

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

94. Jahrgang

20. April 1939

Heft 8/9

Fachheft:

Die Müglitztalbahn Heidenau—Altenberg.

Vorwort.

Die sächsischen Schmalspurbahnen haben die Eisenbahnpolitik des Landes durch mehr als zwei Jahrzehnte beeinflußt und dem sächsischen Eisenbahnnetze eine Sonderprägung gegeben. Der grundsätzliche Beschluß des Landtages, zur Verminderung des Bauaufwandes, namentlich bei schwierigem Gelände, sowie für Gegenden mit geringem Verkehr die Schmalspur zu verwenden, war aus dem wirtschaftlichen Zusammenbruch der sogenannten Gründerjahre geboren, die dem Kriege 1870/71 folgten. Tatsächlich wurden 1881 bis 1887 zehn schmalspurige Linien gebaut. In dieser Zeit war der Bau vollspuriger Nebenbahnen völlig in den Hintergrund gedrängt. Einen gewissen Umschwung bedeutete das Jahr 1885. Von da an hielten sich für die neu erbauten Bahnen die Vollspur und die Schmalspur etwa die Waage. Das Ende der sächsischen Schmalspurbahn-Politik wird durch eine Neubaulinie östlich von Dresden bezeichnet, für die zunächst Schmalspur in Aussicht genommen war; bei den Vorarbeiten wurde aber erkannt, daß die Vollspur vorteilhafter sei. Damit war die Umkehr vollzogen. Das letzte Glied in der Kette der Entwicklung bildet nun die Frage, für welche Schmalspurlinien der Umbau in Vollspur in Frage kommen könne. Die Linie Heidenau—Altenberg ist die zweite sächsische Schmalspurbahn, die auf Vollspur umgestellt wurde. Die erste durchzog flacheres Gelände, so daß der Umbau technisch nichts Besonderes bot. Anders die Linie Heidenau—Altenberg mit ihrem schwierigen Gelände und ihren eigenartigen Verkehrsverhältnissen. Ihr Umbau bietet damit einen fesselnden Beitrag zu der allgemeinen Frage der Schmalspurbahnen, die auch in unserer Zeit gelegentlich immer wieder erörtert wird. Da außerdem bei dem Umbau reizvolle technische Aufgaben zu lösen waren, schien es angemessen, dem Umbau ein Sonderheft zu widmen, das nach mehr als einer Richtung auf Beachtung rechnen darf. Die Herausgeber.

I. Teil.

	Seite
Die sächsischen Schmalspurbahnen. Von Dr. Ing. Frohne	141
Die Grundlagen für den vollspurigen Ausbau der Schmalspurlinie Heidenau—Altenberg. Von Dr. Ing. Frohne	154
Die Tunnelbauten der neuen Vollspurbahn Heidenau—Altenberg. Von Hildebrand	159

Die sächsischen Schmalspurbahnen.

Von Abteilungspräsident Dr. Ing. Frohne.

A. Einführung und Entwicklung.

1. Allgemeines.

919 km des etwa 53840 km umfassenden Netzes der Deutschen Reichsbahn (ohne Ostmark und Sudetengau), also rund 1,7 v. H., sind Schmalspurbahnen. Dieser geringe Vorkursatz macht es erklärlich, daß der Entwicklung der Schmalspurbahnen im Bereich der Deutschen Reichsbahn nur eine verhältnismäßig geringe Beachtung geschenkt wird.

Wie Abb. 1 und die zugehörige Zahlentafel zeigen, ist die Verteilung der Schmalspurstrecken auf die einzelnen Reichsbahndirektionen verschieden. Mehr als die Hälfte entfällt auf den Bezirk der Reichsbahndirektion Dresden, bei der 2625 km Vollspur 541 km Schmalspur gegenüberstehen, das sind 17%.

Der Bau der sächsischen Schmalspurbahnen stellt einen Abschnitt in der Geschichte des Eisenbahnwesens dar, der etwa im Jahr 1880 seinen Anfang hat. Ihm geht eine nicht unwesentliche Entwicklung vollspuriger Nebenbahnen voraus.

2. Die Einrichtung von Nebenbahnen.

Etwa bis zum Jahr 1870 waren die großen Eisenbahnlinien, die die wichtigsten Verkehrsmittelpunkte verbanden, gebaut. Nach und nach entstand nun das Bedürfnis, die Vorteile der Eisenbahnen auch solchen Gegenden zukommen zu lassen, bei denen die Voraussetzung einer starken Verkehrsentwicklung nicht gegeben war. Vielfach handelte es sich dabei außerdem noch um Gebiete, bei denen für die Anlage von Eisenbahnen ungünstige Vorbedingungen vorlagen. Während beim Bau der großen Eisenbahnlinien, die meistens im Zuge vorhandener großer Verkehrsstraßen verliefen, im allgemeinen keine großen Schwierigkeiten zu überwinden gewesen waren, stellte die Aufschließung der entlegeneren Gebiete zum großen Teil sehr schwierige technische Aufgaben. Die fortschreitende Entwicklung der Eisenbahntechnik ließ zwar diese Schwierigkeiten verhältnismäßig leicht überwinden, aber man erkannte bald, daß die Betriebskosten auf jenen Linien im Vergleich mit

denen auf den Hauptbahnen sehr hoch wurden. Dieser ungünstige Umstand wirkte sich für die Eisenbahnverwaltungen um so nachteiliger aus, je mehr der Verkehr hinter dem gewöhnlichen Durchschnitt zurückblieb. Im Schrifttum jener Zeit werden für den ungünstigen Wirkungsgrad dieser Linien die für den Bau und Betrieb der Eisenbahnen erlassenen Gesetze verantwortlich gemacht. Die angebliche Gefährlichkeit des Eisenbahnbetriebes hatte ja in vieler Beziehung zu gesetzlichen Bestimmungen geführt, die für die großen Durchgangslinien hingenommen werden konnten, die aber für die Bahnen untergeordneter Bedeutung untragbar waren.

Zeile	1	2	3	4
	Reichsbahndirektion	Schmalspurstrecke km	Anteil %	Anteil 100 %
1	Dresden	541,34	58,89	
2	Stuttgart	121,17	13,18	
3	Erfurt	74,83	8,14	
4	Oppeln	62,53	6,80	
5	Ludwigshafen . . .	60,08	6,53	
6	Karlsruhe	27,51	2,99	
7	Schwerin	15,43	1,68	
8	Oldenburg	10,88	1,18	
9	München	5,15	0,56	
10	Halle	0,44	0,05	

Abb. 1. Verteilung der Schmalspurstrecken auf die einzelnen Reichsbahndirektionen.

Bei diesen Bahnen — meistens Lokalbahnen genannt — handelte es sich von Anfang an um Verkehrsverhältnisse geringeren Ausmaßes, die eine Beschränkung der Zuggeschwindigkeit zuließen und damit auch gewisse Erleichterungen in der Betriebsführung möglich machten. Diese Erkenntnisse führten zu einer neuen Bahnordnung, die in Nr. 24 des „Centralblattes für das Deutsche Reich“ vom 14. Juni 1878 veröffentlicht und am 1. Juli 1878 in Kraft gesetzt wurde. Diese brachte für die Nebenbahnen vor allem Erleichterungen in der Bahnbewachung. Bei Geschwindigkeiten bis zu 15 km konnte die Bewachung der Wegübergänge ganz entfallen; bei Geschwindigkeiten bis zu 30 km in der Stunde wurde sie nur an besonders stark benutzten Wegübergängen gefordert. Weiterhin wurde zugelassen, daß die Bahnstrecke nur einmal täglich begangen zu werden brauchte, im Gegensatz zur Hauptbahn, bei der eine dreimalige Begehung verlangt wurde. Auf Bahneinfriedigungen und Signale wurde verzichtet, die Zahl der zu besetzenden Bremsen wurde verringert und außerdem wurden die Forderungen hinsichtlich des Zustandes der Radreifen an Maschinen und Wagen herabgesetzt. Die wichtigste Erleichterung war die Vereinfachung der Bahnbewachung und der Wegfall der Beschränkung an Wegübergängen. An einer Stelle ist angegeben, daß die „hierdurch eintretenden Ersparnisse auf 10000 \mathcal{M} je Meile“ zu schätzen seien. Am 15. Oktober 1878 wurde auf Grund der neuen Bahnordnung der „Secundärbetrieb“ auf 26 Strecken mit rund 500 km eingeführt.

Es ist erstaunlich, daß hiernach von dem Bau weiterer vollspuriger Sekundärbahnen Abstand genommen wurde und die sächsische Regierung sich vielmehr dem Bau von Schmalspurbahnen zuwandte.

3. Die Gründe für die Einführung der Schmalspur.

Die Erörterungen über die Einführung der Schmalspur*) zogen sich fast über ein Jahrzehnt hin, wobei die langwierigen

*) „Die schmalspurigen Staatseisenbahnen im Königreich Sachsen“ von Ledig und Ulbricht, Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann 1895.

Auseinandersetzungen über das Für und Wider zum Teil äußerst leidenschaftlich geführt wurden. Die Gründe, die die sächsische Regierung schließlich bewogen haben, von dem Bau weiterer vollspuriger Nebenbahnen abzusehen und sich dem Bau schmalspuriger Eisenbahnen zuzuwenden, haben ihren Niederschlag in dem „Dekret Nr. 24 an die Stände, die Erbauung mehrerer Secundäreisenbahnen betreffend, vom 8. Dezember 1879“*) gefunden:

„. . . . Nach den bisherigen Erfahrungen kann als feststehend angenommen werden, daß derartige Linien (gemeint sind Nebenlinien zur Aufschließung neuer Landestheile), wenn sie als Normalspurbahn gebaut werden, sowohl für den Bau als für den Betrieb einen mit dem vorhandenen Verkehre nicht im Einklange stehenden Aufwand erfordern. Daher erklärt sich, daß eine größere Zahl derartiger Linien nicht nur keine Verzinsung des aufgewendeten Baucapitals bringen, sondern sogar jährliche, zum Theil sehr beträchtliche Zuschüsse zur Aufrechterhaltung des Betriebes erfordern. Wenn nun aber eine weitere Belastung der Steuerzahler vermieden werden muß, so ist es unumgänglich notwendig, auf Einrichtungen Bedacht zu nehmen, welche die Aussicht eröffnen, daß der Betrieb der Bahnen nicht nur seine Ausgaben deckt, sondern auch eine Verzinsung des Baucapitals bringt. Dies läßt sich durch den Bau schmalspuriger Bahnen voraussichtlich erreichen.

„. . . . Die schmalspurige Bahn kann dem natürlichen Terrain sich weit besser anschmiegen; die Zulässigkeit sehr kleiner Halbmesser für die Curven gestattet, derartige Bahnen meistens längs bestehender Verkehrswege hinzuzuführen; es lassen sich dabei die Durchschneidungen der Feldkomplexe leichter umgehen und die wesentlichsten Ersparnisse an Grunderwerbskosten erzielen. Aber auch erheblichere Kunstbauten können vermöge der größeren Fähigkeit, dem natürlichen Terrain zu folgen, möglichst vermieden werden. Die Kosten des Oberbaues sind ebenfalls wesentlich geringer

Demnächst stellen sich aber auch die Betriebskosten bei einer schmalspurigen Bahn sehr erheblich billiger; denn die Betriebsmittel lassen sich im Verhältniß zu ihrer Ladefähigkeit bedeutend wohlfeiler herstellen, und es kann denselben eine Construction gegeben werden, bei welcher ein besseres Verhältniß zwischen der zu befördernden Nutzlast und der Taralast erzielt wird

Ebenso ist die Fügigkeit, bestehende Etablissements durch Zweiggleise mit der Eisenbahn unmittelbar zu verbinden, bei schmalspurigen Bahnen in viel ausgedehnterer Weise vorhanden als bei normalspurigen Bahnen. Denn bei letzteren muß berücksichtigt werden, daß die auf ihnen verkehrenden Betriebsmittel auch auf Hauptbahnen übergehen sollen, und daß daher für die Curven ein Halbmesser von nicht unter 170 m Länge gewählt werden darf“

In einem weiteren Abschnitt ist dann die Ansicht vertreten, daß gegenüber „diesen Vorzügen die Schwierigkeiten und Unbequemlichkeiten der Güterumladung beim Übergang der Güter auf die Zweigbahn und umgekehrt“ keine Rolle spielen, so daß „die Staatsregierung glaubt, die Anlegung schmalspuriger Bahnen um so mehr empfehlen zu sollen, als . . . bei Secundärbahnen, auf welchen die Fahrgeschwindigkeit 30 km in der Stunde nicht überschreiten darf, die Spurweite auf die Geschwindigkeit des Transportes ohne Einfluß ist, mithin auch für den Personenverkehr aus der Schmalspurweite gar kein Nachtheil erwächst“

Diese Gründe bestimmten die sächsische Regierung, weite Landstriche mit verhältnismäßig recht geringen Mitteln in rascher Folge durch Eisenbahnen aufzuschließen. In den Jahren 1881 bis 1893 wurden 19 Schmalspurlinien gebaut; nach einer kurzen Pause folgten 1897 bis 1898 noch vier Linien, mit denen der Ausbau der sächsischen Schmalspurlinien im wesentlichen abgeschlossen war. Die in den Jahren 1902, 1903, 1909 und 1913 sowie 1917 und 1921 noch gebauten Linien waren

*) Landtagsakten aus den Jahren 1879/80, Königliche Dekrete, 2. Band.

in der Hauptsache aus betrieblichen Gründen notwendige Verbindungen zwischen verschiedenen schmalspurigen Strecken. Die Baukosten der bis zum Jahre 1913 gebauten Linien betragen im Mittel rund 118000 *M* je Kilometer, während 1 km vollspuriger Bahnen sich damals im Mittel auf 405000 *M* stellte.

Wie die Streckenkarte von Sachsen (Abb. 2) zeigt, sind die meisten Schmalspurstrecken Stichbahnen in Tälern des Erzgebirges oder seiner Ausläufer. Durch die während des Krieges und später gebauten Verbindungslinien war jedoch im mittleren Sachsen auch ein größeres zusammenhängendes Netz geschaffen worden, das für den Austausch der Betriebsmittel und auch in verkehrlicher Hinsicht von großem Wert ist.

4. Technische Angaben über die Schmalspurbahnen.

Nachstehend sind die wichtigsten technischen Angaben zusammengestellt:

a) Krümmungen	vollspurige Bahnen ¹⁾	schmalspurige Bahnen ¹⁾
bis 3000 m	1,48 v. H.	0,09 v. H.
„ 2000 „	2,06 „	0,48 „
„ 1000 „	15,51 „	1,50 „
„ 500 „	28,42 „	8,11 „
„ 300 „	34,92 „	11,59 „
unter 300 „	17,61 „	78,23 „

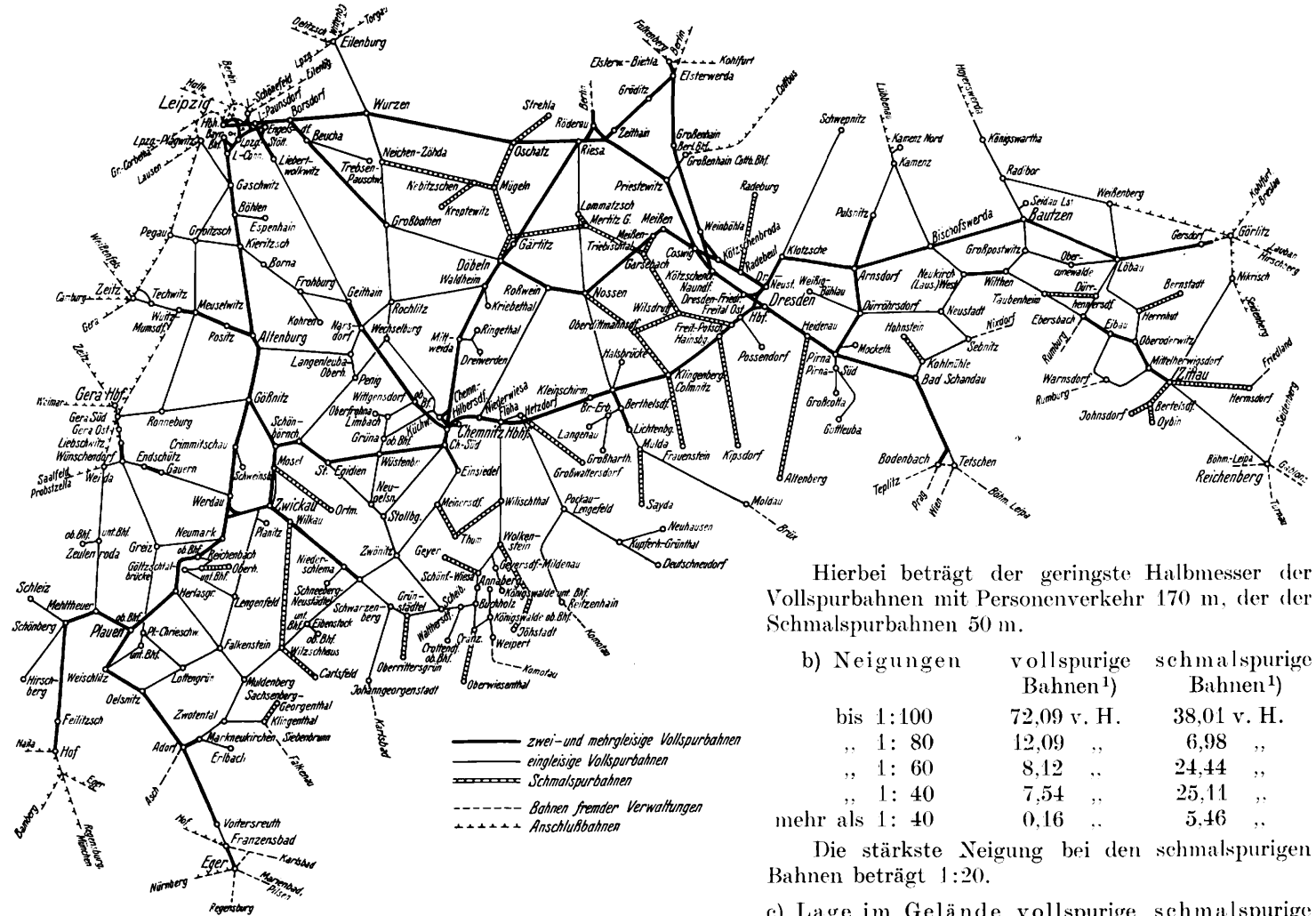


Abb. 2. Streckenkarte von Sachsen.

Sämtliche Linien waren von Anfang an für den Personen- und Güterverkehr bestimmt. Die meisten brachten — im Gegensatz zu der Entwicklung der Vollspurbahnen — innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit eine starke Zunahme des Personenverkehrs. Während bei den Vollspurbahnen beispielsweise im Jahr 1894 die Einnahmen aus dem Personenverkehr 33 v. H., die aus dem Güterverkehr 67 v. H. der Gesamteinnahmen ausmachten, war im gleichen Jahr bei den Schmalspurbahnen das Verhältnis 51:49. Bereits von Anfang an spielte auch der Massengüterverkehr eine gewisse Rolle. Kohle, Holz und Holzwaren, Wollgarne, Baustoffe, Kalk, Web-, Ton- und Glaswaren, Stroh und Holzstoffe, Papier, Pappen, landwirtschaftliche Erzeugnisse und Düngemittel waren die hauptsächlichsten Güter.

Zusammenstellung 1 bringt die wichtigsten Angaben über die einzelnen Linien.

Hierbei beträgt der geringste Halbmesser der Vollspurbahnen mit Personenverkehr 170 m, der der Schmalspurbahnen 50 m.

b) Neigungen	vollspurige Bahnen ¹⁾	schmalspurige Bahnen ¹⁾
bis 1:100	72,09 v. H.	38,01 v. H.
„ 1: 80	12,09 „	6,98 „
„ 1: 60	8,12 „	24,44 „
„ 1: 40	7,54 „	25,11 „
mehr als 1: 40	0,16 „	5,46 „

Die stärkste Neigung bei den schmalspurigen Bahnen beträgt 1:20.

c) Lage im Gelände	vollspurige Bahnen ¹⁾	schmalspurige Bahnen ¹⁾
im Auftrag . . .	56,62 v. H.	55,54 v. H.
im Abtrag . . .	35,07 „	26,23 „
in Geländehöhe .	8,31 „	18,23 „

d) Oberbau.

Als Schienen wurden ursprünglich solche von 7,5 m Länge der Form Ia aus Flußstahl mit einem Gewicht von 15,6 kg je Meter verwendet. Nach und nach wurden die zulässigen Achsdrücke höher und damit die Anforderungen an den Oberbau größer. Zur Zeit liegt auf den meisten Linien Form Va mit einem Gewicht von 35,8 kg/m.

e) Spurweite 750 mm.

f) Umgrenzung des lichten Raumes.

Der lichte Raum war ursprünglich klein; bei Einführung der Rollfahrzeuge wurde er auf die Begrenzung I für Fahrzeuge der Vollspurbahnen erweitert.

¹⁾ Nach Ledig und Ulbricht a. a. O.

Zusammenstellung 1.
Übersichten über die Schmalspurlinien der Reichsbahndirektion Dresden.

Zeile	1	2	3	4	5	6	7		8	9	10			
							Mittlere Neigung ³⁾					Mittlere Streckenbelastung im Jahr 1935 Lokleistungstkm	Anteil an der Streckenbelastung %	
							Hinweg ‰	Rückweg ‰						
Eröffnung des Betriebes	Anlagekosten ²⁾ <i>RM</i>	Verzinsung oder Zuschuß ²⁾ 1913 %	Länge km											
1	Hainsberg—Kipsdorf	1882	3 691 827	V 3,025	26,2	+ 14,4	— 12,4	29 608 000	9,92					
2	Freital-Potschappel—Hainsberg	1913								3,3	+ 8,6	— 8,3	620 000	0,20
3	Freital-Potschappel—Wilsdruff—Nossen	1886	4 675 824	Z 0,449	38,8	+ 2,4	— 0,6	33 792 000	11,32					
4	Meißen Triebischtal—Wilsdruff	1909	5 427 203	Z 0,932	17,6	+ 9,7	— 8,6	9 569 000	3,20					
5	(Meißen Tr)—Garsebach—Lommatzsch									15,7	+ 1,9	— 0,2	6 417 000	2,15
6	Mertitz Gabelstelle—Gärtitz									18,6	+ 3,5	— 1,7	4 285 000	1,44
7	Mügeln (b Oschatz)—Döbeln	1884	6 413 712	V 1,304	19,9	+ 2,0	— 0,9	5 345 000	1,79					
8	Oschatz—Neichen-Zöhda	1888								34,9	+ 0,4	— 0,5	21 142 000	7,08
9	Nebitzschen—Kroptowitz	1903								6,3	+ 8,1	— 8,1	1 311 000	0,44
10	Strehla—Oschatz (mit Elbuferbahn)	1891	—	—	11,9	— 3,2	— 2,5	3 964 000	1,33					
11	Oberdittmannsdorf—Klingenberg—Colmnitz	1921								18,5	— 6,3	— 4,5	3 444 000	1,15
12	Klingenberg-Colmnitz—Frauenstein	1898								1 844 615	Z 0,680	19,7	— 11,4	— 10,1
13	Meinersdorf—Schönfeld-Wiesa	1888	5 706 953	Z 0,035	29,8	— 3,6	— 1,5	23 668 000	7,93					
14	Wilischthal—Thum	1886								13,5	+ 14,0	— 10,8	7 849 000	2,63
15	Wilkau-Haßlau—Carlsfeld	1881	5 757 856	V 0,152	41,9	+ 14,0	— 11,6	20 828 000	6,98					
16	Heidenau—Altenberg	1890	4 827 762	V 3,206	41,5	+ 16,5	— 14,0	30 783 000	10,31					
17	Zittau—Oybin	1890	2 346 125	Z 2,207	10,6	+ 11,3	— 9,4	14 964 000	5,01					
18	Bertsdorf—Jonsdorf	1890								3,8	+ 34,2	— 29,2	3 155 000	1,06
19	Zittau—Hermsdorf	1884								1 588 998	Z 1,107	15,7	+ 2,5	— 1,6
20	Wolkenstein—Jöhstadt	1892	3 214 003	V 0,076	23,0	+ 13,4	— 11,1	10 041 000	3,36					
21	Cranzahl—Oberwiesenthal	1897	2 419 723	Z 3,225	17,3	+ 14,8	— 12,9	15 781 000	5,28					
22	Radebeul—Radeburg	1884	1 469 959	V 4,300	16,5	+ 2,8	— 1,3	14 713 000	4,93					
23	Mulda-Randeck—Sayda	1887	1 600 019	Z 1,037	15,5	+ 17,0	— 15,4	2 877 000	0,96					
24	Mosel—Ortmannsdorf	1885	1 114 356	Z 1,397	13,9	+ 5,8	— 4,8	3 048 000	1,02					
25	Hetzdorf—Großwaltersdorf	1893	1 129 790	Z 0,230	13,6	+ 13,6	— 12,1	6 798 000	2,28					
26	Kohlmühle—Hohnstein	1897	1 362 563	Z 0,949	12,1	+ 16,3	— 14,0	1 594 000	0,52					
27	Taubenheim—Dürrhennersdorf	1892	1 365 859	Z 0,978	12,0	+ 3,8	— 3,0	2 796 000	0,94					
28	Bernstadt—Herrnhut	1893	1 068 660	Z 0,470	10,1	+ 12,2	— 9,7	2 261 000	0,76					
29	Grünstädtel—Oberittersgrün	1889	1 020 225	Z 0,399	9,4	+ 18,8	— 16,4	2 386 000	0,80					
30	Reichenbach (Vogtl) unt Bf—Oberheinsdorf	1902	906 547	V 0,408	5,4	+ 8,8	— 8,8	1 441 000	—					
			60 152 579		537,0			297 579 000	100,0					

¹⁾ Bezeichnung der Bahnhöfe nach Unterlagen von 1935.

²⁾ Aus der Rentabilitätsberechnung für das Königlich Sächsische Staatseisenbahnnetz 1913.

³⁾ Widerstandswerte unter Berücksichtigung der Neigungen und Krümmungen.

g) Lokomotiven.

Als erste sächsische Schmalspurlokomotiven wurden dreiachsrig-gekuppelte Tenderlokomotiven mit einer Zugkraft von 1350 kg und einem Gewicht von etwa 14000 kg eingesetzt. Ihr Beschaffungspreis betrug etwa 15000 *M*. Mit steigenden Anforderungen an das Zuggewicht erhöhten sich die Abmessungen immer mehr, so daß die im Jahre 1927 beschaffte Gattung K 57. g (Heiß-Dampflokomotive 1 E 1-h₂) eine Zugkraft von 7070 kg und ein Gewicht von 56700 kg aufweist bei einem Beschaffungspreis von 108250 *RM*.

Der Bestand an Schmalspurlokomotiven beträgt insgesamt etwa 155 Stück. Die Leistungen im Streckendienst betragen etwa 3 Mill. km, im Bahnhofsdiens etwa 1,2 Mill. km und im Bereitschaftsdienst etwa 0,025 Mill. km.

h) Wagen.

Der Bestand an Wagen ist:

Personenwagen	33 Stück	2. Klasse
„	57 „	2./3. Klasse
„	488 „	3. Klasse
zusammen	578 Stück	

Gepäckwagen zus.	128 Stück	
Güterwagen	591 Stück	gedeckte Güterwg.
„	1034 „	offene „
zusammen	1625 Stück	
Rollwagen zusammen	963 Stück	
Rollböcke zusammen	37 Paar.	

Die Unterschiede der schmalspurigen Wagen gegenüber den vollspurigen sind nur zum Teil auf die Verschiedenheit der Spurweite, zum größeren Teil auf besondere technische und betriebliche Überlegungen zurückzuführen, die das Ziel hatten, möglichst geringe Raddrücke zu schaffen.

Die Personenwagen hatten ursprünglich 3,3 m und 3,8 m Achsstand und drehbare Achsgestelle mit Lenkeinrichtung für den kleinsten Halbmesser von 50 m. Allmählich wurden die Anforderungen größer.

Die in der Neuzeit (1930) beschafften Personenwagen haben eine Länge von 14460 mm bei einem Achsstand von 10300 mm. Sie sind mit Pitschheizung, elektrischer Beleuchtung und Körting-Bremse ausgerüstet. Ihr Gewicht beträgt 15,5 t (445 kg/Platz). Platzzahl: 51 (3. Klasse) oder 35

(2. Klasse). Beschaffungspreis: 21 835 *RM* (3. Klasse) und 35 300 *RM* (2. Klasse).

Die ersten offenen und gedeckten zweiachsigen Güterwagen hatten eine Länge von 6480 mm, eine Tragfähigkeit von rund 5 t und ein Eigengewicht von rund 2,5 t. Sie kosteten durchschnittlich rund 800 bis 1000 *RM*. Die in der Neuzeit beschafften offenen vierachsigen Güterwagen haben dagegen eine Länge von 10220 mm, eine Tragfähigkeit von 15,75 t und ein Eigengewicht von 6,75 t bei einem Beschaffungspreis von 3520 *RM*. Die gedeckten Güterwagen sind 10950 mm lang, ihre Tragfähigkeit beträgt 10,5 t und ihr Eigengewicht 9 t; sie kosteten 8770 *RM*.

i) Umladeeinrichtungen — Rollwagen.

Als Neuerung grundsätzlicher Art wurden abhebbare Wagenkästen eingeführt, die auf vollspurige Plattformwagen mittels Portalkränen umgeladen wurden, also die erste Einrichtung eines Behälterverkehrs. Das Verfahren scheint sich aber nicht bewährt zu haben, denn es wurden später Rollböcke und dann Rollwagen eingeführt. Rollböcke sind zweiachsige schmalspurige Fahrgestelle, die unter jede Achse des vollspurigen Güterwagens gesetzt werden. Rollwagen sind fahrbare Tragwerke, auf die der vollspurige Güterwagen über eine Rampe gefahren wird.

k) Kupplungen, Bremsen.

Zur Kupplung der Fahrzeuge dient eine Stoß- und Kuppelvorrichtung mit Mittelpuffern.

Als Bremse war bis nach dem Krieg die durchgehende Heberleinbremse in Anwendung, bei der der Lokomotivführer die einzelnen Wagenbremsen durch eine über den ganzen Zug gespannte Leine bediente. Bei gespannter Leine waren sämtliche Bremsen gelöst, beim Nachlassen zogen sie selbsttätig an. Die Bremsung, nicht dagegen das Lösen der Bremsen, konnte dabei auch vom Packwagen aus geschehen. Bei Zugtrennungen oder beim Reißen der Leine kamen alle eingeschalteten Bremsen selbsttätig zur Wirkung. Sämtliche Wagen hatten außerdem Handbremsen. Die Heberleinbremse wurde in den letzten Jahren durch die Luftdruckbremse Bauart Körting ersetzt.

B. Wirtschaftlichkeit.

1. Die wirtschaftliche Lage bis zum Beginn des Krieges.

Oben ist gezeigt worden, daß es in der Hauptsache wirtschaftliche Überlegungen waren, die die sächsische Regierung dazu führten, Schmalspurbahnen an Stelle vollspuriger Nebenbahnen einzuführen. Wie notwendig es war, bei dem Bau der neuen Linien den strengsten wirtschaftlichen Maßstab anzulegen und sowohl die Bau- wie auch die Betriebskosten auf das geringste Maß zu beschränken, lassen die jährlichen „Rentabilitätsberechnungen für die einzelnen Linien des Königlich Sächsischen Staatseisenbahnnetzes“ erkennen. Diese sehr aufschlußreichen Unterlagen, die zum letztenmal im Jahr 1913 aufgestellt wurden, enthalten für alle Voll- und Schmalspurlinien neben den Angaben über Eigentums- und Betriebslänge eine Gegenüberstellung des Anlagekapitals sowie der Betriebseinnahmen und -ausgaben. Bei den Ausgaben sind die Kosten „erheblicher Ergänzungen“ ausgenommen, so daß es ohne weiteres möglich ist, den Reinertrag oder Mehraufwand zu errechnen. Dieser ist sowohl in seiner absoluten Höhe als auch für jedes Kilometer Betriebslänge und jedes Wagenachskilometer ermittelt. Die laufende Gegenüberstellung dieser Zahlenwerte gab einen einwandfreien Überblick über die wirtschaftliche Entwicklung der einzelnen Linien. Sie zeigt auch, wie berechtigt die Vorsicht in bezug auf die Anlage neuer Bahnlinien gewesen ist; denn von den im Jahr 1913 vorhandenen 21 schmalspurigen Bahnen erforderten nicht weniger als 14 einen Zuschuß. Immerhin kann festgestellt werden, daß die Schmalspurlinien im Jahr 1913 insgesamt noch einen Reinertrag von rund 110 000 *M* abwarfen, der allerdings gegenüber dem Reinertrag

von rund 52,5 Mill. *M* der vollspurigen Bahnen nicht ins Gewicht fällt.

Die Betriebseinnahmen sind dabei nach Personen- und Gepäckverkehr, Güterverkehr und sonstige Einnahmen getrennt. Ferner sind die Ausgaben bezogen auf ein Kilometer Betriebslänge und auf ein Wagenachskilometer errechnet. Im Durchschnitt betragen die Betriebseinnahmen je Achskilometer 8,36 *Pf.*, während der Mittelwert der vollspurigen Bahnen 13,52 *Pf.* war.

Die Betriebsausgaben jeder Linie sind sowohl in voller Höhe als auch in Hundertteilen der Betriebseinnahmen angegeben. Die günstigste Betriebszahl hatte die Strecke Heidenau—Altenberg mit 69,8, die ungünstigste die Strecke Kohlmühle—Hohnstein mit 147,1. Die Betriebsausgaben sind weiterhin für jedes Kilometer Betriebslänge und für ein Wagenachskilometer jeder Strecke errechnet worden. Die mittleren Kosten eines Wagenachskilometers betragen hierbei 7,90 *Pf.*, bei Schwankungen von 6,17 bis 14,05 *Pf.*, während sie auf den Vollspurbahnen im gleichen Jahr 9,76 *Pf.* betragen.

In weiteren Spalten ist dann der Reinertrag oder Mehraufwand insgesamt und bezogen auf ein Kilometer Betriebslänge und auf ein Wagenachskilometer in Hundertteilen des mittleren Anlagekapitals errechnet. Hieraus geht z. B. hervor, daß das Netz um Oschatz eine Verzinsung von 3,025 v. H., die Strecke Mügeln (Heidenau)—Geising—Altenberg eine solche von 3,205 v. H. gebracht hat. Demgegenüber erforderte z. B. die Linie von Cranzahl nach Oberwiesenthal im Jahr 1913 einen Zuschuß von 3,250 v. H. des Anlagekapitals.

Die Rentabilitätsberechnung enthält weiterhin Angaben über die Entwicklung in den Jahren 1904 bis 1913. Schon in diesem Zeitabschnitt zeigt sich bei einzelnen Linien eine rückläufige Entwicklung.

2. Die wirtschaftliche Lage nach dem Krieg.

a) Allgemeines.

Die rückläufige wirtschaftliche Entwicklung hat sich zweifellos nach dem Krieg fortgesetzt und weitere Linien zu Zuschußlinien gemacht, die vor dem Krieg noch einen, wenn auch bescheidenen Rohertrag abwarfen. Genaue Angaben sind aber hierüber nicht möglich, da in der Nachkriegszeit zunächst wegen der dringenderen Aufgaben zur Behebung der Kriegsschäden und später wegen des Übergangs der sächsischen Staatsbahnen auf das Reich die „Rentabilitätsberechnung der einzelnen Linien des Königlich Sächsischen Staatseisenbahnnetzes“ nicht fortgesetzt wurde. Damit ging der Überblick ganz verloren und die wirtschaftliche Überwachung war nur noch auf Grund von Schätzungen möglich. Dieser Mangel machte sich mit der Zeit immer stärker fühlbar. Für die vollspurigen Bahnen schuf Tecklenburg die „Betriebskostenberechnung“, die in großen Zügen aus den Gesamtausgaben und den Leistungen eines Direktionsbezirks die Kosten verschiedener Leistungseinheiten, wie Zugkilometer, Wagenachskilometer, Tonnenkilometer usw. festzustellen gestattet. Diese mit verhältnismäßig geringem Aufwand durchzuführende Berechnung, die später auch für die Schmalspurbahnen übernommen wurde, gibt aber nur für die einzelnen Reichsbahndirektionsbezirke Vergleichsunterlagen; sie gestattet jedoch nicht, die Wirtschaftlichkeit oder wenigstens die Entwicklung der Ausgaben bei einzelnen Linien zu verfolgen. Dieser Mangel trat namentlich dann noch mehr hervor, als der Wettbewerb anderer Verkehrsmittel immer mehr zunahm. Da dieser aus später noch näher dazulegenden Gründen sich gerade bei den Schmalspurbahnen besonders ungünstig auswirkte, wurde es notwendig, zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit dieser Bahnen besondere Untersuchungen anzustellen. Sie wurden in den Jahren 1935 und 1936 durchgeführt und bauen sich auf der Berechnung der Kosten einer Zugfahrt auf.

b) Die Kostenberechnung einer Zugfahrt auf der Schmalspur.

α) Beschreibung des Verfahrens.

Die Berechnung der Kosten einer Schmalspurfahrt lehnt sich zwar an das von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn für die vollspurigen Bahnen aufgestellte Verfahren an, geht aber insofern wesentlich weiter, als sie anstrebt, aus den Kosten der einzelnen Zugfahrten den gesamten Aufwand jeder Linie zu erhalten und auf diese Weise eine Vergleichsmöglichkeit mit der „Rentabilitätsberechnung für die einzelnen Linien des Königlich Sächsischen Staatseisenbahnnetzes“ (s. o.) zu erreichen. Hierzu wurde es notwendig, außer den reinen Betriebskosten auch den Aufwand für das Streckenpersonal, für Oberbau, Sicherheitseinrichtungen, Sachausgaben usw. mit zu erfassen.

Da es sich bei den Untersuchungen in erster Linie darum handelte, die tatsächlichen, laufenden Aufwendungen für jede Strecke festzustellen, wurden eine Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals nicht mehr in Ansatz gebracht. Auch der Verwaltungsaufwand der Ämter und der Direktion blieb unberücksichtigt. Die Ausgaben hierfür lassen sich in festen Zuschlägen zu den einzeln errechneten Werten ausdrücken.

Die Berechnungen bauen sich auf den durch die Betriebskostenrechnung ermittelten tatsächlichen Ausgaben auf. Wo eine ausreichende Unterteilung nicht vorhanden war, wurde diese nachträglich durchgeführt. Soweit vorhanden, wurden Mittelwerte aus einem größeren Zeitabschnitt genommen. Man muß sich bei einer derartigen Berechnung von vornherein darüber klar sein, daß sie nicht völlig einwandfrei durchführbar ist, und daß auch bei Vergleichen eine volle Übereinstimmung niemals zu erzielen ist, da sich z. B. die Bezugsgrundlagen auf Angaben aus mehreren Jahren aufbauen, während sich die Ermittlung der Zugförderkosten nur auf ein Fahrplanjahr erstreckt; ferner weil weiterhin für die Zusammensetzung der Güterzüge Mittelwerte aus einzelnen Stichtagen angenommen werden mußten u. a. m.

Das Verfahren*) selbst zerfällt in drei Teile. Zunächst wurden die für eine Berechnung notwendigen Grundwerte ermittelt, sodann wurden an Hand eines besonderen Berechnungsblattes die Kosten jeder Zugfahrt festgestellt und schließlich wurden die Ergebnisse der einzelnen Strecken zusammengestellt und ausgewertet.

β) Grundwerte.

Kosten der Lokomotiven: Die auf die Lokomotiven entfallenden Kosten ließen sich verhältnismäßig genau ermitteln, da sowohl in der Betriebsrechnung wie im Ausbesserungswerk getrennte Aufschreibungen für die einzelnen Lokomotiven geführt werden. Außerdem wurde die Übersicht bei der geringen Zahl der Gattungen erleichtert.

Auf eine Tatsache ist hierbei hinzuweisen, die Kunze a. a. O. eingehend behandelt hat: Die Laufleistungen der einzelnen Lokomotiven, und zwar sowohl der vollspurigen wie der schmalspurigen, sind im Reichsbahndirektionsbezirk Dresden im Vergleich zu anderen Direktionsbezirken verhältnismäßig gering. Dies hängt mit der Eigenart des sächsischen Eisenbahnnetzes zusammen, das sich zu einem großen Teil aus vielen einzelnen Stichbahnen zusammensetzt, auf denen selbstverständlich große Laufleistungen nicht erreichbar sind.

Die Kosten der Lokomotiven wurden getrennt nach den Ausgaben für Betriebspflege, Unterhaltung, Erneuerung, Verzinsung und Betriebsstoffe.

Die Ergebnisse für die zuerst genannten vier Kostenanteile sind in der Abb. 3 getrennt nach den vier hauptsächlich

*) Einzelheiten sind in der von der Techn. Hochschule zu Dresden zur Erlangung der Würde eines Dr. Ingenieurs genehmigten Dissertation von A. Kunze, Dresden: „Untersuchung über Zugförderkosten auf sächsischen Schmalspurstrecken“, 1937, enthalten.

vorkommenden Lokomotivgattungen und bezogen auf 1 km Fahrweg zusammengestellt.

Es zeigt sich, daß die Anteile für Betriebspflege nur wenig voneinander abweichen, daß dagegen der Anteil für Unterhaltung stark schwankt, was bei dem verschiedenen Alter und der verschiedenen Bauart der Lokomotiven leicht erklärlich ist. Die Lokomotiven der Reihe K. 44.7 (8) sind Vierzylinder-Naßdampf-Verbundmaschinen, die zum Teil noch aus dem Jahr 1892 stammen. Ihre Unterhaltung bereitet verständlicherweise größere Schwierigkeiten als die der Reihe K. 57.9, die erst seit dem Jahr 1928 Dienst leisten. Selbstverständlich wirkt sich auf der anderen Seite der hohe Anteil der Verzinsung dieser Maschinen sehr stark aus, deren Beschaffungspreis 108250 *RM* beträgt, während die Kosten der K. 44.7 und K. 44.7 (8) zwischen 33000 und 40000 *M* schwankten.

Zeile	Kosten für	Lokomotivgattung				
		K 44.10 <i>RM</i> /km	K 44.7 (8) <i>RM</i> /km	K 44.7 <i>RM</i> /km	K 55.8 (9) <i>RM</i> /km	K 57.9 <i>RM</i> /km
1	Betriebspflege	0,044	0,029	0,030	0,041	0,058
2	Unterhaltung	0,307	0,151	0,176	0,198	0,135
3	Erneuerung	0,377	0,068	0,097	0,103	0,123
4	Verzinsung	0,107	0,022	0,027	0,112	0,195
5	Summe	0,835	0,270	0,330	0,454	0,511

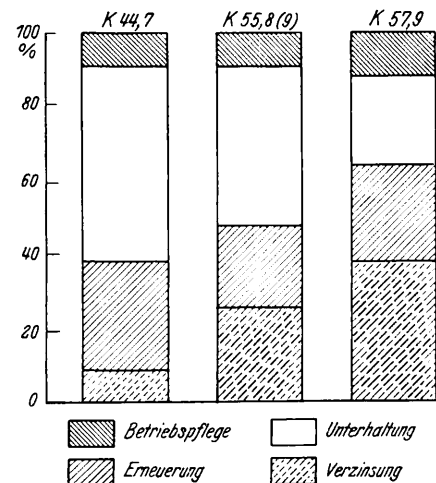


Abb. 3. Verteilung der Kosten für Lokomotiven.

Bei den Betriebsstoffen wurde der bekannte Gesamtverbrauch an Brenn- und Schmierstoffen im Mittelwert der Jahre 1930 bis 1934 auf Grund von Versuchsfahrten aufgeteilt. Sodann wurden für die einzelnen Lokomotivreihen Einheitswerte für die Ausgaben auf 1 km waagerechter Bahn, für die Zuschläge bei Fahrten in Steigungen oder Abzüge bei Fahrten in Gefällen und für die Zuschläge beim Anfahren ermittelt.

Kosten der Personen- und Gepäckwagen: Die Personenwagen können in bezug auf ihre Verwendung in drei Gruppen eingeteilt werden: Bedarfs-, Verstärkungs- und Sonderbereitschaftswagen. Man kennt zwar die Verwendung der einzelnen Wagengattungen auf jeder Linie, aber ihre Verteilung auf die drei genannten Gruppen ist außerordentlich schwierig. Bei einer vollständig einwandfreien Ermittlung müßte jedes einzelne Fahrzeug gesondert untersucht werden. Da aber auf der anderen Seite die Kosten für Betriebspflege und Unterhaltung nur gattungsweise vorliegen, wurden die Kosten für Unterhaltung, Erneuerung und Verzinsung auf die Laufleistung eines Wagens jeder Gattung verteilt, gleichgültig, welcher der drei oben genannten Gruppen er angehört. Das Ergebnis ist in der Abb. 4 zusammengestellt.

Hierbei sind die Ausgaben für die Wagen der Polsterklasse auffällig hoch, was einerseits auf ihre verhältnismäßig hohen Beschaffungskosten, zum anderen auf die geringen Laufleistungen zurückzuführen ist. Diese erklären sich in der Hauptsache daraus, daß nur im Wochenend- und Wintersportverkehr

Kosten der Rollfahrzeuge: Obwohl heute fast ausschließlich vier- und sechsachsige Rollwagen verwendet werden, wurden die Kosten für alle drei Fahrzeuggattungen — Rollböcke, vierachsige und sechsachsige Rollwagen — ermittelt. Die Kosten für Betriebspflege sind bei allen drei Gattungen

Zeile	Kosten für	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Wagengattung												
		B4		BC4		C4		C4tr		Pw		Pw4		
		RM/km	%	RM/km	%	RM/km	%	RM/km	%	RM/km	%	RM/km	%	
1	Betriebspflege	0,004	1,6	0,003	5,8	0,003	2,0	0,002	1,3	0,001	1,4	0,003	5,3	
2	Unterhaltung	0,026	9,9	0,025	48,1	0,060	40,5	0,056	37,9	0,043	61,5	0,019	33,3	
3	Erneuerung	0,075	28,6	0,017	32,7	0,055	37,2	0,044	29,7	0,018	25,7	0,015	26,3	
4	Verzinsung	0,157	59,9	0,007	13,4	0,030	20,3	0,046	31,1	0,008	11,4	0,020	35,1	
5	Summe	0,262	100,0	0,052	100,0	0,148	100,0	0,148	100,0	0,070	100,0	0,057	100,0	

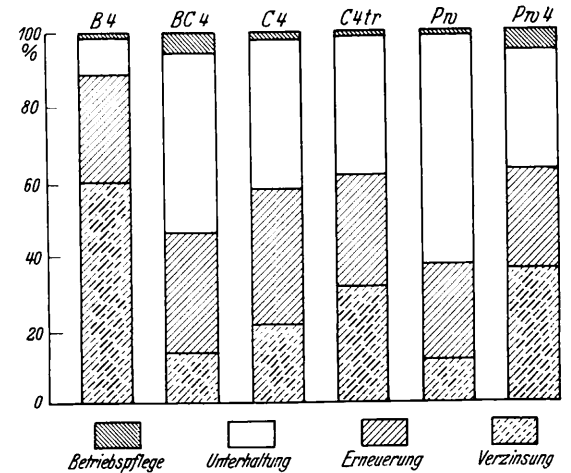


Abb. 4. Verteilung der Kosten für Personen- und Gepäckwagen.

reine Wagen 2. Klasse verkehren, während im gewöhnlichen Verkehr überwiegend die gemischtklassigen Wagen BC4 eingesetzt sind. Dieser Umstand drückt sich natürlich in den sehr hohen Unterhaltungskosten der Gattung BC4 aus.

etwa gleich, dagegen schwanken die Anteile für Unterhaltung und Erneuerung stark. Den höchsten Anteil der Unterhaltungskosten erfordern die sechsachsigen Rollwagen, was ohne weiteres aus ihrer bevorzugten Verwendung für schwerste

Zeile	Kosten für	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Wagengattung																
		Gw		GGw		Ow		OOw		OO		Hw		HH		KKw		
		RM/km	%	RM/km	%	RM/km	%	RM/km	%	RM/km	%	RM/km	%	RM/km	%	RM/km	%	
1	Betriebspflege	0,001	1,1	0,002	0,7	0,001	0,4	0,001	0,4	0,002	0,6	0,001	0,4	0,002	0,2	0,002	0,3	
2	Unterhaltung	0,020	22,7	0,108	39,0	0,036	15,4	0,165	60,0	0,233	72,8	0,195	70,9	1,028	85,1	0,164	23,9	
3	Erneuerung	0,043	48,9	0,079	28,3	0,127	54,3	0,071	25,8	0,055	17,2	0,053	19,3	0,128	10,6	0,166	24,3	
4	Verzinsung	0,024	27,3	0,089	32,0	0,070	29,9	0,038	13,8	0,030	9,4	0,026	9,4	0,049	4,1	0,352	51,5	
5	Summe	0,088	100,0	0,278	100,0	0,234	100,0	0,275	100,0	0,320	100,0	0,275	100,0	1,207	100,0	0,684	100,0	

Kosten der Güterwagen: Während die Personenwagen in der Regel einen bestimmten Heimatbahnhof haben, sind die Güterwagen freizügig. Aus diesem Grund konnten die Berechnungen nicht auf die einzelnen Wagen, sondern mußten auf die Gattung bezogen werden. Die Kosten wurden auch hier wieder in Betriebspflege, Unterhaltung, Erneuerung und Verzinsung unterteilt. Das Ergebnis ist in der Abb. 5 zusammengestellt.

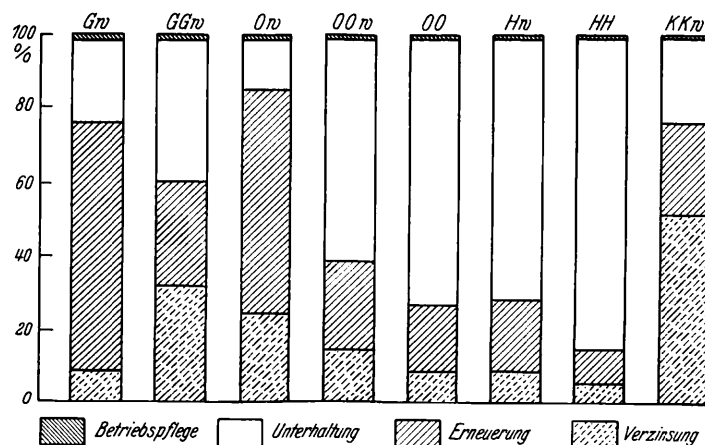


Abb. 5. Verteilung der Kosten für Güterwagen.

Es ist daraus zu ersehen, daß die Ausgaben für Betriebspflege nur wenig, die für Unterhaltung dagegen außerordentlich stark schwanken. Die hohen Werte für Unterhaltung bei den vierachsigen und offenen Wagen sind durch die starke Beanspruchung dieser Gattungen bedingt. Die Unterschiede in der Verzinsung lassen sich durch das verschiedene Alter der Fahrzeuge erklären.

Lasten verständlich ist. Hiergegen ist bei den wenig verwendeten Rollböcken der Unterhaltungsaufwand verhältnismäßig gering.

Ausgaben für Personal: Die Ausgaben für Personal wurden nach Lokomotivfahrtdienst, Zugbegleitdienst sowie Bahnhofs- und Streckendienst getrennt ermittelt. In der Höhe der Kosten der ersten beiden Gruppen spielt die Fahrzeit die ausschlaggebende Rolle. Daher wurde hierfür die Reisezeit als Bezugsgrundlage gewählt. Beim Bahnhofs- und Streckendienst wurden die Ist-Kopfpläne der einzelnen Bahnhöfe zum Ausgangspunkt genommen. Die Ausgaben für Bahnbewachung konnten aus den vorhandenen Unterlagen nur als Gesamtsumme entnommen werden, sie wurden deshalb mittels Schlüsselzahlen auf die einzelnen Linien verteilt.

Kosten für Oberbau: Die Ausgaben für Unterhaltung

und Erneuerung des Oberbaues standen ebenfalls nur in einer Gesamtsumme der Schmalspurstrecken zur Verfügung. Da eine Unterteilung nach einzelnen Linien fehlte, mußte der Zustand des Oberbaues überall als gleich angesehen werden. Die jährlich entstehenden Kosten mußten deshalb nach der Beanspruchung des Oberbaues auf Grund der anfallenden Lokomotivleistungs-Tonnenkilometer verteilt werden.

y) Durchführung der Berechnung.

Die vorstehend in großen Zügen entwickelten Grundwerte wurden zur Berechnung der Förderkosten jeder einzelnen Zugfahrt verwendet. Hierzu wurden besondere Berechnungsblätter benutzt. Die Berechnung wurde für das Fahrplanjahr 1935/36 durchgeführt. Die Ausgaben wurden getrennt für Reisezüge und Güterzüge ermittelt.

δ) Ergebnis.

Die für die einzelnen Zugfahrten errechneten Werte wurden nunmehr zusammengestellt und summiert. Um die Richtigkeit der Grundwerte zu prüfen, war zunächst festzustellen, ob bei den Schlußsummen die Ausgangsbeträge wieder erreicht wurden. Das Ergebnis war, daß sich alle errechneten Werte mit denen der Statistik genügend genau deckten, und daß sich die aufgetretenen Abweichungen innerhalb zulässiger Grenzen hielten.

Die weitere Aufgabe der Auswertung bestand in der Zusammenstellung der Ausgaben für die einzelnen Strecken, in der Errechnung der Einheitswerte und im Vergleich dieser Werte mit den aus der Vorkriegszeit noch vorhandenen Angaben.

In der Zusammenstellung 2 sind für die Reisezüge die Jahreskosten der Zugfahrt bei den einzelnen Linien zusammengestellt. Die sich aus den Ausgaben für Lokomotivdienst, Wagen, Personal, Betriebsstoffe und Oberbau ergaben. Aus diesen und den entsprechenden Leistungen wurden dann die Einheitswerte eines Zugkilometers, Bruttotonnenkilometers, Lokomotivleistungstonnenkilometers und Wagenachskilometers errechnet. Da es sich bei vielen Linien um ausgesprochene Gebirgsbahnen handelt, wurden die Werte nach Hin- und Rückfahrt (= Bergfahrt) und Rückfahrt (= Talfahrt) getrennt. Abb. 6 zeigt in Spalte 2 die Gesamtausgaben.

Die Zusammenstellung 3 (Seite 150) und die Spalte 3 der Abb. 6 bringen die Gesamtergebnisse für Güterzüge im gleichen Aufbau wie bei den Reisezügen.

Wie Spalte 5 der Abb. 6 erkennen läßt, sind die Leistungen im Güterzugdienst für Hin- und Rückfahrt sehr verschieden. Im allgemeinen überwiegt als Lastrichtung die Bergfahrt. Dies hängt damit zusammen, daß die Industrie in den aufge-

Zusammenstellung 2.

Ergebnisse für Reisezüge.

Zeile	Strecke	Jahreskosten der Zugfahrt <i>RM</i>	Zugleistungen				Einheitskosten auf der Hin- und Rückfahrt je				Einheitskosten auf der Rückfahrt je			
			Zugkm km	Bruttotkm tkm	Lokleistungstkm tkm	Wagenachskm km	Zugkm RM/km	Bruttotkm Rpl/tkm	Lokleistungstkm Rpl/tkm	Wagenachskm Rpl/tkm	Zugkm RM/km	Bruttotkm Rpl/tkm	Lokleistungstkm Rpl/tkm	Wagenachskm Rpl/tkm
1	Hainsberg—Kipsdorf	524 871	118 787	11 748 999	18 079 278	3 349 646	4,57	4,62	3,02	16,16	4,26	4,31	2,79	15,16
2	Freital-P—Hainsberg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Freital-P—Wilsdr—Nossen . .	629 919	176 870	11 993 076	19 047 235	3 429 477	3,57	5,49	3,41	19,10	3,55	5,03	3,21	17,69
4	Meißen-Tr—Wilsdruff	164 501	59 174	2 369 566	4 736 530	889 038	2,88	7,20	3,60	19,65	2,68	6,68	3,35	17,41
5	(M Tr)—Garsb—Lommatzsch . .	124 976	41 350	1 763 583	3 417 599	646 632	3,19	7,04	3,74	18,67	2,85	7,14	3,57	20,12
6	Mertitz Gab—Gärtitz	94 277	29 462	1 161 530	2 340 026	389 866	3,25	8,15	4,07	24,18	3,15	8,08	3,99	24,18
7	Mügeln (b O)—Döbeln	141 183	46 044	2 203 126	3 491 611	777 840	3,21	6,47	4,14	18,46	2,91	6,34	3,95	17,83
8	Oschatz—Neichen—Zöhd	351 525	114 235	5 416 189	8 500 523	1 987 891	3,07	6,60	4,13	17,65	3,08	6,39	4,14	17,71
9	Nebitschen—Kroptewitz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Strehla—Oschatz (m E)	63 643	24 126	687 407	1 338 795	231 049	2,70	9,67	4,92	28,77	2,56	8,74	4,54	25,99
11	Oberdittmdf—Klingenberg-C . .	49 649	15 799	810 684	1 552 145	299 855	3,43	6,39	3,66	15,99	2,86	5,84	2,78	17,30
12	Klingb-C—Frauenstein	178 461	62 685	2 738 857	5 246 273	1 012 386	2,96	6,75	3,53	18,22	2,73	6,28	3,27	17,02
13	Meinersdorf—Schönfeld-W . . .	541 707	169 391	7 319 916	16 195 359	2 536 741	3,31	7,57	3,47	21,76	3,08	7,22	3,22	20,92
14	Wilischthal—Thum	57 233	17 321	715 675	1 405 465	245 700	3,46	8,24	4,22	23,82	3,10	7,66	3,87	22,55
15	Wilkau-Haßlau—Carsfeld	454 158	139 406	7 016 349	10 885 421	2 183 138	3,39	7,08	4,43	22,03	3,14	5,98	3,95	19,74
16	Heidenau—Altenberg	549 007	173 552	10 393 908	17 336 734	3 161 557	3,31	5,48	3,39	18,85	3,03	5,07	2,95	15,94
17	Zittau—Oybin	358 631	96 004	6 252 408	11 418 286	1 721 664	3,81	5,88	3,21	21,08	3,67	5,60	3,08	20,61
18	Bertsdorf—Jonsdorf	94 717	24 666	1 345 603	2 660 484	368 635	4,22	7,65	3,87	28,33	3,52	6,50	3,29	23,44
19	Zittau—Hermsdorf	200 162	63 843	3 761 450	5 485 417	1 110 199	3,12	5,48	3,69	18,23	3,14	5,23	3,61	17,83
20	Wolkenstein—Jöhstadt	196 419	79 764	3 318 584	5 288 469	1 115 368	2,50	6,98	3,98	19,52	2,41	4,78	3,36	15,26
21	Cranzahl—Oberwiesenthal . . .	336 468	120 351	5 675 149	12 093 067	1 666 830	2,93	6,36	2,93	21,16	2,73	5,52	2,64	19,22
22	Radebeul—Radeburg	336 707	112 312	7 893 460	10 925 884	2 298 628	3,05	4,30	3,11	14,75	2,97	4,23	3,05	14,56
23	Mulda-Randeck—Sayda	20 977	7 688	250 058	457 634	85 337	2,91	8,94	4,89	26,21	2,55	7,83	4,28	22,96
24	Mosel—Ortmannsdorf	101 349	38 100	1 352 268	2 380 966	488 218	2,80	7,18	4,24	20,69	2,54	7,80	4,27	20,82
25	Hetzdorf—Großwaltersdorf . . .	123 820	47 010	1 727 662	2 996 903	508 150	2,96	7,96	4,61	22,52	2,37	6,50	3,73	18,54
26	Kohlmühle—Hohnstein	48 337	20 231	593 692	1 139 934	202 976	2,56	8,09	4,37	24,92	2,22	8,20	4,10	22,65
27	Taubenheim—Dürrhennersdf . .	112 210	36 699	1 138 014	2 128 707	409 300	3,13	10,52	5,52	29,39	2,98	9,26	5,04	25,62
28	Bernstadt—Herrnhut	54 321	11 130	583 124	883 639	218 275	4,97	9,59	6,31	26,20	4,79	9,04	5,99	23,66
29	Grünstädt—Oberritttersgr . . .	113 670	28 426	1 246 173	2 013 665	422 353	4,19	9,39	5,98	28,42	3,81	8,84	5,31	25,44
30	Reichenb (V)—Oberheimsdf . . .	30 980	10 692	284 845	712 525	95 762	2,99	11,23	4,49	33,39	2,80	10,53	4,21	31,31
	Summe Zeile 1 bis 30	6 053 878	1 885 118	101 761 355	174 158 574	31 952 511	3,29	7,35	4,09	21,97	3,06	6,82	3,79	20,51

schlossenen Gebieten in der Hauptsache eine Veredelungsindustrie ist, für die die Massengüter, wie Kohle und sonstige Rohstoffe mit der Eisenbahn zugeführt werden, während die Fertigprodukte vielfach mit dem Kraftwagen abgefahren werden. Dies erklärt auch die auffällige Tatsache, daß die Brutto- und Lokomotivleistungstonnenkilometer der Talfahrt bei einzelnen Linien höher sind als die der Bergfahrt.

Eine einheitliche Ordnung der einzelnen Strecken nach der Höhe der Einheitswerte ist nicht möglich. So weist z. B. im Personenverkehr die Strecke Nr. 30 die höchsten Einheitskosten für das Bruttotonnenkilometer und das Wagenachskilometer auf, während die Einheitskosten des Zugkilometers und des Lokomotivleistungstonnenkilometers in der Nähe des Mittelwertes aller Strecken liegen. Es würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen, auf die außerordentlich fesselnden Folgerungen für die einzelnen Strecken näher einzugehen.

12, 1 und 22 mit den niedrigsten Einheitswerten für das Wagenachskilometer auch im Jahr 1913 die besten gewesen. Hier fehlt nur die Strecke Nr. 16 (Heidenau—Altenberg), die eine ungünstigere Entwicklung aufweist. Bei den übrigen Strecken sind zum Teil Verschiebungen eingetreten. Wesentlich verschlechtert haben sich gegenüber 1913 außer der Strecke Nr. 16 noch die Strecken Nr. 3 (Freital—Nossen) und Nr. 13 und 14 (Meinersdorf—Thum).

Von besonderer Bedeutung ist aber die Tatsache, daß die Kosten für das Wagenachskilometer vom Jahr 1913 bis zum Jahr 1935 fast auf das Dreifache gestiegen sind. Hier liegt der Schlüssel für die unwirtschaftliche Entwicklung der sächsischen Schmalspurlinien, die anscheinend nicht allein auf einen starken Rückgang der Einnahmen, sondern vor allem auch auf ein unverhältnismäßig starkes Ansteigen der Ausgaben zurückzuführen ist. Die Ursachen sind im nächsten Abschnitt dargelegt.

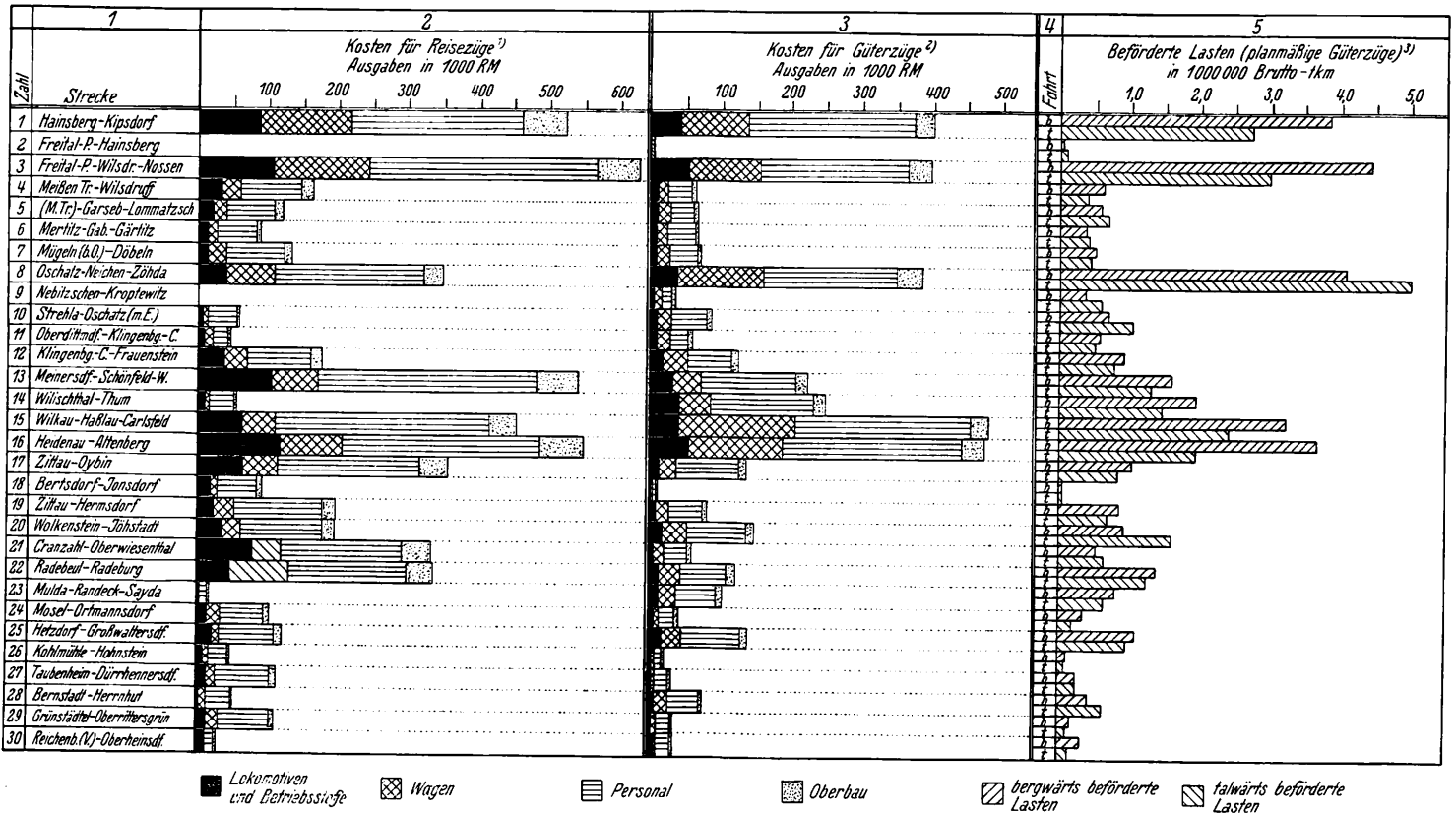


Abb. 6. Gesamtausgaben für Reise- und Güterzüge sowie Leistungen der Güterzüge.

¹⁾ Spalte 3 der Zusammenstellung 2. -- ²⁾ Spalte 3 der Zusammenstellung 3. — ³⁾ Spalte 5 der Zusammenstellung 3.

Das Ergebnis und der Wert der Berechnungen tritt am besten in der Zusammenstellung 4 (Seite 151) hervor. Hier sind die Gesamtbetriebsausgaben in den Jahren 1913 und 1935 und die Einheitswerte für das Wagenachskilometer gegenübergestellt. Da die Rentabilitätsberechnung der sächsischen Staatseisenbahnen keinen Unterschied zwischen Reise- und Güterzügen und Berg- und Talfahrt machte, ist in dieser Zusammenstellung nur der Mittelwert für das Wagenachskilometer jeder Strecke angegeben, und zwar sind hierbei jeweils die Strecken Nr. 4, 5 und 6, Nr. 7, 8, 9 und 10, Nr. 13 und 14 und Nr. 17 und 18 zusammengefaßt, um eine Beziehung zu den Angaben der Rentabilitätsberechnung herzustellen. Die Strecken sind nach der Höhe des Wagenachskilometers im Jahr 1935 geordnet.

Die Zusammenstellung läßt erkennen, daß die Kosten eines Wagenachskilometers zwischen 16,60 und 33,57 Rpf. schwanken. Die vier Strecken, die die höchsten Werte aufweisen, Nr. 30, 26, 27 und 29, waren auch im Jahr 1913 bereits die schlechtesten. Desgleichen sind die vier Strecken Nr. 20,

C. Kritik.

In Teil B ist gezeigt, daß bei einzelnen Linien schon vor dem Krieg eine leicht rückläufige Bewegung in der Wirtschaftlichkeit einsetzte, die sich nach dem Krieg immer mehr verschärft hat, so daß es heute wohl nur noch wenige Schmalspurstrecken gibt, bei denen die Einnahmen die Ausgaben übersteigen. Die Gründe hierfür liegen fast ausschließlich in dem Aufkommen des Kraftwagenverkehrs. Dieser vermeidet die Nachteile des Schmalspurverkehrs, die vor dem Krieg mangels anderer Beförderungsmöglichkeiten hingenommen wurden: Das Umsteigen für die Reisenden, das Umladen der Güter, die geringe Reisegeschwindigkeit, das Vorhalten besonderen Personals eines besonderen Lokomotiv- und Wagenparkes, vielfach nur für Stichbahnen von sehr kurzen Längen usw. Der Wettbewerb des Kraftwagens macht sich im Personenverkehr besonders bei Schmalspurstrecken nahe an großen Städten bemerkbar, wo in immer weiterem Umfang Kraftfahrlinien von der Kraftverkehrs-Gesellschaft Sachsen eingerichtet wurden.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge, LXXVI. Band, S. u. 9. Heft 1939.

trachtliche Höhenunterschiede zu überwinden

*) Dienstvorschrift für die Berechnung einer Zugfahrt.

Mittelwert für 1 km Betriebslänge	8747	19234		
Mittelwert für 1 Wagenachs-km			7,90	20,60

Zusammenstellung 3.
Ergebnisse für Güterzüge.

Zeile	Strecke	Jahres- kosten der Zugfahrt <i>RM</i>	Zugleistungen				Einheitskosten der Hinfahrt auf je				Einheitskosten der Rückfahrt je			
			Zugkm km	Bruttotkm tkm	Loklei- stungstkm tkm	Wagen- achskm km	Zug- km RM/km	Brutto- tkm RpI/tkm	Loklei- stgskm RpI/tkm	Wagen- achskm RpI/km	Zug- km RM/km	Brutto- tkm RpI/tkm	Loklei- stgskm RpI/tkm	Wagen- achskm RpI/km
1	Hainsberg—Kipsdorf	405 783	53 188	6 653 166	9 525 285	1 609 384	8,21	5,58	4,08	27,37	7,00	6,63	4,39	22,52
2	Freital-P—Hainsberg	8 249	1 792	111 272	182 952	41 832	5,11	12,73	6,37	19,69	4,13	4,92	3,33	19,91
3	Freital-P—Wilsdr—Nossen . .	400 722	70 352	6 925 482	10 471 738	1 697 827	5,67	5,51	3,66	24,62	5,74	6,21	4,07	22,34
4	Meißen Tr—Wilsdruff	62 769	12 312	1 029 312	1 521 780	256 863	5,38	5,32	3,81	24,05	4,82	7,29	4,54	24,88
5	(M Tr)—Garsb—Lommatzsch . .	68 034	10 727	1 282 114	1 711 102	312 787	6,01	5,35	3,95	24,83	6,67	5,27	4,00	19,56
6	Mertitz Gab—Gärtitz	65 817	11 272	750 410	1 201 274	223 978	5,38	8,69	5,28	29,29	6,29	8,84	5,66	29,47
7	Mügelh (b O)—Döbeln	68 433	11 847	908 152	1 233 149	313 635	5,73	7,27	5,37	21,75	5,83	7,83	5,75	21,89
8	Oschatz—Neichen-Zöhda . . .	391 616	75 094	9 100 978	11 158 213	1 978 187	5,06	4,67	3,72	19,46	5,37	4,00	3,33	20,13
9	Nebitzschen—Kroptowitz . . .	37 987	6 930	929 033	1 116 143	200 855	6,07	5,98	4,72	20,75	4,89	2,94	2,53	17,04
10	Strehla—Oschatz (m E)	90 073	23 967	1 743 735	2 390 852	445 349	3,97	6,05	4,28	19,99	3,60	4,61	3,43	20,43
11	Oberdittmdf—Klingenbg-C . . .	61 056	11 211	1 030 443	1 478 882	323 180	5,64	5,90	4,16	18,71	5,25	5,95	4,10	19,09
12	Klingenbg-C—Frauenstein . . .	126 881	27 273	1 665 991	2 764 175	600 599	4,94	7,36	4,61	21,26	4,37	7,82	4,56	16,25
13	Meinersdorf—Schönfeld-W . . .	221 699	40 222	2 870 146	5 071 658	667 509	5,39	7,48	4,28	33,48	5,47	8,21	4,54	31,32
14	Wilischthal—Thum	252 825	55 475	3 483 157	5 702 759	1 012 246	4,78	6,13	4,05	23,75	4,32	8,58	4,78	25,02
15	Wilkau-Haßlau—Carlsfeld . . .	482 529	74 449	5 602 850	7 645 429	2 003 320	6,43	8,34	6,15	24,02	6,56	8,88	6,47	23,85
16	Heidenau—Altenberg	480 543	81 061	6 440 355	9 682 916	1 740 908	6,53	6,96	4,88	28,58	5,28	8,02	5,01	26,09
17	Zittau—Oybin	138 807	20 253	1 918 336	2 996 978	417 233	7,37	6,76	4,52	34,42	6,41	7,42	4,67	30,26
18	Bertsdorf—Jonsdorf	9 846	1 786	45 402	141 846	19 766	6,23	24,52	7,85	56,33	4,79	18,85	6,03	43,30
19	Zittau—Hermsdorf	84 324	16 847	1 490 548	1 945 412	377 144	5,16	5,19	4,08	24,49	4,85	6,26	4,64	20,47
20	Wolkenstein—Jöhstadt	148 762	36 575	2 482 975	3 470 489	695 880	4,39	7,50	5,13	26,40	3,83	5,13	3,77	18,45
21	Cranzahl—Oberwiesenthal . . .	59 041	9 463	1 148 697	1 659 705	209 604	6,17	5,10	3,52	25,59	6,29	5,17	3,58	30,61
22	Radebeul—Radeburg	123 357	29 932	2 588 124	3 396 261	569 097	4,22	4,60	3,55	21,88	4,02	4,96	3,72	21,46
23	Mulda-Randeck—Sayda	105 875	28 179	1 365 894	2 126 727	561 701	3,96	7,32	4,88	20,83	3,55	8,30	5,09	17,04
24	Mosel—Ortsmannsdorf	40 388	12 635	524 069	865 217	236 431	3,14	7,72	4,64	17,81	3,31	7,69	4,72	15,84
25	Hetzdorf—Großwaltersdorf . . .	142 603	38 935	2 038 941	3 090 181	669 356	3,71	7,74	4,95	24,97	3,59	6,15	4,21	17,59
26	Kohlmühle—Hohnstein	19 283	7 333	197 556	389 476	89 264	2,79	9,42	5,07	23,13	2,47	10,18	4,82	20,10
27	Taubenheim—Dürrenhemersdf . .	35 556	7 272	502 980	699 324	99 020	5,18	7,43	5,35	36,56	4,60	6,70	4,81	35,20
28	Bernstadt—Herrnhut	77 546	12 241	1 070 560	1 401 072	397 930	6,18	8,68	6,29	19,72	6,49	6,26	4,97	19,27
29	Grünstädtel—Oberritttersgr. . .	32 891	5 659	252 274	405 061	87 888	6,53	11,84	7,95	36,12	5,09	14,98	8,35	39,23
30	Reichenb (V)—Oberheimsdf . . .	32 108	4 475	549 193	728 201	92 971	7,82	4,70	3,79	37,67	6,52	8,28	5,49	31,41
	Summe Zeile 1 bis 30	4 275 403	798 757	56 702 145	96 174 257	17 951 754	5,44	7,59	3,83	26,25	5,05	7,41	4,65	24,00

Diese Entwicklung ist verständlich, wenn man z. B. die Linie Heidenau—Altenberg betrachtet. Für den Verkehr nach den Hauptpunkten dieser Linie sind in den Zusammenstellungen 5 und 6 (Seite 152) die Fahrzeiten und Fahrpreise der Eisenbahn denen der Kraftverkehrslinien gegenübergestellt.

Man muß beim Vergleich der einzelnen Zahlen zugeben, daß der Anreiz für die Benutzung der Eisenbahn im Regelverkehr nicht sehr groß ist. Für die Schiene bleibt nur der Verkehr übrig, den der Kraftverkehr nicht übernehmen will und kann, d. i. der Berufsverkehr, der Wochenend- und Sonderzugverkehr, sowie namentlich der Wintersportverkehr. Eine ähnliche Entwicklung ist beim Güterverkehr zu beobachten, obwohl hier in den meisten Fällen Nachteile für die Verfrachter überhaupt nicht auftreten, da im allgemeinen die Güterbeförderung vorzüglich organisiert ist, ein Umladen von Gütern wegen des Rollwagenverkehrs nicht mehr in Frage kommt und nach Wegfall der besonderen Umlade- und Rollbockgebühren auch tariflich keine Unterschiede mehr gegenüber den Vollspurbahnen bestehen.

Die stark rückläufige Verkehrsentwicklung bei den Schmalspurbahnen hat vielfach zu der Frage geführt, ob der Bau der Schmalspurbahnen seinerzeit ein Fehler gewesen ist und ob die Entwicklung der betreffenden Linien anders geworden wäre,

wenn sie seinerzeit nicht schmalspurig, sondern vollspurig gebaut worden wären.

Wenn man die im Teil A angeführten Gründe für die Anwendung der schmalen Spur genauer untersucht, so wird man feststellen, daß in technischer Beziehung die Frage des Halbmessers ausschlaggebend gewesen ist. In den „Normen für die Konstruktion und Ausrüstung der Eisenbahnen Deutschlands, die vom Bundesrat in der Sitzung vom 26. November 1885 auf Grund der Artikel 42 und 43 der Reichsverfassung beschlossen worden sind*)“ und somit Gesetzeskraft haben, heißt es in § 6: (Geleislage und Krümmungen:

„(6) Der kleinste Halbmesser der gekrümmten Geleise auf freier Bahn darf nicht unter 180 m lang sein.

(7) Die Anwendung eines Halbmessers der gekrümmten Geleise unter 300 m für Krümmungen auf freier Bahnstrecke bedarf der Genehmigung des Reichs-Eisenbahn-Amtes.“

Damit war also die Anwendung eines Mindesthalbmessers von 180 m festgelegt.

Wenn man nun die Täler untersucht, in denen Schmalspurbahnen angelegt sind, so ergibt sich, daß Linien mit 180 m

*) Sammlung reglementarischer Bestimmungen für die Eisenbahnen Deutschlands. Durchgesehen im Reichs-Eisenbahn-Amt. Berlin 1886. Verlag Ernst und Korn.

kleinstem Halbmesser fast überall zahlreiche Tunnel, Brücken, Ortsdurchschneidungen usw. erforderlich gemacht und erhebliche Kosten verursacht hätten. Anlässlich des vollspurigen Ausbaues der Linie Heidenau—Altenberg (Erzgeb.) ist z. B. eine Untersuchung durchgeführt worden, welche Baukosten für eine Vollspurbahn unter sonst gleichen Voraussetzungen bei Anwendung verschiedener Halbmesser zwischen 80 und 180 m notwendig gewesen wären. Dabei ergab sich folgendes Bild:

Baukosten einer Linie in der Achse der Schmalspur mit 80 m Mindesthalbmesser	7 065 000 <i>RM</i>
Baukosten einer Linie mit 120 m Mindesthalbmesser	9 100 000 <i>RM</i>
Baukosten einer Linie mit 140 m Mindesthalbmesser	11 200 000 <i>RM</i>
Baukosten einer Linie mit 180 m Mindesthalbmesser	22 500 000 <i>RM</i>

Diese Zahlen lassen vermuten, daß keine der Schmalspurstrecken als vollspurige Linie mit 180 m Halbmesser gebaut worden wäre, weil der Aufwand im Verhältnis zu den zu erwartenden Verkehr viel zu hoch geworden wäre. Man kann daher wohl sagen, daß der Bau der sächsischen Schmalspurlinien richtig war, weil sie mit geringem Aufwand den berührten Gebieten große wirtschaftliche Vorteile gebracht haben. Diese Feststellung schließt aber die Tatsache nicht aus, daß die Voraussetzung, auf die sich die Ansicht der sächsischen Regierung stützte und die auch die der Fachwelt jener Zeit war, nämlich daß der kleinste Halbmesser für eine vollspurige Eisenbahn 180 m betragen muß, als ein grundlegender Irrtum anzusehen ist. Näheres hierüber ist im Abschnitt D unter 3. ausgeführt.

In den wirtschaftlichen Betrachtungen des Teiles B ist nachgewiesen worden, daß auch die Betriebsausgaben auf den Schmalspurlinien, sowohl bezogen auf das Kilometer Streckenlänge wie auch auf das Wagenachskilometer, bis zum Jahr 1913 wesentlich niedriger waren als bei vollspurigen Bahnen. Diese statistischen Feststellungen werden bestätigt, wenn man die Kosten einer Zugfahrt in Vollspur und Schmalspur auf derselben Linie nach der „Zuko*)“ miteinander vergleicht. Für die Strecke Heidenau—Altenberg ist errechnet worden, wie hoch sich die Beförderungskosten einer bestimmten Nutzlast — z. B. 300 Personen von Dresden nach Altenberg — bei Benutzung eines Schmalspurzuges zwischen Heidenau und Altenberg gegenüber denen eines Vollspurzuges auf einer gedachten Normalspurstrecke in derselben Achse stellen. Es ergab sich hierbei, daß die Kosten der Schmalspurfahrt rund 25% niedriger sind, als die der Vollspurfahrt. Dieser hohe Unterschied wird erklärlich, wenn man bedenkt, daß die Vollspurlokomotive der Reihe 87 rund 85,6 t, die Schmalspurlokomotive der Bauart VI K nur rund 40,4 t — also rund 45% weniger — wiegt, und daß das Bruttogewicht der Wagen für 300 Sitzplätze bei der Schmalspur mindestens 30 t geringer ist als bei der Vollspur. Da nun die meisten Schmalspurlinien Gebirgsbahnen sind, bei denen zum Teil recht beträchtliche Höhenunterschiede zu überwinden

sind — z. B. bei der Strecke Heidenau—Altenberg 634 m —, so sind bei der vollspurigen Bahn allein für die Hubarbeit des toten Mehrgewichts bei jeder Zugfahrt erhebliche Mehrkosten aufzuwenden. Bei der Bergfahrt eines Vollspurpersonenzuges der Strecke Heidenau—Altenberg beträgt die Mehrarbeit gegenüber einem Schmalspurzuge etwa 50000 mt. Auch diese Feststellungen geben also der sächsischen Regierung recht, wenn sie sich im Jahr 1878 zum Bau schmalspuriger Linien entschlossen hat.

Eine andere Frage ist es jedoch, ob die Voraussetzungen, die seinerzeit für die Einführung schmalspuriger Bahnen allgemein maßgebend gewesen sind, für alle schmalspurigen Linien zutreffen und ob auf diesen Voraussetzungen im Laufe der Zeit weiter aufgebaut worden ist.

Die erste Frage muß bei näherer Prüfung verneint werden. Die Anlage schmalspuriger Bahnen im Flachland, wo der Zwang, kleinste Halbmesser anzuwenden, nicht vorlag, war ein Fehler. Hier hätten die Mehrkosten bei Anwendung der Vollspur, soweit die baulichen Aufwendungen in Frage kommen, keine sehr erhebliche Rolle gespielt. Desgleichen wäre es auch ohne weiteres möglich gewesen, vollspurige Fahrzeuge leichter Bauart für den Personenverkehr zu entwickeln, die auf Hauptbahnen über-

Zusammenstellung 4.

Gegenüberstellung der Betriebsausgaben 1913 und 1935, insgesamt und bezogen auf ein Wagenachs-km.

Nr.	Schmalspurstrecken	insgesamt		je Wagenachs-km	
		1913	1935	1913	1935
		<i>M</i>	<i>RM</i>	<i>l/j</i>	<i>R/jf</i>
30	Reichenbach (V) — Oberheinsdorf	25 261	63 088	13,08	33,57
26	Kohlmühle — Hohnstein	40 224	67 620	14,05	29,51
27	Taubenheim — Dürrhennersdorf	62 804	147 766	12,09	29,00
29	Grünstädtel — Oberrittersgrün	70 126	146 561	12,88	28,72
13	Meinersdorf — Schönfeld-W.)	393 798	1 073 464	8,13	24,06
14	Wilischthal — Thum				
17	Zittau — Oybin	255 714	602 001	9,80	23,85
18	Bertsdorf — Jonsdorf				
3	Freital-P. — Wilsdruff — Nossen	348 309	1 030 641	7,45	22,79
15	Wilkau-H. — Carlsfeld	455 818	936 687	9,30	22,37
28	Bernstadt — Herrnhut	48 518	131 867	10,55	21,61
4	Meißen-Tr. — Wilsdruff	297 251	580 374	7,56	21,22
5	(M.-Tr.) — Garschach — Lommatzsch				
6	Mertitz Gab — Gärtitz	161 185	395 509	7,74	21,10
21	Cranzahl — Oberwiesenthal				
16	Heidenau — Altenberg	352 747	1 029 550	6,17	20,95
25	Hetzdorf — Großwaltersdorf	76 316	266 423	8,85	20,87
2	Freital-P. — Hainsberg	—	8 249	—	19,80
23	Mulda-R. — Sayda	73 932	126 852	10,22	19,59
24	Mosel — Ortmannsdorf	83 317	141 737	8,97	19,52
7	Mügelb. b. O. — Döbeln	606 432	1 144 460	8,15	19,27
8	Oschatz — Neichen-Zöhdä				
9	Nebitzsch. — Kropitz	201 644	284 486	10,53	19,13
10	Strehla — Oschatz (m. E.)				
19	Zittau — Hermsdorf	136 454	345 181	7,28	19,03
20	Wolkenstein — Jöhstadt	110 855	305 342	7,39	18,92
12	Klingenberg-C. — Frauenstein	485 563	930 654	6,49	18,77
1	Hainsberg — Kipsdorf	—	110 705	—	17,77
11	Oberdittmannsdorf — Klingenberg-C.	—	—	—	—
22	Radebeul — Radeburg	165 331	460 064	5,86	16,06
zusammen:		4 451 499	10 329 281		
Mittelwert für 1 km Betriebslänge		8 747	19 234		
Mittelwert für 1 Wagenachs-km				7,90	20,60

*) Dienstvorschrift für die Berechnung einer Zugfahrt.

gehen konnten, ohne daß sie für den Hauptbahnverkehr bestimmt zu sein brauchten.

Auch die zweite Frage — ob die schmalspurigen Linien auf der Grundlage der bei ihrer Entstehung maßgebend gewesenen Voraussetzungen weiter entwickelt worden sind — muß verneint werden. In dem Augenblick, als der Versuch gemacht wurde, den Übergang vollspuriger Güterwagen auf die Schmalspur zu ermöglichen, setzte eine falsche Entwicklung ein. Denn nunmehr kamen die gleichen Achslasten wie bei einem Ausbau in Vollspur auf die Schmalspur, ja, sie wurden durch die Gewichte der Rollwagen oder Rollböcke sogar noch größer. Die eine Abweichung von den ursprünglichen Voraussetzungen zog die andere nach sich. Die größeren Achsdrücke bedingten stärkere Schienenformen und Verstärkung der Brücken, der Rollwagenverkehr erforderte eine Umgrenzung des lichten Raumes, die fast der der Normalspurbahnen gleichkommt, u. a. mehr. Gleichzeitig stiegen damit aber auch die Anforderungen an das zulässige Zuggewicht. Die schwachen Lokomotiven der ersten Bauart waren bei ihrem geringen Fassungsvermögen für Wasser und Kohle und der geringen Zugkraft nicht in der Lage, größere Lasten zu befördern. Die Folge war, daß auch die Entwicklung der Lokomotiven

in eine andere Richtung gedrängt wurde. Wie bereits im Teil A gesagt wurde, sind mit den höheren Anforderungen sowohl die Abmessungen als auch die Preise immer mehr gestiegen, so daß eine neuzeitliche Schmalspurlokomotive sich im Beschaffungspreis von einer vollspurigen Lokomotive kaum noch unterscheidet. Bei den Personen- und Güterwagen ging die Entwicklung ähnlich. Aus alledem geht hervor, daß die Entwicklung der Schmalspurbahnen immer mehr in der Richtung verlief, ein den Vollspurbahnen technisch gleichwertiges Bahnsystem zu schaffen. Diese Entwicklung hat aber nichts mehr mit den Ideen der ersten Verfechter des Schmalspurgedankens gemeinsam.

D. Vorschläge.

Die rückläufige wirtschaftliche Entwicklung der Schmalspurbahnen aus den oben dargelegten Gründen zwingt die Reichsbahn zur Stellungnahme. Keineswegs darf der bisherige Weg mit dem Ziel, die Schmalspur auf jeden Fall zu erhalten und durch weiteren Ausbau der Strecken und des Fahrzeugparks immer mehr an die Vollspur anzugleichen, weiter verfolgt werden. Die Nachteile beim Übergang der Vollspur auf die Schmalspur und die geringe Geschwindigkeit auf Strecken mit Rollwagenverkehr werden bleiben, welche Hilfsmittel man auch schafft, um den Spurwechsel zu erleichtern. Außerdem wird der Bau neuer Schmalspurbahnen mit dem Ziele, ein zusammenhängendes Netz zu schaffen, nicht mehr in Frage kommen. Es müssen daher andere Wege gesucht werden, um die Wirtschaftlichkeit der in Frage kommenden Linien zu verbessern. Hierzu gibt es drei Möglichkeiten:

Stillegung unwirtschaftlicher Schmalspurlinien;

Stillegung des Personenverkehrs auf einzelnen Schmalspurlinien;

Umbau schmalspuriger Linien in Vollspur.

1. Stillegung unwirtschaftlicher Schmalspurlinien.

Der Versuch, einzelne Schmalspurlinien ganz stillzulegen, ist wiederholt unternommen worden: er hat jedoch bisher in keinem Fall zu einem Ergebnis geführt. Immer waren angeblich die wirtschaftlichen Schädigungen einzelner so groß, daß die zuständigen Regierungsstellen nicht zustimmen zu können glaubten. Dieser Zustand ist auf die Dauer untragbar. Gerade heute, wo jede Maßnahme dem Wohle des Volksganzen und nicht nur dem Nutzen einzelner zu dienen hat, muß es möglich sein, bei ganz unwirtschaftlichen Strecken die völlige Stillegung zu erreichen, um die dadurch freiwerdenden Arbeitskräfte, Betriebsmittel und Stoffe wirtschaftlicheren Vorhaben zuführen zu können. Der Kraftwagen hat eine so große Veränderung gerade in dem Verkehrsbereich, zu dem auch die Schmalspurbahnen gehören, gebracht, daß versucht werden muß, ihn auch dort einzusetzen, wo er besser am Platze ist als eine Eisenbahn. Selbstverständlich kann es sich hierbei nur um Linien mit schwachem Verkehr handeln: denn es darf nicht verkannt werden, daß gerade bei dem der Eisenbahn noch verbliebenen Massengutverkehr eine Beförderung mit dem Kraftwagen — besonders in sehr gebirgigem Gelände — eine erhebliche Vertueerung zur Folge haben würde, wie nachstehendes Beispiel zeigt: 20 t Kohle von

Zusammenstellung 5.

Fahrzeiten von Dresden nach Stationen der Linie Heidenau—Altenberg
(Stand 1934).

1 Ort	3 Reichsbahn		4 Reichspost		7 KVG(*)	
	2 km	Fahrzeit	km	Fahrzeit	km	Fahrzeit
Dolma . . .	14	26—31 Min.	15	32—34 Min.	—	—
Woeseinstein .	18	35—42 „	19	42—44 „	—	—
Glashütte . .	32	84—92 „	34	70—72 „	30	62—69 Min.
Lauenstein . .	44	120—129 „	46	92—94 „	—	—
Geising . . .	48	137—146 „	50	101—102 „	—	—
Altenberg . .	53	151—160 „	—	—	39	85—90 Min.

*) KVG. = Kraftverkehrsgesellschaft Sachsen.

Zusammenstellung 6.

Fahrpreise von Dresden nach Glashütte, Geising und Altenberg
(Stand 1934).

1 Art der Fahrt	2 Unternehmen	4 Fahrpreise nach			
		3 Glashütte R.H.	5 Geising R.H.	6 Altenberg R.H.	
Ein- fache Fahrt	gewöhnlich	Reichsbahn	1,30	2,00	2,20
		Reichspost	2,00	2,80	—
		KVG. *)	2,00	—	2,80
	auf 10er Heft	Reichspost	1,46	2,19	—
		KVG.	1,38	—	2,50
		Reichspost	1,26	1,76	—
Hin- und Rück- fahrt	an Werktagen	Reichsbahn	2,60	4,00	4,40
		Reichspost	1,80	2,60	2,90
		KVG.	3,30	4,50	—
	„ allen Tagen	Reichspost	3,30	—	4,50
		KVG.	—	—	—
		Reichsbahn	—	2,00	2,20
im Wintersport- verkehr	Reichspost	—	3,30	—	
	KVG.	—	—	3,30	
desgl., nur für Ver- ein „Schneeflocke“	Reichsbahn	—	—	—	
	KVG.	—	—	—	

*) KVG. = Kraftverkehrsgesellschaft Sachsen.

Zwickau (Sachs.) nach dem Ort Geising auf der Strecke Heidenau—Altenberg kosten an Fracht 86 *RM*. Würde die Eisenbahnstrecke Heidenau—Altenberg aufgegeben, so müßte die Kohle mit der Bahn bis Heidenau (Fracht 68 *RM*) und von dort mit dem Kraftwagen nach Geising gebracht werden. Die Kosten hierfür einschließlich Umladung wurden zu 122 *RM* ermittelt, so daß die Gesamtkosten, selbst wenn die Abfuhrkosten in Geising noch berücksichtigt werden, ganz wesentlich höher werden. Dieses Beispiel darf aber keinesfalls verallgemeinert werden. In vielen Verkehrsbeziehungen liegen die Verhältnisse wesentlich günstiger, so daß in jedem Einzelfalle genaue Untersuchungen unter Berücksichtigung der Selbstkosten angestellt werden sollten. Wahrscheinlich ist z. B. bei den Linien Reichenbach (Vogtl)—Oberheinsdorf, Kohlmühle—Hohnstein, Taubenheim—Dürrenhennersdorf und Mosel—Ortmannsdorf der Kraftwagen ohne weiteres in der Lage, den anfallenden Verkehr zu übernehmen.

2. Stilllegung des Personenverkehrs auf einzelnen Schmalspurlinien.

Linien, die nicht vollständig stillgelegt werden können, sollten daraufhin untersucht werden, ob wenigstens der Personenverkehr vom Kraftwagen übernommen werden kann. Wo kein Spitzenverkehr in Frage kommt, wird dies möglich sein. Für den noch verbleibenden Güterverkehr können dann so einfache Verhältnisse geschaffen werden, daß eine weitgehende Angleichung der Betriebsausgaben an die Einnahmen erreichbar erscheint.

3. Umbau schmalspuriger Linien in Vollspur.

Für Schmalspurlinien, bei denen weder eine vollständige Schließung noch eine Stilllegung des Personenverkehrs möglich ist, wie z. B. bei Linien mit starkem Wochenend- und Wintersportverkehr oder mit großen industriellen Anlagen oder mit umfangreichem Empfang und Versand landwirtschaftlicher Güter usw., sollte der vollspurige Ausbau untersucht werden. Bei den Entwürfen sollten jedoch die Kosten in den bescheidensten Grenzen gehalten werden. Dies wird in vielen Fällen möglich sein, wenn kleinere Halbmesser als 180 m angewendet werden.

Im Abschnitt C sind die ersten gesetzlichen Bestimmungen über die Festlegung von 180 m als Mindesthalbmesser für vollspurige Bahnen angeführt. Man kann — ohne zu weit zu gehen — sagen, daß der technischen Entwicklung der Eisenbahnen wohl keine zahlenmäßige Festlegung mehr geschadet hat, als diese Bestimmung. Wäre seinerzeit für normalspurige Eisenbahnen ein kleinster Halbmesser von z. B. 50 m festgesetzt worden, so wären der Entwicklung der Eisenbahnen ganz andere Möglichkeiten erschlossen worden. Die fortschreitende Technik hätte zweifelsohne Lokomotiven und Wagen geschaffen, die Bogen mit diesem Halbmesser einwandfrei befahren könnten. Die vollspurigen Straßenbahnen sind hierfür ein Beweis. Die Schuld an der mangelnden Kurvenläufigkeit unserer Fahrzeuge trifft nicht die Entwerfenden. Sie haben die Lokomotiven und Wagen nach den ihnen gegebenen Unterlagen gebaut. Die Schuld trifft vielmehr diejenigen, die seinerzeit die aus den Erfahrungen der ersten Eisenbahnen stammende Zahl 180 festgelegt haben. Wenn heute noch — für manche unbegreiflich — um die Einführung bogenläufiger Fahrzeuge gekämpft werden muß, so ist dies auf die nach und nach immer fester verwurzelte und doch irrige Ansicht zurückzuführen, daß 180 m tatsächlich die unterste Grenze für Bogen vollspuriger Eisenbahnen ist und bleiben wird.

Es ist wohl selbstverständlich, daß hiermit keineswegs die Auffassung vertreten werden soll, als ob die Anwendung möglichst großer Halbmesser nicht unter allen Umständen erstrebenswert wäre, aber es besteht ein wesentlicher Unterschied, ob nur große Halbmesser angewendet werden dürfen oder ob die Lokomotiven und Wagen in der Lage sind, unter entsprechender Geschwindigkeitsbeschränkung auch kleinste

Halbmesser befahren zu können. Es war zu spät, als die Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BO) vom Jahr 1905 einen Zusatz brachte, der für Bahnen, auf die Fahrzeuge der Hauptbahnen nicht übergehen sollen, Halbmesser von 100 m zuließ. Die Ingenieure hatten auf Grund der allgemeinen Einstellung und ihrer Erziehung an den technischen Schulen kein Verständnis mehr für die Wichtigkeit kleinster Krümmungshalbmesser sowohl auf der Strecke, wie vor allem in den Nebengleisen der Bahnhöfe, in Anschlußgleisen usw. Infolgedessen unterblieb auch die technische Weiterentwicklung der Fahrzeuge in dieser Richtung. Leider geht die Entwicklung auf diesem Wege heute noch weiter. Die durch die schnellfahrenden Züge bedingten großen Halbmesser auf freier Strecke und in Weichen lassen die Erkenntnis von der Wichtigkeit kleinster Halbmesser für die Entwicklung der Eisenbahnen nicht aufkommen. Ein Beweis dafür, daß die Festlegung eines Mindesthalbmessers von 180 m eine viel zu weitgehende Einschränkung war, ist die Tatsache, daß es — obwohl die Fahrzeuge der Deutschen Reichsbahn nicht kurvenläufig sind — bereits seit Jahrzehnten vollspurige Nebenbahnen mit kleineren Halbmessern als 180 m gibt. Zu diesen Linien gehört z. B. die Strecke Freital-Potschappel Ost—Possendorf bei Dresden. Diese Linie weist bei Steigungen von 1:33 Halbmesser von 85 m auf. Für den Personenverkehr auf dieser Linie sind besondere Wagen mit 4,5 m Achsstand vorhanden, die auf der Hauptbahnstrecke bis Dresden verkehren. Im Güterverkehr sind nach der Anlage 1, Seite 6 des Achsdruckverzeichnisses sämtliche Wagen bis zu 4,5 m Achsstand für diese Linie freigegeben. Während des Krieges wurden wegen Wagenmangel auch größere Achsstände — bis zu 6,5 m — versuchsweise zugelassen. Da sich hieraus keine Nachteile ergeben haben und Entgleisungen in den scharfen Bogen nicht vorgekommen sind, wurde diese Erweiterung bisher nicht rückgängig gemacht. Für das Kuppeln der langen Wagen bestehen besondere Vorschriften. Auf dieser Strecke wurden im Januar 1934 eingehende Versuchsfahrten gemacht, die den Zweck hatten, das Verhalten von Lokomotiven, Triebwagen und Wagen vorhandener Bauarten festzustellen. Die Versuche wurden mit der Einheits-Hafenbahnlokomotive 87.015 und mit dem Verbrennungstriebwagen Altona Nr. 766 durchgeführt. Hierbei wurde festgestellt, daß die Lokomotive sowohl bei der Berg- als auch bei der Talfahrt ohne merkbaren Stoß in die Krümmungen einlief. Der Durchlauf durch die Krümmungen ging ohne Zwang und ohne nennenswertes Spurkranzgeräusch vor sich. Die Lastfahrten wurden mit Zügen von 100, 150 und 210 t Gesamtlast durchgeführt. Die Last bestand zunächst aus zweiachsigen Personenwagen mit 4,5 und 5,5 m Achsstand. Dabei wurden in den Bogen mit Halbmessern von 85 m Geschwindigkeiten von 32—35 km/h und bei Halbmessern von 100—120 m solche von 35—45 km/h erreicht. Die Versuche hatten trotz der Unzulänglichkeit der verwendeten Betriebsmittel — z. B. hatten die Wagen der Versuchszüge keine Pufferausgleichsvorrichtungen — ein völlig befriedigendes Ergebnis. Hieraus geht hervor, daß gegen den Bau vollspuriger Eisenbahnen mit wesentlich geringeren Halbmessern als 180 m keine Bedenken bestehen, wenn nur die Fahrgeschwindigkeit entsprechend festgesetzt wird. Die Frage des Halbmessers wird überhaupt keine Rolle mehr spielen, wenn sämtliche Fahrzeuge völlig kurvenläufig sein werden.

Aus den vorstehenden Darlegungen geht hervor, daß bei einer neuen grundsätzlichen Behandlung der Frage der Krümmungshalbmesser Möglichkeiten für eine Neugestaltung der Eisenbahnen von außerordentlichem Ausmaße entstehen. Notwendig ist hierzu vor allem der Wegfall aller erschwerenden gesetzlichen Bestimmungen und eine zielbewußte Weiterentwicklung bogenläufiger Fahrzeuge.

Für den Umbau weiterer Schmalspurlinien ist eine beschleunigte Entwicklung in diesem Sinn von Wichtigkeit.

Die Grundlagen für den vollspurigen Ausbau der Schmalspurlinie Heidenau—Altenberg.

Von Abteilungspräsident Dr. Ing. Frohne.

A. Die Schmalspurlinie Heidenau—Altenberg (Erzgeb.).

Die Schmalspurlinie von Mügeln (heute Heidenau) nach Geising wurde am 18. November 1890 eröffnet. Der Anschluß des im unteren Teil industriereichen Müglitztales an das Eisenbahnnetz war schon um 1866 wiederholt erörtert worden. Man hatte dabei in erster Linie an den Bau einer Durchgangsbahn nach Böhmen gedacht, um die Kohlenzufuhr aus den nordböhmischen Braunkohlengebieten nach den im Müglitztale gelegenen Industrieanlagen, besonders nach den Strohstofffabriken, zu verbilligen. Die Untersuchungen hatten jedoch ergeben, daß die Betriebskosten einer solchen Bahn, die eine über das Erzgebirge verlorene Steigung von rund 650 m gehabt hätte, untragbar hoch geworden wären. Infolgedessen entschied man sich nur für eine Stichbahn aus dem Elbtal bis zur Stadt Geising.

Die Bahn hatte ursprünglich rund 36 km Länge. Sie wurde im Jahre 1923 als Notstandsarbeit bis Altenberg fortgesetzt, um das für den Wintersportverkehr besonders günstige Gelände bei Altenberg zu erreichen.

Der Anfangspunkt Heidenau liegt auf rund 121 m, der Endpunkt Altenberg auf rund 755 m über NN.; der Höhenunterschied beträgt also 634 m. Die Linie verlief von Heidenau bis Lauenstein im Tale der Müglitz mit einer durchschnittlichen Steigung von etwa 1:77; von hier zog sie sich zunächst im Tale des „Roten Wassers“ und anschließend am Nord- und Westhang des Geisingberges hin, wobei die Steigung mit ganz geringen Unterbrechungen 1:30 betrug. Der kleinste Krümmungshalbmesser auf der freien Strecke war 80 m. Die Strecke wies folgende Richtungsverhältnisse auf:

Gerade	24705 m
Krümmungen mit Halbmessern über 300 m	674 „
Krümmungen mit Halbmessern von 300—201 m	2345 „
„ 200—181 „	2840 „
„ 180—161 „	601 „
„ 160—141 „	1089 „
„ 140—121 „	868 „
„ 120—111 „	771 „
„ 110—101 „	— „
„ 100—91 „	2663 „
„ 90—80 „	5093 „
zus.	41649 m.

Die Bahn lag zum größten Teil neben der von Heidenau bis Geising führenden Talstraße — seit 1934 Reichsstraße — die 25mal gekreuzt wurde. Außer diesen 25 höhengleichen Übergängen mit starkem Verkehr waren noch 241 weitere Wegübergänge vorhanden, von denen allerdings die meisten nur einen schwachen Verkehr aufwiesen.

Im unteren Teil des Müglitztales befinden sich zahlreiche große industrielle Werke mit Gleisanschluß (Papier- und Zellstoff-, Gußstahl-, Chemische Fabriken usw.). Im mittleren Teil des Tales liegt die durch ihre Uhren und Rechenmaschinen weltbekannte Stadt Glashütte. Der obere Teil führt nach den walddreichen Gebieten des Osterzgebirges, das ein beliebtes Ausflugsziel der Dresdner Bevölkerung ist und zahlreiche bekannte Luftkurorte — Geising, Altenberg, Zinnwald, Oberbärenburg, Schellerhau usw. — aufweist. Die Höhenlage von 700 bis 850 m schafft auch für den Wintersportverkehr günstige Vorbedingungen. Das Osterzgebirge ist ein weit über die Grenzen Sachsens hinaus bekanntes Schigebiet.

Die Schmalspurstrecke hatte 13 Bahnhöfe, 4 Haltepunkte und 22 Anschlußgleise. Auf ihr verkehrten täglich drei Güterzugpaare, von denen eins in der Hauptsache die Anschluß-

gleise im unteren Teil des Tales bediente, und vier Personenzugpaare. Hierzu kamen an Wochentagen ein Zugpaar für den Berufsverkehr im unteren Teil des Tales und drei weitere Zugpaare an Sonntagen. Eine besondere Rolle spielte der Wintersportverkehr, der ein ausgesprochener Stoßverkehr ist. Bei günstigem Schiweather fuhren zum Wochenende etwa 3500 bis 4000 Sportler mit der Bahn bis Geising und Altenberg, und zwar etwa $\frac{1}{3}$ bereits Sonnabendnachmittag, die Hauptmasse am Sonntagmorgen. Der Talverkehr drängte sich am Sonntagmittag etwa auf die Zeit von 15 bis 18 Uhr zusammen. Im Durchschnitt mußten acht bis zehn Sonderzüge eingelegt werden.

An Betriebsmitteln waren vorhanden: 16 Lokomotiven, 74 Personenwagen, 11 Zugführerwagen, 159 Güterwagen, 60 Rollwagen. Hiervon wurden vier Lokomotiven und sechs Personenwagen, die für den gewöhnlichen Verkehr nicht mehr geeignet waren, nur noch ausnahmsweise im Wintersportverkehr verwendet.

Die Linie war vor dem Kriege eine der wenigen Schmalspurlinien mit einer guten Betriebszahl (etwa 65) und einer tragbaren Verzinsung des Anlagekapitals (3,2 bis 3,7%). Nach dem Kriege setzte eine absteigende Entwicklung ein, wie nachstehende Verkehrszahlen zeigen.

Zusammenstellung 1.

Leistungen im Güterverkehr.

Art des Verkehrs	1928	1929	1932	1933
Wagenladungen				
Ungeladene Schmalspurwagen	7719	6902	5982	5619
Auf Rollfahrzeugen beförderte				
Normalspurwagen	13611	13737	6700	6099
Stückgutverkehr				
Tonnen	12265	11401	8941	8200

Die immer mehr zurückgehenden Einnahmen und die immer stärker ansteigenden Ausgaben führten 1934 zur Durcharbeitung einer Planung für den vollspurigen Ausbau der Strecke.

B. Grundlagen für den vollspurigen Ausbau.

1. Allgemeines.

Der vollspurige Ausbau der Schmalspurlinie Heidenau—Altenberg ist nach dem Kriege mehrmals erörtert worden. Zunächst hatten die großen Industriewerke im unteren Teil des Müglitztales den Bau einer vollspurigen Industriebahn von Heidenau bis Weesenstein verlangt. Diese Forderung wurde aber nach Aufhebung der Sondergebühren für das Umladen der Güter von der Vollspur auf die Schmalspur und für das sogenannte „Aufbocken“ vollspuriger Güterwagen auf Rollwagen fallen gelassen.

Als im Jahre 1927 das Müglitztal zwischen Lauenstein und Weesenstein von einer großen Hochwasserkatastrophe auf das schwerste betroffen und die Schmalspurlinie auf etwa 20 km vollständig zerstört worden war, wurde der Wiederaufbau der Strecke in Vollspur erörtert. Das Vorhaben konnte aber nicht verwirklicht werden, da die Gesamtkosten des Entwurfs, der mit Krümmungen von 180 m Mindesthalbmesser aufgestellt worden war, einen Aufwand von etwa 22,5 Millionen RM erfordern würde, d. h. das Fünffache der Anlagekosten der Schmalspurstrecke im Jahre 1890.

Nach 1927 ist die Frage des vollspurigen Ausbaus im Zusammenhang mit der wirtschaftlicheren Gestaltung der in der Nähe von Dresden liegenden Schmalspurlinien immer wieder aufgetaucht. Sie nahm jedoch erst im Jahre 1933 greifbarere Gestalt an, als der Kampf gegen die Arbeitslosigkeit einsetzte.

Das gesamte Osterzgebirge, insbesondere das Müglitztal und das Gebiet um Pirna, litten unter einer sehr großen Arbeitslosigkeit. Zu ihrer Beseitigung erschien der vollspurige Ausbau der Bahnlinie als ein geeignetes und dabei wirtschaftliches Mittel. Es kam hinzu, daß die Zahl der Unfälle an den vielen schienengleichen Wegübergängen des engen und kurvenreichen Müglitztales mit steigendem Kraftwagenverkehr immer mehr zunahm. Die Forderung nach Beseitigung wenigstens der 25 Staatsstraßenübergänge mit lebhaftem Verkehr wurde immer dringender.

2. Der Vorentwurf.

Von den für die neue Linienführung festzulegenden Grundmaßen bot die Frage der Steigungen keine Schwierigkeiten. Die Möglichkeit wesentlicher Änderungen gegenüber der Schmalspur war nicht gegeben, namentlich nicht im oberen Teil des Tales, wo etwa von Lauenstein an die Schmalspur mit der höchstzulässigen Steigung von 1:30 bis Altenberg steigt. Eine Verringerung dieser Steigung hätte künstliche Längsentwicklungen bedingt, für die kein Platz vorhanden war, und die außerdem sehr hohe Kosten verursacht hätten.

Dagegen stand in bezug auf die Krümmungen schon nach den ersten Entwürfen fest, daß eine tragbare Lösung für den vollspurigen Ausbau der Linie nur dann gefunden werden würde, wenn in Abweichung von § 7 (1) der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BO) kleinere Halbmesser als 180 m angewendet werden dürften*). Die Zusammenstellung der Krümmungsverhältnisse bei der Schmalspurbahn im Abschnitt A läßt erkennen, daß 7756 m der insgesamt 41649 m langen Schmalspurstrecke einen geringeren Halbmesser als 100 m aufweisen, daß weiterhin Krümmungen mit Halbmessern von 100 bis 110 m überhaupt nicht vorhanden sind, und daß nur 771 m der Strecke Halbmesser zwischen 111 und 120 m haben. Diese Tatsache führte dazu, für den Vorentwurf einen Mindesthalbmesser von 120 m zu wählen. Zu dem hier nach vollständig umzubauenden Abschnitte mit Krümmungen unter 120 m kamen die Streckenteile hinzu, die im Zusammenhang mit der Beseitigung der verkehrsreichsten höhengleichen Wegübergänge verändert werden mußten.

Wenn der vollspurige Ausbau eine Maßnahme auf weite Sicht darstellen sollte, mußten wenigstens die 25 Staatsstraßenübergänge schienenfrei gemacht werden. Die Beibehaltung höhengleicher Übergänge war aber — abgesehen von der Unfallgefahr — auch wegen des Fahrzeitverlustes unerwünscht. Bei der Schmalspurbahn war die Höchstgeschwindigkeit auf der Strecke 25 km/h. Die zulässige Geschwindigkeit an den Wegübergängen schwankte — je nach der Übersichtlichkeit — zwischen 16 und 25 km/h; der Unterschied war also ganz gering. Beim vollspurigen Ausbau dagegen, bei dem eine Höchstgeschwindigkeit von 70 km erreicht werden sollte, hätte jede Geschwindigkeitsverminderung auf etwa 20 km/h einen fühlbaren Fahrzeitverlust zur Folge gehabt, so daß eine wesentliche Verkürzung der Fahrzeit — ein wichtiges Ziel des vollspurigen Ausbaus — nicht erreicht worden wäre. Schon die ersten Untersuchungen ließen aber erkennen, daß die Beseitigung der schienengleichen Wegübergänge eine schwierige und kostspielige Aufgabe war, zumal von der Straßenbauverwaltung wegen des stark gestiegenen Verkehrs auf der Staatsstraße (später Reichsstraße) weitgehende Forderungen in bezug auf Ausrundungshalbmesser, Steigungen und Krümmungen bei Über- oder Unterführungen der Straße gestellt wurden. Die Beseitigung der Wegübergänge erforderte den Neubau von etwa 15 km Streckenlänge; hiervon fiel ein Teil mit den 7,7 km zusammen, die wegen zu kleiner Halbmesser umzubauen waren.

*) Vergl. hierzu die Ausführungen unter Abschnitt D (3) im Aufsatz „Die sächsischen Schmalspurbahnen“.

Der unter Berücksichtigung der vorstehenden Bedingungen aufgestellte Vorentwurf wurde zu 9,1 Millionen *ℛℳ* veranschlagt.

Der Entwurf wurde mit der Änderung genehmigt, daß als Mindesthalbmesser der Linie nicht 120, sondern 140 m angewendet werden sollten, um eine möglichst weitgehende Freizügigkeit in der Zulassung der Wagen zu erreichen. Hierdurch war die Umarbeitung mehrerer Streckenabschnitte erforderlich. Die Mehrkosten wurden zu 2,1 Millionen *ℛℳ* ermittelt. Beim Auslegen der Pläne fand die in der Nähe des Schlosses Weesenstein geplante Linienführung wegen angeblicher Beeinträchtigung dieses unter Heimatschutz stehenden Bauwerkes nicht die Zustimmung der sächsischen Regierung. Abhilfe war nur durch eine grundlegende Änderung der Linienführung in diesem Abschnitt möglich, die zwar erhebliche Mehrkosten verursachte, aber den Vorteil brachte, daß ein großer S-Bogen mit 140 m Halbmesser wegfiel. Im unteren Teil des Tales waren damit nunmehr nur noch an zwei Stellen Halbmesser unter 180 m vorhanden. Es lag deshalb nahe, diesen Streckenabschnitt unter Anwendung von 180 m kleinstem Halbmesser nochmals zu bearbeiten, um in der Lokomotiv- und Wagenverwendung bei dem starken Verkehr der industriellen Werke völlig unabhängig zu werden.

Die eingehende Neubearbeitung der Linienführung im Frühjahr 1935 konnte sich bereits auf genauere maschinentechnische Unterlagen stützen, da sofort nach der grundsätzlichen Genehmigung der Planung für den vollspurigen Ausbau die Entwurfsarbeiten für die neuen Lokomotiven und Wagen in Angriff genommen worden waren.

3. Maschinentechnische Grundlagen.

a) Lokomotiven und Triebwagen.

Im Lokomotivpark der Deutschen Reichsbahn fehlte bis zum Jahre 1935 eine Lokomotive für Gebirgsbahnen mit langen Steigungen und scharfen Krümmungen. Selbstverständlich konnte nicht in Erwägung gezogen werden, für die Linie Heidenau—Altenberg eine besondere Bauart zu entwerfen; es mußte vielmehr versucht werden, eine Lokomotive zu schaffen, die für alle Gebirgsstrecken verwendbar war, und zwar sowohl im Reise- wie im Güterzugdienste. Sie mußte außerdem noch die Eigenschaft besitzen, in den fast überall vorhandenen flacheren Zufahrtstrecken bis zum Beginn der eigentlichen Gebirgsbahn möglichst hohe Geschwindigkeiten zu erreichen; darüber hinaus sollte sie einen möglichst geringen Achsdruck haben, um die Kosten des Oberbaues niedrig zu halten.

Die betrieblichen Forderungen an die neue Maschine waren: Geschwindigkeit in der Waagerechten 80 km/h, in Steigungen von 1:30 mit einer Last von 175 t 40 km/h, Kurvenläufigkeit für Halbmesser von mindestens 100 m.

Die Voruntersuchungen führten zu zwei grundsätzlichen Lösungen:

1 E 1 (h 3) = Tenderlokomotive mit Schwartzkopf-Eckhardt-Gestell an beiden Enden und

1 E 1 (h 2) = Tenderlokomotive mit Lutter-Möller-Antrieb.

Von jeder der beiden Formen wurden zwei Stück gebaut und im Betriebe erprobt. Einzelheiten dieser Lokomotiven sind von Fleming*) und Wagner**) veröffentlicht worden. Im Betriebe wurde festgestellt, daß die 1 E 1 (h 3)-Tenderlokomotive alle Erwartungen erfüllt: sie soll deshalb für weitere Beschaffungen in Frage kommen. Die wesentlichsten Angaben über diese Lokomotive sind nachstehend zusammengestellt.

*) Fleming: Neue Steilstrecken-Tenderlokomotiven der Deutschen Reichsbahn. Heft 15/16, 1936 „Die Reichsbahn“.

**) Wagner: Neue Dampflokomotiven der Deutschen Reichsbahn. Heft 25, 1935 „Verkehrstechnische Woche“.

Zusammenstellung 2.

Hauptangaben über die 1 E 1 (h 3)-Lokomotive.

Zylinderdurchmesser	480 mm
Kolbenhub	660 ..
Treibraddurchmesser	1400 ..
Laufraddurchmesser	850 ..
Ganzer Achsstand	11700 ..
*) (Höchstgeschwindigkeit	70 km/h
(Betriebsdruck des Kessels	20 kg/cm ²
Rostfläche	3,76 m ²
Achsdruck	18,5 t
Wasserinhalt des Kessels bei 100 mm über Feuerbüchse	7,40 m ³
Länge der Lokomotive zwischen den Puffern	15550 mm
Reibungsgewicht der Lokomotive	90,86 t
Leergewicht der Lokomotive	100,50 t
Dienstgewicht der Lokomotive	124,91 t
Inhalt der Wasserkästen	14 m ³
Inhalt des Kohlenkastens	3 t.

Wie die Zusammenstellung der technischen Angaben der neuen Lokomotive zeigt, beträgt das Dienstgewicht rund 125 t; das sind etwa 80 t mehr als bei der stärksten jetzt verkehrenden Schmalspurlokomotive. Auf die erheblichen Betriebsstoffkosten, die allein zum Heben der Lokomotiven von Heidenau bis Altenberg — Höhenunterschied 634 m — erforderlich sind, ist bereits hingewiesen worden. Es erschien deshalb von vornherein zweckmäßig, für den Personenverkehr nach Möglichkeit Triebwagen einzusetzen, zumal bei den Regelzügen ein Fassungsvermögen von 120 Plätzen bis Glashütte und von 60 Plätzen im stark ansteigenden Teil der Strecke von Glashütte bis Altenberg ausreichend ist. Die Bearbeitung der Triebwagen für Gebirgsbahnen konnte bisher noch nicht zum Abschluß gebracht werden. Ihre baldige Einführung ist jedoch von größter Bedeutung, da auf Strecken mit starken Steigungen — wie nachstehend ausgeführt ist — nur durch Triebwagen eine Wirtschaftlichkeit im Reisezugdienst erreicht werden kann.

Zusammenstellung 3.

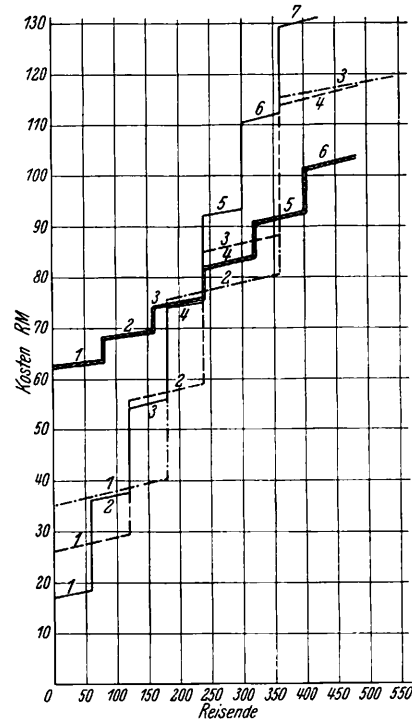
Förderkosten einer Fahrt von Heidenau nach Altenberg.

1		2		3		4		5		6	
Dampfzüge						Triebwagenzüge					
Zahl der Wagen	Kosten einer Fahrt RM	Zahl der Plätze	Zahl der Triebwagen	Kosten einer Fahrt RM	Zahl der Plätze	Zahl der Triebwagen	Kosten einer Fahrt RM	Zahl der Triebwagen	Kosten einer Fahrt RM	Zahl der Plätze	
1	63,80	80	1	18,70	60						
2	69,30	160	2	29,45	120						
3	75,90	240	3	40,20	180						
4	83,90	320									
5	92,80	400									
6	103,40	480									

In der Zusammenstellung 3 sind die Zugförderkosten getrennt nach Betriebsart und Zahl der Wagen und Plätze für die Bergfahrt von Heidenau bis Altenberg angegeben**). Dabei ist angenommen, daß die Personenwagen der Dampfzüge ein Fassungsvermögen von durchschnittlich 80, die Triebwagen ein solches von 60 Plätzen je Wagen haben. Bei den Triebwagen ist mit dieselmechanischen Wagen gerechnet worden und außerdem angenommen, daß zwei bzw. drei der-

artige Triebwagen von einem Führerstand aus bedient werden können.

Die Abbildung zeigt die Zugförderkosten in Abhängigkeit von der Zahl der Reisenden. Es geht daraus hervor, daß für die untersuchte Strecke bis zu einer Verkehrsstärke von 180 Personen der Triebwagenbetrieb wesentlich günstiger ist als der Dampfbetrieb, daß dagegen bei einer Verkehrsstärke über 360 Personen ohne jeden Zweifel der Dampfbetrieb wirtschaftlicher ist. Zwischen 180 und 360 Personen liegen die Verhältnisse für beide Betriebsarten etwa gleich. Hieraus folgt, daß für den gewöhnlichen Werktags- und Sonntagsverkehr unbedingt auf Triebwagen zugekommen werden sollte, und daß im Regelbetrieb der Abschnitt von Glashütte bis Altenberg mit einem einzigen Triebwagen bedient werden kann, daß dagegen trotz



- Dampfzug, Lokomotive Gt 46,15 mit einem Packwagen (20 t) und 1, 2, 3 usw. Personenwagen (je 20 t) = je 80 Plätze
- Triebwagen 210 PS, 25 t Eigengewicht = je 60 „
- - - - - Triebwageneinheit aus zwei Triebwagen = je 120 „
- - - - - Triebwageneinheit aus drei Triebwagen = je 180 „

Vergleich der Zugförderkosten zwischen Triebwagen- und Dampfbetrieb auf der Strecke Heidenau—Altenberg.

der ungünstigen Steigerungsverhältnisse für starken Ausflugs- und Wintersportverkehr — ganz abgesehen von sonstigen Erwägungen — der Lokomotivbetrieb die gegebene Beförderungsart ist.

b) Personenwagen.

Aus den Ergebnissen der Probefahrten auf der Strecke Freital—Potschappel Ost—Possendorf*) geht hervor, daß eine Verwendung vorhandener Wagen für die neue Strecke in nennenswertem Umfang nicht in Frage kam, zumal die vorhandenen vierachsigen Wagen ein sehr hohes totes Platzgewicht haben (337 und 350 kg je Platz).

Für die Linie Heidenau—Altenberg mußten deshalb neue Personenwagen beschafft werden, besonders da mit einem baldigen Einsatz von Triebwagen nicht zu rechnen war. Es muß als ein glücklicher Umstand bezeichnet werden, daß gleich-

*) Für die zukünftige Einheitsausführung wurden 80 km Höchstgeschwindigkeit und 16 atü Betriebsdruck festgesetzt.

***) Die Berechnungen und die dazugehörige Textabbildung wurden von Reichsbahnrat Heim bearbeitet.

*) Vergl. hierzu: „Die sächsischen Schmalspurbahnen“, Abschnitt D (3).

zeitig mit den Vorarbeiten für die Wagenbeschaffung der Linie Heidenau—Altenberg auch Fragen in der Wagenbeschaffung für den Dresdner Vorortverkehr zusammenfielen. Auf diese Weise wurde folgende Lösung möglich: Für den Regelbetrieb auf der Linie Heidenau—Altenberg wird nur die unbedingt erforderliche Zahl von Wagen, für den Dresdner Vorortverkehrsverkehr ein genügend großer Park von Wagen gleicher Bauart beschafft. Dieser steht dann an den wenigen Sonntagen mit starkem Ausflugs- und Wintersportverkehr für die Linie Heidenau—Altenberg zur Verfügung.

Ursprünglich wurde angestrebt, die Wagen in Leichtbauweise mit einer möglichst großen Platzzahl bei einem Platzgewicht von nicht über 250 kg zu bauen. Leider ist dieses Ziel nicht voll erreicht worden. Wie aus der nachstehenden Zusammenstellung 4 hervorgeht, konnten die Wagen nur mit einer Zahl von 56 (BC4) und 66 Plätzen (C4) geschaffen werden. Die Platzgewichte betragen (ohne Notsitze und Stehplätze) im BC4 443 kg und im C4 377 kg. Sie sind also ganz wesentlich höher als auf Grund der ersten Vorarbeiten angestrebt wurde.

Zusammenstellung 4.

Angaben über die neuen Wagen für die Linie Heidenau—Altenberg.

Gattung	BC4i	C4i
Gewicht, leer	24 800 kg	24 700 kg
„ „ besetzt	29 000 „	29 650 „
Abteile: 2. Klasse	4	—
3. „	2,5	6,5
Sitzplätze	32 + 24 = 56	66
Stehplätze und Notsitze	19	—
Breite zwischen den äußeren Teilen	3 054 mm	3 032 mm
Länge zwischen den Puffern	18 355 „	19 130 „
Drehzapfen	11 225 „	12 000 „
Drehgestell	3 000 „	3 000 „
Art der Drehgestelle	Görlitz IV geschweißt	Görlitz III leicht, geschweißt
Raddurchmesser	900 mm	900 mm

Die vorstehenden kurzen Angaben über die maschinentechnischen Grundlagen der neu zu beschaffenden Fahrzeuge genügen, um für die betrieblichen Grundlagen die erforderliche Begründung zu geben.

4. Die betrieblichen Grundlagen.

Im Abschnitt A ist darauf hingewiesen worden, daß die Strecke von Heidenau bis Altenberg fast ununterbrochen steigt. Nur auf den Bahnhöfen und Haltepunkten waren kurze Strecken mit flacherer Neigung eingeschaltet. Für die neue Linienführung entstanden nun Schwierigkeiten durch die Berücksichtigung der angestrebten größeren Zuglängen. Wenn auch bei der Bergfahrt die Zuglänge durch das höchstzulässige Zuggewicht von 175 t beschränkt war, so durfte bei der Talfahrt wegen des zu erwartenden starken Ausflugsverkehrs — namentlich auch im Wintersport — keine Einschränkung auftreten. Auf der anderen Seite hatte aber eine Verlängerung der bestehenden Bahnhöfe oder die Anlage neuer Bahnhöfe mit zuglangen Gleisen sehr erhebliche Höhenverluste zur Folge, die sich in stärkeren Steigungen auswirken mußten. Diese Frage, deren Bedeutung sich erst im Laufe der Bearbeitung der Planung herausstellte, führte dazu, die zulässigen Zuglängen genau festzusetzen. Dies wurde dadurch erleichtert, daß nach Einsatz der neuen Wagen im Dresdner Vorortverkehr mit Erfolg der Versuch gemacht worden war, nur Einheiten von drei Wagen zu verwenden: Ein „Stammzug“ ist ein Wagenzug von sechs Wagen: er kann in zwei „Halbzüge“ zerlegt werden.

Zwei Stammzüge bilden einen „Doppelzug“. Die betriebliche Verwendung regelt sich wie folgt:

Halbzüge für den Regelverkehr an Wochentagen:

Stammzüge für den Ausflugs- und Sonderzugverkehr:

Doppelzüge für die Talrichtung im Ausflugs- und Sonderzugverkehr.

Da von den Wagen der neuen Bauart nur eine beschränkte Anzahl zur Verfügung steht, mußte — namentlich für die von auswärts kommenden Sonderzüge im Wintersportverkehr — noch auf andere Wagen Rücksicht genommen werden. Nach Möglichkeit sollen für diesen Verkehr nur Eilzugwagen neuerer Bauart verwendet werden. Die sich hiernach ergebenden Zuglängen, Zuggewichte usw. sind in der Zusammenstellung 5 angeführt.

Zusammenstellung 5.

Zuglängen und Zuggewichte.

Wagenzahl	Zuglänge		Fassungsvermögen		Gewicht		
	ohne Lokomotive	einschl. Lokomotive	Sitzplätze	Sitz- und Stehplätze	Wagen t	Belastung t	insgesamt t
1	2	3	4	5	6	7	8

I. Züge aus Wagen der neuen Bauart:

a) Halbzug							
3	56,62	72,57	188	250	75	18,75	93,75
b) Stammzug							
6	113,23	129,18	376	500	150	37,50	187,50
c) Doppelzug							
12	226,46	242,41	752	1000	300	75,00	375,00

II. Züge aus Eilzugwagen mit Packwagen:

a) mit einer Lokomotive							
4 + 1 Pw	—	120	316	—	—	—	190
b) mit zwei Lokomotiven in der Bergrichtung							
8 + 1 Pw	—	204	632	—	—	—	375

III. Züge aus Eilzugwagen ohne Packwagen:

a) mit einer Lokomotive							
5	—	121	395	—	—	—	190
b) mit 2 Lokomotiven in der Bergrichtung							
9	—	205	710	—	—	—	375

Die Zusammenstellung läßt erkennen, daß für den Regelverkehr nur mit einer Zuglänge von 75 m zu rechnen ist, und daß die größte überhaupt vorkommende Zuglänge (Doppelzug mit zwei Lokomotiven) 260 m beträgt. Da es nun zum Teil wegen der Steigungen, zum Teil auch wegen sonstiger örtlicher Verhältnisse nicht möglich war, alle Bahnhöfe mit einer nutzbaren Gleislänge von mindestens 260 m auszustatten, wurden sie in drei Gruppen eingeteilt, und zwar gehören zur Gruppe A: Bahnhöfe, auf denen Kreuzungen von zwei Doppelzügen, zur Gruppe B: Bahnhöfe, auf denen Kreuzungen von zwei Stammzügen und zur Gruppe C: Bahnhöfe, auf denen Kreuzungen von zwei Halbzügen möglich sind.

Bei den Bahnhöfen der Gruppe C handelt es sich ausschließlich um solche mit sehr schwachem Verkehr. Die Länge der Haltepunkte richtete sich danach, ob sie für den Ausflugs- und Wintersportverkehr in Frage kommen.

Von Einfluß auf den Betrieb ist weiterhin der Wintersportverkehr. Im Abschnitt A ist ausgeführt, daß an Sportsonntagen

auf der Schmalspurlinie etwa $\frac{1}{3}$ der Reisenden Sonnabend nachmittags und abends, und $\frac{2}{3}$ am Sonntagmorgen nach Altenberg fuhr. Nach dem vollspurigen Ausbau muß bei der wesentlichen Verkürzung der Fahrzeit zwischen Dresden und Altenberg mit einer Verschiebung dieses Verhältnisses gerechnet werden, und zwar in der Richtung, daß die Zahl der erst am Sonntagmorgen fahrenden Sportler wesentlich größer wird. Diese Möglichkeit ist für den Betrieb von Bedeutung, weil eine wiederholte Verwendung der Leerzüge und vor allen Dingen der Lokomotiven nur noch in geringem Umfange möglich ist. Wie aus der Zusammenstellung 5 ersichtlich ist, können bei Verwendung der Wagen neuer Bauart mit einer Lokomotive rund 500 Reisende nach Altenberg befördert werden, wovon 124 Personen stehen müssen, was bei der Bergfahrt im allgemeinen in Kauf genommen werden dürfte. Nimmt man an, daß nach dem Umbau der von Dresden kommende Verkehr von 4000 auf 6000 Schifahrer steigt, und daß davon $\frac{1}{6}$ (bisher $\frac{1}{3}$) am Sonnabendnachmittag bergwärts fährt, so wären am Sonntagmorgen zehn Stammzüge zu je sechs Wagen = 60 Wagen und zehn Lokomotiven neuester Bauart erforderlich. Bei einer Zugfolge von etwa 15 Min. würde also die Anförderung $1\frac{1}{2}$ Std. dauern. Da Gegenzüge in diesem Zugbündel nicht durchzubringen sind, kann mit einer zweimaligen Verwendung der Lokomotiven und Wagen nicht gerechnet werden. Die Verhältnisse für die Abförderung der 6000 Sportler am Nachmittag liegen günstiger. Hierfür stehen zunächst die zehn Stammzüge, die zu fünf Doppelzügen vereinigt werden können, zur Verfügung. Damit können $10 \cdot 376 = 3760$ Reisende abgefahren werden, wobei berücksichtigt ist, daß bei der Rückfahrt von den Sportlern in der Regel Sitzplätze gefordert werden. Für die übrigen 2240 Reisenden müssen im Laufe der Woche die erforderlichen Wagen aus dem Bereitschaftsbestand nach Altenberg gebracht und dort hinterstellt werden. Diese Wagen können dann mit den restlichen fünf Lokomotiven abgefahren werden.

Eine weitere betriebliche Grundlage ist die Höchstgeschwindigkeit auf der Strecke, die auf 70 km/h festgesetzt wurde. Hieraus ergab sich, daß die Bahnhöfe mit Einfahrsignalen und zum Teil auch mit Vorsignalen sowie mit Ausfahrtsignalen auszustatten sind.

5. Der endgültige Entwurf.

Es kann nicht Aufgabe dieses Aufsatzes sein, eine Beschreibung der neuen Linie mit allen Einzelheiten zu geben. Nur die für den Umbau weiterer Schmalspurlinien wichtigsten Gesichtspunkte sollen festgehalten werden.

Von den „Trassierungselementen“ lagen nach den im Abschnitt B entwickelten Grundlagen der geringste Krümmungshalbmesser und die höchstzulässige Steigung fest. Ein weiteres Ziel war eine möglichst geringe Reisezeit. Diese ist abhängig von der Zahl und Dauer der Aufenthalte und von der Geschwindigkeit. Eine gewisse Verbesserung wird dadurch eintreten, daß die Zahl der Bahnhöfe um zwei vermindert wurde. Auf die zulässige Geschwindigkeit sind neben den Steigungen und Krümmungen die höhengleichen Wegübergänge von maßgebendem Einfluß. Bei dem Entwurf wurde daher darauf geachtet, die Zahl der verbleibenden schienengleichen Wegübergänge nach Möglichkeit zu vermindern, indem unwichtige Übergänge ganz eingezogen und andere durch Anlage von Seitenwegen zusammengefaßt wurden. Wo es ohne große Kosten möglich war, wurden auch für verkehrsärmere Kreuzungen schienenfreie Lösungen gesucht.

Die wesentliche Verkürzung der ganzen Linie von 41649 m auf 38000 m hatte eine Verschlechterung der Steigungsverhältnisse zur Folge. In Abweichung von der Schmalspurbahn mußten bereits im Abschnitt bis Glashütte auf längere Strecken Steigungen von 1:40 angewendet werden. Eine ganz beträcht-

liche Änderung gegenüber den bisherigen Steigungsverhältnissen ergab sich im Streckenabschnitt zwischen Glashütte und Bärenhecke-Jonsbach, wo die Linie durch den 529 m langen Gleisbergertunnel um etwa 1,2 km verkürzt wurde. Der hierdurch eintretende Verlust an Entwicklungslänge machte eine Steigung von 1:39 auf rund 2,5 km Länge notwendig. Im oberen Teil des Tales mußte an verschiedenen Stellen die Steigung 1:27,5 gewählt werden. Der Gesamtwiderstand gegenüber dem bisherigen Zustand mit einer Steigung 1:30 wird hierdurch aber nicht größer, da an den betreffenden Stellen große Halbmesser angewendet werden konnten.

Mit zu den schwierigsten Fragen gehörte der Umbau der Anschlußgleise. Verschiedene Anlagen, namentlich in den großen Industriewerken im unteren Teil des Tales, hatten Halbmesser bis zu 60 m. Um den kostspieligen Umbau der Anschlußgleisanlagen zu vermeiden und die vorhandenen Betriebsmittel der Werke auch weiterhin ausnutzen zu können, war bei zwei Werken zunächst geplant, die schmalspurige Gleisanlage beizubehalten und die vollspurigen Wagen im Werkverkehr auf schmalspurige Rollwagen zu setzen. Dieser Plan wurde aber wegen verschiedener Schwierigkeiten fallen gelassen und der vollspurige Anschluß auch dieser Werke durchgeführt.

Auf die Bauausführung war schon beim Vorentwurf Rücksicht zu nehmen. Hierfür ist die Zerlegung der ganzen Strecke in möglichst günstige Bauabschnitte von Bedeutung. Es war weiterhin darauf zu achten, Baustoffe und Arbeiter vorteilhaft mit der Schmalspur an die Baustellen heranzubringen. Dagegen wurde — in Abweichung vom ursprünglichen Plan — auf die Möglichkeit einer Beförderung von Bodmassen auf der Schmalspurlinie zum Massenausgleich keine Rücksicht genommen. Die betrieblichen Schwierigkeiten eines Bauzugverkehrs wären bei der durch den Bau an sich schon stark belasteten Strecke zu groß geworden.

Zu berücksichtigen war weiterhin, daß sämtliche Kunstbauten und die Streckenabschnitte, die große Erdarbeiten erforderten, fertiggestellt werden könnten, ohne den Betrieb auf der Schmalspurlinie zu stören. Diese Forderung führte an verschiedenen Stellen zu einer Linienführung, die einfacher geworden wäre, wenn auf die vorhandene Schmalspurlinie keine Rücksicht zu nehmen gewesen wäre.

Ein weiterer entscheidender Punkt für den Umbau einer Schmalspurlinie in Vollspur ist schließlich die Frage der Betriebsüberleitung. Von Anfang an war als notwendig erkannt worden, den Eisenbahnbetrieb etwa auf die Dauer von drei bis vier Wochen ganz stillzulegen und den gesamten Personen- und Güterverkehr mit Kraftwagen durchzuführen. Um diese Zeit, die selbstverständlich in einen verkehrsschwachen Jahresabschnitt zu legen war, zu verkürzen, wurde während des Baues die Linienführung an verschiedenen Stellen, wo ursprünglich nur eine Umlegung der Schmalspur in Vollspur vorgesehen war, geändert und die neue Vollspur seitlich von der Schmalspur angeordnet. Die Mehrkosten eines neuen Bahnkörpers gegenüber einem Umbau der Schmalspur ergaben sich als verhältnismäßig gering, zumal in vielen Fällen das freier werdende Land der Schmalspurlinie zweckmäßig verwertet werden konnte. Für die in der Betriebspause umzubauenden Abschnitte mußte auf eine Vorratslagerung von Steinschlag Rücksicht genommen werden, da es unmöglich erschien, die erforderlichen Mengen von Steinschlag auf andere Weise heranzubringen.

C. Ergebnisse des vollspurigen Ausbaues.

Das Ziel des vollspurigen Ausbaues war: Durchführung von Zügen der Hauptbahn bis Altenberg, also Wegfall des Spurwechsels, wesentliche Verkürzung der Fahrzeit, Beseitigung der verkehrsreichen schienengleichen Wegübergänge, Steigerung der Leistungsfähigkeit der Linie, namentlich im

Wintersportverkehr, schließlich Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch Hebung der Einnahmen und Verminderung der Ausgaben.

Daß die Gestaltung des Entwurfes darauf gerichtet war, das vorstehend gesteckte Ziel zu erreichen, zeigen die nachstehenden Vergleiche.

Zusammenstellung 6.
Schienengleiche Wegübergänge.

Art der Wegübergänge	Schmal- spur	Vollspuriger Ausbau				
		und fern- bedient	und ver- schlossen	Warnlicht- anlage	Drehkreuze	unbe- schränkt
1	2	3	4	5	6	7
Staatsstraßenübergänge mit lebhaftem Verkehr (jetzt Reichsstraßenübergänge)	25	—	—	—	—	—
Städtische Straßenübergänge mit mittlerem Verkehr	1	—	—	1	—	—
Gemeindeweg-Übergänge mit mittlerem Verkehr	2	—	—	—	—	—
Gemeindeweg-Übergänge mit schwachem Verkehr	24	6	—	2	—	8
Fußwegübergänge mit starkem Verkehr	1	1	—	—	—	—
Fußwegübergänge mit schwachem Verkehr	34	—	1	—	5	3
Wirtschaftswegübergänge mit schwachem Verkehr	179	1	2	—	—	35
Zusammen	266	8	3	3	5	46

65

In der Zusammenstellung 6 sind die Wegübergänge in der Unterteilung nach der Art des Verkehrs und nach der Art der Sicherung angegeben. Es ist zu ersehen, daß sämtliche höhengleichen Übergänge mit lebhaftem Verkehr beseitigt sind; nur die Abzweigung nach Lauenstein, ein Übergang mit mittlerem Verkehr, konnte nicht schienenfrei gemacht werden. Von den 266 schienengleichen Wegübergängen bei der Schmalspur werden nach dem vollspurigen Ausbau nur noch 65 vor-

handen sein. Von diesen sind 35 Wirtschaftswegübergänge mit schwachem Verkehr.

Zusammenstellung 7.
Fahrzeiten
der Kraftomnibusse und der Eisenbahn.
A. Bergfahrt.

Von Dresden nach	Reichs- post 1937		KVG ¹⁾ 1937		Schmal- spur		Vollspur		
	km	Min.	km	Min.	km	Min.	km	Kp Min.	Sport- zug Min.
Dohna	15	33	—	—	14	27	14	16	—
Weesenstein . .	19	42	—	—	18	40	17	22	—
Glashütte	34	69	30	65 ²⁾	32	86	30	41	—
Geising	50	98	—	—	48	139	44	63	—
Altenberg	—	—	39	85	53	151	49	71	58

B. Talfahrt.

Nach Dresden von	Reichs- post 1937		KVG ¹⁾ 1937		Schmal- spur		Vollspur		
	km	Min.	km	Min.	km	Min.	km	Kp Min.	Sport- zug Min.
Altenberg	—	—	39	84	53	147	49	66	50
Geising	50	98	—	—	48	133	44	60	—
Glashütte	34	69	30	65 ²⁾	32	89	30	39	—
Weesenstein . .	19	43	—	—	18	43	17	22	—
Dohna	15	34	—	—	14	30	14	16	—

¹⁾ KVG-Kraftverkehrsgesellschaft Sachsen.

²⁾ Umsteigen in Dippoldiswalde.

Die Zusammenstellung 7 bringt eine Gegenüberstellung der Fahrzeiten bei der Schmalspur und beim vollspurigen Ausbau, getrennt nach Berg- und Talfahrt. Außerdem sind die Fahrzeiten der Reichspost und der Kraftverkehrsgesellschaft Sachsen nach dem Fahrplan von 1937 mit angegeben. Es ist zu erkennen, daß nach dem vollspurigen Ausbau die Fahrzeiten nach den Orten im oberen Teil des Tales um mehr als die Hälfte gegenüber der Schmalspur verkürzt werden, und daß auch die Fahrzeiten der Kraftomnibusse wesentlich unterschritten werden.

Der vollspurige Ausbau der Linie Heidenau—Altenberg kann einen neuen Abschnitt in der Geschichte der Nebenbahnen Sachsens einleiten. Er hat außerordentlich aufschlußreiche Fragen ausgelöst, von denen für die allgemeine Entwicklung der Eisenbahnen die Anwendung kleinster Halbmesser die wichtigste ist.

Die Tunnelbauten der neuen Vollspurbahn Heidenau—Altenberg.

Von Oberreichsbahnrat a. D. Hildebrand, Dresden.

A. Der Köttewitzer und der Weesensteiner Tunnel.

I. Allgemeines.

Bei dem vollspurigen Ausbau der Eisenbahnlinie Heidenau—Altenberg ist als besonders wichtige und interessante Aufgabe u. a. der Bau der fünf Tunnel zu nennen. Zwei Tunnel wurden notwendig auf der kurzen Teilstrecke zwischen der Papierfabrik Köttewitz und dem Südausgang des Ortes Weesenstein, weil hier das Tal des Müglitzflusses sehr eng und stark gewunden ist (vergl. Abb. 1). Nachdem die neue Bahn oberhalb der genannten Papierfabrik mit einer Eisenbetonwölbbrücke die Reichsstraße Heidenau—Altenberg, die alte Schmalspur und den Müglitzfluß überschritten hat, durchstößt sie mit einem rund 199 m langen Tunnel (Köttewitzer Tunnel), der in der Steigung 1:250 und in einem Linksbogen von 600 m Halbmesser liegt, eine weit nach Westen vorspringende Bergnase, um dann in einem Rechtsbogen auf etwa 500 m Länge an der östlichen Talseite zu verlaufen und nach erneuter Über-

schneidung des Müglitzflusses und der Reichsstraße sowie des zwischen beiden liegenden Nordkopfes des Schmalspurbahnhofs Weesenstein mit einer Eisenbetonbalkenbrücke anschließend an diese in gerader Richtung und in der Steigung 1:150 wieder eine vor dem Orte Weesenstein scharf nach Südosten vorspringende Bergnase mit einem 240 m langen Tunnel (Weesensteiner Tunnel) zu durchkreuzen.

Da die beiden Tunnelstellen, wie erwähnt, nur wenig voneinander entfernt sind, da ferner die dazwischen liegende, umfangreiche Dammschüttungen umfassende Bahnstrecke mit den Tunnelausbruchmassen hergestellt werden mußte, wurden die Bauarbeiten für beide Tunnel sowie für diese Zwischenstrecke, mit deren Herstellung auch eine weitgehende Verlegung des Müglitzflusses verbunden war, in ein Baulos zusammengefaßt, das auf Grund beschränkter Ausschreibung der „Deutschen Tunnel-Bau-Gesellschaft Säger und Lanninger, Baden-Baden, Niederlassung Wiesbaden“, übertragen wurde.

Diese Firma erhielt später auch noch den Auftrag zur Herstellung der oben bezeichneten Eisenbetonbalkenbrücke vor dem östlichen Eingang des Weesensteiner Tunnels und der unmittelbar an das westliche Ende dieses Tunnels anschließenden Eisenbetonbrücke über den Müglitzfluß. Es wäre unwirtschaftlich und für die Baudurchführung nachteilig gewesen, wenn der Bau dieser Brücken, die innerhalb des Bauloses für die beiden Tunnel und die Zwischenstrecke lagen, an andere Bauunternehmungen vergeben worden wären.

Knotenglimmerschiefer, in dem kristalline Grauwacken schichtweise eingelagert sind. Die Schichten fallen im allgemeinen nach Norden zu ein, d. i. vom östlichen Tunneleingang aus gesehen nach rechts in den Berg hinein. Dies wäre für die Standfestigkeit des Tunnels an sich günstig, wenn nicht die Schichtung durch Klüfte, die in verschiedenen Richtungen gehen, durchschnitten würde. Beim Tunnelvortrieb zeigte das Gestein infolge des Zusammenwirkens der Schichtung, Schieferung und Klüftung sowie des Auftretens von Zerdrückungs- oder Ruschel-

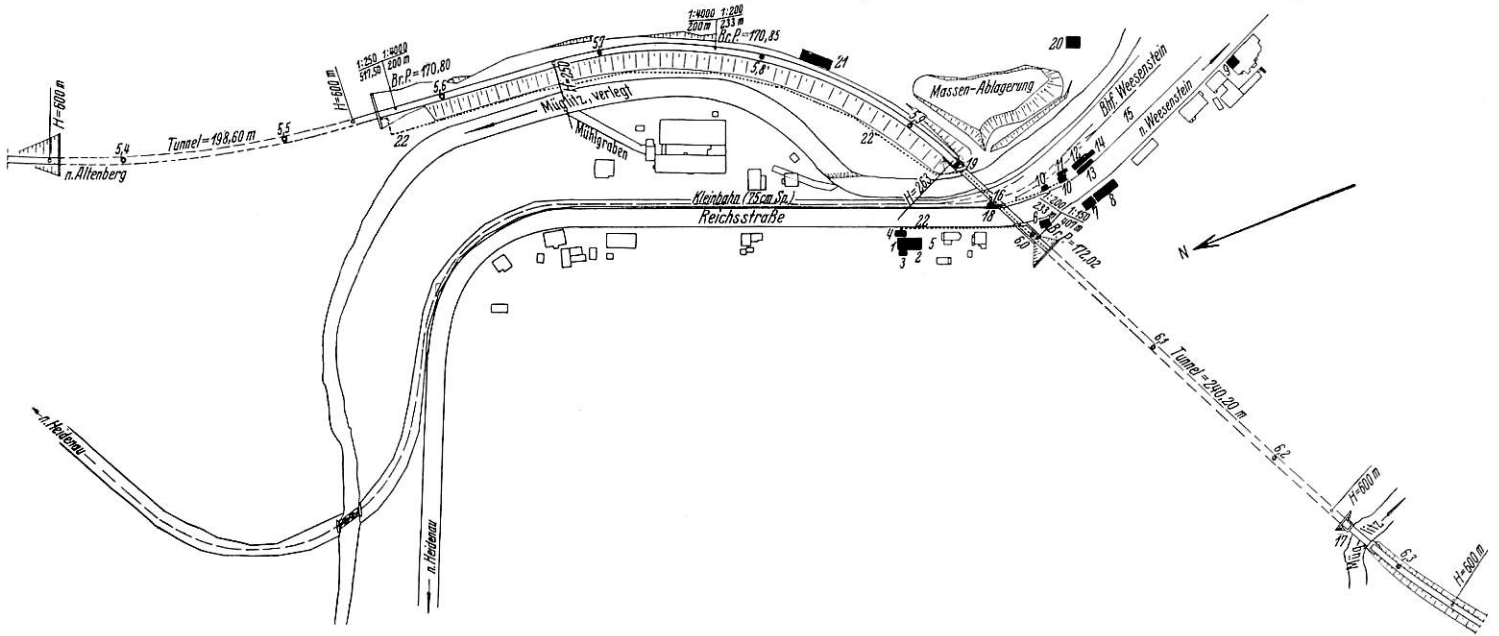


Abb. A 1. Lageplan mit Baustelleneinrichtung.

II. Geologische Verhältnisse.

Zur Beurteilung der geologischen Verhältnisse wurde vor der endgültigen Aufstellung der Entwurfs- und Ausschreibungsunterlagen das Gebirge durch Schürfen aufgeschlossen. Die eingehenden Untersuchungen vor und während der Bauausführung, zu denen, wie auch bei den anderen vier Tunnelbauten der neuen Vollspurbahn, die Bergakademie Freiberg (Sa.) und das geologische Landesamt der Universität Leipzig hinzugezogen wurden, hatten folgendes Ergebnis:

a) Der Köttewitzer Tunnel.

Dieser verläuft in den südlichen $\frac{2}{3}$ seiner Länge in kristalliner Grauwacke und im nördlichen Drittel in Granit. Der Kontakt des Granits mit der Grauwacke war fest. Dagegen brach die Grauwacke, die vom Tunnel senkrecht zu ihrer Schichtung durchschnitten wird, in kleineren Blöcken; sie zeigte teilweise sogar einen ziemlich kleinstückigen Zerfall, so daß die Felswandungen der Tunnelröhre nicht sicher standen, ohne jedoch eigentlichen Gebirgsdruck der Bewegung zu haben. Der Granit brach ebenfalls in Blöcken, wenn auch in größeren als die Grauwacke. Sonach war auf der gesamten Länge des Tunnels mit Abgleiten einzelner Gesteinsplatten und -blöcke und mit Herabfallen von Felsstücken zu rechnen. Dazu trat ein z. T. recht starker Wasserzudrang, der vor allem durch die bei der Länge des Tunnels von nur 199 m noch zu erwartende Einwirkung des Frostes das Gefüge des klüftigen und brüchigen Gesteins gefährdete. Daher war die Ausmauerung auch hier auf die ganze Länge des Tunnels erforderlich.

Sehr schlecht war der Zustand des Gebirges vor allem am nördlichen Tunnelmundloch, so daß hier zur Sicherung des Tormauerwerks besondere Maßnahmen getroffen werden mußten (s. Abschnitt IV b, 2).

b) Der Weesensteiner Tunnel.

Das Gebirge, das der Weesensteiner Tunnel durchstößt und diesen überlagert, ist in der Hauptsache sogenannter

zonen auf große Strecken kleinstückigen Zerfall. Wegen dieser Brüchigkeit des Gesteins und der deshalb bestehenden Gefahr des Herabfallens von Steinblöcken, die sich noch durch starken Wasserzugang und die hierdurch zur Winterszeit besonders schädliche Frosteinwirkung erhöht, mußte auch dieser Tunnel auf seine ganze Länge ausgemauert werden. Besonders auf-

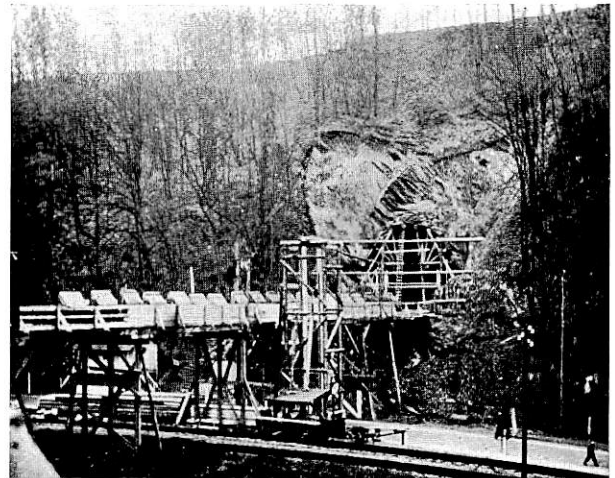


Abb. A 2. Osteingang des Weesensteiner Tunnels mit Aufzug.

fällig traten Klüfte am östlichen Tunnelmundloch auf, wo es an einem natürlichen Widerlager fehlte und daher größere Gesteinspakete stark zur seitlichen Verschiebung neigten (Abb. 2 und 6). Ein großer Felseinbruch drückte tatsächlich auch eines Tages den starken Holzausbau der Eingangszone zusammen. Die starke Zerklüftung und die Gefahr des Abrutschens ganzer großer Steinpakete am östlichen Tunneleingang, besonders nach der freien Strecke zu, machten daher auch hier eine sehr

kräftige Sicherung des Tunnelormauerwerks gegen Schubkräfte notwendig (s. Abschnitt IVa, 2).

III. Baustelleneinrichtung.

Von großer Wichtigkeit war die unter Abschnitt I angedeutete Zusammenfassung der Bauarbeiten und deren Vergebung an eine Firma auch wegen der überaus beschränkten Platzverhältnisse für die Baustelleneinrichtungen (s. Abb. 1 und 3). Es war äußerst schwierig, die notwendigen Einrichtungsgegenstände und Werkanlagen unterzubringen. So stand für das Maschinenhaus (1), die Schmiede (2), die Umspanner (3), die Luftkesselanlage eine Landfläche von nur 20×25 m zur Verfügung, die dazu noch dicht an der verkehrsreichen Reichsstraße lag. Die Preßluftanlage bestand aus zwei stationären Kompressoren der Bauart „Sächsische Maschinenfabrik“ in Schlottwitz bei Glashütte (Sa.) zu je 8 m^3 Minutenleistung, einem dritten stationären sowie einem weiteren fahrbaren Kompressor der Bauart „Flottmann“, jeder von gleicher Leistung. An Luftkesseln waren zwei Stück zu rund 40 m^3 und einer zu rund 30 m^3 Inhalt aufgestellt. Mit Hilfe dieser Anlage wurden die Bohrhämmer sowohl im Weesensteiner als auch in dem entlegenen Köttewitzer Tunnel mit Preßluft versorgt, die stets auf mindestens 6 atü gehalten wurde (Verlauf der Preßluftleitung s. Nr. 22 in Abb. 1). Auch die in der Schmiede auf-

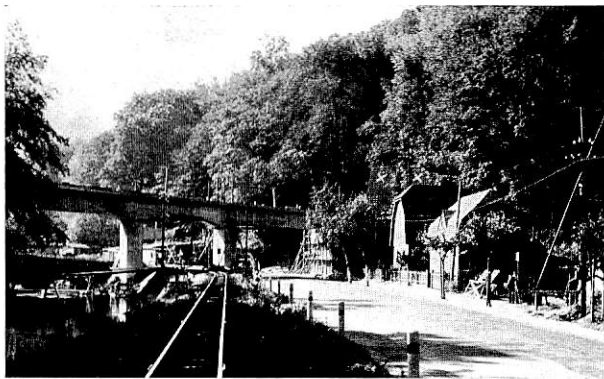


Abb. A 3. Östliches Ende des Weesensteiner Tunnels \times .

gestellte Bohrschärf- und Stauchmaschine sowie das Schmiedefeuer, die Lufthaseln wurden von jenen Kompressoren aus bedient. Für zwei Elektromotoren zu je 60 PS und ein Elektromotor zu 50 PS, die zum Antrieb der Kompressoren, der Mörtel- und der Betonmaschinen, der Aufzüge, Winden usw., ferner für die elektrische Beleuchtung der Werk- und Baustellen wurde der Strom aus einer 1200 m entfernten Hochspannungsleitung AG. Sächsische Werke entnommen, der von 5000 V-Spannung in einer Umformerstation auf die Betriebsspannungen von 380/220 V gebracht wurde. Große Vorteile für den Baubetrieb bot der nahe Schmalspurbahnhof Weesenstein, an dessen westlichem Randgleis die Hauptstapelplätze angelegt werden konnten für die mit der Bahn angeforderten vielen Baustoffe und Geräte (Zement, Sand, Steinschlag, Klinker, Tunnelbauhölzer, Rohre für die Tunnellüftungen und Druckluftleitungen usw., s. Abb. 1, Nr. 12 bis 15). Auch die Beton- und Mörtelmaschinen konnten hier aufgestellt werden (Nr. 10 und 11). Von diesen Stapelplätzen aus wurden die Stoffe und Geräte mittels Aufzugs nach der annähernd 100 m langen Hilfsbrücke (Nr. 16, s. auch Abb. 2), gehoben, die ungefähr dort lag, wo später die oben erwähnte Eisenbetonbalkenbrücke über die Müglitz errichtet wurde. Von der Hilfsbrücke aus gelangten die Stoffe auf einer Fördergleisanlage nach den Verwendungsstellen. Die Hilfsbrücke war übrigens eine der wichtigsten und dringendsten Baueinrichtungen; denn sie wurde vor allem benötigt, um vor dem östlichen Eingang des Weesensteiner Tunnels Platz zu gewinnen, ferner zur

Abförderung der Tunnelausbruchsmassen nach dem Bahndamm und dem Ablagerungsplatz östlich der Müglitz. Zur Ausführung der vielen Förderungen während der ganzen Bauarbeiten waren umfangreiche Gleisanlagen (0,60 m Spur) anzulegen. Als Fördermaschinen dienten drei Diesel-Lokomotiven. Die Arbeiten zur Einrichtung der Baustelle wurden Mitte Mai 1936 aufgenommen und Mitte Juni 1936 beendet. Alsdann wurden die Tunnelarbeiten sofort in Angriff genommen.

IV. Baubetrieb.

a) Bei dem Weesensteiner Tunnel.

1. Herstellung der Voreinschnitte, der Stollenbau, der Vollaussbruch.

Begonnen werden konnte, und zwar am 17. Juni 1936, zunächst nur mit den Bauarbeiten am Weesensteiner Tunnel. Gleichzeitig mußte die Verlegung des Müglitzflußbettes in Angriff genommen werden; denn in das alte Müglitzflußbett war die Dammstrecke der neuen Vollspurbahn zwischen den beiden Tunneln einzubauen, zu der auch die Ausbruchsmassen aus dem Köttewitzer Tunnel mit verwendet werden sollten. Bevor also die Müglitz nicht verlegt war, konnte mit dem Bau des Köttewitzer Tunnels nicht angefangen werden.

Da die Massen aus dem Weesensteiner Tunnel fast ausschließlich östlich des Tunnels verwendet wurden — auf der westlichen Seite wurden nur geringe Tunnelmassen und keineswegs dringend zur Bahndammschüttung gebraucht —, so kam allein der einseitige Vortrieb des Tunnels von Ost nach West in Betracht, zumal da auf diese Weise ein natürlicher Abfluß der Tunnelwässer während des Baues möglich war, auch die Arbeitsstellen in allen Fällen am günstigsten zu den Baustelleneinrichtungen sowie zu den Werk- und Stapelplätzen lagen.

Die planmäßige östliche Tunneleingangsstelle lag nahe der Reichsstraße an einem steilen Felshange, etwa 7,0 m höher als die Reichsstraße. Um nun möglichst rasch den als Richtstollen vorzutreibenden Sohlstollen an der eigentlichen Tunneleingangsstelle ansetzen zu können, wurde durch die anstehenden Hangmassen des etwa 15 m langen Voreinschnitts in Höhe und Steigung der zukünftigen Bahnkrone ein sogenannter Blindstollen getrieben, der dann als Sohlstollen fortgesetzt wurde. Dieses Vordringen hatte gerade für den vorliegenden Fall, wo in unmittelbarer Nähe einer verkehrsreichen Straße Felssprengungen vorgenommen werden sollten, den weiteren Vorteil, daß die zunächst stehenbleibenden Massen des Voreinschnitts als schützende Kulisse gegen Sprengstücke beim Vortrieb der vordersten Tunnelzonen wirkten. Nachdem der am 17. Juni 1936 angefangene Sohlstollen mit einem Querschnitt von $3,0 \times 3,0$ m auf etwa 30 m vorgeschritten war, wurde am 22. Juli 1936 mit dem Vortrieb des $2,0 \times 2,5$ m weiten Firststollens begonnen. Hierzu wurden vom Sohlstollen aus in kurzen Abständen von 5 m Schächte aufgebrochen, durch die die Firststollenmassen auf die im Sohlstollen bereitgestellten Förderbahnwagen gestürzt wurden. Die Massen des Voreinschnitts wurden später nach und nach von der Bergseite nach der Talseite zu abgetragen unter möglicher Einschränkung der Sprengungen. Die abzufördernden Ausbruchsmassen wurden mittels zweier Aufzüge am östlichen Ende der Hilfsbrücke (Nr. 19 in Abb. 1) auf die Sohle des Bahndammes gebracht, bis dieser hoch genug angeschüttet war, um eine Rampe mit Bremsberg für die Verlängerung des Fördergleises von der Brücke aus anlegen zu können.

Zur Bewetterung beim Stollenvortrieb wurde mit elektrisch angetriebenen Ventilatoren je nach Bedarf und Zweckmäßigkeit Frischluft eingedrückt oder die schlechte Luft abgesaugt. Die Luttenleitung bestand aus Eisenblechrohren von 300 mm Lichtweite. Im Weesensteiner Tunnel war eine gute Lüftung von besonderer Wichtigkeit, da hier streckenweise

beim Bohren die Staubeentwicklung übernormal war, so daß zur Naßbohrung gegriffen wurde. Die starke Staubeentwicklung war zurückzuführen auf die Gesteinsart, die an trockenen Stellen beim Bohren feinstes Steinmehl in Mengen absetzte.

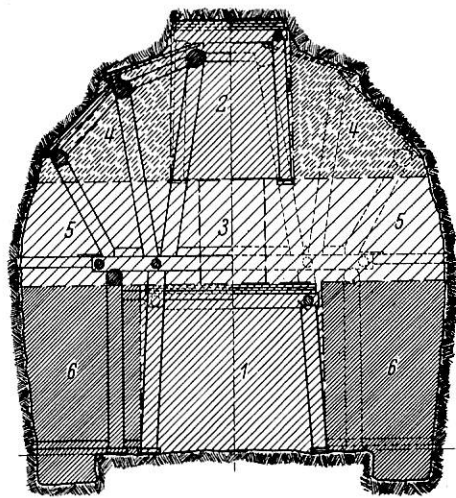


Abb. A 4. Abbauschema.

Der Vollausschlag des Sohlstollens am südlichen Tunnelende fand am 5. November 1936, der Durchschlag des Firststollens am 22. Dezember 1936 statt.

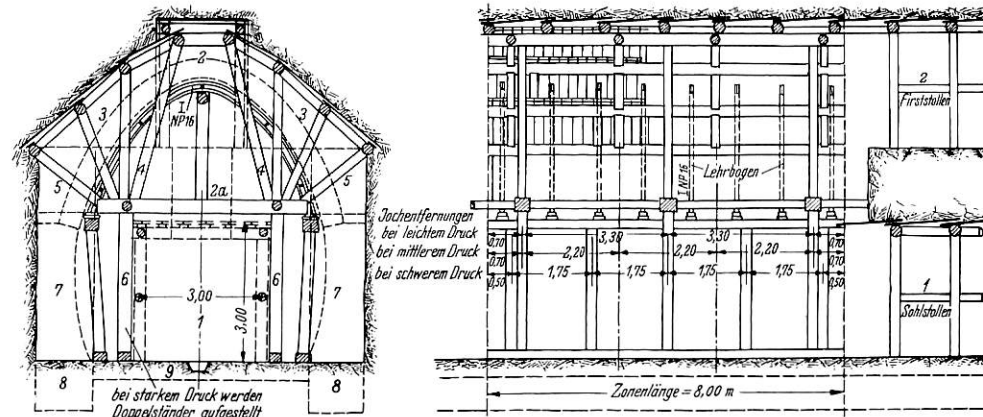


Abb. A 5. Abbauverzimmerung.

Der Vollausschlag, der am 5. September 1936 begonnen werden konnte, wurde stückweise nach Abbauschema Abb. 4 vorgenommen, und zwar in Zonen von je etwa 8 m Länge. Zuerst wurden die Kalottenstücke (4) seitlich des Firststollens (2) bis auf dessen Sohle herausgebrochen. Mit dem Fortschreiten des Kalottenausbruchs wurde bergmännisch vorübergehend eine Notzimmerung eingebaut. Als dann wurde die mittlere Felsbank (5) soweit ausgebrochen, daß die Hauptschwellen der endgültigen Verzimmerung eingezogen und darauf die Ständer und Streben gestellt werden konnten, mit denen die Kronhölzer und Wandruten abgestützt wurden. Bei dem weiteren Ausbruch der Bank (5) wurden unter die Hauptschwellen die Sohlständer eingesetzt, so daß damit ein festgefügtter Bock entstand. Innerhalb einer Zone kamen je nach der Standfestigkeit und dem Gefüge des Gebirges fünf bis sechs solche Böcke zum Einbau (Abb. 5 und 6). Nach Fertigstellung dieser Zimmerung wurden die Gebirgstelle (6) neben dem Sohlstollen herausgebrochen. In dieser Weise wurde so lange, wie es angängig war, immer gleichzeitig in vier getrennt voneinander liegenden Stellen gearbeitet. Der Vollausschlag hatte, je nachdem das einzubauende Tunnelgewölbe $1\frac{1}{2}$ oder 2 und $2\frac{1}{2}$ Stein stark sein mußte, einen entwurfsmäßigen

lichten Ausbruchsquerschnitt von 54,20 m² bzw. 55,80 m² und 56,50 m² zu erhalten (vergl. hierzu nachstehend unter 2).

Bei den Sprengarbeiten wurden in den Stollen je nach den Gesteinsverhältnissen für jeden Angriff 16 bis 20 Schußlöcher von etwa 1,30 m Tiefe gebohrt, womit ein Stollenvortrieb von 1,05 m je Schicht erzielt wurde. Es sind aber bei günstigen Felsverhältnissen und entsprechender tieferer Bohrung auch Vortriebe bis zu 2,0 m erreicht worden. Als Sprengstoff wurde Gelatine-Donarit verwendet. Verbrauch wurde während der gesamten Ausbruchsarbeit (in den Voreinschnitten und im Tunnel) an Sprengstoff durchschnittlich 1,3 kg/m³ Fels. Die Ladung wurde mit Zündschnur abgeschossen. Die gesprengten Gesteinsmassen ergaben eine Auflockerung von 40 bis 45%. Die Schutterung wurde von Hand durchgeführt.

Zum Bohren der Schußlöcher wurden Preßluft-Bohrhämmer der Bauart „Flottmann“ benutzt unter Verwendung von Hohlbohrern mit mehrkantigen Kronenschneiden von 30 bis 50 mm Breite. Bei vollem Bohrbetrieb im Stollenbau und Vollausschlag waren bis zu 16 Bohrhämmer gleichzeitig tätig.

Gearbeitet wurde an durchschnittlich 25 Tagen im Monat und an jedem Arbeitstage im allgemeinen in zwei Schichten zu je 10 Std. einschließlich einer $\frac{1}{2}$ stündigen Essenspause. Die Arbeitszeit betrug 48 Std. je Woche.

Zur Herstellung der Voreinschnitte, in den Stollen und bei dem Vollausschlag wurden für Oberhauer, Schießmeister, Mineure, Schlepper und Helfer insgesamt rund 19200 Tagewerke aufgewendet.

Die Belegschaft bestand im Vollbetrieb je Schicht aus etwa 60 Mann im Tunnel und aus etwa 30 Mann außerhalb des Tunnels, zusammen also rund 90 Mann.

An Ausbruchsmassen wurden gewonnen und bewegt rund 13000 m³ aus der Tunnelröhre und 3350 m³ aus den beiden Voreinschnitten, insgesamt also rund 16350 m³.

2. Ausmauerung, Entwässerung und Abdichtung im Weesensteiner Tunnel.

Wie schon unter Abschnitt II b näher begründet, mußte der Weesensteiner Tunnel auf seine ganze Länge ausgemauert werden, und zwar geschah dies nach dem in Abb. 7a dargestellten Rücksicht genommen ist auf späteren der Bahn mit Oberleitung (Abb. 7).

Querschnitt, bei dem elektrischen Betrieb In Abständen von etwa 24 m, d. s. drei Zonen von je 8,0 m Länge, wurde in Zonenmitte und immer auf derselben Tunnelseite eine 2,0 m hohe, 1,50 m breite und 0,60 m tiefe Arbeitsnische im Widerlager ausgespart. Die in Beton hergestellten Widerlager sind nicht fest an die Felswände angestampft worden. Es wurde vielmehr zur möglichst schnellen Ableitung des Gebirgswassers der Widerlagerrücken nach folgender Sonderausführung ausgebildet (Abb. 7a und 8):



Abb. A 6. Auszimmerung des Vollausschlags.

Bei der Aufbetonierung des Widerlagers wird dessen

Rücken mit einer in Mörtel versetzten und in den Betonkörper eingebundenen Klinkerwand verkleidet. An dieser werden zwei auf die Schmalseite und gegeneinander versetzte Klinkersäulen mit je 6 cm Zwischenraum ohne Bindemittel, also in den Fugen durchlässig, angesetzt. Der Raum zwischen diesem Klinkermauerwerk und der Felswand wird mit gesunden Steinen (Grobschlag oder Klarschlag) dicht ausgepackt. Das Gebirgswasser gelangt durch die Steinpackung und um die trocken

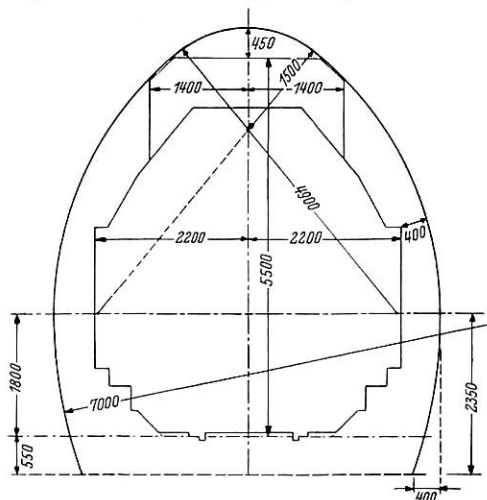


Abb. A7. Tunnelprofil für gerade Strecke.

versetzten hinteren Klinkersäulen nach den in der vorderen Säulenreihe aller 25 cm gebildeten kleinen, 6 x 6 cm weiten Abfallschächten, die in den in Höhe der Fundamentoberkante auch aus Klinkern hergestellten Längskanal münden, von dem aus das Wasser durch die im Abstand von etwa 24 m in den Fuß des Widerlagers eingebauten Querkänäle nach der Haupt-

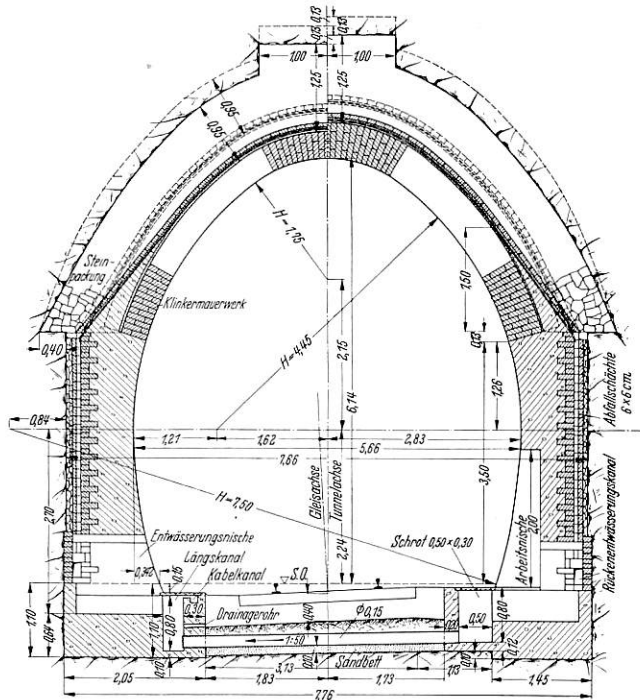


Abb. A7a. Tunnelquerschnitt.

entwässerungsanlage des Tunnels fließen kann. Bei dieser führt auf der einen Tunnelseite ein durchgehender Sohlenkanal hin, auf der anderen Seite sind Schrote angelegt (s. auch Teil D, Abschn. V, Abb. 8). Von den Schroten wird das Wasser in Querdolen durch den Bahnkörper nach dem Sohlenkanal abgeleitet, wohin auch das Gleisbett mittels Drainageröhren entwässert wird. Am Kopf der gleisseitigen Wand des Sohlen-

kanals werden in einer rinnenartigen Aussparung die für den Betriebsdienst nötigen Kabelleitungen untergebracht, geschützt noch durch die Eisenbetonabdeckplatten des Sohlenkanals, die für den Bahnbewachungsdienst als Gangbahn dienen. Der Längskanal hinter den Tunnelwiderlagern hat gebrochenes Gefälle. An dessen Tiefpunkten schließen die Querkänäle an. Hier sind in Verbindung mit den oben erwähnten Arbeitsnischen in dem einen Widerlager Entwässerungs- oder Putznischen derart eingebaut, daß von ihnen aus jener Längskanal bis zu den beiderseitigen nächsten Gefällshochpunkten im Bedarfsfall bequem gereinigt werden kann. Am gegenüberliegenden Tunnelwiderlager, das keine Arbeitsnischen hat, sind die Entwässerungs- oder Putznischen besonders ausgespart. Die vorbeschriebene Rückenentwässerung des Widerlagers hat sich, wie

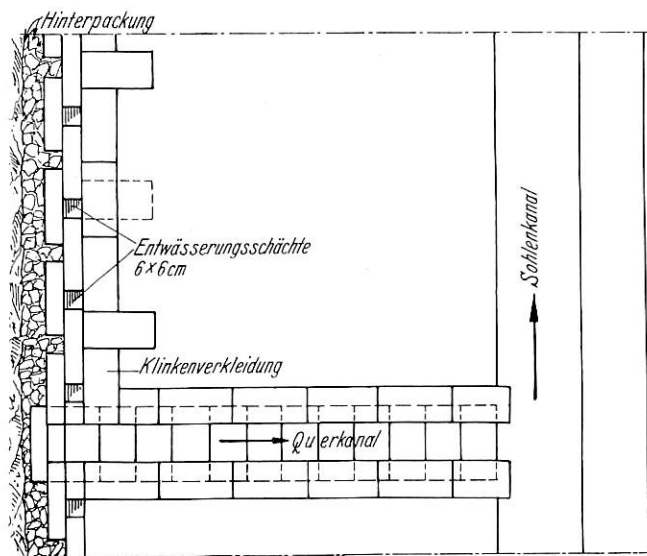


Abb. A8. Rückenentwässerung des Widerlagers.

bereits anderwärts, bis jetzt sehr gut bewährt. Das Widerlagermauerwerk ist allenthalben trocken geblieben. Die Ausführungsweise konnte im vorliegenden Fall auch unbedenklich angewendet werden, da Gebirgsdruck nicht zu erwarten ist.

Bemerkenswert ist noch folgender, bei der Widerlagerherstellung von der Firma Sängner und Lanninger erfolgreich angestellter Versuch: Die Ausmauerung und insbesondere der Widerlagerbau mußten schon stark betrieben werden, während noch die Ausbrucharbeiten im Weesensteiner Tunnel im Gange und mittlerweile die Bauarbeiten für den Köttewitzer Tunnel aufgenommen waren. Da erwiesen sich sehr bald die oben beschriebenen unzulänglichen Platzverhältnisse am Weesensteiner Tunnel als sehr hemmend. Es war vor allem nicht länger möglich, auf der angelegten Förderbahnanlage die Abförderung der Ausbruchmassen aus dem Tunnel und gleichzeitig die Anforderungen der vielen Baustoffe zu bewältigen. Auch mußte alles über die Hilfsbrücke vor dem Tunnel gehen. Die Baustoffe sowohl für den Weesensteiner als auch für den Köttewitzer Tunnel kamen von den Stapelplätzen am Bahnhof Weesenstein über den Aufzug (Nr. 19 in Abb. 1), der wie die

Hilfsbrücke und die Fördergleisanlagen überlastet war. Um nun keine der Arbeiten in Verzögerung geraten zu lassen, entschloß sich die Firma Sänger und Lanninger zur Aufstellung einer Betonpumpe (Nr. 11), durch die das fertige Betongemisch auf eine Förderweite bis zu 300 m unter Überwindung des gegebenen Höhenunterschiedes von rund 10 m mittels einer 150 mm i. L. weiten stählernen Rohrleitung an die jeweilige Verwendungsstelle gedrückt wurde. Das Mischgut gelangte von der 500 l-Mischmaschine unmittelbar in den Trichter der daneben aufgestellten Betonpumpe. Der Antriebsmotor für die Pumpe hatte 40 PS. Diese Anlage förderte stündlich 10 bis 12 m³ Beton nach der jeweiligen Verwendungsstelle. Dabei trat vor dem Kolben der Pumpe ein Normaldruck von 6 atü auf.

Der Beton für die Widerlager wurde eingestampft. Die Rundung der Widerlageransichtsfläche wurde unter Verwendung hölzerner Lehrbogen geformt.

Der Firstraum des Tunnels wurde mit säurefesten, hochwertigen Klinkern in Traßzementmörtel 1:2½ ausgewölbt. Die Stärke des Tunnelgewölbes richtete sich nach den jeweilig angetroffenen Gesteinsverhältnissen des Gebirges. Für das Wölbgerüst wurden eiserne Lehrbogen aus I-Eisen von 16 cm Höhe verwendet, die aus zwei im Scheitel verlaschten

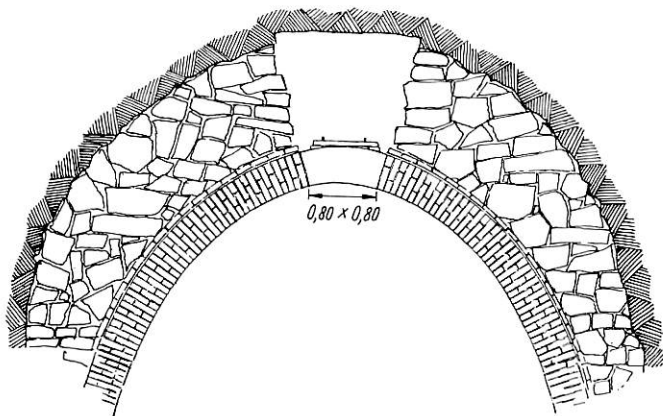


Abb. A 9. Stollengang auf dem Gewölberücken.

Hälften bestanden. Sie ruhten auf besonderem Gerüst und waren durch einen Längsverband gesichert (Abb. 5).

Das Tunnelmauerwerk wurde, wie schon oben angedeutet, in Zonen von je etwa 8,0 m Länge eingebaut, und zwar wurde damit an mehreren, getrennt voneinander liegenden Tunnelstellen begonnen. An jede solche fertiggestellte Anfangszone wurden seitlich nach beiden Richtungen weitere Zonen angesetzt. Somit ergaben sich mehrere Schlußstellen im Tunnel. Hier wurde das Mauerwerk wie sonst eingebracht, jedoch wurde im Scheitel des Gewölbes zunächst eine Öffnung von etwa 0,8 x 0,8 m Weite ausgespart. Durch die Öffnung wurden die zum Schließen erforderlichen Baustoffe in den freien Raum über dem Gewölbe eingeführt, dann wurde von ihm aus die Öffnung zugewölbt und vorschriftsmäßig abgedichtet. Um den Raum über der Schlußzone von außen zugänglich zu halten, war bei den übrigen Zonen die Steinpackung, die stets alsbald nach Fertigstellung des Gewölbes eingebaut worden war, über dem Gewölbescheitel hin auf die erforderliche Länge und in der nötigen Breite (etwa 1,5 m) vorerst ausgespart (Abb. 9). Mittels des so entstandenen stollenartigen Ganges wurden dann die letzten Zimmerungshölzer zurückgebaut und abgefördert, vor allem aber die Steine zum Auspacken des Hohlraumes über der jeweiligen Schlußzone und schließlich des Stollenganges selbst auf einem Fördergleis herangefahren. Auf diese Weise war ein einwandfreier Ausbau der Schlußstellen gewährleistet. Der, rückwärts schreitend, mit Bruchsteinen ausgepackte Gang, der bis an die beiden Tunnelenden heranreicht, kann im Bedarfsfalle — etwa bei Schäden am Gewölbe, an der Ab-

dichtung usw. — jederzeit freigelegt und zugänglich gemacht werden.

Die zur Herstellung des Tunnelgewölbes erforderlichen Klinkersteine — rund 340000 Stück — wurden von der Tunnelsohle aus mit einem Hebezeug auf das Schalgerüst gehoben. Das Hebezeug war eigens zu diesem Zweck von der Firma nach Art eines kleinen Schaufelbaggers konstruiert und in seinem Aufbau der runden Tunnelleibung so angepaßt und aufgestellt, daß es nur wenig Platz von dem Tunnellichtraum wegnahm.

Die Abdichtung des Tunnelgewölbes wurde im wesentlichen nach der „Vorläufigen Anweisung für Abdichtung von Ingenieurbauten (AIB)“ der Reichsbahn ausgeführt.

Das über dem Tunnelgewölbe aus dem Gebirge tretende Wasser, das übrigens nach den Untersuchungen nicht betonangreifend war, kann unmittelbar und ungehindert nach der oben beschriebenen Rückenentwässerungsanlage hinter den Widerlagern abfließen.

Bezüglich der Tunnel Tore ist schon unter Abschnitt II b hervorgehoben worden, daß das östliche Tor des Weesensteiner Tunnels besonderer Sicherung gegen Schubkräfte bedurfte. Dies ist durch den Anbau kräftiger Strebepfeiler beiderseits der Tunnelöffnung erreicht worden. Außerdem ist zur Erhöhung der Standsicherheit des Tunneltores gegen Kippen das Tormauerwerk gegenüber der planmäßigen Stellung um einige Meter vorverlegt worden. Zum Schutz gegen Einfall von Steingeröll, Schneemassen und Wassermengen in den Tunnelvoreinschnitt hat zur Bildung eines Auffangkessels das Stirnmauerwerk einen freistehenden kräftigen Maueraufsatz erhalten (Abb. 10). Aus gleichem Grund und in gleicher Weise ist das Stirnmauerwerk des westlichen Tores erhöht und wegen der auch hier nach dem Voreinschnitt zu wirkenden Schubkräfte der überlagernden Felswände über die zuerst geplante Einbaustelle hinaus vorgerückt worden. Beide Tunnel Tore wurden in

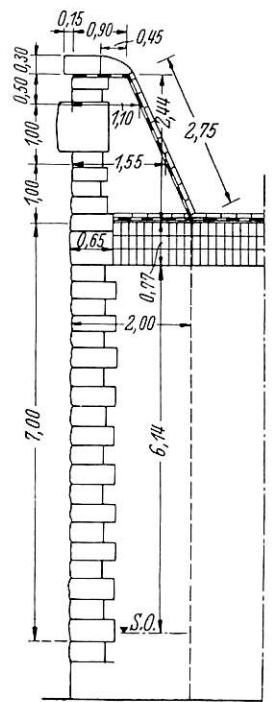


Abb. A 10. Schnitt durch das Tunnelort.

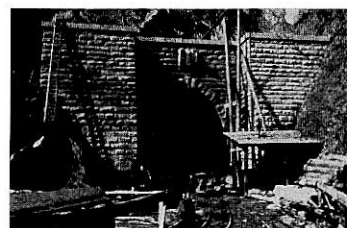


Abb. A 11.
Östliches Tunnelort
des Weesensteiner Tunnels.

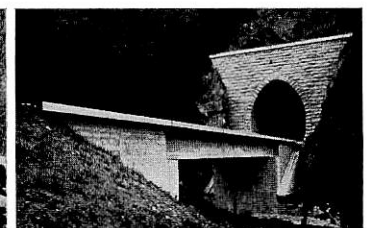


Abb. A 12.
Westliches Tunnelort
des Weesensteiner Tunnels.

Beton ausgeführt und mit Werksteinen aus den Granitbrüchen bei Aue (Sa.) verkleidet (Abb. 11 und 12). In die Stirnmauer des nach der Reichsstraße zu gelegenen Osttores ist ein besonderer Steinquader, 1,30 m hoch und breit und 0,90 m tief, im Gewicht von rund 3,50 t von demselben Granit eingesetzt, in den das Hoheitszeichen und das Baujahr eingearbeitet sind (Abb. 13).

Die Ansichtsflächen der Tunnel Tore wirken einfach und zweckentsprechend. Das Osttor vor allem läßt durch die markigen Strebepfeiler den Zweck seiner Ausbildung klar erkennen.

Das steile Hanggelände über den beiden Tunnelleingängen wurde von den zum Absturz neigenden und somit den Eisenbahnbetrieb gefährdenden Holzbeständen und losen Felsmassen geräumt. Die Hangwässer werden oberhalb des Tores abgefangen und seitlich abgeleitet.



Abb. A 13.
Hohheitszeichen
am Weesensteiner Tunnel.

Auch bei der Tunnelausmauerung wurde in zwei Schichten zu je 10 Std. gearbeitet. Es wurden für Poliere, Maurer, Abdichtungsarbeiter und Handlanger wie sonstige Helfer, für das Verladen und Fördern der Baustoffe und Geräte, für die Tätigkeit der Maschinenwärter und der Schmiede insgesamt rund 19700 Tagewerke aufgewendet.

Der Bau des Weesensteiner Tunnels verursachte sonach im ganzen einen Aufwand von rund 38900 Tagewerken.

b) Baubetrieb bei dem Köttewitzer Tunnel.

1. Herstellung der Voreinschnitte, der Stollenvortrieb und der Vollaussbruch.

Wie schon bei der Beschreibung des Baubetriebes im Weesensteiner Tunnel (Abschnitt IV a 1) näher begründet worden ist, war die Inangriffnahme der Arbeiten für den Köttewitzer Tunnel abhängig von der Verlegung des Müglitzflusses entlang der neuen Bahnstrecke zwischen diesen beiden Tunneln. Sobald die Flußverlegung so weit vorgeschritten war, daß die Müglitz in ihr neues Flußbett übergeleitet werden konnte, wurden sofort die Erd- und Felsenarbeiten für den südlichen Voreinschnitt des Köttewitzer Tunnels in Angriff genommen. Am 2. September 1936 waren diese Arbeiten so weit gediehen, daß an diesem Tage der Sohlstollen begonnen werden konnte. Der Sohlstollen wurde einseitig von Süd nach Nord, somit im Gefälle 1:250 vorgetrieben. Dies erschwerte zwar die Wasserhaltung, jedoch würde ein Vortrieb von Nord nach Süd, der wohl einen natürlichen Abfluß der reichlich auftretenden Wasser während des Stollenvorbaues im Gefälle ermöglicht hätte, die Mitbenutzung der Baustelleneinrichtungen am Weesensteiner Tunnel wegen der großen Entfernung nicht gestattet haben. Es wäre vielmehr dann eine besondere und kostspielige Baueinrichtung vor dem nördlichen, an einem steilen Berghang liegenden Tunnelleingang nötig gewesen, da in der Nähe ein geeigneter, ausreichender Platz nicht zur Verfügung stand. Die Tunnelwässer wurden vom südlichen Mundloch aus abgepumpt.

Ende September 1936 konnte der Firststollen und Anfang November 1936 der Vollaussbruch begonnen werden.

Die gesamten Ausbruchsarbeiten — Stollenbau wie Vollaussbruch — wickelten sich im allgemeinen in der gleichen Weise ab wie beim Weesensteiner Tunnel. Auszimmerung war auf die ganze Länge des Sohl- und Firststollens sowie des Vollaussbruchs erforderlich. Benötigt wurden hierzu rund 1735 m³ Holz.

Die voll ausgebrochene Tunnelröhre erhielt je nach der Stärke des Tunnelgewölbes von 1½, 2, 2½ und 3 Steinen einen entwurfsmäßigen lichten Ausbruchsquerschnitt von 56,62, dann 57,87, weiter 59,35 und 60,42 m². Diese im Vergleich zu den entsprechenden Querschnittsflächen bei dem Weesensteiner Tunnel größeren Ausmaße sind eine Folge der Krümmung des Köttewitzer Tunnels, die in Rücksicht auf die Gleisüberhöhung und Spurerweiterung eine Erweiterung des lichten Raums im Tunnel erforderlich machte.

Einige Schwierigkeiten bereitete anfangs die Abförderung und der Verbau der Ausbruchsmassen in den in das alte Müglitz-

bett fallenden Bahnkörper der anschließenden Strecke, da die Bahndammsohle etwa 20 m tiefer lag als der Tunnel.

Das Bohren der Sprenglöcher gab im Köttewitzer Tunnel infolge größerer Feuchtigkeit des Gesteins keine übermäßige Staubeentwicklung, so daß die Bewetterung keine größeren Schwierigkeiten machte, auch keine sonstigen Maßnahmen wie Naßbohrung nötig waren.

Der Sohlstollen erreichte das nördliche Tunnelende am 20. Januar 1937, der Firststollen wurde Ende Februar 1937 durchgeschlagen. Der Vollaussbruch wurde auch wie beim Weesensteiner Tunnel schon betrieben, während noch die Stollenvortriebe im Gange waren. Dem Durchschlag der Stollen schloß sich alsbald der Ausbruch des nördlichen Voreinschnittes an. Die Auszimmerung beim Stollenbau und besonders beim Vollaussbruch mußte streckenweise wegen größter Brüchigkeit etwas stärker gehalten werden als im Weesensteiner Tunnel.

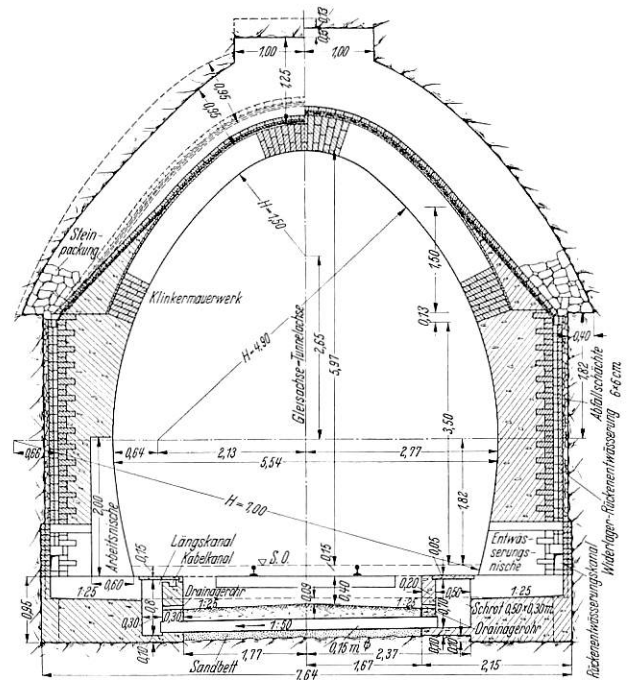


Abb. A 14. Querschnitt des Köttewitzer Tunnels.

In dem Zweischichten-Betrieb wurden für die gesamten Ausbruchsarbeiten durch Oberhauer, Schichtmeister, Mineure, Schlepper und Helfer zusammen rund 17900 Tagewerke geleistet. Die Belegschaft hatte etwa die gleiche Stärke wie bei dem Weesensteiner Tunnel.

Die Ausbruchsmassen betragen für die Tunnelröhre rund 11350 m³, für die beiden Voreinschnitte rund 4300 m³, zusammen also rund 15650 m³.

2. Ausmauerung, Entwässerung und Abdichtung im Köttewitzer Tunnel.

Die vorbezeichneten Arbeiten wurden fast genau so durchgeführt wie beim Bau des Weesensteiner Tunnels (s. oben Abb. 5). Der Lichtraum ist nach den Erfordernissen der Gleiskrümmung gestaltet. Wegen der z. T. sehr schlechten Gebirgsbeschaffenheit mußten die größeren Wölbstärken von den Eingangsstrecken nach dem Tunnelinnern zu abnehmend auf dem größten Teil der Tunnellänge angewendet werden. Die erste Zone am nördlichen Eingang mußte besonders stark ausgewölbt werden. Leider konnte die Betonpumpe, die beim Widerlagerbau im Weesensteiner Tunnel sehr gute Dienste geleistet hat, für den Köttewitzer Tunnel keine Verwendung finden, und zwar wegen der großen Entfernung des Tunnels von dem Stofflagerplatz und der Betonzubereitungsstelle auf

Bahnhof Weesenstein. Der Beton mußte, wie die übrigen Baustoffe, auf Fördergleis nach den Verwendungsstellen gebracht werden. Hier aber wurde der Beton mit einem durch Lufthassel angetriebenen kleinen Aufzug gehoben und in die Schalung gekippt.

Die Tunnelmauerung usw. ist aus Abb. 14 zu erkennen.

Die Ausmauerungsarbeiten waren Mitte Oktober 1937 vollendet.

Die Tunneltore (Abb. 15 und 16) sind auch hier mit Granit aus Aue (Sa.) verkleidet. Den Schmuckstein mit dem Hoheitszeichen trägt das nördliche Tor. Das Mauerwerk dieses

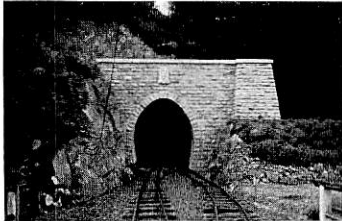


Abb. A 15.
Nördliches Tor
des Köttewitzer Tunnels.



Abb. A 16.
Südliches Tor
des Köttewitzer Tunnels.

Tores mußte wegen des zu starkem Längsschub neigenden nördlichen Gebirgshanges um rund 8,0 m gegen die zuerst vorgesehene Torstelle vorverlegt werden. Zur Sicherung gegen den

Für die vorbeschriebenen Mauerungsarbeiten usw. wurden rund 16700 Tagewerke aufgewendet.

Der gesamte Bau des Köttewitzer Tunnels erforderte so nach rund 34600 Tagewerke.

B. Der Glashütter Tunnel (Pilztunnel).

I. Allgemeines.

Unmittelbar vor der Stadt Glashütte windet sich das Tal des Müglitzflusses in einem weit nach Süden ausholenden rückläufigen Bogen durch das Gebirge. Das schleifenartig verlaufende Tal ist hier außerdem sehr eng und tief eingeschnitten, so daß schon die alte Schmalspurbahn nur unter Anwendung des Bogenhalbmessers von 80 m hindurchgeführt werden konnte. Dreimal wechseln innerhalb dieser verhältnismäßig kurzen Teilstrecke des Tales die Schmalspurlinie, die Reichsstraße und der Müglitzfluß ihre Lage zueinander und sind mittels zweier Eisenbahnbrücken und Straßenbrücken über die Müglitz miteinander verflochten. Unter diesen Verhältnissen mußte die neue normalspurige Bahn, um in das Talgebiet der Stadt Glashütte zu gelangen, den weiten Talbogen davor abschneiden und in einem Tunnel durch den in die Talschleife vorspringenden Bergrücken geführt werden, auf dem sich ein Aussichtspunkt, „der Pilz“, befindet, nach dem der Tunnel genannt worden ist. Dieser Tunnel, der etwa 15 m über der Talsohle von Nordost nach West verläuft, ist rund 292 m lang, er liegt auf seiner ganzen Länge im Bogen von 275 m Halbmesser und in der Steigung 1:50 (s. Abb. 1).

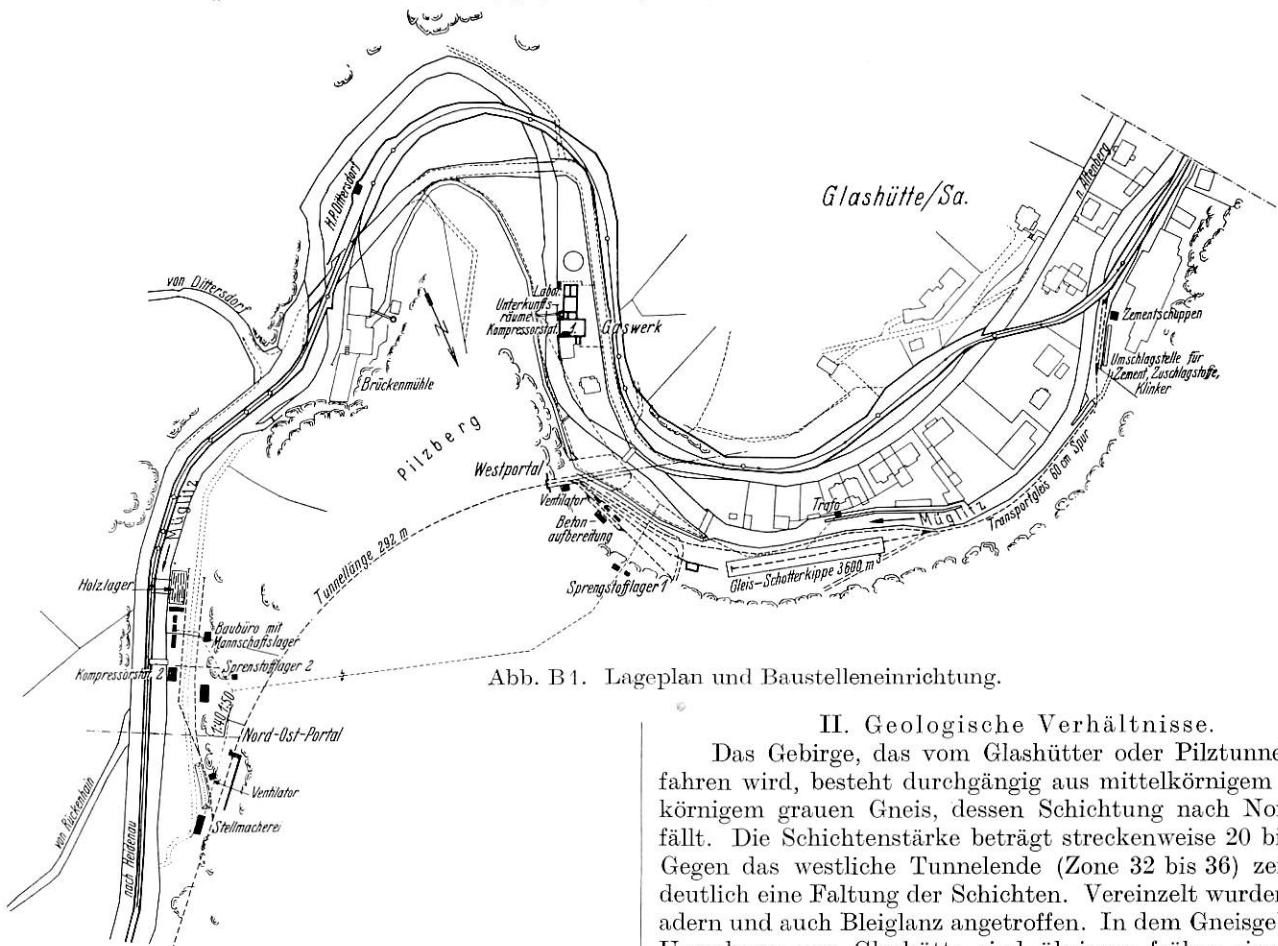


Abb. B 1. Lageplan und Baustelleneinrichtung.

zu erwartenden seitlichen Schub hat es auch noch einen kräftigen Eckpfeiler rechts vom Eingang erhalten müssen. Das südliche Tor mußte in Rücksicht auf die Gebirgsverhältnisse etwa 4,0 m weiter, als geplant, vom Berghange weg errichtet werden. Die Stirnmauern beider Tore sind auch hier zur Bildung eines Steinfangkessels erhöht worden.

II. Geologische Verhältnisse.

Das Gebirge, das vom Glashütter oder Pilztunnel durchfahren wird, besteht durchgängig aus mittelkörnigem bis feinkörnigem grauen Gneis, dessen Schichtung nach Norden hin fällt. Die Schichtenstärke beträgt streckenweise 20 bis 40 cm. Gegen das westliche Tunnelende (Zone 32 bis 36) zeigte sich deutlich eine Faltung der Schichten. Vereinzelt wurden Quarzadern und auch Bleiglanz angetroffen. In dem Gneisgebirge der Umgebung von Glashütte sind übrigens früher einmal Bleiglanz- und Silbererze bergbaumäßig gewonnen worden, wie heute noch einige, in geringer Höhe über Talsohle liegende Bergstollen erkennen lassen. Freilich ist die Ergiebigkeit nur gering und weiterhin nicht lohnend gewesen. Der beim Vortrieb der Tunnelstollen angetroffene Gneis stand zunächst in der mittleren Strecke so gut, daß zu hoffen war, der Tunnel würde hier

ohne Ausmauerung bleiben können. Auf den beiderseitigen Eingangsstrecken war der Gneis aber mehr oder weniger zerklüftet, teilweise sogar sehr stark, und dazu durchfeuchtet, so auf etwa 100 m Länge vom nordöstlichen Eingange her, wo auch das Gelände eine tiefe, mit Schutt überfüllte Einsenkung hat. Eine ähnlich ungünstige Strecke von etwa 50 m Länge befand sich noch vor dem westlichen Tunnelausgang. An diesen

röhre als auch nördlich daneben am Steilabhang ein ziemlich mächtiger Verwitterungsschutt (Abb. 3). Um den Druck und Schub dieses Schuttes möglichst nicht auf das Tunnelortmauerwerk wirken zu lassen, empfahl es sich, den Torbau etwas weiter vorn anzuordnen.

Am westlichen Tunneleingang stehen hohe und sehr steile zerklüftete Gneisfelsen an. Hier galt es, die Naturschönheiten der Felsgebilde so weit als möglich zu schonen, den Tunneleingang andererseits aber gegen Steinfall und Felsabsturz zu schützen. Dieser Umstand erschwerte die Führung der neuen Linie hier sehr, zumal da außerdem noch Rücksicht genommen werden mußte auf die Lage und Gestaltung der kurz hinter dem Tunnel anschließenden Talbrücke über den Müglitz-

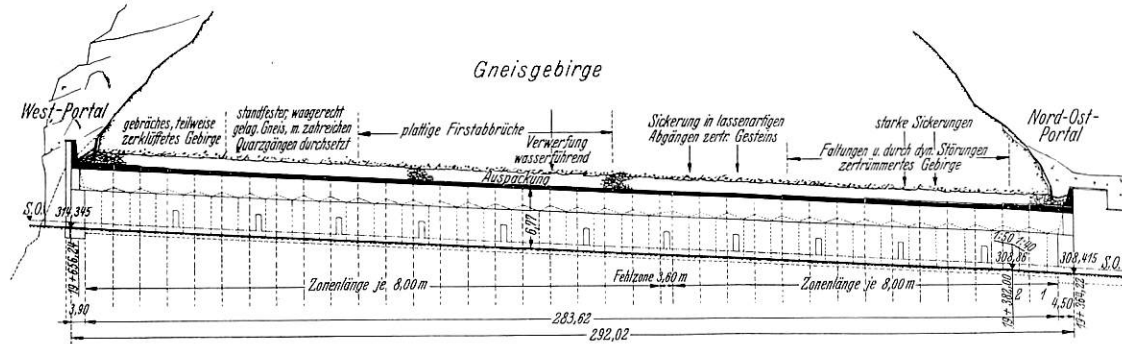


Abb. B2. Längsschnitt.

Strecken trat auch Gebirgsdruck auf, und hier war von vornherein mit einer vollen Ausmauerung zu rechnen, die die Last des drückenden Gebirges aufnehmen konnte. Nach längerer Zeit zeigte sich aber im Vollausbau auch an jenen zunächst standsicher erscheinenden Strecken loses Gestein, das in Stücken herabfiel. Es brachen nicht nur im Firstraum beträchtliche Gesteinsmassen nach, sondern es traten auch an den Ulmen und vor allem dort, wo die gewölbte Firstfläche an die Seitenwände anstößt, stärkere Abbröckelungen auf. Anscheinend war allmählich unter der Gebirgslast in der Felsenzone, innerhalb der die Stützzlinie um den lichten Ausbruchsquerschnitt verläuft, ein Zusammendrücken des Gesteins vor sich gegangen mit der Auswirkung, daß die innersten Teile der Felspartien unmittelbar um die voll ausgebrochene Tunnelröhre herum starken Pressungen ausgesetzt wurden, wodurch sich das Felsgefüge lockerte und Felsstücke nach Art eines Bergschlages absprangen. Unter diesen Verhältnissen und besonders wegen der sonstigen Zerklüftung und der streckenweisen Durchfeuchtung des Gebirges mußte damit gerechnet werden, daß

fluß und über die sehr spitz zur Brückenachse und im scharfen Bogen verlaufende Reichsstraße (s. zu vorstehendem Abb. 1 und 4). Die steilen Felspartien zu beiden Seiten des westlichen Tunnelendes konnten leider nicht ganz im ursprünglichen Zustand erhalten werden. Sie mußten zur Sicherung der Bauarbeiten schon vor Beginn des eigentlichen Tunnelbaues von den vielen losen und zum Absturz neigenden Felsblöcken geräumt werden. Auch hier ist die Tunnelröhre etwas verlängert und der Torbau mehr nach Westen zu angeordnet worden, als zuerst vorgesehen war.

Über die weiteren Sicherungsmaßnahmen der Tunneleingänge finden sich Angaben unter Abschnitt IVa und IVb.

III. Baustelleneinrichtungen.

Die Bauarbeiten für den Pilztunnel wurden auf Grund beschränkter Ausschreibung der Bauunternehmung Firma F. und N. Kronibus in Kassel übertragen. Der Umfang der Arbeiten und die zur Verfügung stehende Zeit ließ es geboten



Abb. B3. Nordöstlicher Eingang des Sohlstollens und Platz X der Baustelleneinrichtung.

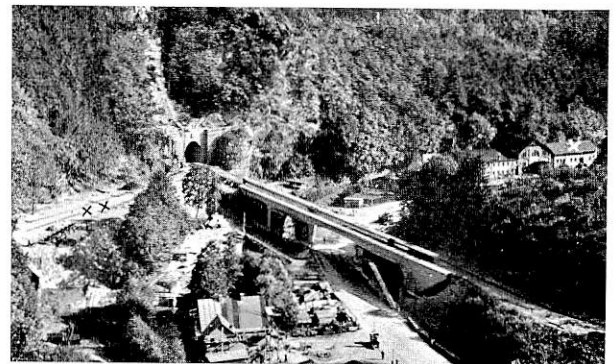


Abb. B4. Westlicher Tunneleingang sowie Plätze X und X' für Baustelleneinrichtung.

das Loslösen von Steinen weitergehen und vor allem dann eintreten würde, wenn noch Frost in das Tunnelinnere eindringt, was bei der Kürze des Tunnels wahrscheinlich ist. Man entschloß sich daher, den Tunnel auf seine ganze Länge auszumauern (Abb. 2).

Besonders ungünstige Verhältnisse lagen an den beiden Tunneleingängen vor. Am nordöstlichen Eingang wurde der Gneis von einer rutschigen Lettenlage durchschnitten, die steil nach Norden hin einfiel. Sie strich zur Tunnelachse spitzwinklig. Oberhalb des Eingangs lag sowohl über der Tunnel-

erscheinen, den Ausbruch des Tunnels von beiden Seiten aus zu betreiben. Wegen der in Abschnitt I angedeuteten, sehr beengten Verhältnisse im Müglitztal und bei der Ungangbarkeit des Rückens des zu durchfahrenden Gebirgsstockes war für den zweiseitigen Vortrieb an jedem Tunnelende eine vollständige Baueinrichtung nötig. Für die nordöstliche Einrichtung stand nur der zwischen dem Müglitzfluß und dem westlichen Berghang liegende schmale Geländestreifen zur Verfügung (s. X Abb. 3 und 5), der durch eine Brücke über die Müglitz mit der am östlichen Flußufer hinführenden Reichsstraße

Heidenau—Altenberg verbunden war. Zur teilweisen Unterbringung der Baueinrichtung für den westlichen Baubetrieb hatte sich die Firma Kronibus einige Räume der s. Z. stillliegenden Glashütter Gasanstalt ganz in der Nähe des Tunnelendes gemietet (vgl. Abb. 1 und \times in Abb. 4), wo außer Maschinenanlagen (wie Kompressoren) auch das Baubüro der Firma Platz fand. Ein Teil der westlichen Betriebsanlagen, besonders der für die Ausmauerungsarbeiten, befand sich auf dem mit Ausbruchsmassen aufgefüllten Gelände südlich vom

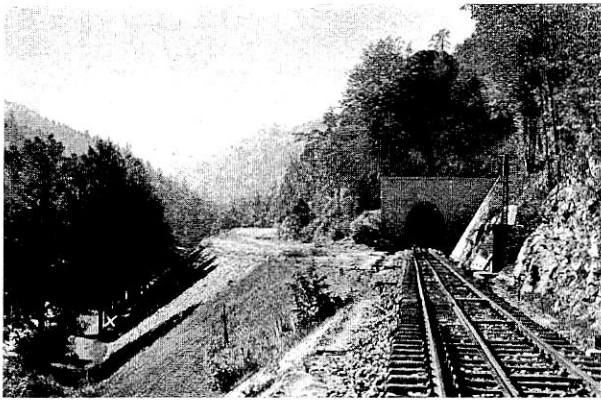


Abb. B 5. Schüttung an der Nordostseite und Platz \times der Baustelleneinrichtung.

Tunneleingang (s. $\times \times$ auf Abb. 4). Jede der beiden Baustelleneinrichtungen enthielt ihre eigenen Betriebsanlagen. An Maschinenanlagen waren daher für den Tunnelbau vorhanden zwei Bohrer-Schärf- und Stauchmaschinen, ferner die nötigen Preßluftanlagen zur Versorgung der vorgenannten Maschinen sowie der Schmiedefeuer, der Preßluft-Bohr- und Pickhämmer und -Stamper (Bauart „Flottmann“). Die Preßluftanlagen bestanden aus fünf Kompressoren mit 28 m³ Luftfassung und 7 atü, davon zwei Stück (ortsfest) zu je 54 kW (je eine Bauart der Sächs. Maschinenfabrik in Schlottwitz bei Glashütte [Sa.] und „Demag“), zwei Stück mit Dieselbetrieb zu je 45 PS und ein Stück mit Dieselbetrieb zu 30 PS (Bauart „Flottmann“). Weiter bestand der Maschinenpark aus drei Ventilatoren, zwei an den Tunneleingängen und im Tunnelinnern zum Heben der Baustoffe verwendeten Aufzügen, drei Pumpen, je einer Beton- und Mörtelmischmaschine (350 l-Maschinen), die beide jedoch auf dem Bauplatz vor dem westlichen Tunneleingang aufgestellt waren, weil die Ausmauerung zweckmäßig nur von dieser Seite aus betrieben werden konnte. Für diese elektrisch angetriebenen Maschinen, für sämtliche Werkstattmaschinen, ferner zum Antrieb der oben genannten beiden ortsfesten Kompressoren sowie für die ausgedehnte elektrische Beleuchtung lieferten die AG.-Sächsische Werke, Betriebsstelle Glashütte, den Strom aus der 15000 V-Leitung, der an der Baustelle auf die notwendigen Betriebsspannungen von 380/220 V umgeformt wurde. Für diesen elektrischen Betrieb wurden im ganzen rund 259700 kWh erforderlich.

Die Baustoffe für die Tunnelausmauerung wurden, weil der Ausmauerungsbetrieb, wie oben erwähnt, nur von Westen aus gehen sollte, zum größten Teil auf dieser Tunnelseite gestapelt. Hier waren die Platzverhältnisse nach Ausmaß und vor allem nach Lage zum Tunnel wesentlich günstiger als auf der Nordostseite, wo schon die Unterbringung der Baubetriebsanlagen, der Geräte und Baustoffe für den Ausbruch der nordöstlichen Tunnelstrecke Schwierigkeiten bereitete. Vor allem aber sprach für die Stapelung der Baustoffe und auch vieler Gerätschaften auf der Westseite der Umstand, daß die Plätze dafür durch ein Fördergleis der Bauunternehmung (0,60 m Spur) mit einer in

der Nähe vorhandenen Industriegleisanlage, die an die Reichsbahn-Schmalspurbahn (0,75 m) angeschlossen war, verbunden werden konnten. Es sei erwähnt, daß an der Umladestelle zwischen Industriegleis und Fördergleis der Bauunternehmung rund 28000 t mit der Reichsbahn für den Tunnelbau angeforderte Güter umgeschlagen wurden. Außerdem wurden noch große Mengen Baustoffe wie z. B. Hölzer und Gerätschaften mit Straßenfahrzeugen angeliefert, weshalb auch die westlichen Stapel- und Baubetriebsplätze gegenüber dem Tunnel durch eine Brücke über den Müglitzfluß mit der nahen Reichsstraße verbunden worden waren. Für die Förderung der Güter von der Umschlagsstelle nach den Stapelplätzen und weiter nach den Verwendungsstellen sowie auch für das Abschleppen der Tunnelausbruchsmassen nach den Kippen kamen Diesel- und auch Dampflokomotiven (0,60 m Spur) zur Verwendung.

Die Einrichtung der beiden Baubetriebsstellen wurde am 25. Mai 1936 in Angriff genommen und im wesentlichen im Monat Juni 1936 durchgeführt.

IV. Baubetrieb.

a) Herstellung der Voreinschnitte, der Stollenbau, der Vollaushub.

Die Arbeiten zur Herstellung der Voreinschnitte wurden zunächst nur auf der Nordostseite des Tunnels eingeleitet, und zwar am 29. Juni 1936. Auf der Westseite mußten, wie schon im Abschnitt II erwähnt wurde, vorerst umfangreiche Abräumungsarbeiten an den hohen Felswänden vor dem Tunnelende vorgenommen werden. Auch die zwischen diesen Felsen befindliche steile Schlucht mußte von dem vielen lockeren Verwitterungsschutt und den Felsblöcken sowie von dem unsicheren stehenden Baumbestand befreit werden. Zur Sicherung gegen etwa während der Tunnelbauarbeiten noch abgehende Fels-



Abb. B 6. Schutzbühne gegen Felssturz.

stücke wurde vor dem westlichen Tunneleingang eine kräftige Schutzbühne mit einer dicken Rundholz- und Erdabpolsterung errichtet (Abb. 6).

Diese Abräumungsarbeiten, die am 20. August 1936 begonnen werden konnten, und die anschließenden Voreinschnittsarbeiten auf der Westseite dauerten bis Anfang Oktober 1936.

Am 3. Oktober 1936 wurde der Richtstollen (Sohlstollen) eingeschossen. Auf der Nordostseite konnte dies bereits am 22. Juli 1936 geschehen. Zum Durchschlag des Sohlstollens kam es am 13. November 1936. In dieser Vortriebszeit wurde an 95 Tagen in zwei bis drei Schichten zu je 8 Std. gearbeitet. Bei der Länge des Sohlstollens von rund 300 m betrug sonach der durchschnittliche Tagesfortschritt 3,15 m. Es

waren aber Tageshöchstleistungen bis zu 4,50 m zu verzeichnen. Am 4. September 1936 wurde der Firststollen auf der Nordostseite, am 19. Oktober 1936 auf der Westseite in Angriff genommen, und am 30. Dezember 1936 wurde der Stollen durchgeschlagen. Der Firststollen wurde hier von den Tunnelenden aus ohne Unterbrechung wie der Sohlstollen, und diesem in gewissem Abstand folgend, vorgetrieben. Die Schüttlöcher zwischen dem Sohl- und Firststollen wurden in Abständen von etwa 8 m angelegt. Der Vollaussbruch hatte inzwischen am 2. November 1936 begonnen, und zwar innerhalb des Tunnels in Zone 5 (Zonenlänge etwa 8,0 m). Die Ausbruchsmassen hatten eine Auflockerung bis zu 60%. Sie sind etwa zur Hälfte zur Herstellung des anschließenden Bahnkörpers vor und hinter dem Tunnel, zur anderen Hälfte in Ablagerungsstellen verbaut worden, und zwar im Anschluß an die Berghänge seitlich der beiden Tunneleingänge (Abb. 4 und 5). Ein kleiner Teil ausgesuchter Ausbruchsteine wurde für Mauerwerk und als Auspackung über dem Tunnelgewölbe verwendet.

Die Bohrarbeit für die Schußlöcher — im Sohlstollen bis zu 19 Stück, im Firststollen bis zu 14 Stück je Stollenbrust — wurde mit Preßluftschlämmern der Bauart „Flottmann“ ausgeführt. Hierbei kamen Hohl- oder Spiralbohrer mit Doppelmeißelschneiden zur Verwendung. Stellenweise mußte wegen starker Bohrstaubbildung zur Naßbohrung gegriffen werden. Die Schußlöcher erhielten eine Tiefe von 1,20 m bis 1,40 m. Das ergab Abschläge von etwa 1,10 m. Auf einer Länge von etwa 80 m des Firststollens und einer kurzen Strecke im Sohlstollen konnten nur Schußlöcher von 0,40 bis 0,60 m Tiefe gebohrt werden, weil hier das Gestein mit äußerst harten Quarzgängen durchsetzt war, denen die Bohrer auf größere Bohrtiefen nicht standhielten.

Gesprengt wurde mit Gelatine-Donarit. Der Sprengstoffverbrauch war im Vergleich zu ähnlichen Ausführungen im geschichteten Gneisgebirge hoch. Er belief sich im $3,0 \times 3,0$ m weiten Sohlstollen im Mittel auf 3,5 kg, im $2,0 \times 2,5$ m weiten Firststollen bei gleichem Tagesfortschritt auf 4,3 bis 5,6 kg je m^3 Felsausbruch. Der Gesamtverbrauch an Sprengstoff für den Tunnelbau (Stollen- und Vollaussbruch, aber ausschließlich Voreinschnitte) betrug rund 29000 kg oder rund $1,62 \text{ kg}/m^3$ Gesamtausbruch. In den Voreinschnitten wurden rund $0,9 \text{ kg}/m^3$ Aushub benötigt. An Zündschnur wurden rund 87000 m verbraucht. Der Abschluß der Sprengladungen wurde bei Schichtwechsel oder in den Ruhepausen innerhalb der Schicht vorgenommen.

Die Bohrung für einen Angriff beim Stollenbau dauerte 3 bis 3,5 Std., die Schutterung 2 bis 2,5 Std., die Arbeitsunterbrechung vor Ort zum Ablüften nach dem Sprengen bis zu 25 Min. Es wurden in der Schicht bis zu zwei Abschläge erzielt.

Die Bewetterung während des Vortriebs der Stollen wurde mit Demag-Ventilatoren von 50 m^3 Minutenleistung vorgenommen. Da beim Pilztunnelbau der Firststollen nicht, wie in anderen Fällen, in kurzen, zunächst immer zusammenhanglosen Teilstrecken von den Auftriebsschächten aus hergestellt, sondern, wie oben bemerkt, von den Tunnelenden aus durchgehend, dem Sohlstollen folgend, vorgetrieben wurde, so konnte hier die Frischluft mit guter Wirkung, und ohne daß die Arbeiten im Firststollen durch Staubschwaden beeinträchtigt wurden, mittels der Luttenleitung durch den Sohlstollen über die Auftriebsschächte eingedrückt und die schlechte Luft durch die fertige Firststollenstrecke nach außen abgeführt werden.

Die aufkommenden Tunnelwässer wurden, soweit kein natürlicher Abfluß im Gefälle möglich war, mit elektrisch angetriebenen Pumpen abgesaugt. Während des Vortriebs handelte es sich wesentlich um Sickerwässer, die sich nach Regenfällen innerhalb kurzer Zeit (10 bis 12 Std.) beträchtlich vermehrten, die sich auch als leicht betonangreifend erwiesen.

Was die Aussteifung während der Ausbruchsarbeiten betrifft, so mußte der Sohlstollen auf rund 170 m, der Firststollen auf rund 120 m und der Vollausschnitt auf rund 280 m Länge ausgezimmert werden, was nach der üblichen, auch bei den übrigen Tunneln angewendeten Bauweise geschah, bei dem Vollaussbruch nach der Zentralstreben-Bauweise (s. Abb. 6 und 7, auch Teil A, C und D für die Stollenzimmerung). In den Eingangszonen 1 bis 10 auf der Nordostseite und in den Ausgangszonen 34 bis 36 auf der Westseite machte sich ein besonders kräftiger Holzausbau nötig, weil hier, wie schon in Abschnitt II erwähnt, Gebirgsdruck auftrat. An Holz wurden für die Auszimmerung rund 1500 m^3 gebraucht.

Die Belegschaft bestand im Vollbetrieb, d. h. bei gleichzeitigem Vortrieb der Stollen und des Vollausschnitts, aus rund 115 Mann in der Schicht. Davon waren u. a. beim Vortrieb der beiderseitigen Sohlstollenstrecken vier Bohrmänner, vier Schutterer, sechs Schlepper und fünf bis sechs sonstige Helfer beschäftigt; 20 bis 25 Mann besorgten die Arbeiten außerhalb des

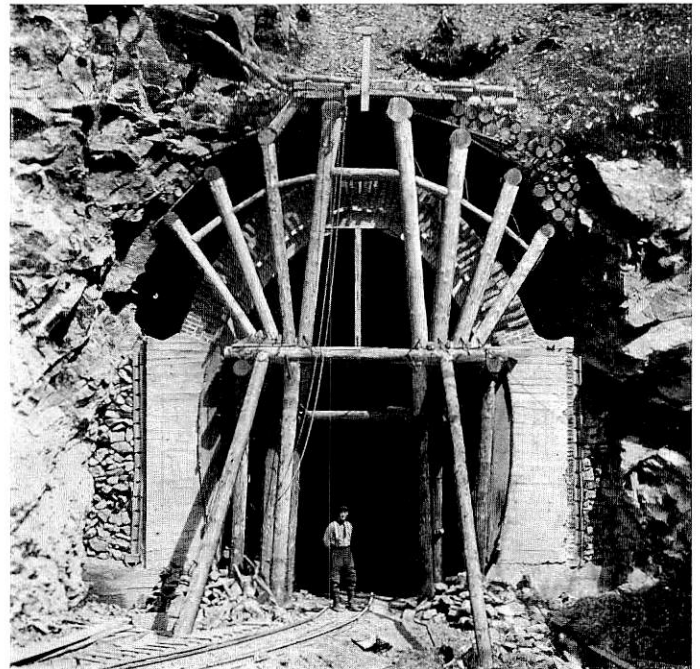


Abb. B7.

Verzimmerung und Ausmauerung mit Rückenentwässerung.

Tunnels auf den Kippen usw. Gearbeitet wurde in zwei bis drei Tagesschichten von je 8 Std.

An Ausbruchsmassen wurden gewonnen aus den Voreinschnitten mit dem auf der Nordostseite anschließenden Hangbau von 160 m Länge rund 10300 m^3 gewachsene Erd- und Felsmassen und aus der Tunnelröhre rund 18000 m^3 , wovon rund 2650 m^3 auf den Sohlstollen und rund 1550 m^3 auf den Firststollen entfielen. Die vollständig ausgebrochene Tunnelröhre erhielt einen planungsmäßigen leichten Querschnitt von durchschnittlich rund $61,5 \text{ m}^2$. Dieses Ausmaß erscheint hoch, ist aber außer auf die größeren Stärken des Tunnelgewölbes vor allem auf die starke Krümmung des Tunnels, vom Halbmesser 275 m, und auf die dadurch bedingte Gleisüberhöhung und Spurerweiterung zurückzuführen.

b) Tunnelausmauerung und Abdichtung.

Die Ausmauerung des Pilztunnels, die, wie schon unter Abschnitt II näher begründet, auf der ganzen Länge des Tunnels erforderlich wurde, ist im wesentlichen in der gleichen Weise ausgeführt worden, wie bei den übrigen Tunnelbauwerken.

Gleiches gilt von der Abdichtung des Tunnelgewölbes und von den Hauptentwässerungsanlagen (s. Abb. 8).

Der Pilztunnel wurde auch in Zonen von rund 8 m Länge ausgemauert, und zwar von den beiden Außenseiten nach innen und, nachdem die volle Ausmauerung beschlossen worden war, gleichzeitig von innen nach außen zu, so daß sich zwei Schlußstellen ergaben. Der Widerlagerbeton hat die gleiche Zusammensetzung wie bei den übrigen Tunneln. Das Tunnelgewölbe ist aus säurefesten Klinkersteinen hergestellt worden. Die sichtbaren Gewölbefugen wurden nicht, wie vielfach üblich, nach der Entschalung ausgekratzt und nachher ausgestrichen, sondern als sogenannte Quetschfugen ausgebildet, wodurch eine glatte Leibung erzielt und dem späteren Herausfallen des Fugenmörtels vorgebeugt worden ist. Die Gewölbestärken wurden nach der Kommerellschen Theorie ermittelt, wobei für die

nassen Strecken ist hinter den Widerlagern eine Rückenentwässerung nach ähnlichen Gesichtspunkten wie beim Kötterwitzer und Weesensteiner Tunnel angelegt, mit dem Unterschied, daß an Stelle von Klinkern der gewöhnlichen Ziegelform besonders geformte Steine, sogenannte Entwässerungsklinker, der Firma „Schütte, Minden (Westf.)“ zwischen Widerlager und Hinterpackung eingebaut worden sind. Da die Wasser im Pilztunnel etwas betonangreifend sind, ist an den nassen Stellen zunächst der Widerlagerrücken mit einer in Bitumenmörtel versetzten Klinkerwand abgedichtet worden. An diese sind dann die Entwässerungsklinker in zwei Lagen trocken angesetzt. Der Raum zwischen dieser Formklinkereinlage und dem Gebirge ist, sofern er nicht zu breit war, nur mit Steinsplitt ausgefüllt worden. Bei weiteren Zwischenräumen ist hinter der Klinkereinlage noch eine Packung aus Bruchsteinen und zwischen dieser Steinpackung und dem Gebirge erst die Splittschicht eingebaut worden. Die Abb. 7, 8 und 9 zeigen die Ausmauerung nebst Lehrgerüst und Tunnelaussteifung sowie besonders die beschriebene Rückenentwässerungseinrichtung in allen Einzelheiten. Die Mulde auf dem Kopf des Betonwiderlagers ist mit Steinzeugschalen ausgekleidet zur Aufnahme der vom Gewölberücken kommenden Wässer.

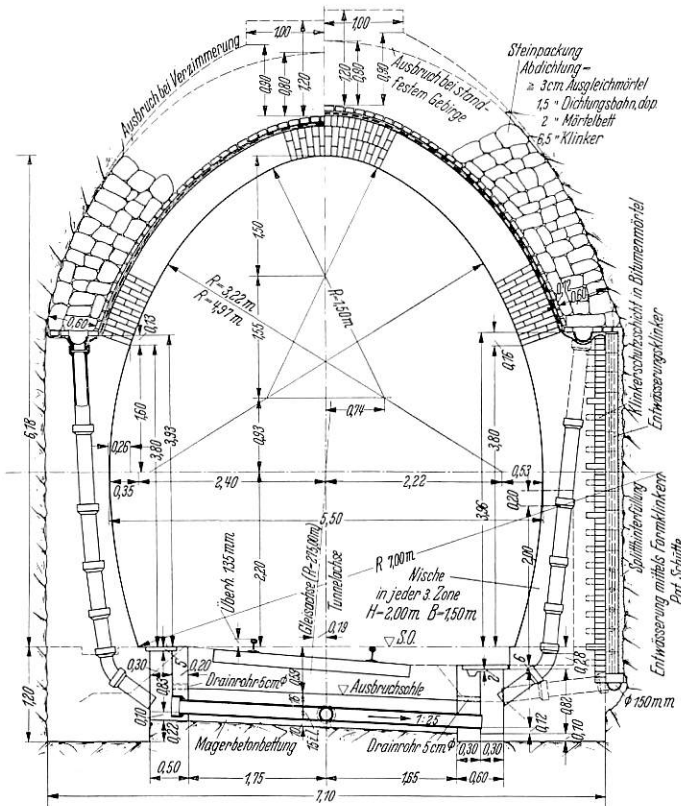


Abb. B8. Tunnelquerschnitt.

Bestimmung der Druckellipse nur lotrechte Belastungen angenommen zu werden brauchten. Die Gewölbstärke wechselt je nach der unter Abschnitt II geschilderten Beschaffenheit des Gebirges. Die beiden oben erwähnten, in die Zonen 15 und 27 fallenden Schlußstellen wurden wie die übrigen Zonen ausgemauert. Um nun aber den Rücken des Schlußgewölbes einwandfrei abdichten und mit Steinen überpacken sowie die dazu nötigen Baustoffe nach der Verwendungsstelle heranschaffen zu können, wurde in dem einen Widerlager ein Durchgang ausgespart von der Höhe und Breite der sonst im Abstand von etwa drei Zonenlängen eingebauten Arbeitsnischen. Hinter dem Durchgang war das Gebirge so weit ausgebrochen worden, daß ein etwa 0,80 × 0,80 m weiter Schacht entstand, mittels dessen man bis zum Firstraum gelangen und die restlichen Arbeiten (Abdichten und Auspackung) über dem Rücken des Schlußzonengewölbes vornehmen konnte. Schließlich wurde der Aufsteigschacht durch eine in den Durchgang eingebaute, nach dem Tunnel zu kenntlich gemachte Ziegelmauer abgeschlossen. Diese Schachanlage ermöglicht, im Bedarfsfalle verhältnismäßig leicht wieder nach dem Gewölberücken zu gelangen.

Die Betonwiderlager sind auf den trockenen Strecken unmittelbar an das Gebirge angestampft worden. Auf den

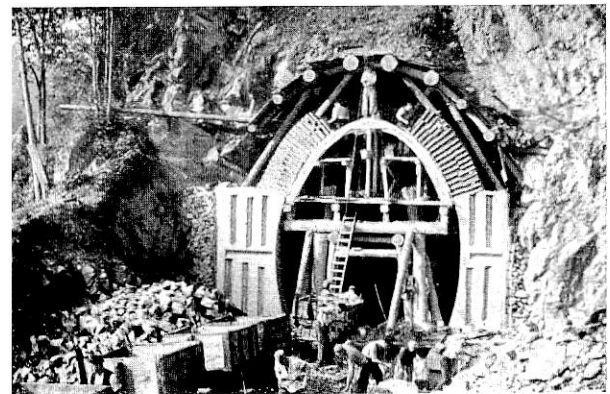


Abb. B9. Nordöstlicher Abschluß der Ausmauerung.

Solche halbkreisförmige Schalen sind auch für die Längsrinne unter der Entwässerungs-Klinkereinlage verwendet worden. Diese Rinne ist mit einer Klinkerrollschicht abgedeckt.

Anstatt der in den Abb. 7 und 8 erkennbaren Sickerpackung aus Bruchsteinen oder der Splittschicht und der Entwässerungsklinkern hinter den Widerlagern ist streckenweise eine geschlossene Sickerbetonschicht, etwa 30 bis 40 cm stark, eingebaut worden. In diesem Fall ist auch die Klinkerabdichtung an dem Rücken des Betonwiderlagers weggelassen worden. Dafür hat aber die Sickerbetonschicht gegen das Widerlager eine Zementmörtel-Ausgleichsschicht und darauf eine Abdichtungshaut aus Wollfilzpappe mit beiderseitigem Bitumenanstrich erhalten. Der Sickerbeton besteht ähnlich wie bei den an Stelle von Steinpackung hinter Brückenwiderlagern vielfach eingebauten, fabrikmäßig hergestellten Sickerbetonwürfeln aus Kieselsteinen oder Steinschlag kleiner Körnung mit einem Bindemittel aus Traßzement und klarem Sand. Damit durch das Bindemittel die für eine gute Sickerwirkung nötigen Hohlräume zwischen den Steinen nicht verfüllt werden, muß das Betongemisch unter Verwendung möglichst gleichgroßer Steine mit einem entsprechenden Wasserzusatz hergestellt und verarbeitet werden. Die nach Art einer Betonmauer ausgeführte Sickerbetonschicht konnte daher trotz der geringen Stärke bis zur erforderlichen Höhe standsicher hergestellt werden. Nach dem Aufbringen der Abdichtungshaut auf die ebenflächige Vorderseite der Sickerbetonschicht, was sich leicht ausführen ließ, wurde das eigentliche Tunnelwiderlager angestampft. Sollte sich im Laufe der Zeit aus

irgendeinem Grund das Bindemittel, mit dem die Steine der Sickerbetonschicht nur umhüllt sind, verlieren, so würde die Schicht trotzdem ihre Struktur und damit ihre gute Durchlässigkeit nach wie vor behalten.

Die gesamten Arbeiten zur Abdichtung des Tunnelgewölbes, die im allgemeinen den in der AIB. gegebenen Richtlinien entspricht, und auch die bei der vorbeschriebenen Entwässerung der Widerlagerücken nötigen Abdichtungsarbeiten wurden von der Firma Kronibus selbst ausgeführt, die infolge der vielen von ihr anderweit schon ausgeführten Tunnelabdichtungen über reiche Erfahrungen und gut geschulte Fachleute verfügte.

Bei der Abdichtung und bei der Steinüberpackung des Tunnelgewölbes ist davon ausgegangen worden, daß diese Arbeiten um so sorgfältiger ausgeführt werden können, je höher der Arbeitsraum über dem Gewölbe ist, vor allem dann, wenn die Böschung vorher nicht entbehrt werden kann, sondern bis zur Auspackung für die Aussteifung benötigt wird. Je höher der Raum gehalten wird, um so höher stehen sich andererseits allerdings auch die Felsausbruchskosten. Auf Grund vorstehender Erwägungen und unter Berücksichtigung der vorliegenden Gebirgsverhältnisse ist die lichte Höhe des Arbeitsraums, über der Gewölbeabdichtung gemessen, für die Breite des Firststollens auf 1,20 m festgesetzt worden, anschließend auf 0,80 bis 0,90 m — je nachdem standfesteres Gebirge vorhanden oder Verzimmerung nötig war — und weiterhin nach den Gewölbekämpfern zu abnehmend bis auf 0,60 m. Es kann schon jetzt, also eine geraume Zeit nach der Fertigstellung des Tunnels gesagt werden, daß die Abdichtung den gestellten Anforderungen allenthalben entspricht. Es haben sich noch keinerlei feuchte Stellen am Gewölbe gezeigt, gleiches gilt übrigens auch von den Betonwiderlagern.

Die Steinpackung über dem Gewölbe, die bei den angegebenen Abmessungen des Arbeitsraums auch sorgfältig und sachgemäß ausgeführt werden konnte, so daß nachträglich Setzungen kaum zu erwarten sind, erreichte stellenweise infolge von Nachbrüchen beim Vortrieb der Tunnelröhre eine Höhe bis zu 2½ m über dem Gewölberücken.

Wie aus den obigen Beschreibungen hervorgeht, ist bezüglich der Entwässerung der Grundsatz gewahrt worden, daß die über dem Gewölbe aufkommenden Wässer vollständig getrennt von den aus den Ulmen austretenden Wässern gefaßt und abgeführt werden. Die Firstwässer werden ohne Durchnässung der umgebenden Bauteile auf dem kürzesten Weg in der auf dem Widerlagerkopf ruhenden Rinne gesammelt und in Zonenmitte, d. i. also in Abständen von 8,0 m, durch die im Widerlager voll einbetonierte Steinzeugabfallrohre in den Sohlenkanal des Tunnels oder in die mit diesem verbundenen Schrote geleitet. Die Abfallrohre sind wegen der Frostgefahr nicht in offene, von außen zugängliche Schlitze gelegt worden; dafür haben sie aber eine reichliche Lichtweite. Die Wässer aus den Seitenwänden fallen auf dem kürzesten Weg in die auf dem bergseitigen Gründungsbankett liegende Sammelrinne ab, von wo sie in Steinzeugrohren auch nach dem Sohlenkanal oder nach den Schroten im Tunnel geführt werden.

Die am Tiefpunkt des Tunnels, d. i. am Nordosteingang austretende durchschnittliche Gesamtwassermenge beträgt etwa 5 l/s.

Wie schon unter Abschnitt II bemerkt wurde, ist wegen der schlechten Beschaffenheit des Gebirges an den beiden Eingängen die Ausmauerung der Tunnelröhre beiderseits über die zuerst angenommene Stellung der Tunnel Tore hinaus verlängert worden. Das tritt vor allem deutlich hervor am nordöstlichen Tor (Abb. 10), wo gleichlaufend zur Tunnelröhre talwärts noch eine Abschlußmauer angesetzt werden mußte, die mit der überhöhten Stirnmauer über dem Tunneleingang einen geräumigen Fangkessel für etwa abgehende Hangmassen bildet.

Rechts vom Eingang mußte zur Abstützung der lockeren Hangmassen eine kräftige Mauer errichtet werden (Abb. 10). Zur Rückenentwässerung dieser aus Beton mit Bruchsteinverkleidung hergestellten Mauer ist ähnlich wie streckenweise hinter den Tunnelwiderlagsmauern eine Sickerbetonschicht — jedoch ohne besondere Abdichtung — eingebaut worden. Das westliche Tunnel tor (Abb. 11) ist, ähnlich wie das Osttor des Weesensteiner Tunnels, durch seitliche Vormauern verstärkt worden.

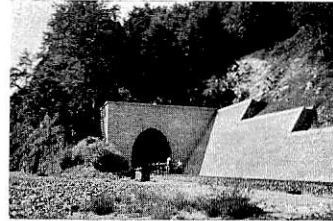


Abb. B10.
Nordöstliches Tunnel tor.



Abb. B11.
Westliches Tunnel tor.

Das Tunnel tormauerwerk ist rückseitig abgedichtet und nach dem Tunnelinnern entwässert. Die in den abgeplatterten Steinfangkesseln über den Tunnel toren (Abb. 12) aufkommenden Niederschlagwässer werden unmittelbar nach außen abgeleitet. Für die Verkleidung der in Beton ausgeführten Tunnel tоре nebst Flügelmauern sind Bruchsteine, die beim Tunnelausbruch aus gesucht wurden, verwendet worden, durch deren Vielfarbigkeit eine lebhaft architektonische Wirkung erzielt wird. Die Gewölbekranz- und -Eckverkleidung und die Mauerabdeckplatten bestehen aus Lausitzer Granit der Steinbrüche in Demitz-Thumitz, Oberlausitz.

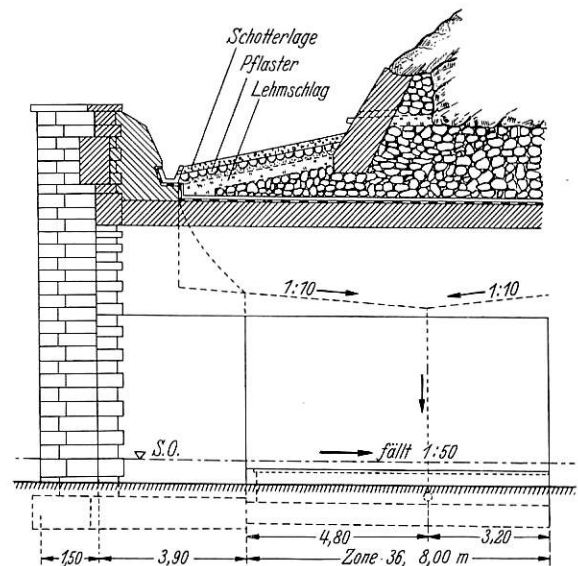


Abb. B12. Schnitt durch das nordöstliche Tunnel tor.

An Mauerwerk sind für die Tunnelröhre und die Tunnel tоре insgesamt 5200 m³ ausgeführt, ausschließlich der rund 750 m³ für die Stützmauer auf der Nordostseite. Davon entfallen 4100 m³ auf die Widerlager und Tore und 1100 m³ auf das Tunnelgewölbe. Für das Gewölbe wurden rund 560000 Stück Klinkersteine benötigt. Für die Gewölbeüberpackung sind rund 2900 m³ beim Tunnelausbruch gewonnene Steine verbraucht worden. Die Abdichtungsfläche über dem Gewölbe beträgt rund 2800 m². Der Traßementverbrauch für Widerlager, Tunnel tоре und Gewölbe belief sich auf rund 1300000 kg. Im normalen Baubetrieb wurden täglich etwa 300 bis 350 Sack (50 kg) Zement, 80 bis 90 t Kiessand, bis zu 50 t Steinschlag

und Splitt sowie 4 bis 5000 Stück Tunnelklinker verbaut. Diese Leistung wurde bei günstigen Verhältnissen wesentlich gesteigert.

Für die gesamten, unter Abschnitt III und IVa und b geschilderten Tunnelbauarbeiten sind rund 52000 Tagewerke aufgelaufen, wovon über 35 v. H. auf Facharbeiterleistungen entfielen.

C. Der Gleisbergtunnel.

I. Allgemeines.

Etwa 1,5 km oberhalb der Stadt Glashütte (Bahnhof) biegt das Müglitztal scharf rechtwinkelig in einem weiten, teils in Windungen verlaufenden Bogen annähernd 1 km nach Westen aus, der von der bisherigen Schmalspurbahn mit ihren engen, bis zum Halbkreis reichenden Kurven von stellenweise 80 m Halbmesser anstandslos durchfahren werden konnte. Eine Anlehnung der schlankeren Neubaulinie an die Linienführung der Schmalspurlinie wäre, wie die Untersuchungen ergaben, nur unter großen Schwierigkeiten möglich gewesen. Weniger Schwierigkeiten bereitete die endgültig gewählte Linienführung in einem Tunnel durch den oberhalb Glashütte

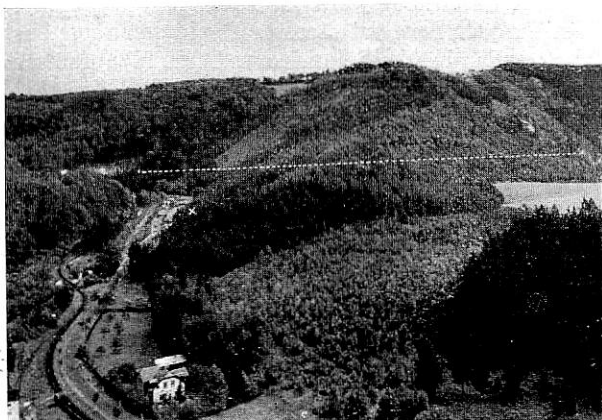


Abb. C1. Lage des Gleisbergtunnels.

im Ortsteil „Gleisberg“ liegenden Gebirgsstock gleichen Namens nach dem auch das Tunnelbauwerk bezeichnet worden ist (Abb. 1).

Diese Führung brachte vor allem den Vorteil einer Linienverkürzung um rund 1,2 km gegenüber der Schmalspurbahn. Der Tunnel verläuft nahezu von Nord nach Süd und liegt auf seiner ganzen Länge von 539 m in der Steigung 1:39, die schon vom Bahnhof Glashütte aus angewendet werden mußte, um die oberhalb des Tunnels mehrfach notwendigen Kreuzungen mit der Reichsstraße schienenfrei zu halten. Er beginnt gegenüber dem Gasthof „Gleisberg“, etwa 17 m über der früheren Schmalspurbahn und endet an der sogenannten „Oberen Büttnermühle“, etwa 7 m höher als die Schmalspurbahn und die hier zu überkreuzende Reichsstraße.

II. Geologische Verhältnisse.

Der vom Gleisbergtunnel durchfahrene Gebirgsstock besteht aus vorwiegend mittelkörnigem schiefrigen bis schuppigen Biotitgneis, in dem auch Einlagerungen von Muskowitgneis und Hornblendegesteinen vorkommen. Die Schieferung des Gneises streicht im allgemeinen in nordöstlicher Richtung und fällt nach Nordwesten zu ein. Der Tunnel durchschneidet die Schieferung also spitzwinkelig.

Wie beim Pilztunnel, so schien auch bei dem Gleisbergtunnel die Gesteinsfestigkeit zunächst eine Ausmauerung auf eine größere Strecke in Tunnelmitte, und zwar hier auf 376 m, entbehrlich zu machen. Jedoch zeigte sich nach einiger Zeit auch hier eine Lockerung des Gefüges, wahrscheinlich, wie dort,

als Folge des Zusammendrückens und Pressens der Felspartien um den Tunnelhohlraum herum unter der Last des Gebirges. Bei den eingehenden Untersuchungen fand sich schließlich kein zusammenhängendes Stück, in dem man ohne Bedenken auf die Ausmauerung hätte verzichten können. Es fielen auch auf der zunächst als fest und gesund erscheinenden Strecke nicht nur kleinere Felsstücke herab, sondern Blöcke von erheblichem Gewicht. Dazu stellte sich nach und nach auch hier Wasser ein. Angesichts dieses ungünstigen Zustandes des Gebirges wurde die Ausmauerung des ganzen Tunnels erforderlich, um durchgängig für später Gefährdungen des Zugverkehrs zu verhindern; denn selbst eine dauernde Überwachung des Zustandes würde gegen solche Gefährdungen, erhöht noch durch Frostwirkungen und Verkehrserschütterungen, nicht schützen können, da es ganz unmöglich wäre, gelockerte Steine rechtzeitig zu erkennen.

Besonders ungünstig erwies sich das Gestein auf der annähernd 100 m langen nördlichsten Tunnelstrecke; es war hier sehr kurzklüftig, z. T. stark verwittert und von einer Anzahl Lettenschichten durchzogen. Infolgedessen zeigte sich ein stärkerer Wasserzudrang, worauf die vorgeschrittene Ver-



Abb. C2. Nördlicher Voreinschnitt.

witterung zurückzuführen war. Wenn man auch bei der Tiefe der Tunnelröhre unter dem Gebirge mit einer Verrutschung der Gesteinsmassen nicht zu rechnen brauchte, so mußte dies befürchtet werden bei den Hangmassen im Voreinschnitt vor dem nördlichen Tunnelleingang. Deshalb wurde hier die bergseitige Einschnittsböschung im oberen Teile stärker abgeflacht, die darunter anstehenden Massen wurden durch ein besonders kräftiges Mauerwerk abgestützt (s. Abb. 2).

Am nördlichen Tunnelleingang selbst stand zwar verhältnismäßig frischer Gneis an, der aber auch von größeren Klüften durchzogen war. Es mußten, um die großen Schubkräfte gegen den Voreinschnitt abzuschwächen, die über dem Tunnelmund hängenden Gneisblöcke abgetragen werden. Außerdem wurde zur Aufnahme des großen Gebirgsschubes der Tunnelleingangszone, der hier nicht nur in der Längsrichtung des Tunnels, sondern auch seitlich schräg talwärts wirkte, das Tunnelmauerwerk weiter als zuerst geplant nach dem Voreinschnitt zu angeordnet und sehr kräftig ausgebildet, besonders nach der Talseite zu.

Auf der südlichen Tunnelleingangsstrecke waren die Gebirgsverhältnisse zwar günstiger, der Fels war aber auch hier mehr oder weniger stark zerklüftet. Der Eingang liegt an einer steilen Felswand. Der Voreinschnitt ist nur kurz, die östliche Einschnittsböschung mußte aber durch eine kräftige, gebrochene und mit Abtreppung angelegte Mauer im Anschluß an das Tormauerwerk abgestützt werden. Der Hang über dem Voreinschnitt wurde von den lose lagernden, zum Absturz neigenden Gesteinsblöcken befreit. Zum Abfangen weiterhin

etwa noch abrollender Felsstücke ist schon bei den Voreinschnittsarbeiten eine längere freistehende Trockenmauer über dem Voreinschnitt errichtet worden.

III. Baustelleneinrichtung.

Um den Gleisbergtunnel als umfangreichstes und zeitraubendstes Einzelbauwerk der neuen Vollspurbahn rechtzeitig fertigstellen zu können, wurde der Bau, der auf Grund einer beschränkten Ausschreibung der Firma Philipp Holzmann AG., Zweigniederlassung Dresden, übertragen war, von beiden Tunnelseiten aus in Angriff genommen. Da die beiden Enden annähernd 2 km weit — nach der gewundenen Talstraße oder der Schmalspurbahn gemessen — voneinander entfernt sind und die gerade Verbindung in der Tunnelrichtung über den hohen und schwer gangbaren Bergücken führt, war es nicht angängig, den Bau nur von einer Baustelleneinrichtung aus zu betreiben. Es wurde daher auf jeder Seite eine solche angelegt. Beide Einrichtungen mußten in der Hauptsache auf schmalen Geländestreifen zwischen Müglitzfluß und Reichsstraße in der Talsohle untergebracht werden; denn vor den Tunnelanfängen,

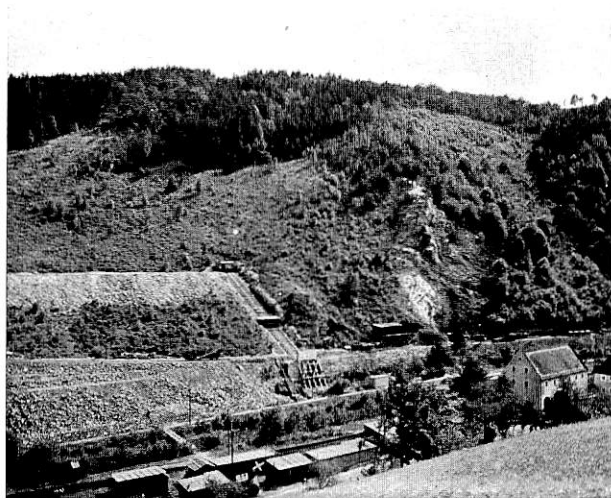


Abb. C 3. Südliche Baustelleneinrichtung.

die an sehr steilen, unmittelbar aus dem Müglitzfluß emporsteigenden Berghängen liegen, war keinerlei Platz für die Baustelleneinrichtungen vorhanden.

Die nördliche Einrichtung lag auf dem Geländestreifen oberhalb des Gasthofs „Gleisberg“ (in Abb. 1, ×), die südliche unterhalb der „Oberen Büttnermühle“ (in Abb. 3, ×). An jeder Stelle waren zwei Kompressoren, Bauart „Flottmann“, zusammen also vier Kompressoren von insgesamt 51 m³ sowie ein Dieselkompressor von 3,5 m³ Leistung in der Minute, aufgestellt, ferner eine Schmiedewerkstatt mit allen nötigen Einrichtungen, wie die Bohrschärf- und -Stauchmaschine, Bohr- und Fräsmaschinen, Drehbänke usw., die Schuppen für Geräte und Werkzeuge, Unterkunftsräume für die Arbeiter und das Aufsichtspersonal usw. Die für die Ausmauerungsarbeiten notwendigen Mörtel- und Betonmischmaschinen — 500 und 150 Liter-Maschinen — waren auf der Nordseite untergebracht, da das Mischgut nur von hier aus nach den Verwendungsstellen im Tunnel gebracht wurde. Bei der nördlichen Einrichtung lag überhaupt der Schwerpunkt des ganzen Baubetriebes; sie allein war deshalb mit dem Tunnel durch ein Fördergleis von 0,90 m Spurweite verbunden, das mittels Spitzkehre am Hange des Gleisberges nach dem nördlichen Voreinschnitt führte und hier Anschluß erhielt an das später bis zum Bahnhof Glashütte ausgelegte Gleis gleicher Spur, auf dem die an der Nordseite des Tunnels abzufahrenden Massen des Tunnelausbruchs nach der anschließenden Bahnstrecke befördert

wurden. Dieses Gleis diente zugleich zur Anförderung der auf dem Bahnhof Glashütte mit der Schmalspurbahn ankommenden Baustoffe (Zement, Sand, Steinschlag, Klinkerziegel usw.) sowie der Gerätschaften, Maschinen, Betriebsstoffe nach dem Tunnel oder nach der nördlichen Baustelleneinrichtung. Der für die elektrisch betriebenen Maschinen, wie die Elektromotoren für den Antrieb der Kompressoren, die Werkstattmaschinen, die Mörtel- und Betonmischmaschinen, Betonrüttler, Krane, Aufzüge usw. sowie für die elektrische Beleuchtung benötigte Strom wurde aus der Überlandzentrale der „AG. Sächsische Werke“ entnommen, der von 10000 V Spannung mittels einer Umformerstation an jeder Tunnelseite auf die Betriebsspannungen von 380/220 V gebracht wurde.

Die beiden Baustellen wurden in der Hauptsache während des Monats März 1936 eingerichtet und im Laufe der Bauarbeiten den Bedürfnissen entsprechend erweitert.

IV. Baubetrieb.

1. Herstellung der Voreinschnitte, der Stollenvortrieb und der Vollaussbruch.

Die vorbezeichneten Arbeiten wurden beim Gleisbergtunnel im allgemeinen in gleicher Weise durchgeführt wie bei den übrigen Tunneln der neuen Müglitztalbahn. Begonnen wurde mit dem etwa 30 m langen nördlichen Voreinschnitt, und zwar am 17. März 1936. Hier kam der Löffelbagger vorteilhaft zur Verwendung, der später bei Herstellung der nach Glashütte zu anschließenden freien Strecke benötigt wurde. Der wesentlich kleinere südliche Voreinschnitt wurde am 16. April 1936 angefangen und zugleich mit den Felsabräumungsarbeiten und der Ausführung der Schutzmauer gegen Steinschlag (s. oben) am Berghange über dem Voreinschnitt so gefördert, daß am 23. Mai 1936 der Einschub des südlichen Sohlstollens erfolgen konnte. Der nördliche Sohlstollen konnte erst am 17. Juni 1936 eingeschossen werden. Beide Sohlstollenstrecken von zusammen rund 530 m Länge kamen am 25. September 1936 zum Zusammentreffen. Der Firststollenvortrieb hatte inzwischen auf der Südseite am 18. Juni 1936, auf der Nordseite am 15. Juli 1936 eingesetzt. Der Firststollen wurde am 3. August 1936 durchgeschlagen. Die Vollaussbruchsarbeiten konnten auch zuerst auf der Südseite aufgenommen werden, und zwar am 23. Juli 1936, auf der Nordseite erst am 28. September 1936. Vollendet war der Vollaussbruch am 17. April 1937. Er wurde auch nach Ausbruchschema Abb. 4, Teil A, durch seitliches Ausweiten des Firststollens, hiernach durch Abtrag der Mittelbank und zuletzt durch seitliches Ausweiten des Sohlstollens vorgenommen.

Was die Holzaussteifung betrifft, so mußte der Sohlstollen auf seiner ganzen Länge ausgezimmert werden. Beim Firststollenvortrieb und beim Vollaussbruch konnte die Auszimmerng auf der Teilstrecke, auf der man anfangs auch die Ausmauerung entbehren zu können hoffte — s. oben Abschnitt II —, ganz weggelassen oder schwächer gehalten werden. Die Durchbildung der in Zonen von etwa 8 m Länge eingebauten Jochzimmerung für den Vollaussbruch ist aus Abb. 4 zu erkennen. An Holz wurden im ganzen rund 1890 m³ verzimmert; bezogen wurde es in der Hauptsache von der im Müglitztal ansässigen Holzindustrie.

Die Ausbruchsmassen der nördlichen Teilstrecke der Tunnelröhre — etwa 16800 m³ — wurden auf der für den Tunnelbau angelegten, etwa 1000 m umfassenden Tunnelgleisanlage von 0,60 m Spurweite zunächst in Muldenkippern auf eine im Voreinschnitt errichtete Umladebühne gefahren, wo sie auf die größeren Wagen der nach der anschließenden freien Strecke in Richtung Glashütte führenden Fördergleisanlage mit 0,90 m Spur umgeschlagen wurden (Abb. 5). Für die Ausbruchsmassen aus der südlichen Teilstrecke — etwa 15500 m³ — war keinerlei Verwendungsmöglichkeit als Schüt-

tung für Eisenbahndämme vorhanden. Auch gab es in dem engen Müglitztal keine geeignete Stelle in der Nähe zur Ablagerung der ganzen Massen. Nur ein Teil davon konnte mit einfacher Förderung an dem tiefer als der Tunnel liegenden Fuße des westlich anschließenden steilen Berghanges unter-

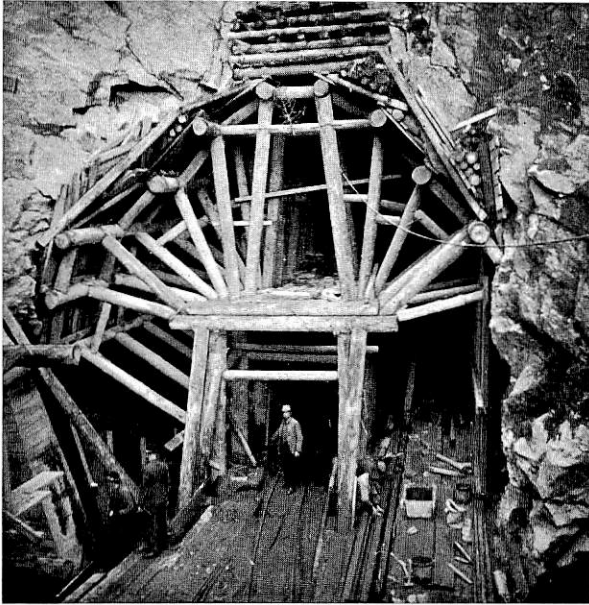


Abb. C4. Jochzimmerung des Vollaushubs.

gebracht werden. Die übrigen Massen mußten nach dem Steilhang darüber gefördert werden. Hierzu war von der Bauunternehmung eine besondere Bremsberganlage gebaut worden, die mit dem Tunnel durch ein Gleis so verbunden war, daß die beladenen Förderwagen auf einem eigens dazu eingerichteten Aufzugstisch den Berghang hinauf zur oberen Kippe gebracht werden konnten (Abb. 3). Die Auflockerung der Ausbruchmassen betrug etwa 40 bis 45 v. H.



Abb. C5. Massenumladebühne.

Die mittlere Tunnelstrecke, auf der zunächst die Ausmauerung entbehrlich erschien, wurde vorsorglich für einen etwa später nötig werdenden Ausbau ausgebrochen unter Zugrundelegung einer schwächeren Firstauskleidung als bei den Eingangsstrecken.

Für jeden Angriff wurden im Sohlstollen bis zu 24, im Firststollen bis zu 20 Schußlöcher von 1,25 bis 1,50 m Tiefe

gebohrt, und zwar mit Preßluftschlämmern — Bauart „Flottmann“ — unter Verwendung von Hohlbohrern mit Doppelmeißelschneiden von 35 bis 55 mm Schneidenbreite. Beim Vollbetrieb in den Stollenstrecken waren bis zu vier solche Hämmer an jeder Stollenbrüst gleichzeitig in Tätigkeit. Die Bohrarbeit, die für jeden Angriff in den Stollen etwa 7 Std. dauerte, wurde in der Regel schon während der Schutterung in Angriff genommen, die einsetzte, sobald nach dem Abschluß die Bewetterung vor Ort genügend durchgeführt war, was etwa 20 Min. währte. Um den Bohrmännern ein gleichzeitiges Arbeiten neben den Schutterern zu ermöglichen und zu erleichtern, wurden Bohrerbänke, wie sie bei den Ausführungen über den Geisingtunnel (s. Teil D) skizziert sind, sowie auch pneumatisch angetriebene Bohrerstützen (Abb. 6) — sogenannte „Flottmann-Bohrknechte“ — verwendet. Dieses Hilfsmittel ist eine selbsttätig wirkende, luftgefederte Vorschubstütze, die den Bohrhammer trägt und andrückt, so daß sich die Arbeit des Bohrmannes auf die Führung des Hammers und die Regelung des Luftdruckes beschränkt. Dieser „Bohrknecht“ fängt den Rückstoß des Bohrhammers auf. Seine Anwendung schont hiernach nicht nur die Arbeitskraft des

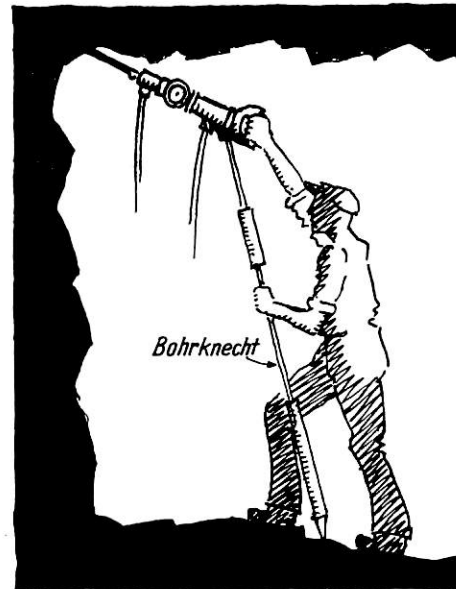


Abb. C6. Bohrerstütze.

Bohrmannes, sondern fördert dessen Leistung und mindert außerdem den Verschleiß des Hammers und des Gezähes.

Zum Sprengen des Felsens wurde in der Hauptsache Gelatine-Donarit verwendet. Verbrauchte wurde an Sprengstoff beim Stollenvortrieb i. M. 4 kg je m³ Ausbruch.

Die Bewetterung während des Stollenvortriebes besorgten elektrisch angetriebene Ventilatoren mit einer Minutenleistung von 70 m³. Je ein solcher Ventilator stand an dem südlichen und nördlichen Sohlstolleneingang und saugte die Tunnelluft vermittels einer 300 mm weiten Luttenleitung an.

Die Entwässerung bereitete keine Schwierigkeiten. Die ziemlich wasserreiche nördliche Sohlstollenstrecke wurde in der Steigung vorgetrieben und ermöglichte im allgemeinen einen natürlichen Wasserabfluß; die im Gefälle vorgetriebene südliche Stollenstrecke hielt sich während ihres Vortriebes ziemlich trocken. Soweit hier Wasser auftrat, wurde es abgepumpt.

Gearbeitet wurde während des Ausbruchs im allgemeinen an jedem Arbeitstage in drei Schichten zu je 8 Std. Auf jede Schicht entfiel ein Abschlag. Es wurden Abschlüge bis zu 1,25 m erzielt. In der südlichen und nördlichen Sohlstollenstrecke zusammen betrug der durchschnittliche Fortschritt 5,50 m je Arbeitstag.

Die Belegschaft hatte im Vollbetrieb innerhalb und außerhalb des Tunnels zusammen einen Bestand bis zu 125 Mann in der Schicht.

An Ausbruchmassen wurden gewonnen aus den beiden Voreinschnitten rund 10500 m³, aus der Tunnelröhre rund 28000 m³, insgesamt also rund 38500 m³.

2. Tunnelmauerung.

Es wurden zunächst die beiden Tunnelleingangsstrecken ausgemauert, die nach den geologischen Feststellungen auf keinen Fall ohne Ausbau bleiben konnten. Auch hier wurde in Zonen von rund 8 m Länge gemauert unter Zugrundelegung der Querschnittszeichnung (Abb. 7) in Teil A, Abschnitt IV 2. Jede vierte Zone erhielt, immer auf derselben Tunnelseite, die Arbeitsnische. Der Widerlagerbeton wurde mit Traßzement hergestellt. Für das Gewölbe kamen säurefeste Klinkersteine zur Verwendung. Die Wölbstärke ist verschieden bestimmt worden, je nach dem Zustand des Gebirges. Auf der südlichen Strecke wurde

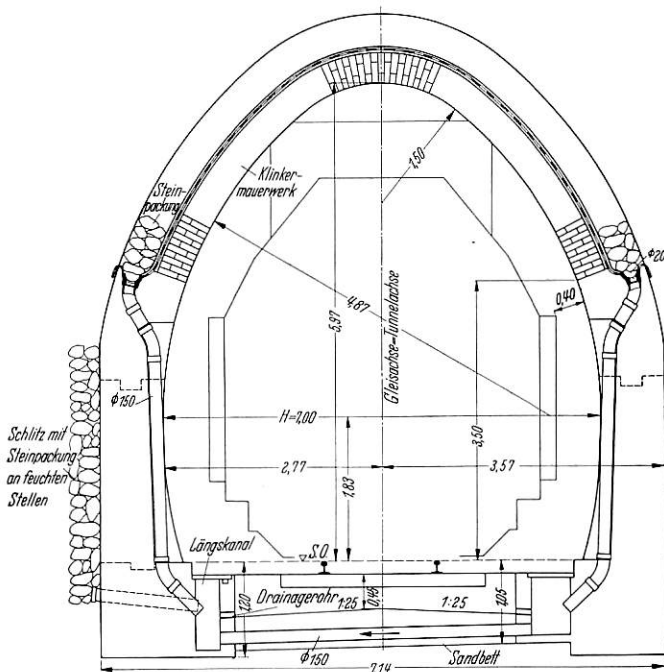


Abb. C7. Querschnitt mit Klinkergewölbe.

mit der innersten Zone begonnen und bis zum Tunnelausgang in einem Zuge zonenweise durchgemauert. Auf der nördlichen Strecke wurde sowohl von innen nach außen als auch vom Eingang nach innen zu gemauert, so daß sich eine Schlußstelle im Innern ergab. Diese wurde wie die übrigen Zonen ausgemauert. Um sie aber abzudichten und mit Steinen überpacken zu können, wurde der Gewölberücken in ähnlicher Weise wie beim Pilztunnel zugänglich gehalten, indem in dem einen Widerlager dieser Zone ein Durchgang ausgespart wurde. Hinter dem Durchgang war der Gebirgsausbruch kaminartig vertieft. Nachdem vermittels des so entstandenen Zugangs zum Gewölberücken schließlich die restliche Abdichtung und Steinpackung eingebracht worden war, wurde der Kamin etwa in Höhe des Gewölbekämpfers durch Eisenbetonbalken überdeckt und mit einer Ziegelmauer von der Nische aus abgeschlossen. Wie beim Pilztunnel kann man auch hier im Bedarfsfalle verhältnismäßig leicht nach dem Gewölberücken gelangen.

Die Rückenentwässerung der Ausmauerung geschieht für Widerlager und Gewölbe getrennt. Das vom Gewölbe kommende Wasser läuft nach der hinter dem Kämpfer mit Gefälle 1:10 eingebauten Rinne aus Steinzeugschalen, von wo es nach den in das Widerlager eingelassenen gußeisernen Abfallröhren gelangt, die vermittels verschließbarer Aussparungen im

Widerlager vom Tunnelinnern aus nötigenfalls gereinigt werden können. Diese Abfallrohre führen das Wasser nach der Hauptentwässerungsanlage (Längskanal und Schrote) im Tunnelinnern (s. Abb. 7). An einzelnen feuchten Stellen wurden Schlitz ins Gebirge geschlagen und mit Steinen ausgepackt. An nassen Gebirgsflächen wurde das eigentliche Widerlager nicht unmittelbar an das Gebirge angestampft, sondern es wurde, wie beim Pilztunnel, zunächst eine Sickerbetonschicht angesetzt. Weil die im Gleisbergtunnel aufkommenden Wasser Beton aber nicht angreifen, wurde hier die Sickerbetonschicht nicht noch besonders abgedichtet. An den vollkommen trockenen Tunnelstrecken wurde das Widerlager an das Gebirge unmittelbar angestampft.

Was das Mauerwerk der Tunnel Tore betrifft, so ist deren Bauweise und Anordnung schon bei der Schilderung der geologischen Verhältnisse begründet worden. Sie sind wie die Mauer der Voreinschnitte aus Beton hergestellt, von der Gebirgswand durch eine Sickerbetonschicht, wie die Tunnelwiderlager, getrennt und an den Ansichtsflächen mit beim Felsausbruch ausgesuchten Bruchsteinen verkleidet. Nur die Eckverkleidungen und der obere Abschluß des Mauerwerks ist in Ermangelung geeigneten ortsgebundenen Gesteins mit Granitquadern aus den Brüchen Demitz-Thumitz, sächsische Oberlausitz, ausgeführt worden (vergl. Abb. 8 und 9). Das ganze

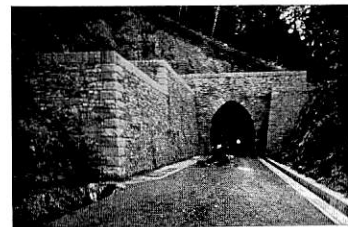


Abb. C8.
Nördliches Tunneltor.

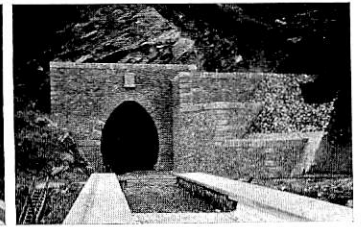


Abb. C9.
Südliches Tunneltor.

Mauerwerk paßt sich nach Anlage und Ausgestaltung sehr gut der landschaftlich schönen Umgebung an.

Die gesamte Innenauskleidung (Widerlager, Gewölbe und Tunnel Tore) umfaßt 8740 m³ Mauerwerk. Die Auspackung über dem Gewölbe beträgt 3100 m³. Die Rückenflächenabdichtung hat ein Ausmaß von 5700 m².

Der ganze Bau des Gleisbergtunnels verursachte einen Tagewerksaufwand von 110000 Tagewerken (einschließlich der Tagewerke für die Leistungen des Maschinenwärters, der Schmiede, der Mannschaft für die Förderung von Massen und Baustoffen sowie der sonstigen Hilfsbetriebe).

3. Tunnelgewölbe in Eisenbetonbauweise.

Wie schon bei der Schilderung der geologischen Verhältnisse näher ausgeführt wurde, mußte nach einiger Zeit doch noch die mittlere Strecke ausgemauert werden, was man anfangs vermeiden zu können hoffte. Es wurde zunächst eine Ausmauerung mit einem Klinkergewölbe wie bei den Eingangsstrecken in Aussicht genommen. Jedoch ergaben die weiteren Erwägungen, daß eine solche Ausführung in der bis zur voraussichtlichen Inbetriebnahme der neuen Bahn noch zur Verfügung stehenden Zeit kaum zu bewältigen war, zumal mit einem Mangel an Facharbeitern, namentlich an Maurern, und mit Schwierigkeiten in der Beschaffung geeigneter Tunnelklinkersteine gerechnet werden mußte. Auch war der Firstraum nicht hoch genug ausgebrochen, um die Gewölbeabdichtung einwandfrei durchzuführen. Man wählte daher eine von der Bauunternehmung Philipp Holzmann AG., Zweigniederlassung Dresden, vorgeschlagene Sonderausführung, die verdient, hier besonders und etwas eingehender beschrieben zu werden:

Das Widerlagermauerwerk besteht auch hier aus Beton (Abb. 10). Die Widerlager wurden auf die ganze Länge der Tunnelstrecke in einem Zuge durchbetoniert. Der Raum zwischen Widerlager und Gebirgswand ist wie bei den Eingangsstrecken an den nassen Stellen mit einem stark porösen Sickerbeton ausgefüllt. Die Firstverkleidung jedoch besteht aus einzelnen schmalen Eisenbetonringen. Diese wurden in zwei Halbschalen von je 4,20 m Länge außerhalb des Tunnels angefertigt, und zwar in einem eigens dazu errichteten Schuppen mit einer 60×15 m großen Grundfläche auf dem nördlichen Werkplatz. Verwendet wurden dazu der Halbschalenwölbung angepaßte, durch ein starkes Eisengerippe fest zusammengefügte Formen mit blechbeschlagenen Innenflächen. Die Formen wurden auf entsprechend gekrümmte, in den Fußboden des Werkschuppens eingelassene Betonfundamente gestellt. Nach Einlegung der auf der Biegebank formrichtig gebogenen Eisenbewehrung, bestehend aus einem doppelten Stahlgewebe, wurde das Betonmischgut in die Form eingerüttelt (Rüttler der Bauart „Vibro-

Schalenfläche erhielt an den Stoßfugen einen zweifachen Turtulanstrich gegen Angriffe durch Rauchgase der Lokomotiven- und Niederschlagsnäse.

Besonderer Erwähnung bedarf noch das Verfahren, das sich die Bauunternehmung für den Einbau der Eisenbetonringe ausgedacht hatte:

Bei der Herstellung der Schalen wurden an geeigneten Stellen Halteeisen mit einbetoniert, an denen man die Schalen beim Verladen mit Hilfe eines Laufkrans anpackt und auf einen kräftigen Plattformwagen der Förderbahn setzt. Es wurden immer die beiden zu einem Ring gehörenden Halbschalen zusammen so auf den Wagen gelegt, daß dazwischen ein sattelförmiges Versetzungsgerüst eingelegt werden konnte, das aus zwei zusammenklappbaren eisernen Fachwerkbacken bestand, die an ihren Enden unter der Scheitelfuge der beiden Eisenbetonschalen scharnierartig miteinander verbunden waren (Abb. 11). Eine Doppelschale wog einschließlich des Versetzungsgerüsts rund 4,5 t. Mit einer Diesellokomotive wurde

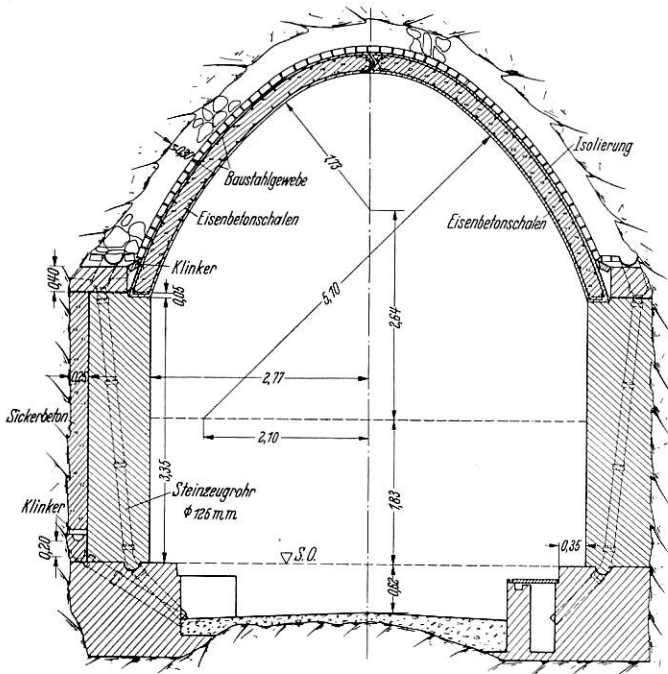


Abb. C 10. Querschnitt mit Eisenbetongewölbe.

max“, Firma Losenhausen, Düsseldorf). Der Rüttelbeton wurde sehr dicht und fest. Die beiden Schalenhälften eines Wölbringens hatten ebene Aufstandsflächen am Kämpferende, am Scheitelende waren sie schwalbenschwanzartig ausgebildet (s. Querschnittszeichnung Abb. 10). Nach eintägiger Erhärtung des Betons wurde die Form abgenommen. Vom vierten Tag ab konnten die Schalen eingebaut werden, nachdem sie vorher abgedichtet worden waren. Die Abdichtung auf der Rückenfläche bestand aus einem kaltflüssigen Bitumenvoranstrich, zwei Lagen Wollfilzpappe und einem dreimaligen heißflüssigen Bitumen-Deckanstrich auf den Pappenlagen. Die unterste Pappenlage wurde bis an den Rand der Schalen aufgeklebt, die obere blieb 10 cm vom Rand entfernt.

Sobald die Doppelschalen eines Ringes endgültig im Tunnel versetzt waren, wurde die Stoßfuge an dem zuletzt eingebauten Ring mit Teerstricken und Asphaltfaserkitt ausgekleidet und die Isolierhaut über der Fuge durch zwei übereinanderliegende, mit Bitumenmasse aufgeklebten Streifen von Wollfilzpappe geschlossen. Sodann wurde die Klinkerschuttschicht auf die Isolierhaut in Zementmörtel verlegt und der Raum darüber mit ausgesuchten Steinen ausgepackt. Da jeder Ring nur 0,65 m breit ist, war eine einwandfreie Ausführung der Dichtung und der Steinauspackung gewährleistet. Die untere

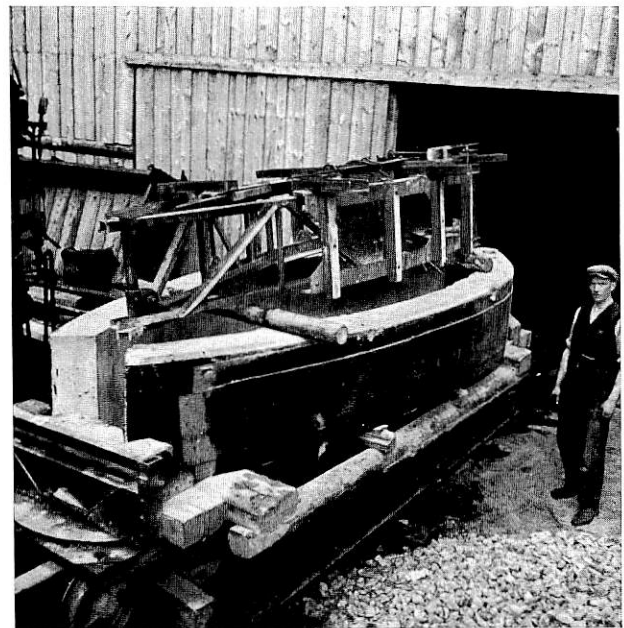


Abb. C 11. Gewölbeschalen mit Versetzungsgerüst.

sie vom Werkplatz auf dem nach dem Tunnel führenden Verbindungsgleis — s. Abschnitt III —, das auf die Spur von 0,60 m des Tunnelgleises umgenagelt worden war, nach der Einbaustelle gefahren. Dort befand sich ein starkes Holzgerüst für den Einbau der Eisenbetonschalen. Das Gerüst stand auf den breiten Vorsprüngen der Widerlagerfundamente, auf denen es mit dem Fortschreiten der Einbauarbeiten verschoben werden konnte. In Rücksicht auf dieses Holzgerüst waren die Widerlageransichtsflächen als senkrechte Ebenen ausgebildet worden, wodurch auch mehr Platz für die Aufstellarbeiten gewonnen war.

Mit Hilfe eines in das Gerüst eingebauten Elektrozuges wurde nun das zwischen den beiden Eisenbetonschalen liegende und mit diesen befestigte Sattelgerüst oberhalb des Schwerpunktes der Schalen erfaßt und allmählich in die senkrechte Stellung aufgerichtet, bis die Last über dem Förderwagen schwebte (Abb. 12). In der Schwebelage wurde das Sattelgerüst mit den darauf ruhenden Eisenbetonschalen unter Verwendung einer besonderen in das Sattelgerüst eingebauten Vorrichtung auseinander gespreizt, so weit als es der Abstand der beiden Tunnelwiderlager gestattete (Abb. 13a und 13b) und dann hochgezogen, bis die Schalenaufstandsflächen etwas über den Aufstandsflächen der Widerlager lagen. Nunmehr wurden

die Schalen mit ihrem Gerüst vollends ausgespreizt und auf die Widerlager abgesetzt (Abb. 14). Jetzt wurde das Sattelgerüst von den Schalen gelöst, abgesenkt, zusammengeklappt und nebst Spreizvorrichtung auf dem Förderwagen wieder nach dem Werkplatz gefahren (Abb. 15). Bevor ein neuer Ring an dieser

weite Aussparung im Scheitel. Diese wurde mit Eisenbetonbalken stückweise überdeckt und gleichzeitig mit überpackt. Alsdann wurde an die untere Seite der Betonbalkendecke die Abdichtung angeklebt und schließlich die Aussparung von unten zugewölbt.

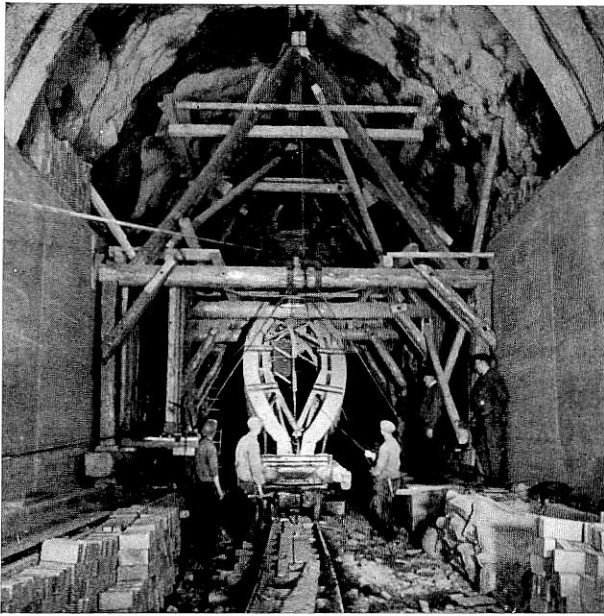


Abb. C12. Abheben der Gewölbeschalen.

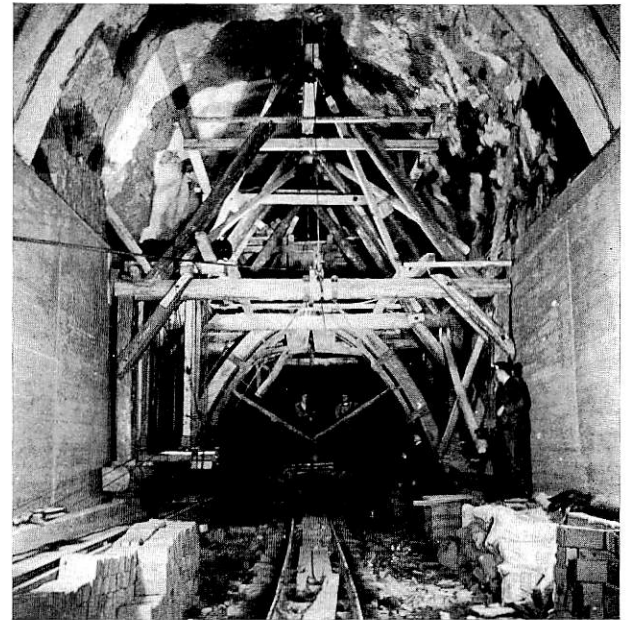


Abb. C13b. Spreizen und Hochziehen der Gewölbeschalen.

Einbaustelle eingesetzt werden konnte, mußte der eben aufgestellte Ring, der zunächst auf den Widerlagern nur in einem Mörtelbett ruhte, an den Kämpfer- und Scheitelfugen sowie an der Stoßfuge mit dem vorletzten Ring in der Weise, wie oben schon beschrieben, abgedichtet und in ganzer Breite mit Steinen überpackt werden (Abb. 14). Eine Reihe fertig eingebaute

Nachdem die Arbeiter mit dem Verfahren und vor allem mit dem Einbau der Ringe vertraut waren, gelang es in jeder der zwei Tagesschichten, acht volle Eisenbetonringe aufzu-

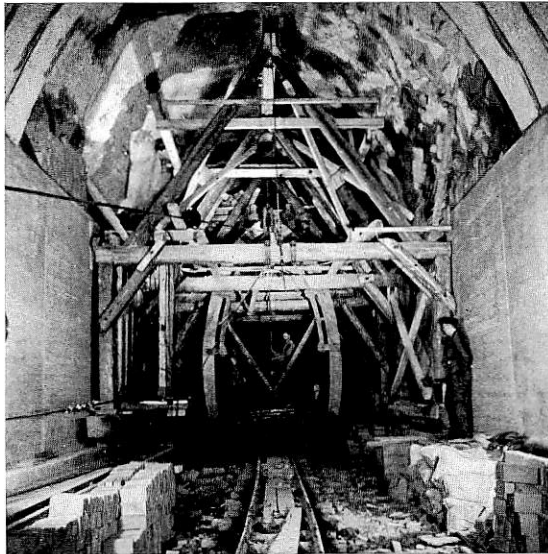


Abb. C13a. Spreizen der Gewölbeschalen.

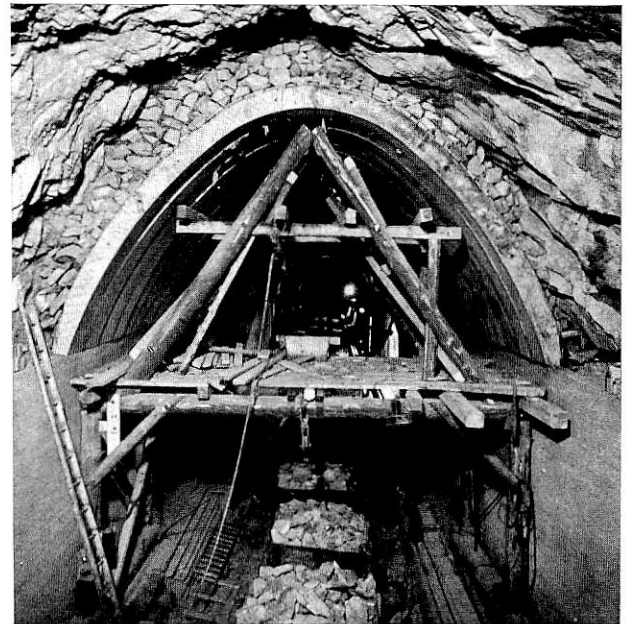


Abb. C14. Eingesetzte Gewölbeschalen.

Ringe ist aus Abb. 16 zu ersehen, die auch zeigt, wie die Auskleidung der Eisenbetonschalen an die Ausmauerung mit Klinkergewölbe anschließt. Der Einbau der Schalenringe ging von den Enden der Klinkergewölbe der beiden Eingangsstrecken aus und wurde nach innen vorgetrieben, gleichzeitig aber auch von innen nach außen. An den Stellen des Zusammenstreffens wurde ein Schlußring aus Klinkerziegeln eingewölbt, abgedichtet und überpackt, bis auf eine etwa $0,80 \times 0,80$ m

stellen, abzudichten und zu überpacken. Im ganzen waren etwa 570 Ringe (Doppelschalen) einzubauen. Es zeigt sich schon jetzt, daß die Ausführung in jeder Hinsicht gut gelungen ist. Die so behandelte Strecke hält sich genau so trocken wie die beiden mit Klinkergewölben ausgemauerten Eingangsstrecken. Übrigens geschieht die Entwässerung dort im allgemeinen ebenso wie bei der Ausmauerung der Eingangsstrecken. Das Verfahren brachte mancherlei, z. T. oben schon

angedeutete Vorteile mit sich. Dadurch z. B., daß die einzelnen Wölbstücke außerhalb des Tunnels im gedeckten Raum und somit unabhängig von allen Witterungseinflüssen fabrikmäßig hergestellt wurden, erhielt man einen besonders dichten Betonkörper, der an den Flächen auch sehr glatt war, Eigenschaften, die schon allein einen guten Schutz gegen das Eindringen von Rauchgasen und von Nässe bieten. Auch die Isolierung, und zwar nicht nur die auf dem Werkplatz, sondern auch die an der Einbaustelle aufgebrachte, kann bei der geringen Breite und Stärke der Schalenringe ohne Schwierigkeit einwandfrei ausgeführt werden. Dasselbe gilt von den sonstigen Herstellungen, wie der Steinauspackung des Raumes über den Ringen, der im allgemeinen nur 0,30 bis 0,35 m hoch war, was im Fall einer zonenweisen Ziegelauswölbung die Isolierungs- und Aupackungsarbeiten unmöglich gemacht hätte. Man hätte dann die Firste nachträglich wesentlich weiter ausbrechen müssen, was aber sehr kostspielig geworden wäre.

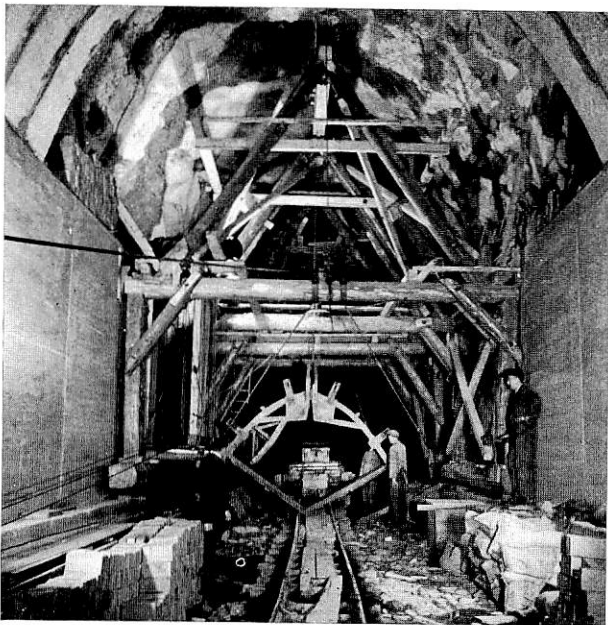


Abb. C 15. Zum Rückverladen herabgelassenes Spreizgerüst.

Da kein Gebirgsdruck beobachtet wurde, ein solcher auch späterhin nicht zu erwarten ist, sondern weil nur mit dem Ablösen von Steinen zu rechnen ist, genügte die gewählte Auskleidung vollauf. Die statische Untersuchung der Eisenbetonauskleidung als Dreigelenkbogen oder auch als Eingelenkbogen aufgefaßt, ergab, daß diese Auskleidung eine gleichmäßig verteilte oder auch eine seitlich ungleichmäßig wirkende, weitaus genügend große Gebirgslast aufzunehmen vermag, wobei die Höchstspannungen von $\sigma_b = 88$ und $\sigma_e = 2550 \text{ kg/cm}^2$ betragen; die Eisenspannungen bleiben also noch innerhalb der Streckgrenze, die Betonspannungen sind auch unbedenklich, zumal, da es sich um fabrikmäßig hergestellte Teile handelt.

Die vorerwähnten Vorteile führten zu den weiteren, im vorliegenden Fall sehr wichtigen Vorzügen, daß die Tunnelausmauerung in dieser Bauweise beschleunigt durchgeführt und rechtzeitig fertiggestellt werden konnte und außerdem Ersparnisse dabei erzielt wurden.

Diese Sonderausführung der Firma Philipp Holzmann, Zweigniederlassung Dresden, ist übrigens schon einmal von der ehemaligen sächsischen Staatseisenbahnverwaltung mit Vorteil angewendet worden, und zwar in den Jahren 1914/15 bei der nachträglichen Ausmauerung des im Betriebe befindlichen sogenannten „Harrastunnels“ bei Braunsdorf an der Eisenbahnlinie Roßwein—Hainichen—Chemnitz. Der Einbau der auch

hier außerhalb des Tunnels fabrikmäßig hergestellten und isolierten Eisenbetonschalen wurde mit Hilfe eines der Schalenform angepaßten Lehrgerüsts vorgenommen. Die Wölbpaare wurden mit einem auf dem Betriebsgleis fahrbaren Schwenkkran (Kranwagen) auf das Gerüst gelegt, sodann mit diesem zusammen auf einen Eisenbahn-Plattformwagen gesetzt und in einer Zugpause mit Lokomotive in den Tunnel eingefahren, wobei das Lehrgerüst mit dem Wölbring zunächst schiefwinkelig zur Gleisachse auf dem Wagen stehen mußte, um die Ladung durch den Lichtraum des Tunnels bringen zu können. An der Einbaustelle wurden das auf dem Wagen drehbar montierte Lehrgerüst und der Wölbring zusammen mit dem Drehkran hochgehoben, senkrecht zur Gleisachse gestellt, und auf das fertige Widerlager gesetzt. Das Verfahren ist auch dort gut gelungen. Die Auskleidung hat sich bis jetzt sehr gut bewährt, und zwar sowohl hinsichtlich der baulichen Unterhaltung als auch der Tragfähigkeit und Standfestigkeit.

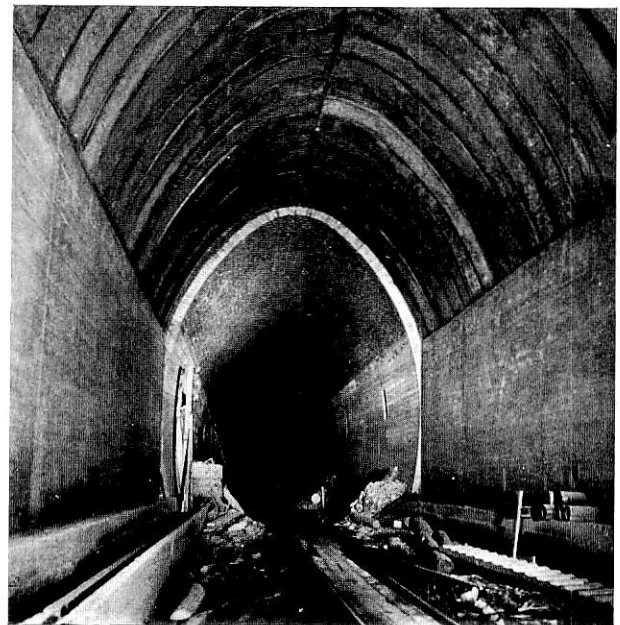


Abb. C 16. Fertiges Eisenbetongewölbe.

Dieses Beispiel zeigt, daß auch in bestehenden Tunneln, deren Ausmauerung wegen Beschädigung ersetzt werden muß, oder die nachträglich ausgemauert werden müssen, die notwendige Auskleidung mit Hilfe des geschilderten Sonderverfahrens eingebaut werden kann und zwar, was besonders wichtig ist, ohne den Eisenbahnbetrieb auf der jeweiligen Strecke einstellen zu müssen.

In solchen Fällen, wo Gefährdungen der Betonauskleidung zu befürchten sein sollten, etwa infolge starken Einflusses von Rauchgasen, schädlichen Wässern usw., lassen sich nach der Meinung und Erfahrung der Firma Philipp Holzmann die nötigen Gegenmaßnahmen unschwer treffen, indem z. B. die innere Gewölbeleibung gegen Rauchgasangriffe auf die erforderliche Breite am Scheitel einen Schutz aus Eternitplatten oder Steinzeugschalen erhält, die bei der Herstellung der Eisenbetonwölbstücke gleich angelegt werden und gut am Beton haften.

D. Der Geisingtunnel.

(Vergl. hierzu die Veröffentlichung des Verfassers in der „Bautechnik“ 1937, Nr. 38.)

I. Allgemeines.

Bevor die neue vollspurige Bahnlinie die Stadt Geising erreicht, verläuft sie wie die alte Schmalspurbahn auf der öst-

lichen Talseite der Roten Müglitz (auch „Rotes Wasser“ genannt). Sie muß hier aber wegen der Führung in schlankeren Bögen nicht unwesentlich weiter als die Schmalspurbahn nach Osten zu ausholen und kommt so, 1:30 ansteigend, in den Berghang des Geisinger Stadtwaldgebietes zu liegen, den sie in einem S-Bogen von 240/140 m Halbmesser mit einem 236 m langen Tunnel sowie in einem nördlichen, rund 65 m langen und in einem südlichen, rund 50 m langen Voreinschnitt durchkreuzt (Abb. 1). Die Tunnelachse fällt mit der Gleisachse zusammen. Dieser Tunnel ist als erster von den fünf auf der neuen Bahn Heidenau—Altenberg erforderlichen Tunneln in Angriff genommen und fertiggestellt worden.

Die Bauarbeiten für den Geisingertunnel waren auf Grund beschränkter Ausschreibung der Firma Siemens-Bauunion — damalige Zweigniederlassung Dresden — übertragen.

II. Geologische Verhältnisse.

Das Gebirge, das vom Tunnel und seinen beiden Voreinschnitten durchfahren wird, besteht durchgängig aus Granitporphyr.

werden, auch um das zerklüftete Gestein gegen Frosteinwirkung zu schützen und die Verwitterung einzuschränken, die bei der hohen Gebirgslage — 600 m über NN — in dem zerrissenen Gestein zu erwarten ist.

III. Baustelleneinrichtung.

Da der Tunnel nach Norden zu in einseitigem Gefälle liegt, wurde, um kostspielige Wasserhaltung zu vermeiden, der Tunnel in der Hauptsache von der Nordseite aus vorgetrieben. Da ferner die gesamten Ausbruchmassen aus dem Tunnel sowie aus den beiden Voreinschnitten nach Norden zu abgefördert werden mußten, erwies es sich als zweckmäßig und notwendig, im wesentlichen auf dieser Tunnelseite die Baubetriebsanlagen einzurichten. Hierfür wurde die Geländespitze zwischen der neuen Bahnachse (nördlicher Voreinschnitt) und der alten Schmalspurbahn gewählt (Abb. 1). Begonnen wurde mit der Baustelleneinrichtung Anfang September 1935. Wenn der bezeichnete Platz für die Baustelleneinrichtung auch beengt war, so hatte er doch den großen Vorteil, daß er von dem nahen Betriebsgleis der Schmalspurbahn aus bequem Anschlußgleise

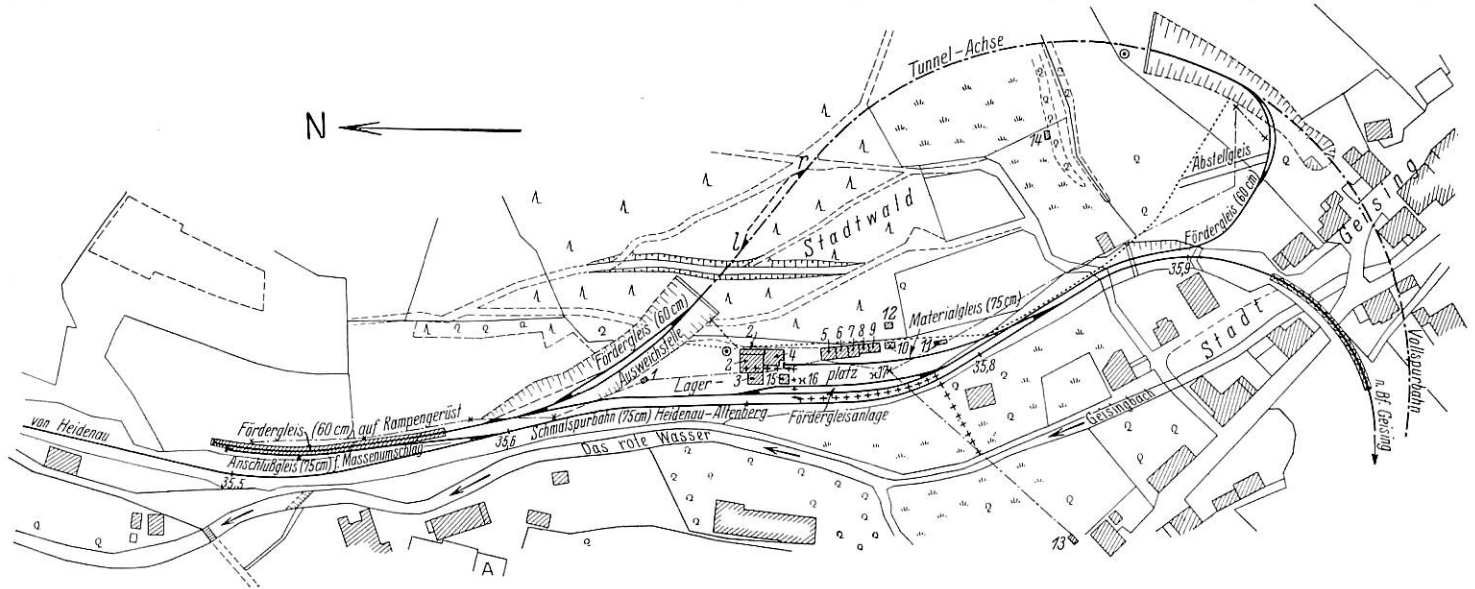


Abb. D1. Lageplan mit Baustelleneinrichtung.

Nach den vorläufigen, für die Entwurfsbearbeitung angestellten Erörterungen war angenommen worden, daß eine Tunnelausmauerung innerhalb kurzer Eingangsstrecken genügen würde. Wie aber dann der Vortrieb der Stollen erkennen ließ, war doch eine solche teilweise Ausmauerung nicht zugänglich. Der Granitporphyr war durch steilstehende Klüfte und Ruschelzonen längs wie quer zur Tunnelachse durchzogen. Auch waagrecht oder nur flach geneigte Spalten und Ruschelzonen waren vorhanden, und zahlreiche, sehr unregelmäßig verlaufende Risse und Klüfte durchsetzten bis auf die Tunnelsohle und tiefer das Gestein. So hatten sich Felsblöcke und vielfach sogar waagrecht liegende plattenförmige Gesteinsbänke gebildet, die über die Firste der freien Räume hinwegragten oder in diese Räume hineingriffen, in sich aber wieder stark zerrissen waren, auch mit dem überlagernden Gebirge in keinem sicheren Verbande standen. Infolge dieser starken Gesteinszertrümmerung trat schon bei gewöhnlichen Niederschlägen das Wasser innerhalb kurzer Zeit von oben in die vorgetriebenen Stollen ein. Obgleich Anzeichen für Gebirgsdruck der Bewegung während des Stollenvortriebes und des Vollausbuches des Tunnels nicht vorhanden waren, mußte bei dieser Beschaffenheit des Gesteins aus Gründen der Sicherheit gegen Ablösung von Steinen und Felsblöcken (als Folge von Erschütterungen durch den Eisenbahnbetrieb) eine Ausmauerung des Tunnels auf seine ganze Länge in Aussicht genommen

erhalten konnte, mit deren Hilfe die An- und Abföderung der für den Tunnelbau nötigen Baugeräte, Baumaschinen und Baustoffe sowie die Abföderung der Ausbruchmassen sehr erleichtert wurden.

Es wurden zwei solche Anschlußgleise angelegt, von denen das eine (nördliche) lediglich der Abföderung der Ausbruchmassen diente. An ihm legte sich die Firma Siemens-Bauunion auf einem Rampengerüst das Fördergleis an, von dem aus die gewonnenen Massen auf die besonders dazu eingerichteten, mit Klappborden versehenen, ausgemusterten schmalspurigen (0,75 m) Eisenbahnwagen umgeschlagen wurden (Abb. 2). Mit Arbeitszügen beförderte die Reichsbahn die Massen dann fahrplanmäßig auf dem Betriebsgleis der Schmalspurbahn Heidenau—Altenberg in nördlicher Richtung nach dem am Haltepunkt Hartmannmühle eingerichteten Ablagerungsplatz, der etwa 2 km von der Tunnelstelle entfernt lag. Eine Verwendung der Ausbruchmassen mehr in der Nähe war nicht möglich; es waren hier weder Eisenbahndämme zu schütten, noch gab es in dem engen Tal geeignete Plätze zur Seitenablagung. Um die Massen von den Arbeitszügen unmittelbar an Ort und Stelle entladen zu können, wurde am Haltepunkt Hartmannmühle ein besonderes Anschlußgleis vom Betriebsgleis aus nach dem Ablagerungsplatz angelegt. Der Haltepunkt Hartmannmühle mußte für die Zeit des Verkehrs der Arbeitszüge zur Zugmeldestelle ausgebildet werden.

An dem anderen (südlichen) schmalspurigen Anschlußgleis wurden die eigentlichen Baubetriebsanlagen eingerichtet. Sie bestanden (Abb. 1) aus einem Maschinenhaus (Nr. 2) mit drei Kompressoren. Mit ihnen wurden bis zu zehn Bohrhämmer (Bauart Flottmann) im Tunnel sowie die Bohrschärf- und -stauchmaschine und das Schmiedefeuer in dem besonderen Schmiedehaus (Nr. 4) bedient. Die sonstigen im Lageplan (Abb. 1 mit Nr. 5 bis 17) bezeichneten Anlagen waren im wesentlichen Unterkunftsräume, Schuppen zur Lagerung von Werkzeugen und Kleingeräten, von Betriebs- und Baustoffen, die Umformerstation (Nr. 13) zur Umwandlung des aus der Überlandzentrale der AG. Sächsische Werke entnommenen

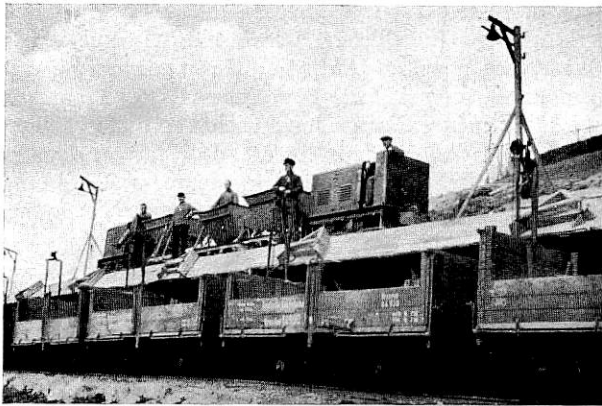


Abb. D2. Umschlagstelle.

Starkstromes von 5000 V auf die Betriebsspannung von 380/220, mit dem die Kompressoren, die Beton- und Mörtelmaschinen — 500 bzw. 250 l-Maschinen —, die Werkstattmaschinen, ein Laufkran, eine Bremsberganlage usw. angetrieben und die elektrischen Beleuchtungsanlagen bedient wurden. Äußerst vorteilhaft lagen die Hauptstapelplätze für die vielen sperrigen Güter wie Tunnelbauhölzer, Rohre für die Druckluftleitungen und für die Tunnelentlüftung, Baustoffe für die Tunnelausmauerung usw.; sie konnten unmittelbar am südlichen schmalspurigen Anschlußgleis der Reichsbahn und an der gegenüberliegenden Fördergleisanlage der Bauunternehmung gelagert werden.

Der Lageplan (Abb. 1) zeigt auch eine Fördergleisverbindung nach dem Südeinde des Tunnels. Diese Verbindung wurde angelegt, als auch der Bau des südlichen Voreinschnitts in Angriff genommen wurde. Auf ihr konnten die auf der Südseite anfallenden Ausbruchmassen ebenfalls nach der oben erwähnten Massenumschlagsanlage auf der Nordseite befördert werden, und später wurden auf demselben Weg die auf der Südseite zur Ausmauerung erforderlichen Baustoffe und Geräte von dem Lagerplatz herangebracht. Diese Gleisverbindung wurde nach Durchschlag des Sohlstollens und vermittels dieses Stollens auch noch mit der Fördergleisanlage im nördlichen Voreinschnitt zusammengeschlossen, was für die weitere Durchführung der Bauarbeiten große Vorteile mit sich brachte. Die Fördergleise hatten eine Spurweite von 0,60 m. Zur Förderung dienten Muldenkipper von $\frac{3}{4}$ m³ Inhalt und Diesellokomotiven von 12 PS.

IV. Baubetrieb zur Herstellung der Voreinschnitte und der Stollen.

Wie schon oben begründet, wurde der Bau in der Hauptsache von Norden her, also in der Steigung der Tunnelstrecke vorgetrieben. Der nördliche, bis zu 18 m tiefe Voreinschnitt wurde zunächst auf seine ganze Länge und Tiefe aufgeschlitzt, um möglichst bald an den Tunnelanfang zu gelangen (Abb. 3). Der Schlitz wurde während des Stollenvortriebes auf die er-

forderliche volle Breite erweitert. Der südliche, bis zu 15 m tiefe Voreinschnitt wurde von vornherein in voller Breite vor Kopf hergestellt. Um dabei das Wasser aus dem Südeinschnitt, der im fertigen Zustand Gefälle nach dem Tunnel haben mußte, abführen zu können, wurde der Einschnitt vorerst nicht bis auf die endgültige Sohlentiefe ausgebrochen, sondern nur bis auf eine zwischenzeitlich höher und mit Gefälle nach Süden zu liegende Stufe.

Die umfangreichen Voreinschnittsarbeiten, die am 12. Oktober 1935 eingeleitet worden waren, schritten so vorwärts, daß am 18. Januar 1936 auf der Nordseite und am 28. Januar auf der Südseite der Sohlstollen angesetzt werden konnte. Das beim Vortrieb des südlichen Sohlstollens aufkommende Wasser wurde abgepumpt. Am 27. Januar 1936 wurde der nördliche, am 10. Februar der südliche Firststollen mittels Auftriebsschächten vom Sohlstollen aus in Angriff genommen. Der Sohlstollen war am 19. März 1936, der Firststollen am 24. April 1936 fertig.

Schon während des Stollenbaues wurde der Vollausschub betrieben und am 7. Juli 1936 vollendet. Der lichte Querschnitt der voll ausgebrochenen Tunnelröhre war im Durchschnitt 58,15 m² groß.

Zur Lüftung während des Stollenvortriebes wurde an jedem Tunneleingang ein Schlottergebläse mit Drehstrommotor mit 1,9 kW und einer Drehzahl des Motors von 2850 in der Minute angesetzt. An dieses Gebläse wurde die 350 mm weite Luttenleitung angeschlossen. Gewöhnlich wurde die Luft, 100 bis 120 m³ in der Minute, vor Ort abgesaugt, da bei drückender Bewetterung Staubschwaden in die noch nicht durchgeschlagenen, zunächst zusammenhanglosen, kurzen Firststollenstrecken eindringen, wodurch das Arbeiten hier sehr erschwert wurden.

Als Beleuchtung dienten beim Vortrieb der Stollen die üblichen Karbidhandlampen; im übrigen hatte aber die Bauunternehmung eine ergiebige elektrische Beleuchtungsanlage



Abb. D3. Nördlicher Voreinschnitt.

(zumeist Einzellampen) eingerichtet, die beim Einbau der Zimmerung und besonders bei den Ausmauerungs- und Abdichtungsarbeiten sich als sehr zweckmäßig erwies und zu einer zuverlässigen Bauausführung wesentlich beitrug.

Auszimmerung auf die ganze Länge des Tunnels war nur im Sohlstollen erforderlich (Abb. 4). Beim Firststollenbau sowie beim Vollausschub (Abb. 5) der Tunnelröhre konnte die Zimmerung auf größere Längen gespart werden, da während der Ausbruchsarbeiten ein Gebirgsdruck nicht auftrat. Soweit aber keine Zimmerung nötig war, mußte wegen der Zerklüftung des Gebirges gegen sich ablösende Felsstücke eine Schutzabdeckung eingebaut werden, die für den Vollausschub etwa 4,0 m breit war und die später bei der Ausmauerung des Tunnels als Arbeitsbühne benutzt wurde.

Beim Sohlstollenvortrieb wurden 14 bis 17 Schußlöcher von 1,50 bis 2,00 m Tiefe, im Firststollen zehn bis zwölf solche Löcher gebohrt, womit je ein Abschlag von durchschnittlich etwa 1,20 m vorgetrieben werden konnte. Bei günstiger



Abb. D4. Sohlstollenzimmerung.

Lagerung des Gesteins, senkrecht zur Stollenachse, wurden Abschläge bis zu 1,75 m erzielt. Im allgemeinen kam es beim Sohlstollen — wie beim Firststollenvortrieb — an jeder Stollenbrust zu einem Angriff in einer Schicht. Die ausgesprengten



Abb. D5. Zimmerung im Vollausbuch.

Felsmassen mußten mindestens eine Stunde vor Schichtwechsel beseitigt sein, um noch rechtzeitig vor dem Sprengen die letzten Bohrlöcher (in der Regel vier Stück am Fuß der Stollenbrust, s. Bohrlochanordnung Abb. 6) bohren und besetzen zu können. Die darüber liegenden Löcher wurden schon während des Schütterns gebohrt. Um diese Bohr- und Schütterarbeit ungehindert gleichzeitig nebeneinander durchführen zu können, wurde eine Bohrbank angewendet, von der aus der Bohr-

arbeiter mit den Beinen den Bohrhämmer vorwärts schob (s. Skizze Abb. 7). Die Bohrarbeit dauerte je Angriff durchschnittlich $6\frac{1}{2}$ Std. Es waren an jeder Stollenbrust zwei bis vier Bohrmaschinen angesetzt. Die Schütterung dauerte ein-

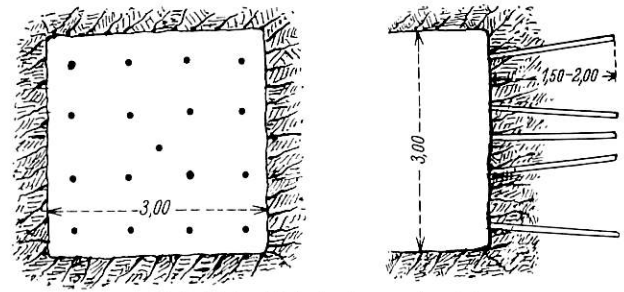


Abb. D6. Bohrlochanordnung.

schließlich der ihr vorausgehenden Lüftungszeit von etwa 20 bis 30 Min. nach dem Sprengen i. M. 7 Std.

Die Sprengungen wurden, wie schon bemerkt, beim Schichtwechsel vorgenommen. Als Sprengstoff wurde Gelatine-Donarit verwendet. Jedes Bohrloch wurde mit acht bis zehn Stück Sprengpatronen besetzt, die mittels Zündschnuren abgeschossen wurden. Die Zündung wurde so eingerichtet, daß sich zunächst zwei bis drei Einbruchsschüsse lösten und dann erst die übrigen Minen losgingen. An Sprengstoff wurde verbraucht im Sohlstollen durchschnittlich 2,0 kg, im Firststollen 2,5 kg je 1 m^3 Ausbruch (in den Voreinschnitten 0,5 bis 0,6 kg je 1 m^3).

Beim Vortrieb der Stollen wurde im allgemeinen in drei Schichten zu je 8 Std. gearbeitet mit einer Belegschaft von etwa 230 Mann einschließlich der Kolonne von 30 Mann, die auf der Ablagerungsstelle an der Hartmannmühle zum Entladen der Arbeitszüge, zum Verbauen der Massen, zum Rücken und Unterhalten des Anschlußgleises auf der Kippe angesetzt war.

In der Bohrerschmiede waren täglich drei bis vier Schmiede und ebenso viele Zuschläger beschäftigt. Zum Bohren der Schußlöcher wurden Hohlbohrer mit Doppelmeißelschneiden von 37 bis 52 mm Schneidenbreite verwendet.

V. Tunnelmauerung, Entwässerung und Abdichtung.

Als die Tunnelröhre auf eine größere Länge voll ausgebrochen war, wurde mit der Ausmauerung begonnen, und

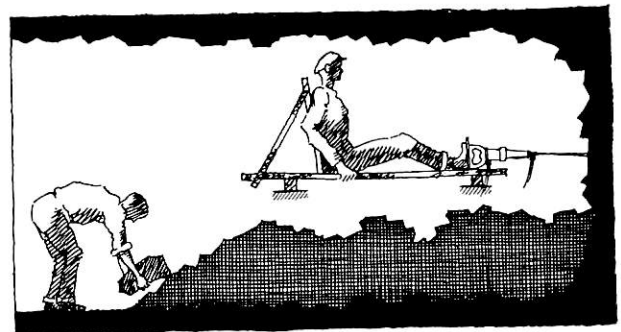


Abb. D7. Bohrbank.

zwar nach dem in Abb. 8 dargestellten Querschnitt. Dieser Querschnitt weicht mit seiner annähernd halbkreisförmigen Gewölbeleibung mehr oder weniger von dem überhöhten Querschnitt der anderen vier Tunnel ab (s. Tunnelprofil Abb. 7, Teil A, Abschnitt IV 2) was auf die starke Krümmung des Geisingtunnels — S-Bogen mit den Halbmessern 140 und 240 m — zurückzuführen ist, die große Gleisüberhöhungen und Spurerweiterungen erfordert. Bei Wahl eines mehr

eiförmigen Querschnitts, der in statischer Hinsicht an sich günstiger ist, hätte aber hier die Querschnittshöhe vergrößert werden müssen, was sich entsprechend besonders auf den Tunnelausbruch ausgewirkt hätte. Die Ausmauerung wurde zonenweise (Zone zu je 8 m etwa) durchgeführt. Die Wider-

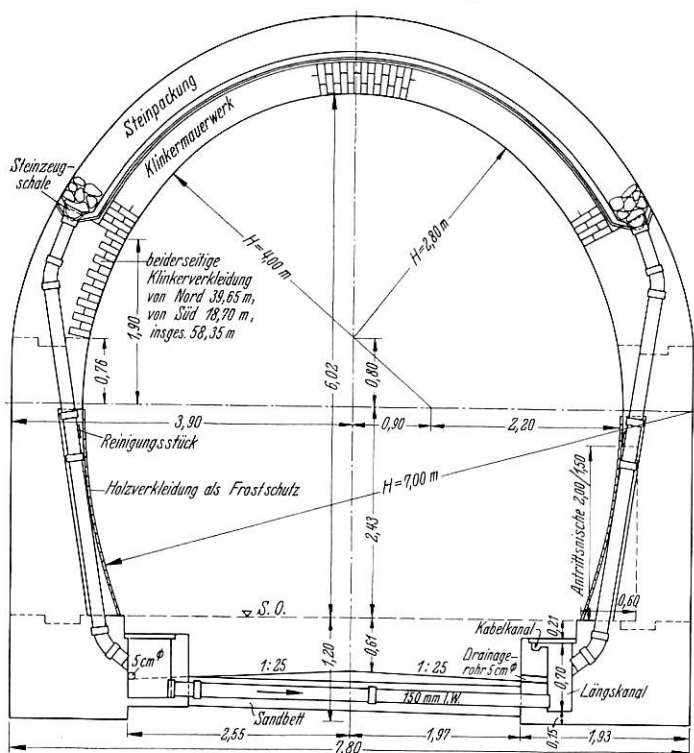


Abb. D 8. Tunnelquerschnitt.

lager — aus Traßement-Beton — wurden an das Gebirge angestampft. An voraussichtlich dauernd unter Wasserzudrang stehenden Gebirgsspalten wurde das Wasser durch Drainagen in Kiesbettung hinter dem Widerlager aufgefangen und für sich nach dem Tunnelinnern abgeleitet. Der Firstraum wurde

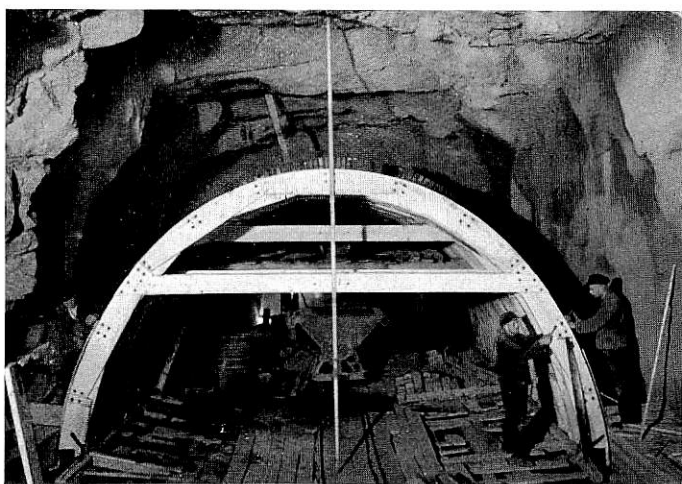


Abb. D 9. Hölzerne Lehrbögen.

mit Klinkerziegeln ausgewölbt, und zwar auf Grund der statischen Untersuchung in einer gleichmäßigen Gewölbestärke.

Die Ausmauerung wurde von den Tunnelleingängen aus nach innen, aber gleichzeitig auch von Tunnelmitte nach außen zu betrieben. Es entstanden so zwei Schlußzonen, deren Gewölbe im Scheitel zunächst eine kleine Öffnung von $0,80 \times 0,80$ m erhielt, die nach der Gewölbeabdichtung und der Steinauspackung des Firstraumes in ganz ähnlicher Weise mit Eisen-

betonbalken abgedeckt und von unten zugewölbt wurde, wie bei dem Schlußgewölbe im Gleisbergtunnel.

Die gekrümmte Ansichtsfläche der Widerlager wurde mittels hölzerner Lehrbögen geformt. Das Klinkergewölbe wurde unter Verwendung teils von eisernen Lehrbögen (sogenannten Pokalschienen) und teils von hölzernen Lehrbögen hergestellt, die so gestaltet und aufgestellt wurden, daß möglichst viel Raum für den Einbau der Arbeitsbühnen und für den Fördergleisbetrieb von sonstigen Abstützeinbauten frei war (Abb. 9 und 10). Die Lehrbögen, die in Rücksicht auf die Formänderung des Gewölbes beim Ausrüsten im Scheitel eine Überhöhung erhielten, waren mit einem plattenförmigen Fuß auf einer hölzernen Langschwelle befestigt, die ihrerseits auf besonderen Stempeln ruhte.

Was die Entwässerung des Geisingtunnels betrifft, so sind die Anlagen dazu aus der Querschnittszeichnung Abb. 8 zu erkennen. Wie bei den anderen Tunneln dienen zur Ableitung der Wässer aus dem Tunnelinnern auf der einen Seite ein Sohlenkanal, auf der anderen Seite Schächte mit Querdolen

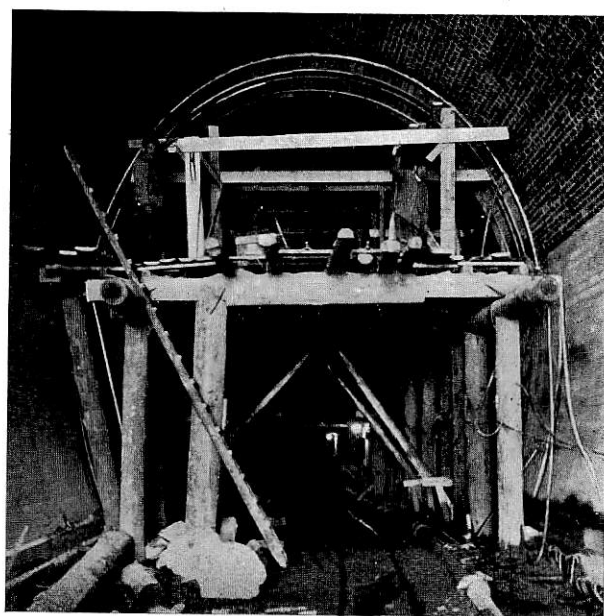


Abb. D 10. Eiserner Lehrbögen.

nach dem Sohlenkanal (s. weitere Beschreibung in Teil A, Abschnitt IV, 2). Das über dem Tunnelgewölbe auftretende Wasser sammelt sich (wie beim Pilztunnel und beim Gleisbergtunnel) in einer über dem Widerlager liegenden Längsrinne aus halbkreisförmigen Steinzeugschalen, von wo aus es mittels der in besonderen Aussparungen des Widerlagers eingebauten gußeisernen Abfallrohre nach dem Sohlenkanal oder in die Entwässerungsschächte gelangt. Die Abfallrohre können an besonderen Verschlußstücken gereinigt werden und sind gegen Einfrieren durch Holzverkleidung geschützt.

Die Abdichtung des Tunnelgewölbes wurde im wesentlichen auch wie bei den anderen vier Tunneln nach der „Vorläufigen Anweisung für Abdichtung von Ingenieurbauten (AIB.)“ der Reichsbahn ausgeführt.

Der Firstraum über dem Gewölbe ist mit Steinen ausgepackt worden, die beim Tunnelausbruch ausgesucht wurden. Hierzu ist zu bemerken, daß für diesen Raum nach dem Entwurf nur eine Höhe von 0,40 m vorgesehen war. Bei den Felsprengungen ergab sich aber infolge der starken Zerklüftung des Gebirges von selbst ein größerer Raum mit etwa der doppelten Höhe, was vor allem der Ausführung der Gewölbeabdichtung sehr zustatten kam, aber auch beim Einbringen der Steinpackung sich vorteilhaft auswirkte.

VI. Tunnel Tore.

Die Tunnel Tore sind auch hier in Beton hergestellt, ihre Ansichtsflächen wurden mit beim Ausbruch gewonnenen, geeigneten Bruchsteinen verkleidet. Am Nordtor (Abb. 11) mußte wegen des plattenförmigen, zerklüfteten Gesteins über dem Tunnelleingang, dessen Abböschung sehr kostspielig geworden wäre, das Stirnmauerwerk bis zur Geländeoberfläche aufgeführt und deren Querneigung angepaßt werden. Die Ansichtsfläche ist mit einem Anlauf 30:1 angelegt. Bei Ausbildung des südlichen Tunneltores (Abb. 12) mußte darauf Rücksicht genommen werden, daß die über dem Eingang lagernden vergrusteten Gebirgsmassen zu Schub nach dem Voreinschnitt neigten. Um diese Schubkraft etwas abzuschwächen und sie auch besser aufnehmen zu können, sind die Massen über dem

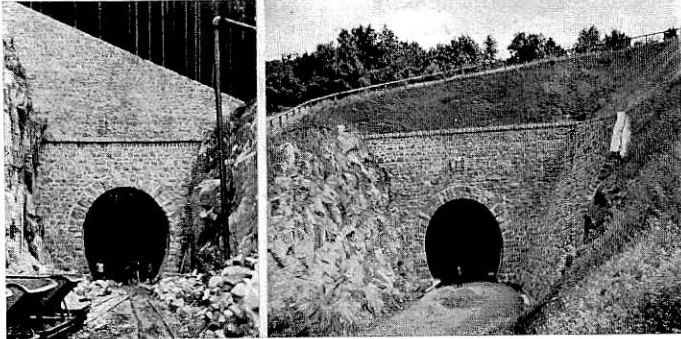


Abb. D 11.

Nördliches Tunneltor.

Abb. D 12.

Südliches Tunneltor.

Eingang flach abgebösch; das Tormauerwerk ist im ganzen etwas vorgezogen, kräftig ausgebildet und auch mit Anlauf 30:1 angelegt. Den Schmuckstein mit dem Hoheitszeichen trägt das südliche Tor. Er besteht aus rotbraunem, zur Farbe der übrigen Ansichtsflächen vortrefflich passenden Meißner Granit. Aus dem an Ort und Stelle vorhandenen Granitporphyr war ein hierzu geeigneter Quader nicht gewinnbar. Die Rissigkeit und Brüchigkeit machten schon sehr große Mühe, um die für die Tunnelleingänge benötigten Gewölbekranzsteine aus den Felsblöcken herauszuarbeiten.

Die Stirnmauern der Tore sind etwas über den Fuß der Geländeböschung hinaus hochgeführt worden, um Steingerölle, Schneemassen und Wasser von dem Einfall in den Voreinschnitt abzuhalten. Das Stirnmauerwerk wird über dem Gewölbe durch Drainagenrohre mit Kiesummantelung zwischen Mauerwerk und Felswand entwässert. Das Oberflächenwasser wird oberhalb des Tormauerwerks seitlich abgeleitet.

Mit dem südlichen Tormauerwerk ist die an der Ostseite des Voreinschnitts errichtete Stützmauer verbunden (Abb. 12),

die notwendig ist, um die hier anstehenden, z. T. stark vergrusteten, sehr durchnässten und nicht mehr standsicheren Felsmassen gegen weitere Verwitterung und Einbruch zu schützen. Diese Mauer mußte eine besonders ausgebildete Drainagenanlage zur Entwässerung der dahinterliegenden Massen erhalten (s. Aufsatz Futtermauern der Linie Heidenau—Altenberg).

Schlußbemerkungen.

Es sei noch kurz auf die Absteckung der fünf Tunnelbauwerke eingegangen, die ebenso wie die Absteckarbeiten für den ganzen Verlauf der neuen Vollspurlinie vom Vermessungsamt der Reichsbahndirektion Dresden vorgenommen und während des Tunnelvortriebs laufend nachgeprüft wurde.

Im allgemeinen wurde die jeweilige Tunnelachse durch voneinander unabhängige, sich kontrollierende Polygonzüge ermittelt und dann ins Gelände übertragen. Die Polygonzüge wurden je nach den Geländebeziehungen entweder durchs Tal um den zu durchfahrenden Brücken herum oder über den Berg hinweggeführt. In besonderen Fällen, wie bei dem steilen Gebirge des Gleisbergtunnels und für den stark gekrümmten, in einem S-Bogen verlaufenden Geisingtunnel wurden die Achsen trigonometrisch bestimmt.

Die Vermessungsarbeiten waren infolge der steilen Bergänge z. T. recht schwierig.

Bei den im Bogen liegenden Tunneln wurde mit dem Vortrieb des Richtstollens ein Polygonzug durch den Stollen abgesteckt und vermarktet, um so vorläufige Richtungspunkte zu schaffen, auf Grund deren die Ausbruchsarbeiten vorgenommen werden konnten.

Bei den Absteckungen und ihren Nachprüfungen fand das Grubengerät von Hildebrand, Freiberg (Sa.), — Repititions-theodolit und Visierscheiben — ausgiebige Verwendung.

Mit welcher Peinlichkeit und Genauigkeit die gesamten Vermessungs- und Absteckungsarbeiten durchgeführt worden waren, zeigte sich an dem ausgezeichneten Ergebnis der Achsnachprüfungen nach Durchschlag der Richtstollen, das in der Richtung, in der Höhe und Länge keine oder nur einige Millimeter betragende Abweichungen von den Sollmaßen aufwies.

In vorstehenden Ausführungen unter A, B, C und D mußte manche, die fünf Tunnelbauwerke betreffende Frage noch unbesprochen bleiben, die von Interesse sein dürfte; so z. B. die Baukostenfrage. Diese konnte deshalb jetzt nicht schon mitbehandelt werden, weil die hierzu nötigen Kostenabrechnungen noch nicht abgeschlossen sind. Es ist aber beabsichtigt, sie in einem späteren Aufsatz zu besprechen, zugleich mit noch anderen bemerkenswerten Fragen über die bei diesen Tunnelbauten gesammelten Erfahrungen und deren Auswertungen.

Bücherschau.

Die Entwicklung der hochfesten Stähle für den Großstahlbau. Von Dipl.-Ing. Paul Hoff. Mitteilungen der Kohle- und Eisenerforschung G. m. b. H., Band 2, Lieferung 1, Februar 1938, Preis broschiert 3,— R. M. Berlin: Julius Springer.

Dieses 82seitige Heft schildert die wechselvolle Entwicklung der für den Hoch- und Brückenbau verwendeten Stähle vom in die ersten eisernen Brücken eingebauten Grauguß bis zum heutigen hochfesten Baustahl St 52. Es kennzeichnet klar die Entwicklung, die einerseits vorwärts getrieben wurde durch die notwendig gewordene Steigerung der an die Bauwerke gestellten Anforderungen, die eine größere Zugfestigkeit und Zähigkeit des Stahles verlangten, die andererseits aber immer abhängig war von dem jeweiligen Fortschritt der für eine Massenerzeugung anwendbaren Stahlherstellungsverfahren, die wiederum von der Erzgrundlage der verschiedenen Länder voneinander abweichend beeinflusst waren.

Es werden beschrieben die Festigkeitseigenschaften und die Formänderungsfähigkeit der lange Zeit verwendeten Schweiß-, Tiegel- und kohlenstoffreicheren Puddelstähle. Grundlegend wurde die Entwicklungsrichtung geändert durch die Herstellung zunächst saurer Bessemer- und Siemens-Martin-Stähle in flüssigem Zustande. Mit der Erfindung der Entphosphorung des Stahles durch das Thomasverfahren entstand der basische Flußstahl, der im deutschen Hoch- und Brückenbau die Abkehr vom Schweißstahl einleitete. Lange Zeit stellte dann der weiche St 37 den Regelbaustahl dar, den in der Massenanzahl auch hochwertige Nickel- und Chrom-Nickel-Stähle infolge ihrer zu hohen Gestehungskosten nicht verdrängen konnten.

Die inzwischen erkannte Bedeutung der Streckgrenze für die zulässigen Spannungen führte zu deren Einführung als Berechnungsgrundlage. Eine hohe Streckgrenze besaß der St 48 infolge erhöhten Kohlenstoffgehaltes und der Siliziumabstahl infolge

seines höheren Siliziumgehaltes. Beiden Stählen hafteten metallurgische, schweißtechnische und betriebstechnische Schwierigkeiten an.

Folglich begann in Deutschland mit anerkanntem Zielbewußtsein die Entwicklung einer Gruppe von mehrfach, aber niedrig legierten Stählen der Bezeichnung St 52. Guter Schweißbarkeit wegen wurde der Kohlenstoffgehalt auf 0,25% beschränkt, der Verbesserung des Rostwiderstandes diente ein Kupfergehalt von etwa 0,2%. Die hochliegende Streckgrenze ließ um 50% höhere zulässige Spannungen als beim St 37 zu.

Für den St 52 sind eingehend behandelt die nach seiner Einführung aufgetretenen Schwierigkeiten, wie die zunächst noch ungeklärte zweckmäßigste Gestaltung der Verbindungsstellen von Konstruktionselementen, an denen stark wechselnde statische und dynamische Spannungsspitzen auftreten können und das für diesen Baustahl heute im wesentlichen als gelöst zu betrachtende Nietproblem. Die Schweißung wird als hinreichend sicheres Verbindungsmittel bezeichnet, wenn sowohl der Grundbaustoff als auch der erstarrte Zusatzwerkstoff geringe Härte mit hohem Formänderungsvermögen vereinen. Die konstruktive Form der Schweißverbindung wird als ausschlaggebend für den Spannungsverlauf in ihr bezeichnet.

Die durch die Einführungsschwierigkeiten veranlaßten Forschungsergebnisse über Berechnungsgrundlagen und zulässige Spannungen werden eingehend erörtert wie auch das Baustahlproblem der heutigen Zeit, soweit damit neuartige metallurgische und Festigkeitsfragen, Vereinheitlichung der chemischen Zusammensetzung dieser Stahlgruppe, schweiß-, vorrats- und währungstechnische Angelegenheiten, auch der Wettbewerb mit Leichtmetallen zusammenhängen.

Ausführliche Abschnitte berichten über die Bewährung und die Erfolge des hochwertigen Baustahls im Brücken- und Stahlhochbau, im Fahrzeug- und Schiffbau, im Wasser- und Eisenbetonbau. Die Erfolge deutscher Baustähle im Ausland und die dort eingeschlagenen Wege zur Erzeugung hochfester Stähle werden mitgeteilt.

Zahlreiche Schrifttumsnachweise runden schließlich das ganze für den Bauwerkgestalter wie für den Baustofffachmann vortrefflich dargestellte Wissensgebiet der hochwertigen Baustähle.

Dr. Berchtenbreiter.

Der Dammbau neuzeitlicher Verkehrsstraßen. Von Dr. Ing. Karl Keil. Berlin: Julius Springer 1938. 184 Seiten, 175 Abb. Preis geb. *R.M.* 17,40.

Das Buch behandelt im ersten Teil die wissenschaftlichen Grundlagen des Dammbaus, vor allem die physikalische Natur der Dammbaustoffe. Als wichtigste Festigkeitseigenschaft wird die Scherfestigkeit klar herausgestellt, das Verhalten von Dammbaustoffen gegen Stoß, Schlag und Erschütterungen ist lichtvoll dargestellt, Feuchtigkeit und Witterung sind aufschlußreich behandelt, ebenso Setzungen und Rutschungen.

Im zweiten Hauptteile, dem praktischen Dammbau, sind neuzeitliche Geräte beschrieben, vor allem die künstliche Bodenverdichtung nach den Bedürfnissen und Erfahrungen der Reichsautobahnen. Der Verfasser schöpft hier als Sachbearbeiter für Baugrundfragen einer obersten Bauleitung durchweg aus eigenen Beobachtungen. Wir sehen die künstliche Verdichtung durch Walzen und Stampfen, durch Einrütteln und Einspülen und streifen dabei auch Sonderfälle wie die Rand- und Böschungsverdichtung wie auch das Verdichten von Hinterfüllungen. Von sonstigen neuzeitlichen Fragen sind noch die Moorsprengungen besonders hervorzuheben.

Im ganzen gesehen ist das Buch eine Anwendung der neuzeitlichen Bodenmechanik auf den Dammbau. In solcher Beleuchtung wird auch ein Damm zum „Kunstbau“, und diese Auffassung kann man auch im außerdeutschen Schrifttum sich spiegeln sehen. Die Reichsautobahnen wurden zwangsläufig zu mancher Verfeinerung geführt, vor allem durch die angestrebte Schnelligkeit des Baus und die Empfindlichkeit der Straßendecke. Keil bemerkt selbst an einer Stelle, daß diese Gründe für Eisenbahndämme nicht zwingend sind, auch betrachtet er das Über-

wintern als das naturgegebene Verdichten von Eisenbahndämmen. Trotzdem will er unter den neuzeitlichen Verkehrsstraßen nach einem Zusatz zum Buchtitel auch die Eisenbahnen verstanden wissen. Er hat recht damit: Das Buch hat auch dem Eisenbahnbauingenieur viel zu sagen.

Dr. Bloss.

Der Grundbau. Von Dr. Ing. e. h. L. Brennecke, Marine-Hafenbaudirektor a. D., Geheimer Admiraltätsrat. In fünfter Auflage neubearbeitet und herausgegeben von Dr. Ing. Erich Lohmeyer, Oberbaudirektor a. D., beratender Ingenieur. Erster Band, erster Teil. Baugrund. Mit 163 Textabbildungen. Berlin 1938. Verlag von Wilhelm Ernst und Sohn. Preis geheftet 19,— *R.M.*, Leinen 21,— *R.M.*

Von einer selbständigen Baugrundwissenschaft kann erst seit etwa einem Jahrzehnt gesprochen werden, sie ist also ein noch verhältnismäßig junger Zweig der Ingenieurwissenschaften. Daraus erklärt es sich wohl auch, daß bisher in dem umfangreichen einschlägigen Schrifttum hauptsächlich Teilgebiete behandelt wurden, während zusammenfassende Darstellungen fast ganz fehlen. Das Erscheinen des vorliegenden Lehrbuches, das als willkommene Ergänzung der vierten Auflage eine systematische Behandlung des Baugrundes bietet, ist deshalb sehr zu begrüßen. Es will vor allem den verantwortlichen Bauleitern die Möglichkeit geben, sich rasch mit den grundlegenden Begriffen sowie mit der richtigen Anwendung und Ausdeutung der neuzeitlichen Baugrunduntersuchungen, von denen Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit einer Gründung abhängen, vertraut zu machen.

Die Abhandlung bringt zunächst nach einer kurzen Übersicht über die geologische Entstehung und Einteilung der Böden eine Beschreibung der einzelnen Bodenarten und der wichtigsten Erscheinungsformen des Wassers im Boden. Dann folgen Erörterungen über die für das statische Verhalten und die Setzungen kohäsionsloser und bindiger Böden maßgebenden Eigenschaften. Besonders eingehend ist der Abschnitt über die Untersuchung des Baugrundes behandelt, der außer den Bohrungen und Probebelastungen auch die geologischen, dynamischen und chemischen Verfahren umfaßt. Den Abschluß bilden Hinweise auf den Wert von genauen, nach einheitlichen Richtlinien durchgeführten Setzungsbeobachtungen für die Nachprüfung und Vervollkommnung der Setzungsberechnungen.

Die aufschlußreiche Arbeit verdient weiteste Verbreitung, vor allem in den Kreisen derjenigen, die heute noch den erfreulichen Fortschritten in der praktischen Anwendung der Grundsätze der neuen Bodenlehre kühl abwartend gegenüberstehen.

Schönberg.

Die Eisenbahn im Wirtschaftsleben. Von Kurt Wiedenfeld. Berlin: Julius Springer 1938. VI, 143 Seiten. Preis geh. *R.M.* 6,00.

Die Schrift vereinigt drei Abhandlungen des Verfassers, die in Zeitschriften verstreut waren: Die Verkehrsaufgaben der deutschen Wirtschaftsgestaltung, Monopol tendenz und Frachtgestaltung im Eisenbahnwesen und die Eisenbahn als Träger der neuzeitlichen Wirtschaftsgestaltung. Dadurch entstand ein Buch von Dauerwert. Erfrischend ist an ihm die kristallklare Sprache, plastisch die Begriffsbildung. So umreißt Wiedenfeld beispielsweise das innere Wesen der Eisenbahn in einer Dreieinigkeit: vom Bau her der allen Lasten gewachsene Weg, im Betriebe die straffe Fahrplangestaltung, im Verkehr die Tarif treue. Den Vergleich der Eisenbahn mit den übrigen Verkehrsmitteln baut Wiedenfeld zu einer greifbar wirkenden Verkehrsgeographie aus, bei der überall das Gewebe der Volkswirtschaft durchleuchtet wie in einem Röntgenbilde. Ebenso fesselnd wie treffend ist, was Wiedenfeld auf wenigen Seiten über die „kaufmännischen“ Grundsätze und die Selbstkostenfrage im allgemeinen zu sagen weiß, desgleichen über den Kapitalaufbau bei der Deutschen Reichsbahn. Kurz, ein Volkswirtschaftler von hohem Rang und Ruf bietet uns eine voll ausgereifte Frucht; der Verfasser ist (um den Schleier zu lüften) der langjährige Professor für Volkswirtschaft an der Universität Leipzig. Für jeden Eisenbahningenieur, der einen Einblick in volkswirtschaftliche Zusammenhänge sucht, bedeutet die Bekanntschaft mit diesem Buche Genuß und Gewinn.

Dr. Bloss.

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.