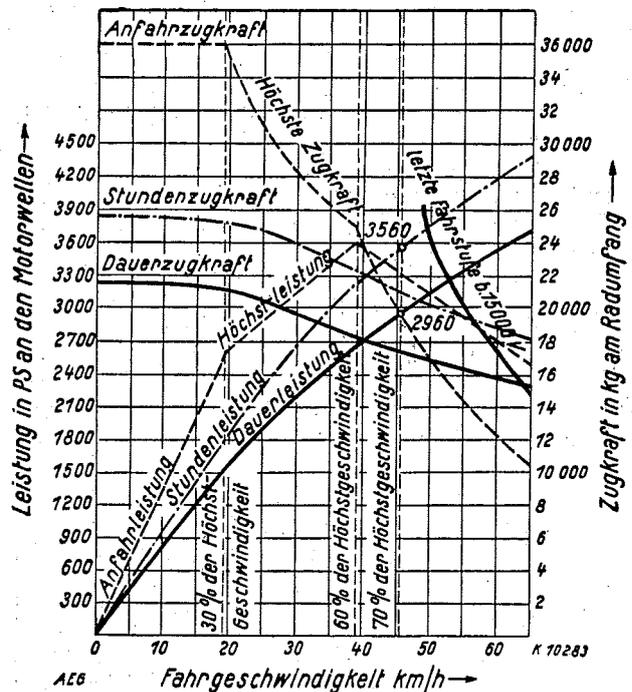


Bild 19. Leistung der 1 Co+Co 1 Lokomotive.

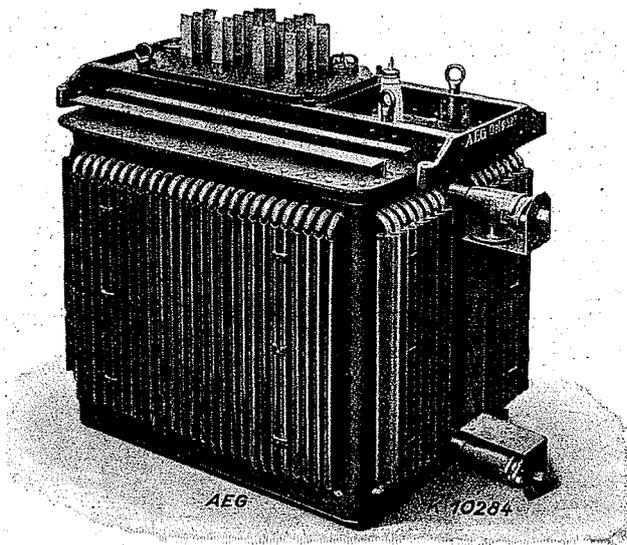


Bild 20. Leistungstransformator.

gesaugt und durch einen Doppellüfter über das Dach befördert. Die Luftmenge beträgt 300 m³/min gegen 70 mm WS.

Das Öl wird durch eine Motorkreiselpumpe, welche 600 l/min gegen 10 m WS fördert, in Umlauf gesetzt.

Bild 21 zeigt den einbaufertigen Transformator mit Lüftungsschacht und unmittelbar auf den Deckel aufgebauten Stufenschützen.

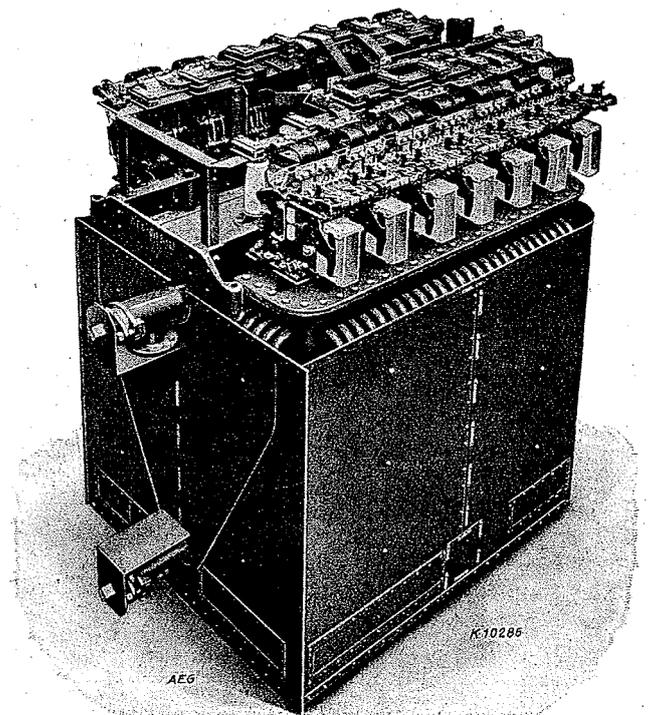


Bild 21. Leistungstransformator mit aufgebauten Stufenschützen im Lüftungsschacht.

II. Schaltung.

Die beiden Stromabnehmer sind durch eine Dachleitung miteinander verbunden. In einer Lokomotiv-

hälfte führt ein biegsames Kabel von dieser Dachleitung zum Ölschalter. Hinter diesem führen wieder zwei Leitungen als blankes Rohr auf dem Dach zu den Primärwicklungen der beiden Haupttransformatoren.

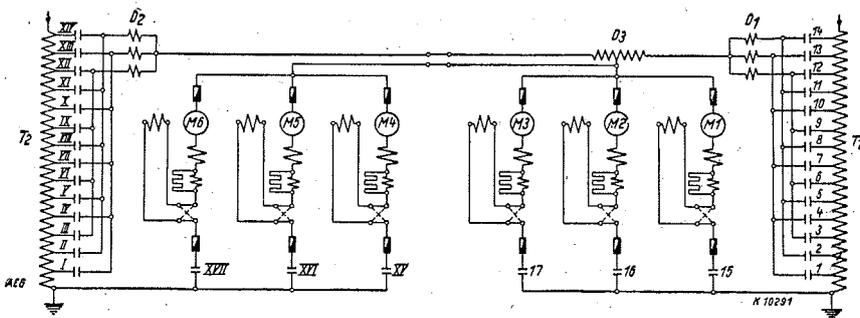


Bild 22a. Schaltbild der Hauptstromkreise beim Fahren.

Bild 22 zeigt das Schaltbild der Hauptstromkreise.

An jedem Transformator sind 14 Anzapfungen vorhanden, von denen durch je 14 Stufenschütze Spannung an die Enden je eines Dreifachstromteilers D₁ bzw. D₂ gelegt werden kann. Der Gesamtstrom jedes Transformators führt zu den Enden eines gewöhnlichen Stromteilers D₃, der in derjenigen Lokomotivhälfte steht, in der sich der Ölschalter befindet. Der Mitte dieses Stromteilers wird der Gesamtfahrstrom der Lokomotive entnommen. Sämtliche zweimal drei Motoren liegen parallel zwischen der Spannung dieses Stromteilers und Erde. Der einzelne Motor kann doppelpolig durch Streifensicherungen aus Kupferblech abgetrennt werden. In den Stromkreis jedes Motors ist ein Reihenschütz eingeschaltet, dessen Spule von Steuerstrom durchflossen wird, so daß bei Unterbrechung des Steuerstromes stets alle Motoren sowohl auf der Spannungs- als auch auf der Erdseite abgetrennt werden.

Für die 3 Motoren jeder Lokomotivhälfte ist je ein Fahrtwender vorhanden, der mit Druckluft betätigt wird (Bild 23).

Der Einfachstromteiler ist als Öltransformator in einem besonderen Behälter ausgeführt. Dieser gibt durch Kühlrohre die Wärme an die Luft ab, die aus dem Maschinenraum entnommen und in die Motoren gedrückt wird.

Mittels der 2 mal 14 Stufenschütze werden 23 Haupt-

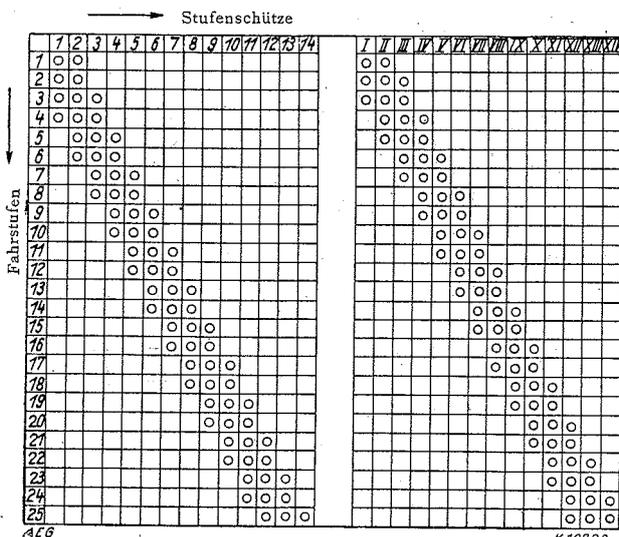


Bild 22 b.

und 2 Vorstufen, insgesamt also 25 Fahrstufen hergestellt. Die Schütze sind elektromagnetisch betätigt und auf S. 9 Jahrgang 1928 dieser Zeitschrift bereits beschrieben und abgebildet.

Im Falle, daß ein Motor elektrisch schadhaft wird, kann er durch Herausnehmen der beiden Sicherungstreifen beiderseitig abgeschaltet werden, ohne daß sich für die Lokomotive und ihre Bedienung irgend etwas ändert.

Ist ein Transformator schadhaft, so wird er auf der Oberspannungsseite durch den Trennschalter in der Dachleitung, auf der Unterspannungsseite dadurch abgeschaltet, daß ein Steuerstromschalter sämtlichen, auf dem Deckel des Transformators befestigten Stufenschützen den Steuerstrom abschneidet. Man kann dann noch mit dem anderen Transformator weiterfahren, wobei jedoch der Einfachstromteiler nicht mehr kompensiert ist und drosselnd wirkt.

12. Schaltung der Lüftermotoren.

Die neueren Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn besitzen eine Schaltung, welche es ermöglicht, im Winter die Lüfterwirkung herabzusetzen. Einerseits soll hierbei Strom gespart werden, andererseits soll eine unnötig tiefe Herabsetzung der Temperatur vermieden werden. Außerdem wird stets gefordert, daß die ziemlich großen Lüftermotoren beim Einschalten nicht unmittelbar an die volle Betriebsspannung von 200 V gelegt werden, sondern wenigstens mit einer Vorstufe angelassen werden.

Das Vorhandensein von zwei getrennten Lüftermotoren für die Fahrmotoren und 2 weiteren Lüftermotoren für die Transformatoren ermöglichte es, bei den 1 Co + Co 1 Lokomotiven eine neuartige Schaltung anzuwenden, die mit 3 Hilfsschützen und 4 Siche-

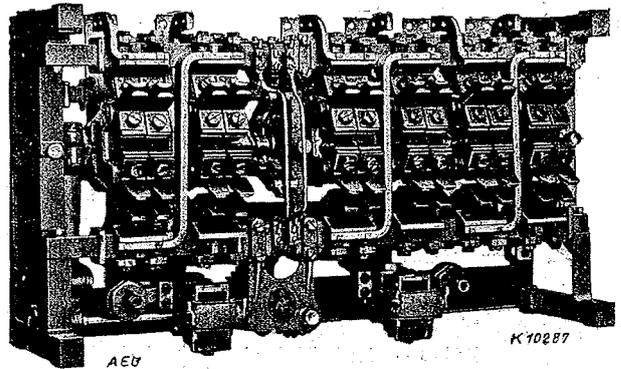


Bild 23. Fahrtwender für 3 Motoren mit elektrisch gesteuertem Druckluftantrieb.

rungen den beiden Forderungen gleichzeitig gerecht wird. Die gewählte Schaltung⁵⁾ ist in Bild 24a dargestellt.

In jedem Führerabteil ist ein Lüfterschalter vorhanden, der 2 Einschaltstellungen besitzt. Die Schalter sind so gebaut, daß man nicht ohne weiteres in die zweite Einschaltstellung übergehen kann. Vielmehr ist hierzu eine seitliche Zwischenbewegung des Einschaltgriffes nötig, die eine Zeitverzögerung verursacht. Ferner ist ein Sommer-Winterschalter e vorhanden. Die Schaltung ist in Verbindung mit den beiden Führerschaltern b so eingerichtet, daß die Lüfter auch dann eingeschaltet werden, wenn der Führer vergessen sollte, den Lüfterschalter zu bedienen.

Zum Anlauf, Bild 24b, werden die beiden Fahrmotorenlüfter A und B und die beiden Transformatorlüfter C und D je in Serie geschaltet, so daß jeder Motor nur 100 V Betriebsspannung erhält. Im Winterbetrieb ist diese Schaltung die einzig mögliche. Bei der Sommerschaltung, Bild 24c, werden dagegen in der zweiten Schaltstufe der Lüfterschalter alle 4 Lüftermotoren parallel an die volle Betriebsspannung von 200 V gelegt.

Sollte der Führer vergessen, den Lüfterschalter zu bedienen, so werden die Lüfter beim Ingangsetzen der Lokomotive von selbst angelassen, und zwar in Fahrstufstufe 4 in Reihenschaltung (Anlauf- und Winterschaltung), in Schaltstufe 6 in Parallelschaltung (Sommerschaltung), sofern nicht durch die Winterstellung des Sommer-Winterschalters die Parallelschaltung verhindert wird.

⁵⁾ AEG., D. R. P. angemeldet.

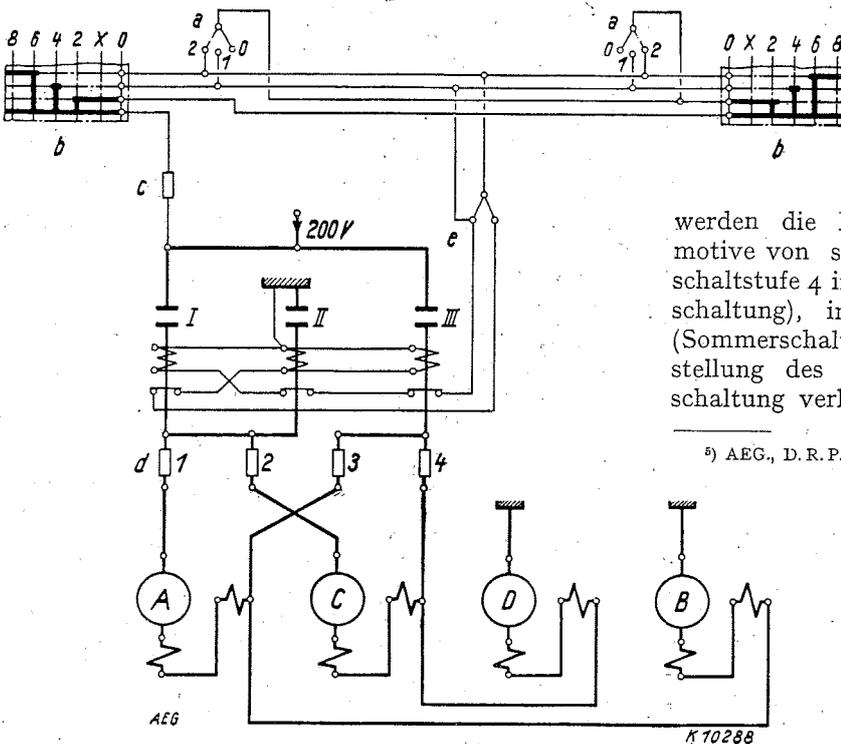


Bild 24a. Schaltung der Lüftermotoren.

I, II, III Lüfter-Motorenschalter; A B Fahrmotorenlüfter; C D Transformatorenlüfter.
a) Lüfterschalter, b) Führerschalter, c) Steuerstromsicherung, d) Lüfter-Motorensicherung, e) Sommer-Winterschalter.

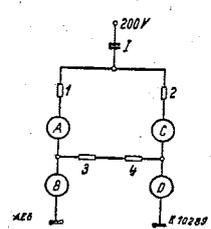


Bild 24b. Anlauf- und Winterschaltung.

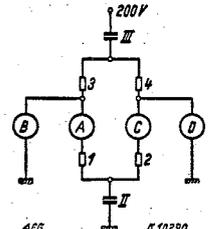


Bild 24c. Sommerschaltung.

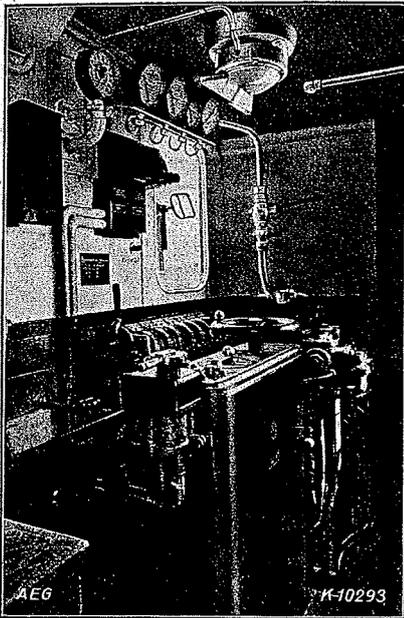


Bild 27. Führerstand.

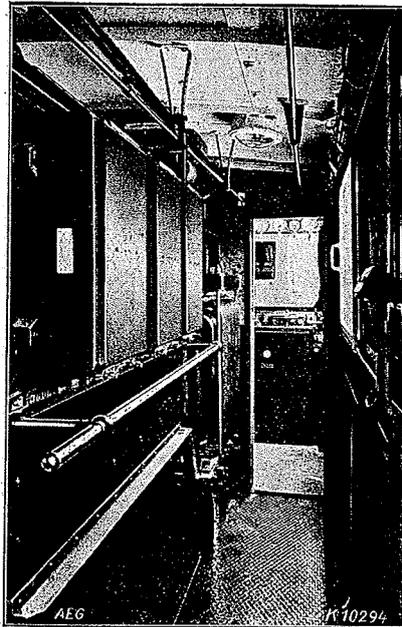


Bild 28. Blick durch den Seitengang des Maschinenraumes zum Führerstand.



Bild 29. Blick durch den Seitengang des Maschinenraumes zum Führerstand, Lüfterseite.

der Zugführer seine schriftlichen Arbeiten erledigen kann, d. h., es ist ein Ölkannenschrank als Schreibpult eingerichtet und über ihm ein Fächergestell für Zugbegleitpapiere aufgehängt. Wegen der Lage des Stirnwandfensters mußte dieser Sitz (Drehsitz) so in der Führerstandsecke untergebracht werden, daß man bei seiner Benutzung den Körper an die Längswand lehnen kann. Um nicht durch Luftzug aus den Türritzen belästigt zu werden, hat der Zugbegleiter daher seinen Platz ziemlich dicht an der Stirnwand erhalten. Er kann sich nach Belieben mit dem Gesicht in der Fahrrichtung oder nach dem Lokomotivführer zu setzen und dann entweder eine unter dem Stirnwandfenster aufklappbare Tischplatte oder die Platte des Ölkannenschrankes als Schreibunterlage benutzen, den er beim Ausblick aus dem Fenster zur Rechten hat.

Die Bilder 28 und 29 zeigen noch einen Blick durch die Seitengänge des Maschinenraumes zum Führerstand. Alle im Maschinenraum untergebrachten elektrischen Einrichtungen sind gut zugänglich angeordnet.

15. Betriebsergebnisse und Abnahmefahrten.

Die Lokomotiven konnten sofort nach Fertigstellung in den schweren Güterzugdienst auf den schlesischen Gebirgsstrecken eingestellt werden und haben in jeder Beziehung den Betriebsanforderungen entsprochen.

Die Lokomotive läuft bei allen Geschwindigkeiten in der Geraden und in Krümmungen durchaus ruhig. Von irgendwelchen schädlichen oder störenden Einwirkungen der tiefliegenden schweren Motoren auf die Achsen und den Oberbau bzw. umgekehrt ist nicht das geringste zu spüren. Man kann daher schon heute den Schluß ziehen, daß alle Bedenken in dieser Richtung unbegründet gewesen sind. Auch die Kommutatoren haben bisher tadellos gearbeitet.

Ein endgültiges Urteil über die Haltbarkeit der Kommutatoren für die neuen Lokomotiven und Verhältnisse muß natürlich so lange zurückgestellt werden, bis nach ein- bis zweijährigem Betrieb genaue Unterlagen geschaffen sind.

Das Geräusch der Zahnräder ist nicht ganz so schwach wie bei der 2 Do 1-Schnellzuglokomotive mit Einzelachs Antrieb, über die in Heft 1 und 2 des laufenden Jahrgangs dieser Zeitschrift berichtet worden ist. Es ist aber keineswegs störend und jedenfalls geringer als bei den Stangenlokomotiven mit Zahnradantrieb.

Am 22., 23. und 24. März 1928 fanden in Anwesenheit zahlreicher Fachleute aus den beteiligten Kreisen der Deutschen Reichsbahn die amtlichen Abnahmefahrten mit der Lokomotive E 9503 statt. Da die Strecke Breslau—Liegnitz noch nicht für elektrische Zugförderung eingerichtet ist, wurden die Fahrten auf den schlesischen Gebirgsstrecken vorgenommen, deren Höhenplan auf Seite 41 in Heft 2 dieser Zeitschrift wiedergegeben ist.

Am 22. 3. wurde ein Güterzug von 111 Achsen und 1409 t, im wesentlichen aus zweiachsigen beladenen Kohlenwagen bestehend, über die Strecke Hirschberg—Görlitz—Schlauroth und zurück (Entfernung $2 \times 82,5$ km) befördert. Die maßgebende Steigung auf dieser Strecke beträgt 10‰ . Die Fahrt ermöglichte einen Vergleich mit der C + C-Gebirgs-güterzuglokomotive, die am 29. 4. 1925 einen Zug von 1400 t über die gleiche Strecke beförderte. Die Ergebnisse jeder Fahrt sind in den „Elektrischen Bahnen“, 1925, S. 317 ff. eingehend beschrieben.

Die Fahrt am 22. 3. 1928 wurde leider durch heftige böige Winde etwas beeinflusst.

Für die besonders interessante Teilstrecke Hirschberg—Lauban sind die Ergebnisse hierunter angegeben.

Hinfahrt Hirschberg—Lauban.

Zurückgelegter Weg	51,7 km
Gesamtfahrzeit von der Abfahrt in Hirschberg bis zur Ankunft in Lauban	86,6 min
Zahl der Zwischenaufenthalte	1
Dauer der Zwischenaufenthalte	14,6 min
Reine Fahrzeit	72,0 „
Unter Strom zurückgelegter Weg	18,4 km
Nutzfahrleistung	72 850 tkm
Bruttofahrleistung	80 050 „

Verbrauchte Arbeit:

Aus der Fahrleitung am Stromabnehmer entnommen	1 189 kWh
Spezifischer Arbeitsverbrauch je Nutz-Tonnenkilometer	16,3 Wh
Spezifischer Arbeitsverbrauch je Brutto-Tonnenkilometer	14,9 „
Am Zughaken abgegeben	738 kWh
Wirkungsgrad, nämlich Nutzarbeit am Haken Aufgen. Arbeit am Stromabnehmer	= 62,1%

Von den am Stromabnehmer entnommenen 1189 kWh für die *Hinfahrt* wurden verbraucht:

von der Luftpumpe	1,2 kWh = 0,10%
von der Lüftung	73,5 „ = 6,19%
von den Ölpumpen nebst Beleuchtung	9,6 „ = 0,80%
für Heizung	6,7 „ = 0,56%
für Steuerstrom	0,6 „ = 0,05%
insgesamt für Nebenzwecke	91,6 kWh = 7,70%
von den Fahrmotoren	991,0 „ = 83,50%
Verluste in den Transformatoren und der Steuerung	106,4 „ = 8,80%
	1189,0 kWh = 100,00%

Rückfahrt Lauban—Hirschberg.

Gewicht des Zuges (ohne Lokomotive)	1 401 t
Achsenzahl des Zuges (ohne Lokomotive)	109
Zurückgelegter Weg	52,0 km
Gesamtfahrzeit von der Abfahrt in Lauban bis zur Ankunft in Hirschberg	101,7 min
Zahl der Zwischenaufenthalte	3
Dauer der Zwischenaufenthalte zusammen	16,8 min
Reine Fahrzeit	84,9 „
Unter Strom zurückgelegter Weg	34,7 km
Nutzfahrleistung	72 850 tkm
Bruttofahrleistung	80 100 „

Verbrauchte Arbeit:

Aus der Fahrleitung am Stromabnehmer entnommen	2 173 kWh
Spezifischer Arbeitsverbrauch je Nutz-Tonnenkilometer	29,8 Wh
Spezifischer Arbeitsverbrauch je Brutto-Tonnenkilometer	27,1 „
Am Zughaken abgegeben	1 442 kWh
Wirkungsgrad, nämlich Nutzarbeit am Zughaken Aufgen. Arbeit am Stromabnehmer	= 66,4%

Von den am Stromabnehmer entnommenen 2173 kWh für *Rückfahrt* wurden verbraucht:

von der Luftpumpe	3,4 kWh = 0,16%
von der Lüftung	77,0 „ = 3,55%
von den Ölpumpen einschl. Beleuchtung	14,2 „ = 0,65%
für Heizung	0,1 „ = 0,00%
für Steuerstrom	1,0 „ = 0,04%
insgesamt für Nebenzwecke	95,7 kWh = 4,40%
von den Fahrmotoren	1921,0 „ = 88,50%
Verluste in den Transformatoren und der Steuerung	156,3 „ = 7,10%
	2173,0 kWh = 100,00%

Bei dem Vergleich mit der C + C-Lokomotive ist die starke *Verkürzung der Fahrzeiten* zu beachten, die auf der Hinfahrt 30%, auf der Rückfahrt 23% betrug. Es kommt hierin die höhere durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit der 1 Co + Co 1-Lokomotive zum Ausdruck. Trotzdem ist der Gesamtarbeitsverbrauch am Stromabnehmer nur unwesentlich, nämlich für die Hinfahrt 5% und für die Rückfahrt 8% höher als bei der C + C-Lokomotive.

Auf der Rückfahrt wurde der Zug in Kilometer 253 in der Steigung 10 ‰ zum Halten gebracht und nach Auslösung der Luftdruckbremse wieder angefahren. Das Anfahren geschah auf Fahrstufe 10 unter Benutzung des Sandstreuers vollkommen stoßfrei und ohne Schleudern. Als größte Zugkraft am Haken wurden 34 500 kg abgelesen.

Am 23. 3. wurde ein Personenzug von 68 Achsen und 498 t von Hirschberg nach Dittersbach befördert. Hieran schloß sich eine Bremsversuchsfahrt mit einem Schwerlastzuge nach Königszelt. Dann wurde der Schwerlastzug von Königszelt nach Breslau und zurück befördert.

Am 24. 3. endlich wurde die Fahrt mit dem Schwerlastzuge von Königszelt nach Breslau und zurück wiederholt. Der Zug bestand aus 162 Achsen mit 2568 t Gewicht. Es waren außer dem sechsachsigen Meßwagen 39 vierachsige Großraumgüterwagen eingestellt, die 19 t Eigengewicht und 45 t Ladegewicht besaßen. Von Königszelt ab (Steilstrecke mit 20 ‰ maßgeblicher Steigung) wurden noch 54 Achsen mit 829 t befördert.

Bild 30 zeigt den Schwerlastzug auf Bahnhof Königszelt.



Bild 30. Schwerlastzug auf dem Bahnhof Königszelt.
Gewicht der Lokomotive 138,8 t
Gewicht des Zuges 2568 t

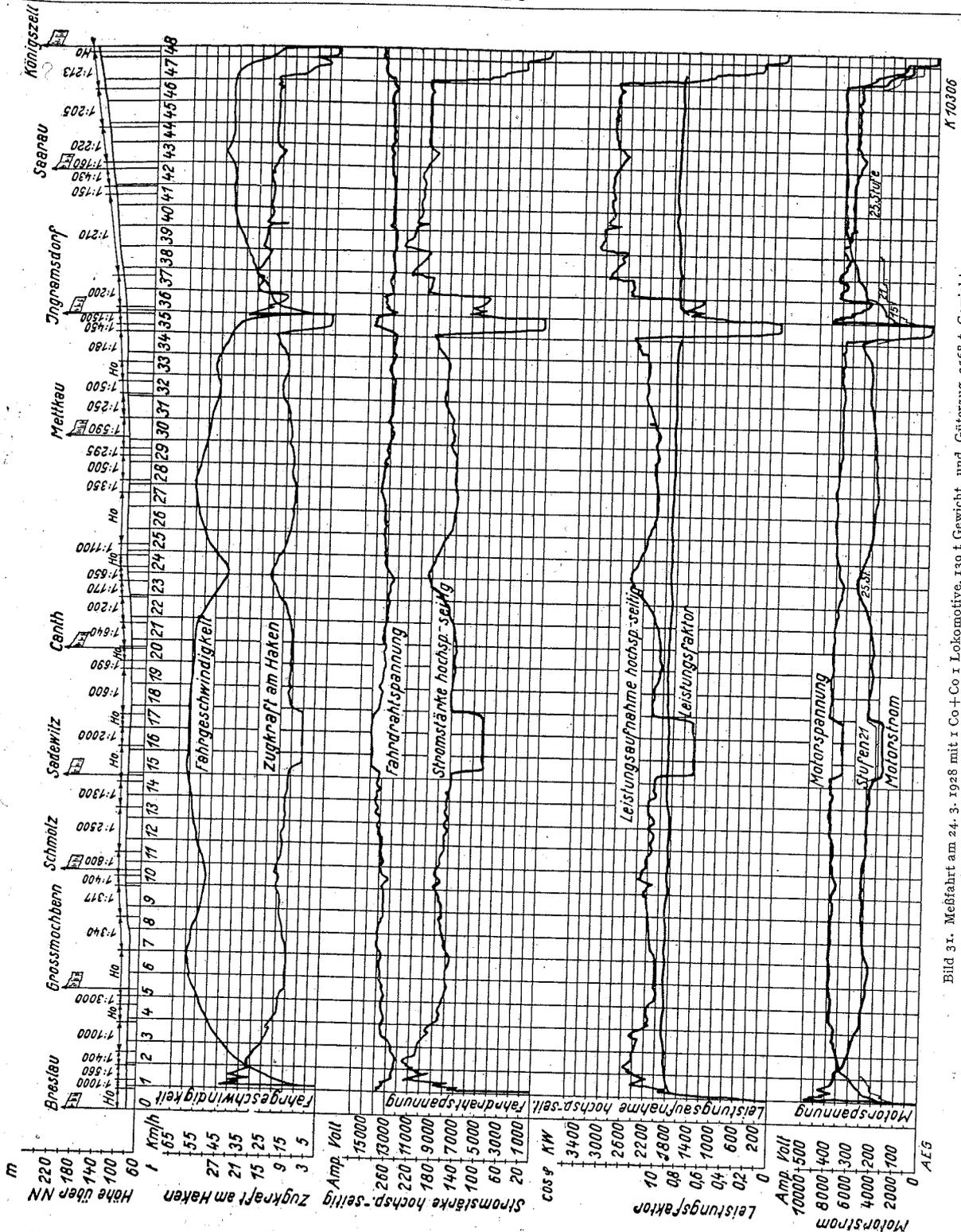


Bild 31. Meßfahrt am 24. 3. 1928 mit 1 Co + Co 1 Lokomotive, 139 t Gewicht, und Güterzug 2568 t Gewicht.

Für die Fahrt am 24. 3. 1928 von Breslau nach Königszell sind die Ergebnisse hierunter angegeben.

Strecke Breslau—Königszell.

Gewicht des Zuges (ohne Lokomotive)	2 568 t
Achsenzahl	162
Zurückgelegter Weg	47,1 km
Gesamtfahrzeit von der Abfahrt in Breslau bis zur Ankunft in Königszell	72,2 min
Zahl der Zwischenaufenthalte	1
Dauer der Zwischenaufenthalte	11,4 min
Reine Fahrzeit	60,8 „
Unter Strom zurückgelegter Weg	46,2 km

Nutz-Fahrleistung	120 950 tkm
Brutto-Fahrleistung	127 500 „

Verbrauchte Arbeit:

Aus der Fahrleitung am Stromabnehmer entnommen	2 225 kWh
Spezifischer Arbeitsverbrauch je Nutz-Tonnenkilometer	18,4 Wh
Spezifischer Arbeitsverbrauch je Brutto-Tonnenkilometer	17,5 „
Am Zughaken abgegeben	1 596 kWh
Wirkungsgrad, nämlich	
Nutzarbeit am Zughaken	
Aufgen. Arbeit am Stromabnehmer	= 71,7%

Von den am Stromabnehmer entnommenen 2225 kWh wurden verbraucht:

von der Luftpumpe	0,8 kWh =	0,04%
von der Lüftung	46,5 „ =	2,09%
von den Ölpumpen nebst Beleuchtung	3,5 „ =	0,15%
für Heizung	0,0 „ =	0,00%
für Steuerstrom	1,7 „ =	0,08%
insgesamt für Nebenzwecke	52,5 kWh =	2,36%
von den Fahrmotoren	2 016 „ =	90,60%
Verluste in den Transformatoren und der Steuerung	156,5 „ =	7,04%
	2225,0 kWh =	100,00%

Die Ergebnisse der aufzeichnenden Instrumente im Meßwagen sind in Bild 31 zusammengestellt. Man sieht unter dem Höhenprofil der Strecke Breslau—Königszelt

Zugkraft am Haken und Fahrgeschwindigkeit, Fahrdrabtspannung und Hochspannungsstrom, Hochspannungsleistung und Leistungsfaktor, Motorspannung, Motorstrom und Fahrstufe.

Die Erwärmungen der elektrischen Ausrüstungsteile wurden am Ende der Fahrten bzw. bei den Bergfahrten jeweilig am höchsten Punkt der Strecke fest-

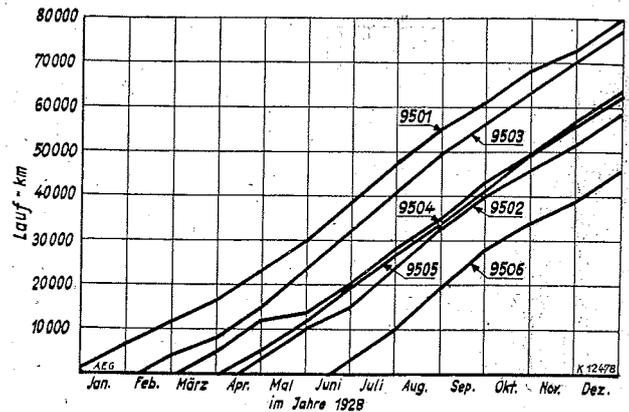


Bild 32. Betriebsleistungen im Jahre 1928.

gestellt; sie blieben unterhalb der durch die Vorschriften der Deutschen Reichsbahn festgesetzten Grenzwerte.

Die Lokomotiven haben während des Jahres 1928 vom Tage ihrer Inbetriebsetzung an sehr gleichmäßige Leistungen aufzuweisen, die aus Bild 32 im einzelnen zu ersehen sind. Die Leistung jeder Lokomotive beträgt im Monatsdurchschnitt rund 7000 km, was für eine Güterzuglokomotive im Gebirgsgebiet als sehr beträchtlich zu bezeichnen ist.