

AEG

**Gebirgs-
Güterzuglokomotive
Bauart C-C**

der

Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft



Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft

Sonderabdruck aus
„ELEKTRISCHE BAHNEN“
Heft 8, August 1925
ROM-Verlag, Charlottenburg 5

Gebirgs-Güterzuglokomotive Bauart C-C der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Von *W. Kleinow*, Hennigsdorf.

Die C-C-Gebirgs-Güterzuglokomotive der Deutschen Reichsbahn ist erstmalig, wenn auch in noch nicht vollendetem Zustande, auf der Eisenbahntechnischen Ausstellung Seddin 1924 von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft gezeigt worden. Jetzt ist sie ebenfalls von der AEG auf der Verkehrsausstellung in München ausgestellt. Fünf Lokomotiven befinden sich zur Zeit im Betrieb in Schlesien, und zwar auf der Strecke Hirschberg—

und Zugkraft sehr bemerkenswerte Ergebnisse gezeigt haben und über die im folgenden kurz berichtet werden soll.

Die Lokomotive ist bereits in der Fachliteratur¹⁾ eingehend beschrieben worden. Hier soll nur kurz erwähnt werden, aus welchen Gründen seinerzeit die Bauart gewählt wurde. Beabsichtigt war der Bau einer Lokomotive für schwere Güterzüge in schwierigem Gelände, und zwar war gedacht an

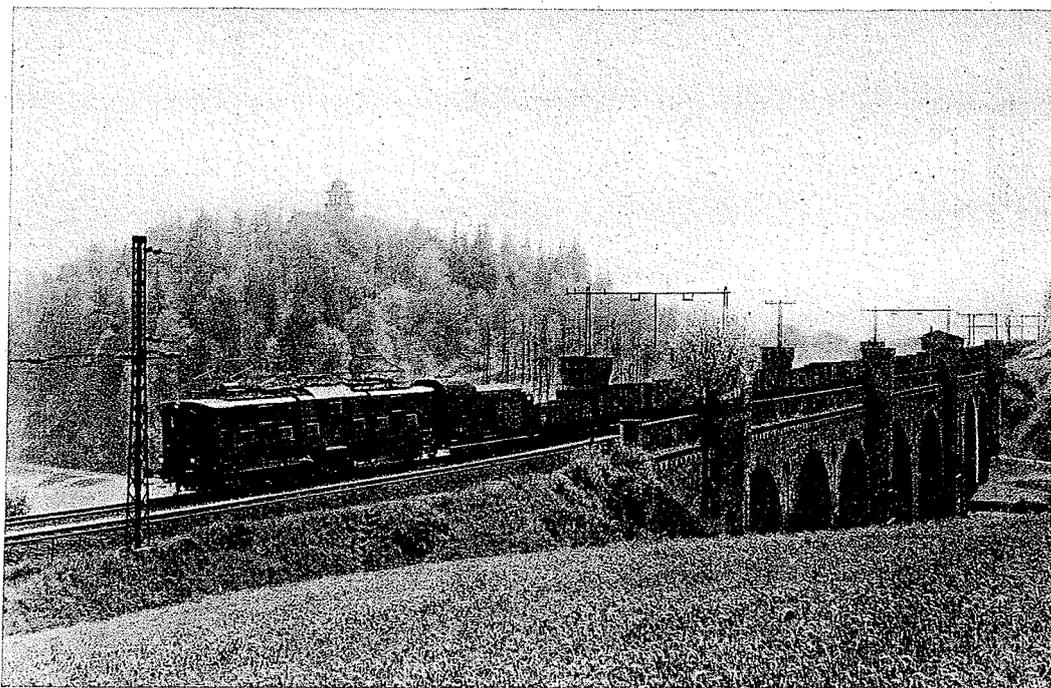


Abb. 1. C-C-Lokomotive vor einem Güterzug auf der Boberbrücke bei Hirschberg.

Lauban—Görlitz—Schlauroth. Die erste Lokomotive befindet sich seit dem 18. April im Probebetrieb und hat auf der genannten Strecke in den ersten drei Monaten insgesamt 19 494 km störungsfrei zurückgelegt.

Am 29. April wurden an der Lokomotive Messungen mit dem Meßwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft angestellt, die hinsichtlich Leistung

die Beförderung von 1200-t-Zügen (ohne Lokomotive) auf langen Steigungen 1:100 mit Geschwindigkeiten von 35 km/h. Die Höchstgeschwindigkeit wurde auf 55 km/h festgesetzt, so daß der

¹⁾ „Die schweren Güterzuglokomotiven Bauart C-C der Deutschen Reichsbahn“ von Otto Michel. Elektro-Journal, September 1924, Nr. 9.

Hauptarbeitsbereich der Lokomotive zwischen 60 und 70 % der Höchstgeschwindigkeit, also zwischen 33 und 38 km/h, lag. Da sehr hohe Zugkräfte notwendig sind, wurde das gesamte Gewicht der Lokomotive auf die Treibachsen gelegt und keine Laufachsen verwendet, die bei der mäßigen Höchst-

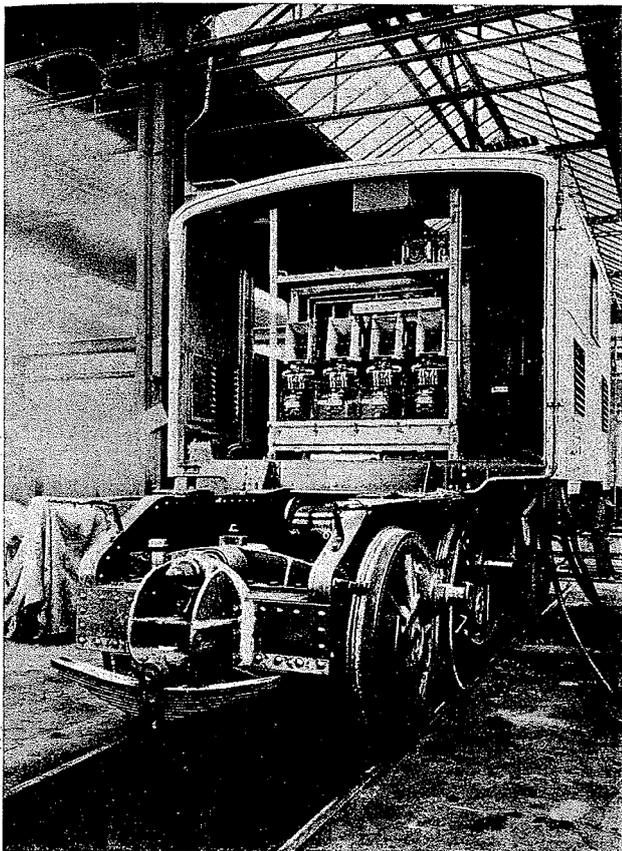


Abb. 3. Lokomotivgestell, Blick auf die Fahrtwenderschütze.

geschwindigkeit auch nicht notwendig erschienen. Andererseits mußte die Lokomotive für Gebirgstrecken gut kurvenläufig sein, ein Erfordernis, das bei sechs Treibachsen die geteilte Bauart vorteilhaft erscheinen ließ. Da ferner bei der Behandlung der Nahgüterzüge die Zuglokomotiven über Ablaufberge zu laufen haben, war auch mit Rücksicht hierauf die geteilte Bauart erwünscht. Auf diese Weise entstand die Achsanordnung C—C mit 120 t Gesamtgewicht, das auf alle Achsen gleichmäßig mit 20 t verteilt ist.

Damit das Gewicht für die Leistungseinheit und der Preis niedrig ausfielen, wurde eine möglichst

einfache elektrische Ausrüstung mit nur einem Oelschalter, einem Haupttransformator und einer Steuerung gewählt. Hierzu war die Anordnung einer Brücke notwendig, die sich auf beide Lokomotivhälften stützt und die vorgenannten Teile enthält. Jedes Lokomotivgestell erhielt einen festen Aufbau für den Führerstand und den Maschinenraum, in welchem die Fahrmotoren untergebracht sind. So entstand die symmetrische Bauart, wie sie aus Abb. 1 und 2 zu ersehen ist.

Die Fahrmotoren haben eine Dauerleistung von 1960 PS nach den Vorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft²⁾. Die angegebene Leistung ist gemäß diesen Vorschriften bei 60 % der Höchstgeschwindigkeit, also bei 33 km/h vorhanden und kann bis zur vollen Höchstgeschwindigkeit von 55 km/h unverändert abgegeben werden. Das Gewicht je PS-Dauerleistung beträgt 61,1 kg. Die Lokomotive gehört daher nicht nur zu den leistungsfähigsten, sondern auch zu den in bezug auf das Gewicht bestausgenutzten elektrischen Lokomotiven.

Bemerkenswert ist die Uebersichtlichkeit, in welcher die gesamte elektrische Ausrüstung angeordnet ist, so daß man trotz der mäßigen Länge der Lokomotive von nur 16,7 m über die Puffer alle Ausrüstungsteile leicht überwachen kann.

Abb. 3 zeigt einen Einblick in ein Lokomotivgestell ohne Brücke. Man erkennt die vier Fahrtwenderschütze vor den Motoren.

Abb. 4 zeigt ein Lokomotivgestell mit dem vollständig geschlossenen Doppelmotor und aufgesetzten Lüftern nach Wegnahme der Aufbauten.

²⁾ Vgl. ETZ 1924, Heft 22/23: „Die elektrischen Lokomotiven unter besonderer Berücksichtigung der Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn“ und Elektrische Bahnen 1925, Heft 6: „Die B—B—Personenzuglokomotiven der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft“.

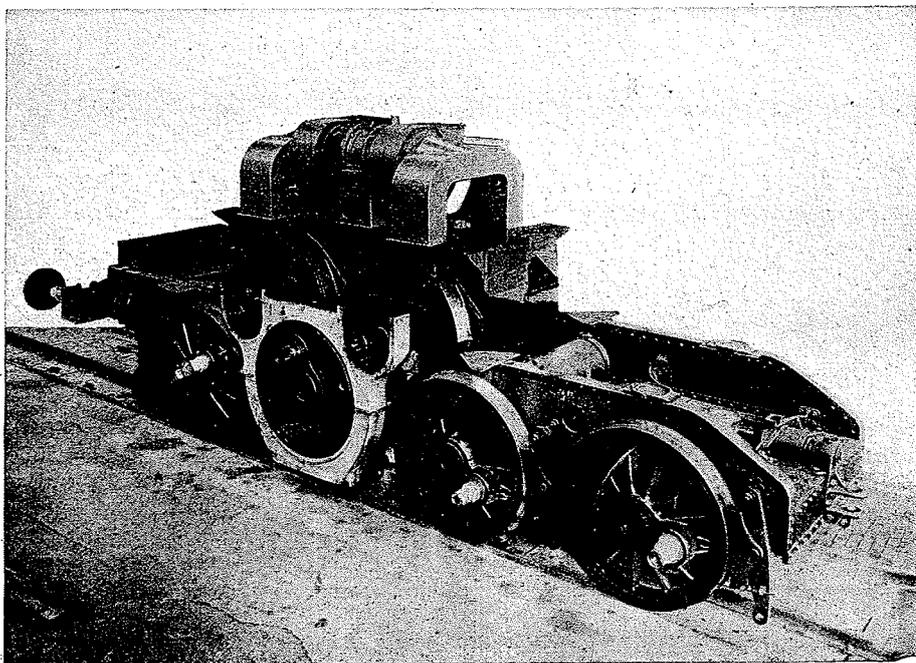


Abb. 4. Lokomotivgestell mit eingebaut. Fahrmotoren u. aufgebaut. Motorenlüfter nach Abnahme des Kastenaufbaues.

Abb. 5 zeigt den Einblick in den Mittelteil von der Transformatorlüfterseite, Abb. 6 den Einblick von der andern Seite, auf der sich Oelschalter, Oelpumpe und Kompressor befinden.

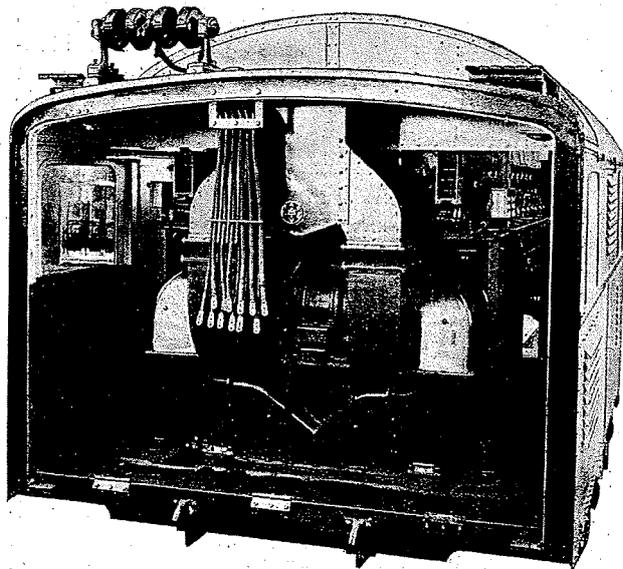


Abb. 5. Einblick in den Mittelteil; Transformatorlüfter.

Abb. 7 zeigt einen Blick in den Seitengang des Maschinenraumes und des Mittelteils, Abb. 8 einen Blick in den Führerstand.

Abb. 9 zeigt den Öltransformator mit Kühlmantel und den auf dem Deckel angebrachten Stufenschützen.

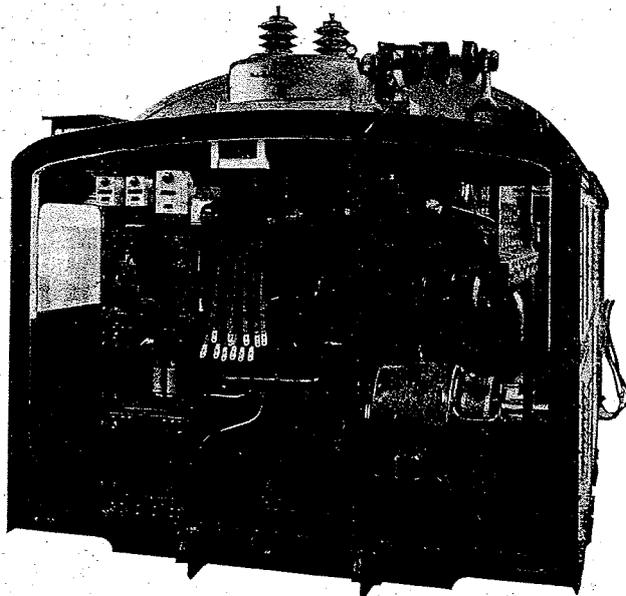


Abb. 6. Einblick in den Mittelteil; Kompressor, Oelpumpe, Oelschalter, dahinter Transformator mit aufgebauten Stufenschützen.

Abb. 10 endlich zeigt einen Einzelfahrmotor mit dem einteiligen Ständerblechpaket, so wie es in das mit dem Lokomotivrahmen fest verschraubte Gehäuseunterteil eingesetzt wird, und mit den auf die Ankerwelle aufgesetzten Motorlagern.

Die Lokomotive fiel während des Baues schwerer aus als ursprünglich beabsichtigt war. Das Mehrgewicht entfiel im wesentlichen auf die Motoren, ihre Gehäuse und deren Verbindung mit dem Rahmen. Abgesehen von der Ueberschreitung der zunächst vorgesehenen Achsdrücke ergab sich hierdurch eine falsche Lastverteilung, so daß nachträglich die Auflagerung der Brücke auf den Lokomotivgestellen geändert werden mußte. Da die Außenachsen zu hoch belastet waren, ist, wie aus Abb. 11 und 12 zu ersehen, an jedes innere Ende der Lokomotivgestelle eine querliegende Blattfeder

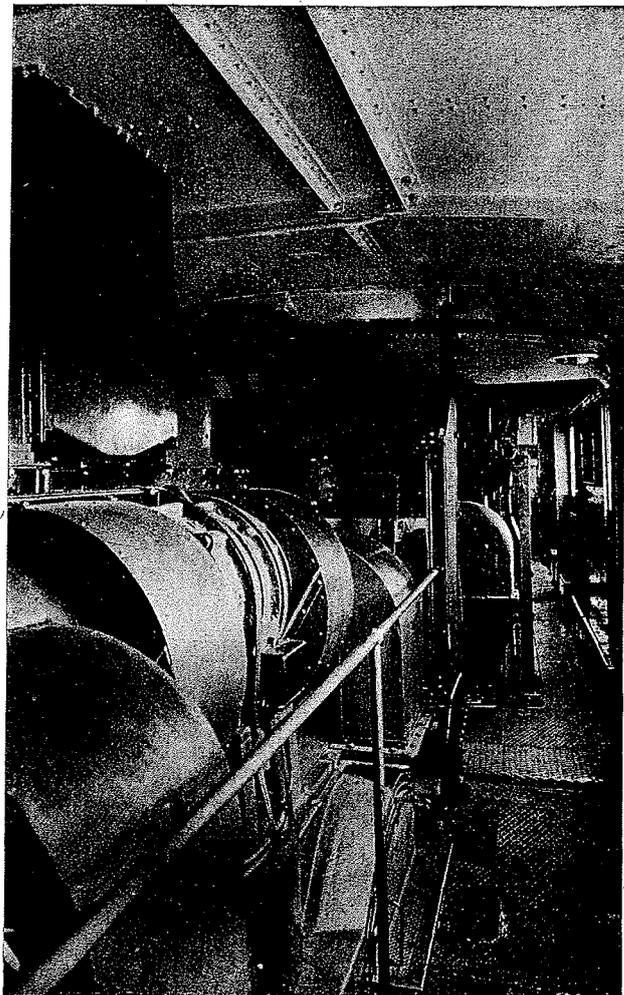


Abb. 7. Blick in den Seitengang des Maschinenraumes und des Mittelteiles.

angehängt, auf deren Enden sich je zwei lange Pendelstützen der Brücke aufstützen. Die starren Gelenkaufgaben der Brücke werden hierdurch sehr stark entlastet und das Gewicht der Brücke im wesentlichen auf die inneren Enden der Gestelle verlegt, wodurch die Achsdrücke sich gleichmäßig auf 20 t einstellen lassen.

Die Lokomotive dient auf den schlesischen Gebirgsstrecken zur Beförderung schwerer Güterzüge, insbesondere der mit niederschlesischer Kohle beladenen, mit Kunze-Knorr-Luftdruckbremse ausgerüsteten Züge. Die Kohle stammt in der Hauptsache aus dem Waldenburger Gebiet. Sie wird zum

größten Teil über die Paßhöhe bei Fellhammer geschleppt und dann in 1200 bis 1400 t schweren Zügen bis Hirschberg talwärts befördert. Die Strecke nach Lauban enthält nun lange Steigungen 1:100, und es war in den Lieferbedingungen vorgeschrieben, daß hier 1200 t schwere Züge zu befördern sind. Zweck der Versuche war nun festzustellen, ob die 120 t schwere Lokomotive die ankommenden Züge nicht ungeteilt, d. h. mit 1400 t Anhängengewicht weiter nach Lauban und Görlitz befördern könnte. Wegen des höheren Achsdrucks und der reichlich bemessenen Motoren und Trans-

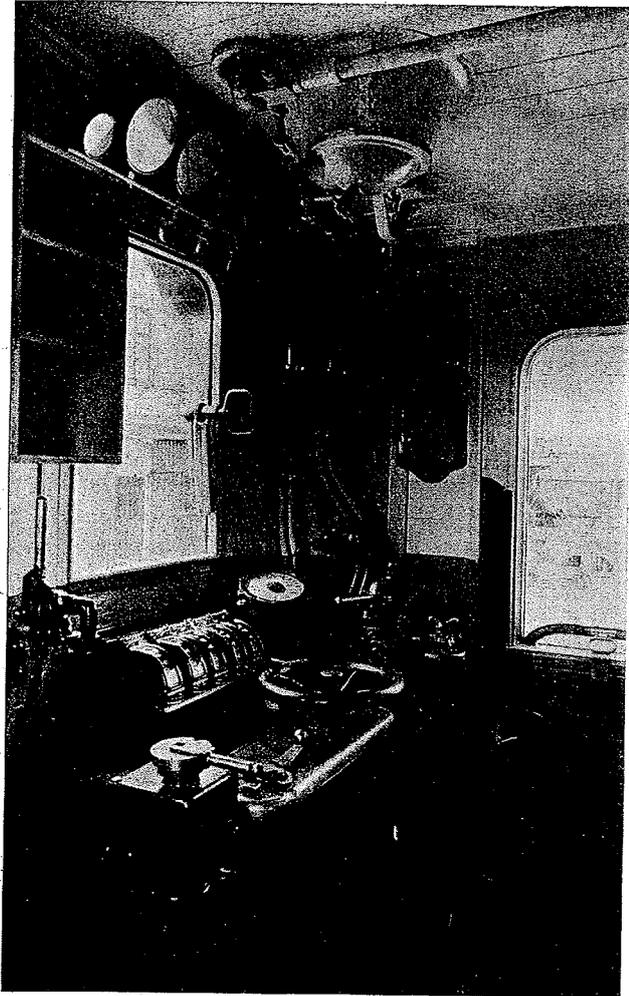


Abb. 8. Blick in den Führerstand.

formatoren erschien diese Leistungserhöhung durchaus möglich. Fraglich war nur, ob das Anfahren so schwerer Züge auf der Steigung 1:100 noch mit Sicherheit und ohne Gefährdung der Zughaken gelingen würde, da sich verschiedene Block- und Einfahrtsignale auf diesen Steigungen befinden und im Betrieb mit solchen Anfahrten zu rechnen ist.

Das Anfahren in der Steigung bei luftgebremsten Zügen ist nun deshalb so schwierig, weil nach dem Auslösen der Bremse der Zug vollkommen gestreckt bleibt, da ja die Lokomotive den größten Laufwiderstand besitzt. Sobald alle Bremsen gelöst sind, setzt sich der Zug rückwärts in Be-

wegung. Der Lokomotivführer muß also, sobald er die rückläufige Bewegung bemerkt, energisch anfahren, den Zug in der Bewegung fangen und vorwärts in Bewegung setzen. Nun wird jeder Zug

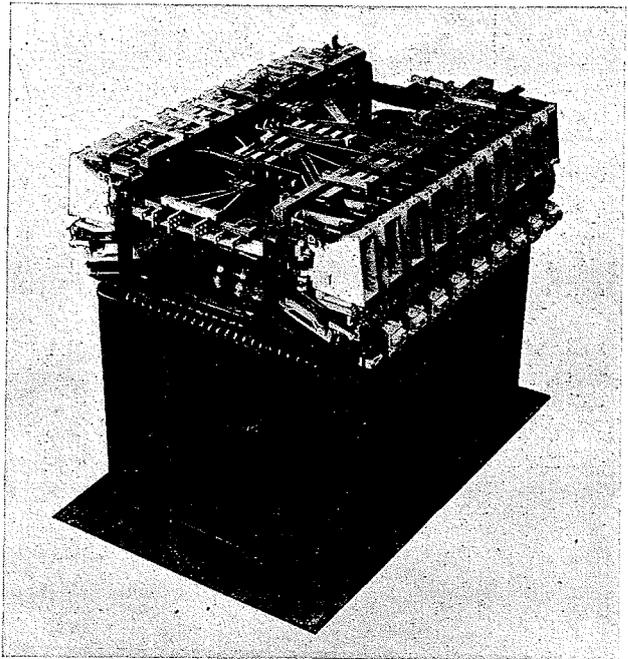


Abb. 9. Transformator mit aufgebauten Stufenschützen.

von drei Personen begleitet: dem Lokomotivführer, dem auf dem Führerstand der Lokomotive untergebrachten Zugführer und dem Schlußbremser, der bei Störungen den Zug rückwärts zu decken hat.

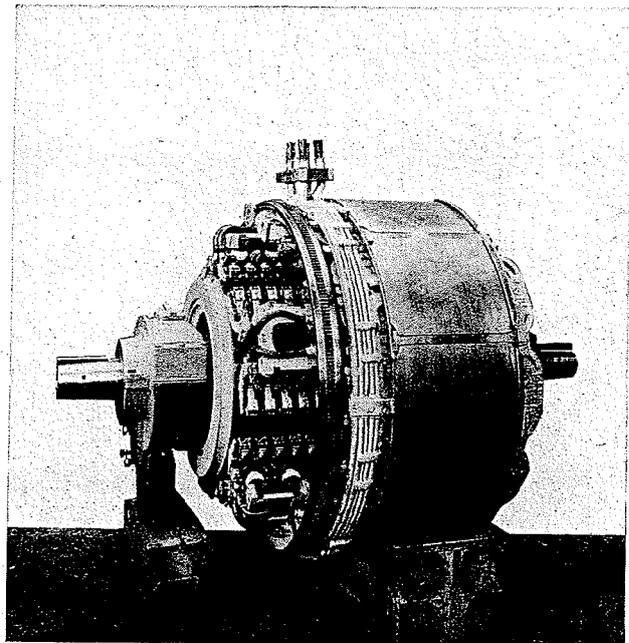


Abb. 10. Einzelfahrmotor, aus dem Gehäuse genommen.

Ein aufmerksamer Schlußbremser wird zwar einen Teil des Zuges mit der Handbremse auflaufen lassen können; er wird aber den Zug wieder zum Stillstand bringen, wenn er beim Anrücken nicht schnell genug seine Bremse löst.

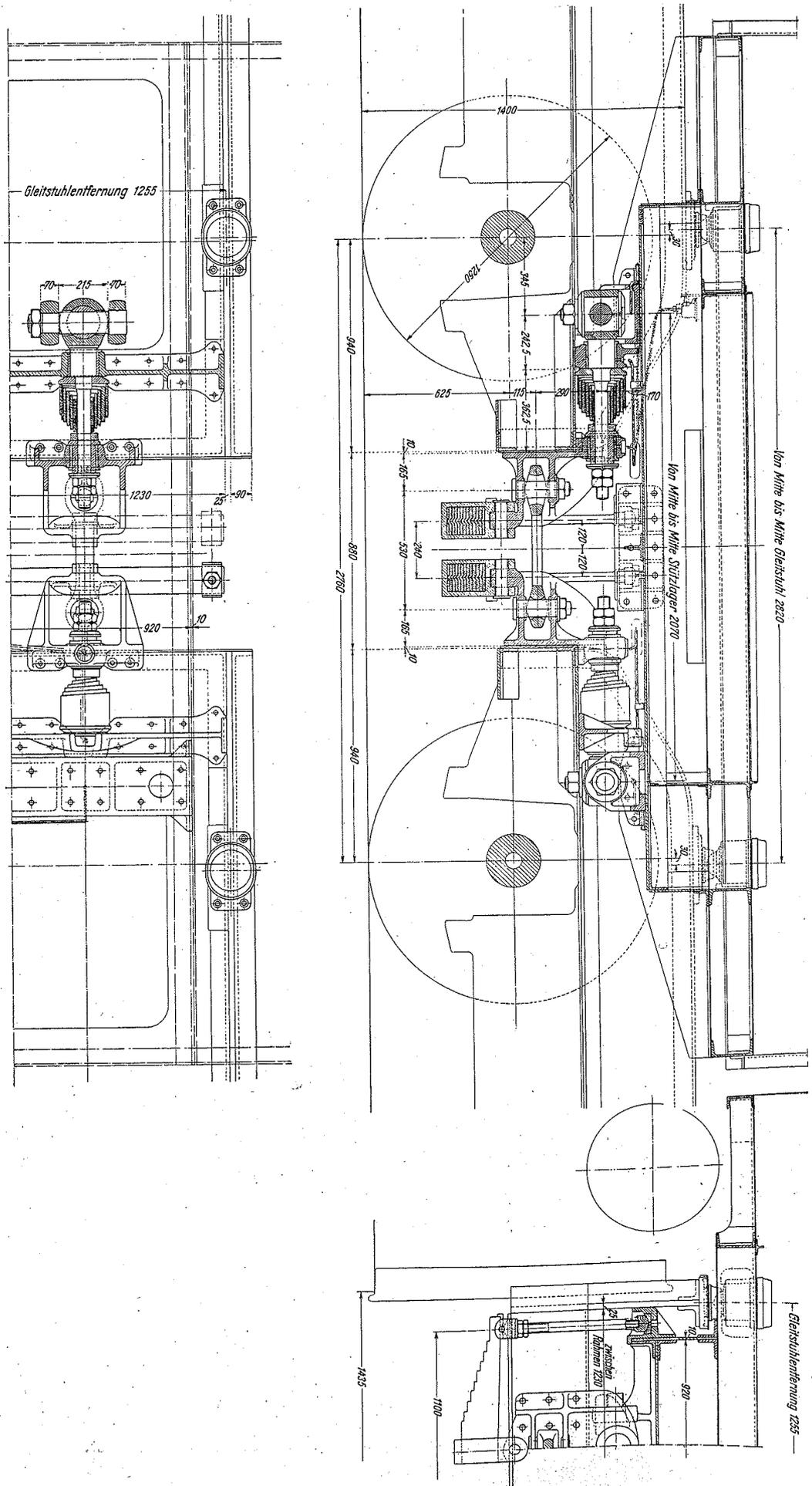


Abb. 11. Aufgliederung des Mittelteils (Brücke).

Das Streckenprofil der Strecke Hirschberg—Lauban—Görlitz—Schlauroth ist in Abb. 12 dargestellt. Die Strecke Hirschberg—Lauban ist für Leistungsfahrten sehr geeignet, weil sie lange Steigungen und viele Krümmungen besitzt, letztere aber, mit wenigen Ausnahmen, in einer Größe, die noch hohe Fahrgeschwindigkeiten bis 80 km/h erlaubt. Die Teilstrecke Hirschberg—Lauban ist 52 km lang; es werden 151 m Steigung überwunden, denen 277 m Gefälle gegenüberstehen. Von der Strecke liegen 24,5 km, d. h. 47 %, in Krümmungen von meist 750 m Halbmesser.

Am 29. April d. J. fanden die Versuchsfahrten statt, und zwar in Richtung Hirschberg—Lauban mit einem Zug von 109 Achsen und 1400 t Gewicht (ohne Lokomotive). Mit Ausnahme des sechsachsigen Meßwagens bestand der Zug aus zweiachsigen, offenen Güterwagen. Seine Länge war etwa 450 m. Das Ergebnis der Versuchsfahrt war folgendes:

| | |
|--|-------------|
| Zurückgelegter Weg | 51,537 km |
| Gesamtfahrzeit von der Abfahrt in Hirschberg bis zur Ankunft in Lauban | 113,52 Min. |
| Zahl der Zwischenaufenthalte | 2 |
| Dauer der Zwischenaufenthalte zus. | 10,73 Min. |
| Reine Fahrzeit | 102,79 „ |
| Unter Strom zurückgelegter Weg | 18,356 km |
| Geleistete Nutz-Tonnenkilometer | 72 100 |
| „ Brutto-Tonnenkilometer | 78 400 |

Verbrauchte Arbeit:

| | |
|---|-------------|
| Aus der Fahrleitung am Stromabnehmer entnommen | 1 134,5 kWh |
| Spezifisch. Arbeitsverbrauch je Nutz-Tonnenkilometer | 15,7 Wh |
| Spezifischer Arbeitsverbrauch je Brutto-Tonnenkilometer | 14,4 Wh |
| Geleistete Arbeit am Zughaken | 710 kWh |

Wirkungsgrad:

$$\frac{\text{Nutzarbeit am Haken}}{\text{Aufgenomm. Arbeit am Stromabnehmer}} = 62,6 \%$$

Von den 1134,5 kWh für Hinfahrt wurden verbraucht:

| | |
|---|--------------------|
| am Stromabnehmer | 1134,5 kWh = 100 % |
| von der Luftpumpe | 7,8 „ = 0,69 % |
| von der Ölpumpe | 4,35 „ = 0,39 % |
| für Beleuchtung, Heizung, Steuerstrom | 5,30 „ = 0,47 % |
| von zwei Motorlüftern | 43,4 „ = 3,84 % |
| vom Transformatorlüfter | 22,4 „ = 1,98 % |
| insgesamt für Nebenzwecke | 83,25 kWh = 7,37 % |

Die Rückfahrt von Lauban nach Hirschberg erfolgte anschließend mit einem Zuge von 115 Achsen und 1400 t Gewicht (ohne Lokomotive) mit folgendem Ergebnis:

| | |
|--|-------------|
| Zurückgelegter Weg | 53,915 km |
| Gesamtfahrzeit von der Abfahrt in Lauban bis zur Ankunft in Hirschberg | 132,27 Min. |
| Zahl der Zwischenaufenthalte | 3 |
| Dauer der Zwischenaufenthalte zus. | 21,90 Min. |
| Reine Fahrzeit | 110,37 „ |
| Unter Strom zurückgelegter Weg | 38,235 km |
| Geleistete Nutz-Tonnenkilometer | 75 500 |
| „ Brutto-Tonnenkilometer | 82 000 |

Verbrauchte Arbeit:

| | |
|---|-------------|
| Aus der Fahrleitung am Stromabnehmer entnommen | 2 012,5 kWh |
| Spezifisch. Arbeitsverbrauch je Nutz-Tonnenkilometer | 26,6 Wh |
| Spezifischer Arbeitsverbrauch je Brutto-Tonnenkilometer | 24,5 Wh |
| Geleistete Arbeit am Zughaken | 1 485 kWh |

Nutzarbeit am Zughaken

$$\frac{\text{Aufgenomm. Arbeit am Stromabnehmer}}{\text{Nutzarbeit am Zughaken}} = 74,1 \%$$

Von den 2012,5 kWh für Rückfahrt wurden verbraucht:

| | |
|---|--------------------|
| von der Luftpumpe | 6,38 kWh = 0,32 % |
| von der Ölpumpe | 4,15 „ = 0,21 % |
| für Beleuchtung, Heizung, Steuerstrom | 1,70 „ = 0,08 % |
| von zwei Motorlüftern | 42,4 „ = 2,11 % |
| vom Transformatorlüfter | 22,2 „ = 1,11 % |
| insgesamt für Nebenzwecke | 76,83 kWh = 3,83 % |

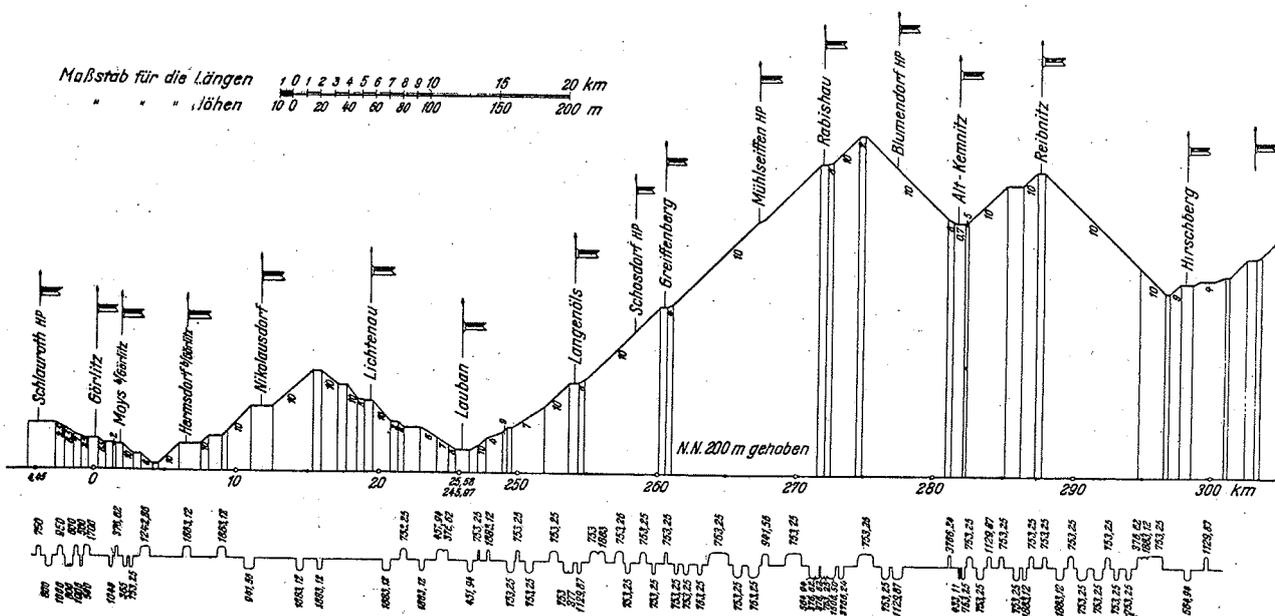


Abb. 12. Streckenprofil Hirschberg—Schlauroth.



Abb. 13. Meßfahrt am 29. IV. 1925 mit C-C-Lokomotive, 120 t Gewicht, und Güterwagen, 1400 t Gewicht, 115 Achsen.

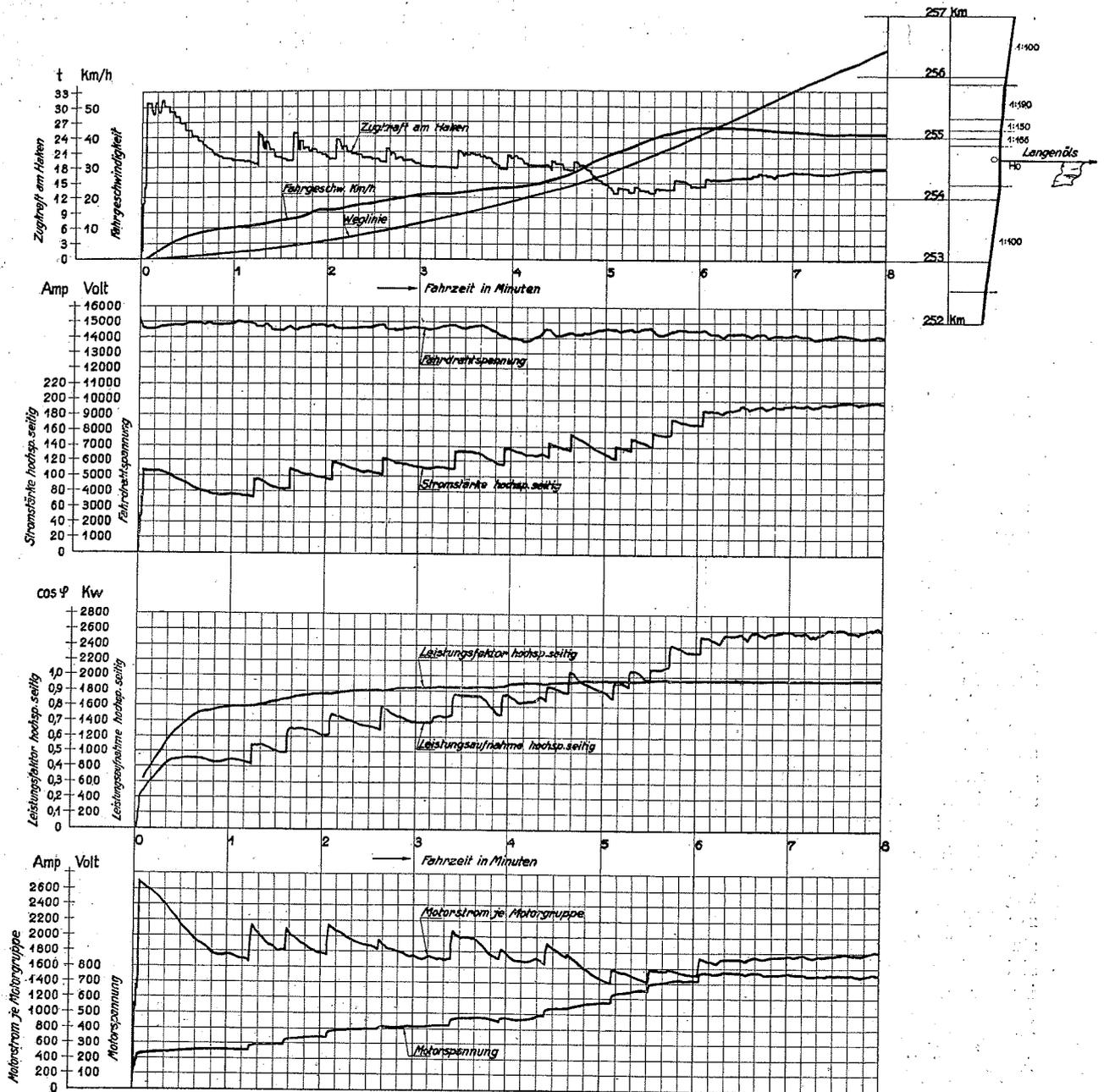


Abb. 14. Anfahrt bei Kilometer 253, dargestellt über Zeit.

Besonders bemerkenswert ist die Rückfahrt, weil hier 231 m Höhenunterschied zwischen Lauban und Blumendorf in unterbrochener Steigung zu überwinden sind. Ein Teil der auf dieser Fahrt im Meßwagen aufgenommenen Schaubilder ist in Abb. 13 dargestellt.

Die erste wagerechte Reihe stellt das Höhenprofil der Strecke mit den Kilometer-Eintragungen dar. In der zweiten Reihe sind Zugkraft am Haken und Fahrgeschwindigkeit aufgezeichnet. Die dritte Reihe zeigt den Verlauf der Fahrdrachtspannung und des von der Lokomotive aufgenommenen Hochspannungsstromes, die vierte Reihe die Leistung auf der Hochspannungsseite und den Leistungsfaktor, die fünfte und unterste Reihe zeigt die Spannung und den Strom einer Motorgruppe.

Im Beharrungszustand betrug auf der Steigung 1 : 100:

| | |
|--|---|
| die Zugkraft am Haken | 18 000 kg |
| die Fahrgeschwindigkeit | 40 km/h |
| die Leistung, hochspannungsseitig | 2 550 kW |
| die Nutzleistung am Haken | 2 660 PS = 1960 kW |
| der Wirkungsgrad | $1\,960 : 2\,550 = 0,77$ |
| der Leistungsfaktor auf der Hochspannungsseite | 0,97 |
| der Fahrwiderstand des angehängten Zuges | $\frac{18\,000}{1400} - 10 = 2,9 \text{ kg/t.}$ |

In Kilometer 253 wurde der Zug zum Halten gebracht und nach Auslösung der Luftdruckbremse wieder angefahren. Die Anfahrt erfolgte auf Fahrstufe 6 unter Benutzung des Sandstreuers voll-

7

| Ort km | Hochspannungsseitig zugeführte kW | Den Fahr- motoren zugeführte kW | in % von 2 | Gesamte Arbeit für Hilfszwecke kW | in % von 2 | Verlust im Trans- formator in % von 2 | Zugkraft am Haken kg | Fahr- geschwindig- keit km/h | Nutzleistung am Haken | | |
|-------------------|---|--|---------------|--|---------------|---|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-------|------------|
| | | | | | | | | | in kW | in PS | in % von 2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| H i n f a h r t | | | | | | | | | | | |
| 290 | 2240 | 2143 | 95,7 | 49 ¹⁾ | 2,2 | 2,1 | 16835 | 35 | 1605 | 2180 | 71,7 |
| 289 | 2300 | 2145 | 93,4 | 64 ²⁾ | 2,8 | 3,8 | 17035 | 35 | 1625 | 2210 | 70,6 |
| 288 | 2320 | 2138 | 92,2 | 49 | 2,1 | 5,7 | 16400 | 36 | 1610 | 2190 | 69,4 |
| 281 | 2240 | 2040 | 91,1 | 49 | 2,2 | 6,7 | 14800 | 36 | 1450 | 1970 | 64,8 |
| 280 | 2080 | 1995 | 96,0 | 49 | 2,4 | 1,6 | 16000 | 36 | 1570 | 2130 | 75,5 |
| 279 | 2120 | 1980 | 93,5 | 64 | 3,0 | 3,5 | 16200 | 34 | 1500 | 2040 | 70,8 |
| 278 | 2100 | 1965 | 93,5 | 49 | 2,3 | 4,2 | 16000 | 34 | 1480 | 2020 | 70,6 |
| 277 | 2040 | 1950 | 95,6 | 49 | 2,4 | 2,0 | 16500 | 33 | 1485 | 2020 | 72,9 |
| 276 | 2080 | 1934 | 93,0 | 64 | 3,1 | 3,9 | 16500 | 33 | 1485 | 2020 | 71,4 |
| 275 | 2040 | 1926 | 94,4 | 49 | 2,4 | 3,2 | 17200 | 32 | 1500 | 2040 | 73,5 |
| R ü c k f a h r t | | | | | | | | | | | |
| 250 | 1800 | 1690 | 93,8 | 49 | 2,7 | 3,5 | 10300 | 43 | 1210 | 1640 | 67,0 |
| 251 | 1960 | 1830 | 93,4 | 49 | 2,5 | 4,1 | 13000 | 40 | 1420 | 1930 | 72,3 |
| 252 | 640 | 545 | 85,3 | 49 | 7,6 | 7,1 | 4500 | 34 | 417 | 567 | 65,2 |
| 258 | 2600 | 2455 | 94,4 | 64 | 2,5 | 3,1 | 17400 | 40 | 1895 | 2580 | 72,9 |
| 259 | 2600 | 2455 | 94,4 | 49 | 1,9 | 3,7 | 18300 | 40 | 1995 | 2710 | 76,8 |
| 260 | 2600 | 2430 | 93,4 | 49 | 1,9 | 4,7 | 17000 | 40 | 1855 | 2520 | 71,2 |
| 261 | 2480 | 2335 | 94,2 | 49 | 2,0 | 3,8 | 17000 | 39 | 1810 | 2460 | 72,9 |
| 262 | 2500 | 2365 | 94,6 | 49 | 2,0 | 3,4 | 18000 | 39 | 1915 | 2600 | 76,6 |
| 268 | 2240 | 2140 | 95,5 | 49 | 2,2 | 2,3 | 16000 | 40 | 1745 | 2370 | 77,9 |
| 269 | 2240 | 2140 | 95,5 | 64 | 2,8 | 1,7 | 16800 | 37 | 1695 | 2300 | 75,6 |
| 270 | 2270 | 2190 | 96,3 | 49 | 2,2 | 1,5 | 17000 | 37 | 1715 | 2330 | 75,5 |
| 271 | 2330 | 2250 | 96,5 | 49 | 2,1 | 1,4 | 17800 | 36 | 1745 | 2375 | 75,0 |

1) Kompressor steht. — 2) Kompressor läuft.

kommen stoßfrei und ohne Schleudern. Die Anfahrtskurve ist in Abbildung 14 in Abhängigkeit von der Zeit nochmals dargestellt. Die Anfahrtszugkraft am Haken betrug 31000 kg. Aus der Motorstromstärke läßt sich die Anfahrtszugkraft, bezogen auf die Motorwelle, auf 38000 kg berechnen. Die Beschleunigung während der ersten 15 Sekunden betrug 0,088 m/s². Die für die Beschleunigung des Zuges notwendige Kraft errechnet sich zu 12900 kg, so daß 31000 — 12900 = 18100 kg zur Ueberwindung des Steigungs- und Fahrwiderstandes übrig bleiben. Der Fahrwiderstand ergibt sich hieraus wiederum zu 2,9 kg/t. Zweifellos ist er aber beim ersten Anrücken, also beim Uebergang von der Ruhe zur Bewegung, erheblich höher, da auf der fünften Stufe noch kein Anfahren möglich war.

Vorstehende Tabelle enthält noch eine Reihe von Einzelablesungen, die, soweit sie sich auf elektrische Daten beziehen, mit Präzisionsinstru-

menten zur Kontrolle der Registrierinstrumente vorgenommen wurden. Die aus den Ablesungen errechneten Verluste im Transformator und den zur Steuerung gehörigen Stromteilern und Ausgleichstransformatoren schwanken zwischen 1,4 und 7,1 %. Die Unterschiede dürften sich aus der Schwierigkeit erklären, gleichzeitig eine größere Anzahl von Ablesungen vorzunehmen. Ein mittlerer Verlust von 3 bis 4 % dürfte richtig sein.

Am höchsten Punkt der Strecke bei Kilometer 275 wurde der Zug angehalten, um einige Temperaturen abzulesen. Die Temperatur der vier Kollektoren der Fahrmotoren schwankte zwischen 75° und 83° bei 12° Außentemperatur, so daß die höchste Uebertemperatur zu 71° festgestellt wurde. Zulässig sind nach den Vorschriften der Deutschen Reichsbahn 75°. Der Transformator hatte in der obersten Oelschicht nur eine Uebertemperatur von 36°. Der Lauf der Lokomotive war in allen Betriebslagen sehr befriedigend.



| | | | | | |
|----|---|------|--|--|--|
| 38 | 4 | 0290 | | | |
|----|---|------|--|--|--|