

Drehscheiben und Lokomotivschuppen.

Anpassung, Umbau und Neubau für die Ansprüche des Betriebes.

Von Vizepräsident Niemann, Magdeburg.

Noch kurz vor dem Weltkrieg waren unsere normalen größten Lokomotivdrehscheiben die von 16,14 m Durchmesser. Die 20 m-Scheiben waren nur vereinzelt vorhanden. Bis zu 16 m baute man allgemein ungeteilte Scheiben, bei denen theoretisch früher der Gedanke maßgebend war, die gesamte Last sollte auf dem Königstuhl pendeln, um das Drehen möglichst leicht zu machen. Die vier Randraufräder nahmen nur die nicht ausgeglichene Zufallslast auf. Bei den wachsenden Lokomotivlasten wurde es schon schwer, die Hauptträger passend zu gestalten. Die Träger wurden sehr hoch, die Gruben damit sehr tief, so daß oft Schwierigkeiten mit dem Grundwasser zu überwinden waren.

Da entstanden dann als Lösung so vieler Schwierigkeiten die geteilten Drehscheiben, die Gelenkdrehscheiben, deren schnelle Aufnahme durch den Patentschutz anfänglich sehr zurückgehalten wurde.

Sie brauchen vor allem gegenüber den ungeteilten Scheiben geringe Trägerhöhen und damit ganz bedeutend geringere Gründungskosten und flache Gruben. Daß die vier Randraufer die Hälfte der Last aufnehmen müssen und sich die Scheibe demzufolge theoretisch schwerer dreht, konnte man leicht in den Kauf nehmen. Es ist ja selbstverständlich jede große Scheibe mit Kraftantrieb ausgestattet. Bei den schweren Lokomotiven konnte man nicht daran denken, die großen Lasten noch mit der Hand zu drehen.

Die Lokomotiventwicklung ist heute auf einen solchen Stand gekommen, daß wir mit den alten Drehscheiben und auch mit der von 16 m so gut wie nichts mehr anfangen können. Schon wenn eine $P 8 = 35,17$ einen 32 m^3 Tender bekommt, hat sie 16,82 m Radstand, ist sie also auf einer 16 m-Scheibe unmöglich. Wenn man sich mit der Drehscheibenfrage beschäftigen will, muß man sich erst klar werden, wie sehen denn heute und in Zukunft unsere Lokomotiven aus? Die Reichsbahn will 15 Einheitslokomotiven schaffen. (Vergl. Fuchs, Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1926 vom 25. Dezember 1926.) Unsere heutigen größten Lokomotiven sind in der Zusammenstellung 1 zusammengestellt.

Man sieht, daß unsere frühere Personenzuglokomotive P 4 gerade halb so viel wiegt wie ihre neue D-Zugschwester, die 2 C 1-Lokomotive S 36.20. Jene wog bei 14,71 m Radstand und 14,9 größtem Achsdruck 92,4 t. Die Einheitslokomotive mit vier Zylindern, S 12 = 36.20 hat 20,2 t größten Achsdruck und bei 20,32 m Gesamtradstand 189 t Gesamtgewicht. An neu zu bauenden kommt für diese Lokomotive nur die neue 23 m-Scheibe der Klasse N mit 350 t Tragfähigkeit in Frage.

Eine Schwierigkeit besteht aber dabei: Diese Scheiben sind sehr teuer. Für eine 23 m-Scheibe neuer Bauart konnte man früher drei oder gar vier andere Scheiben bauen! Wie kann man sich nun helfen, wenn man mit den neuen schweren Lokomotiven fahren will und muß und hat nicht genügend Mittel, 23 m-Scheiben zu bauen. Oft reicht ja auch nicht einmal der Raum dazu. Ich erinnere nur an die Vollring-schuppen mit der Drehscheibe in der Mitte.

Wir müssen heute mehr denn je danach trachten und sinnen, mit geringstem Aufwand Größeres zu leisten. Es ist

kein Kunststück, Neues und Gutes zu schaffen, wenn man über die Mittel unbeschränkt verfügt, neue Drehscheiben zu kaufen ohne Rücksicht auf die Kosten. Wie man den Zweck erreichen kann mit kleinem Aufwand, unter Verwendung von Vorhandenem, soweit es noch verwertbar ist, dafür sollen hier einige Beispiele gegeben werden.

Bei den Drehscheiben muß man sich zunächst erst über eine ganze Reihe von Maßen klar werden. Ein Blick auf die Zusammenstellung 2 führt uns.

Wenn man eine Achse auf die Scheibe rollt nach Abb. 1, so daß die Scheibe sich gerade noch drehen läßt, so muß das Rad mit seiner Achse um das Maß \ddot{U} vom Ende der Scheibe zurückstehen. Das Maß \ddot{U} ist abhängig von der Höhe des Spurkranzes (festes Maß) und dem Raddurchmesser, der veränderlich, bei jedem Fahrzeug anders ist.

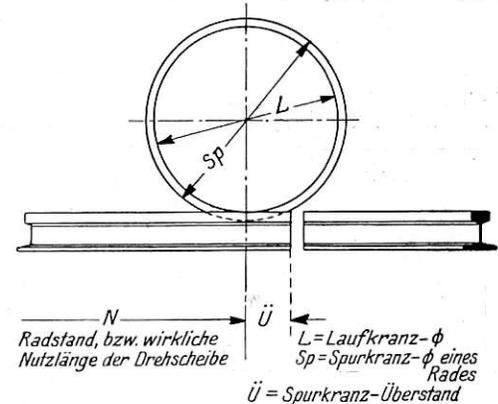


Abb. 1. Äußerste Stellung des ersten oder letzten Rades auf der Scheibe.

In Spalte 14 bis 16 der Zusammenstellung 1 sind darum die Raddurchmesser der Endräder und die Maße \ddot{U} angegeben. Spalte 17 gibt die nötige Schienenlänge an, die = Radstand der Lokomotive + $\ddot{U}_1 + \ddot{U}_2$ sein muß. Man braucht also z. B. für eine $G 10:14,05 + 0,227 + 0,193 = 14,47$ m Länge der Schienen. Dazu käme der Spielraum für das glatte Aufahren. Aus der Schienenlänge S, auf Mitte Schienenkopf ermittelt — die Schienen werden ja schräg abgeschnitten —, ergibt sich der Scheibendurchmesser als die Diagonale D zwischen zwei schräg gegenüber liegenden Schienenmitten. Aus dem Scheibendurchmesser erhält man den Grubendurchmesser G, der in Verlängerung des Scheibendurchmessers bis an den inneren Rand der Grubeneinfassung zu messen ist. Die theoretische Nutzlänge N der Scheibe ist gleich Schienenlänge vermindert um die Spurkranzüberstände.

Die vier Maße gibt Zusammenstellung 2, in die auch die Tragfähigkeit der Scheiben aufgenommen ist (siehe auch Abb. 2).

Wenn man nun die Lokomotivradstände aus Zusammenstellung 1 mit den bisherigen Lokomotivnormaldrehscheiben genau betrachtet, und daran denkt, daß jede Scheibe für sicheres Aufahren, für günstiges Einstellen bzw. Einfahren des Schwerpunktes einen kleinen oder größeren Spielraum

Zusammenstellung 1.

Lfd. Nr.	3		4	5	6	7	8 9 10			11	12	13	14 15		16	17	18
	Bezeichnung						Bauartreihe	Länge über Puffer	Größter Radstand				Größter Pufferüberstand	Betriebsgewicht			
	alt	neu	m	m	m	m				Lokomotive	Tender	Lokomotive + Tender		Lokomotivgewicht für das lfd. m	Größter Achsdruck	Reibungsgewicht	Vorder-Achse L
1	P 4	P 24.15	360—5	17,61	14,71	1,45	50,4	42,0	92,4	5,35	14,9	29,6	1,0	Tender 1,0	0,193	15,096	
2	P 6	P 34.15	370—2	17,96	14,05	2,46	57,1	42,0	99,1	5,59	15,2	44,6	1,0	„	0,193	14,436	
3	P 8	P 35.17	3810—14	18,06	15,67	1,50	78,2	49,6	127,8	6,88	17,7	51,6	1,0	„	0,193	16,056	21,5 m ³ Tender
4	P 8	P 35.17	3810—14	19,95	16,62	Lokomotive 1,5 Tender 1,83	78,2	65,1	143,3	7,18	17,7	51,6	1,0	„	0,193	17,006	31,5 m ³ Tender
5	P 8	P 35.17	3810—14	20,15	16,82	Lokomotive 1,5 Tender 1,83	78,2	65,1	143,3	7,11	17,7	51,6	1,0	„	0,193	17,206	„
6	P 10	P 45.19	390	22,98	19,30	1,85	110,4	65,1	175,5	7,59	19,4	75,7	1,0	„	0,193	19,686	
7	S 6	S 24.17	1310—14	18,35	15,265	1,65	60,6	49,7	110,3	5,97	17,6	34,7	1,0	„	0,193	15,651	
8	S 10	S 35.17	170	19,39	16,47	1,50	77,2	62,9	140,1	7,24	17,5	50,9	1,0	„	0,193	16,856	
9	S 10 ¹	S 35.17	1710	20,91	17,47	Lokomotive 1,61 Tender 1,83	83,1	62,9	146,0	6,98	17,8	53,2	1,0	„	0,193	17,856	
10	S 10 ²	S 35.17	17 ²	21,20	17,47	1,90	80,9	62,9	143,8	6,76	17,8	53,4	1,0	„	0,193	17,856	
11	—	S 36.20 Einh.-Lok.	01	23,75 2 Zyl.	20,32	Lokomotive 1,65 Tender 1,78	108,9	75,5	184,4	7,73	20,2	59,2	0,85	„	0,179 ¹⁾	20,692	¹⁾ 0,193 b. d. Tender
12	—	S 36.20 Einh.-Lok.	02	23,75 4 Zyl. Verb.	20,32	Lokomotive 1,65 Tender 1,78	113,5	75,5	189,0	7,93	20,2	60,3	0,85	„	1,179 ¹⁾	20,692	„
13	G 8 ¹	G 44.17	5525—56	18,29	13,155	3,415	69,9	45,8	115,7	6,33	17,6	69,9	1,350	„	0,223 ¹⁾	13,571	„
14	G 8 ²	G 45.17	5520—30	16,97	13,875	Lokomotive 1,5 Tender 1,6	83,5	46,5	130,0	7,64	17,7	70,2	1,0	„	0,193	14,261	„
15	G 10	G 55.15	5710—40	18,91	14,05	3,14	76,6	45,8	122,4	6,48	15,4	76,6	1,40	„	0,227 ¹⁾	14,470	„
16	G 12	G 56.16	5810—22	18,42	15,37	1,50	95,7	46,5	142,2	7,56	16,7	82,5	1,0	„	0,193	15,756	
17	G 12 ¹	G 56.17	580	20,34	17,345	1,57	98,8	49,7	148,5	7,37	17,1	84,3	1,0	„	0,193	17,731	
18	—	G 56.20 Einh.-Lok.	44	22,07	19,27	Lokomotive 1,65 Tender 1,78	114,1	75,5	189,6	8,21	20,1	99,4	0,85	„	0,179 ¹⁾	19,642	¹⁾ 0,193 b. d. Tender
19	T 3	G _t 33.12	8970—77	8,59	3,0	3,128	35,9	—	—	4,17	12,0	35,9	1,10	1,10	0,202	3,404	
20	T 13	G _t 44.15	925—10	11,10	5,275	3,25	59,9	—	—	5,40	15,5	59,9	1,25	1,25	0,215	5,705	
21	T 14 ¹	G _t 46.17	935—10	13,18	9,30	2,625	104,0	—	—	7,54	17,5	70,0	1,0	1,0	0,193	9,686	
22	T 16 ¹	G _t 55.17	943	12,66	5,80	3,66	84,9	—	—	6,11	17,2	84,9	1,35	1,35	0,223	6,246	
23	T 20	G _t 57.19	950	15,10	11,90	1,60	127,4	—	—	8,45	19,5	95,3	0,85	0,85	0,179	12,258	

Durchmesser des Laufkreises der Tender und Wagen = 1,0 m. — Spurkranzüberstand = 0,193 m.

Zusammenstellung 2.

Dreh-scheiben-durchmesser D m	Dreh-scheiben-Grubendurchmesser G m	Schienenlänge auf der Dreh-scheibe S m	Nutzlänge ¹⁾ N m	Trag-fähigkeit der Dreh-scheibe t
16,14	16,20	16,07	15,684	100
16,50	16,56	16,432	16,046	130
18,20	18,26	18,14	17,754	150
20,00	20,06	19,94	19,554	150 bis 170
21,50	21,56	21,45	21,064	240 ²⁾
23,00	23,06	22,95	22,564	350 ³⁾

¹⁾ Berechnet für Laufkreisdurchmesser = 1 m, ²⁾ „E“-Scheibe, ³⁾ „N“-Scheibe.

braucht, so kommt man zu folgendem Ergebnis: Der Spielraum muß bei ungeteilten Scheiben, wo man den Schwerpunkt tunlichst über den Königstuhl fahren soll, größer sein als bei Gelenkscheiben, bei denen es gleichgültig ist, wie sich die Lasten auf Königstuhl und Randräder verteilen.

Die alte 16,14 m-Scheibe reicht nur noch für die kleinen Lokomotiven Nr. 1, 2, 3, 7, 13, 16, 19 bis 23 der Zusammenstellung 1. Darunter ist außer den G- und T-Lokomotiven nur die P 8 mit 21,5 m³-Tender.

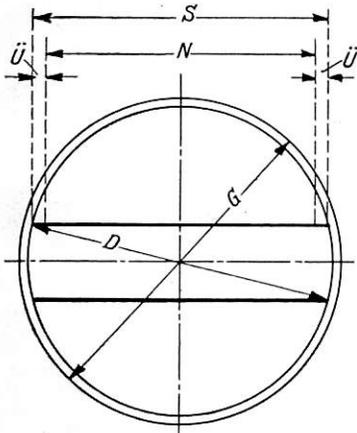


Abb. 2. Dachscheibenmaße.

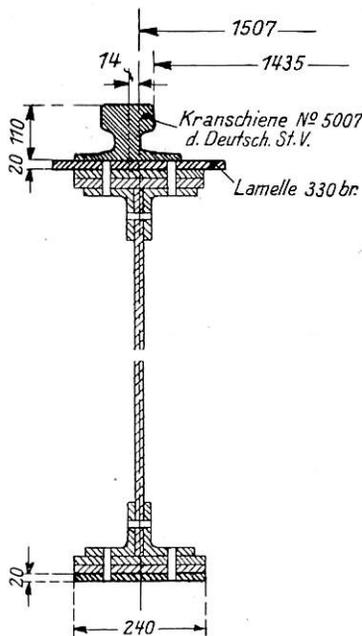


Abb. 3. Querschnitt des verstärkten Hauptträgers der 16,5 m Dachscheibe.

Man muß also die 16,14 m-Scheibe unbedingt verlängern und da sie nur 100 t Tragfähigkeit hat, dabei verstärken. Die P 8 wiegt 127 t, überanstrengt also die Scheibe bereits mit 27%.

Die Verstärkung ist einfach durch Auflegen zweier Gurtplatten 330.20 bzw. 240.20 mm zu erreichen. (S. Abb. 3.) Das Widerstandsmoment wächst damit von 16760 cm³ auf 21480 cm³ oder um ~ 28%. Die Scheibe reicht für ~ 130 t Nutzlast bei 700 kg/cm² Beanspruchung der Träger. Den Höhenunterschied des neuen Trägers gegen den alten gleicht man aus durch Austausch der 134 oder 138 mm hohen Schiene, Profil 6 oder 8 gegen eine Kranstrahl nach Abb. 4. Diese hat eine Höhe von 110 mm bei einem Widerstandsmoment W=219 cm³. Bei der Größe des Widerstandsmomentes ist sie imstande, einen Raddruck von 12,5 t noch 25 cm frei zu tragen.

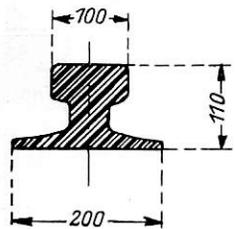


Abb. 4. Kranstrahl.

Man sollte darum dann die alte 16,14 m-Scheibe gleich auf 16,5 m bringen, was ohne Veränderung der S. O. der Scheibe und der auflaufenden Gleise möglich ist (siehe Abb. 5). Man

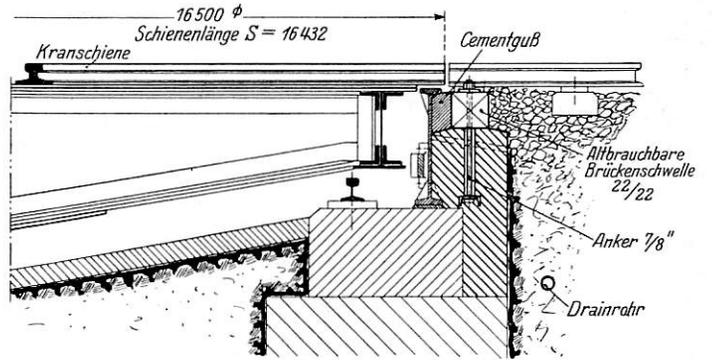


Abb. 5. Schnitt durch eine 16,5 m-Scheibe.

kann dann eine P 8 (21,5 m³-Tender) glatt auffahren. Die Lösung ist außerordentlich wirtschaftlich, weil man an den Fundamenten und dem Kranstrahl nichts zu ändern hat. Die Kranstrahl geht mit 2,0 cm Spiel glatt über Oberkante Kranstrahl hinweg. Wenn man aber die P 8 mit 31,0 m³-Tendern fährt, reichen die 16,5 m-Scheiben auch nicht mehr.

Man kommt dann zu einem weiterreichenden Umbau, der dann allerdings einen nicht mehr ausgleichenden Höhenunterschied von 24 cm bringt. Die Scheibe muß neue Fundamente bekommen, wenn man die S. O. der ankommenden Gleise nicht heben kann. Verwendet man eine Kranstrahl, gegen ein Profil 8, so kann man die 24 auf 21 cm drücken. Die Hauptträger der Scheibe erhalten unten eine neue Gurtplatte 240.20 und oben ein 24 B-Profil als Gurtverstärkung (s. Abb. 6 und 7). Das W_{neu} wird

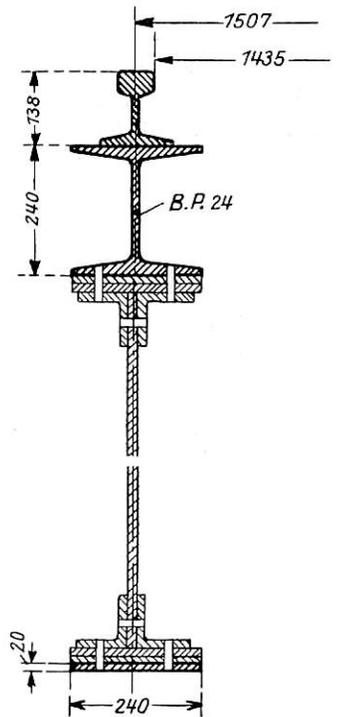


Abb. 6. Querschnitt des verstärkten Hauptträgers der 18,2 m-Dachscheibe.

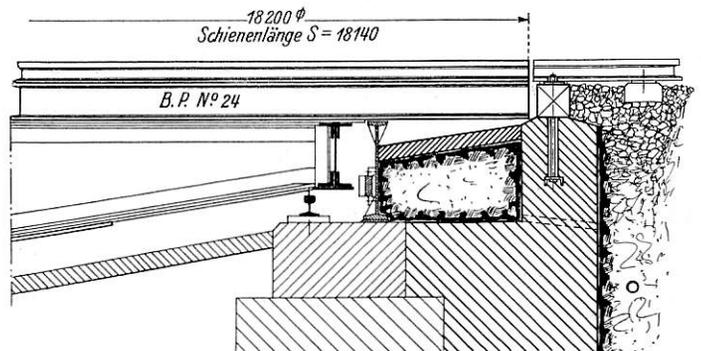


Abb. 7. Verlängerung einer 16,14 m-Scheibe auf 18,2 m.

= 21900 cm³ gegen W_{alt} = 16760 cm³. Bei einer Beanspruchung von 900 kg/cm² reicht die Scheibe für ~ 150 t schwere Lokomotiven.

Der 24 B-Träger trägt einen 12,5 t Raddruck 1,10 m frei; man kann also damit nach Abb. 7 die 16,14 m-Scheibe auf

18,2 m bringen und sie damit für die Lokomotiven Nr. 1 bis 5, 7 bis 10, 13 bis 17, 19 bis 22 verwendbar machen, d. h. für alle Lokomotiven mit Ausnahme der P 10 und der Einheitslokomotiven 01 bis 06 und 44. Wenn die Scheibe neu aufgebaut wird, fallen die besonderen Kosten für die Fundamentänderungen fort, man bekommt also so mit ganz geringem Aufwand eine sehr leistungsfähige Scheibe, die sogar die Lokomotive S 10¹, die 17,86 m Schienenlänge braucht und 146 t Dienstgewicht hat, aufnehmen kann. Außer dieser Hauptverstärkung brauchen an der Scheibe nur die Hängebolzen am Königstuhl durch solche von hochwertigem Material ersetzt zu werden, da die bisher normalen bei 150 t-Lokomotiven um 21,2% überlastet werden.

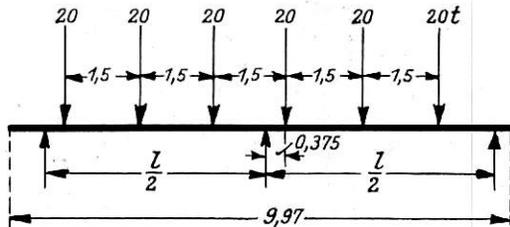


Abb. 8. Eine Lokomotive nach Lastenzug E auf der linken Hälfte einer 20 m-Scheibe.

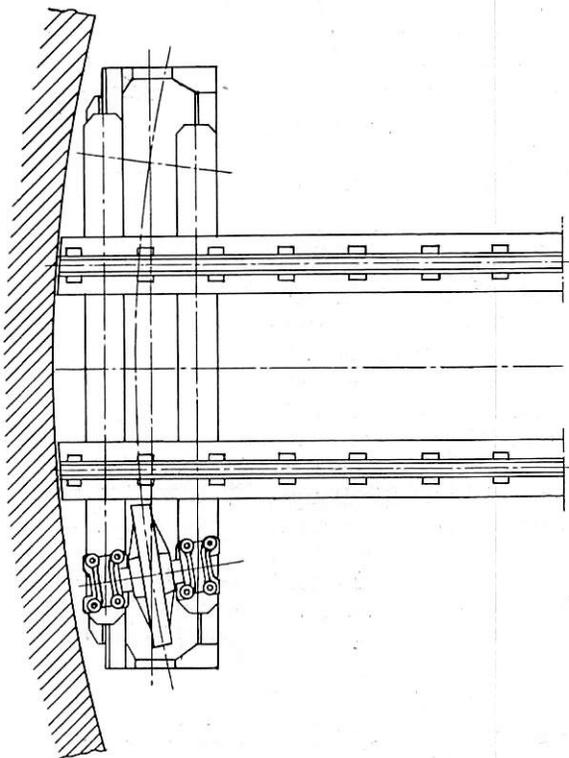


Abb. 9. Normaldrehzscheibe mit geraden Kopfträgern.

Wo alte 20 m-Scheiben vorhanden sind, braucht man sie nicht zu verändern, wenn 01 und 02 sowie die 44er Maschinen nicht hinkommen. Sie reichen mit ihrer 150 bis 170 t-Tragfähigkeit für alle Lokomotiven bis einschließlich der P 10, die 175,5 t Dienstgewicht hat. Wenn man aber eine 20 m-Scheibe umändern, überholen oder an eine andere Stelle setzen muß, so sollte man sie unter allen Umständen unter Verstärkung der Gurte auf 21,5 m Länge bringen. Ihre Tragfähigkeit ist dabei leicht auf 240 t zu erhöhen und die Scheibe reicht dann also für Klasse E. Die Lokomotive des Lastenzuges E (s. Abb. 8) wiegt 120 t bei 7,5 m Radstand. Die gebogenen Kopfträger werden dabei durch grade ersetzt, wie bei der Einheitskonstruktion (s. Abb. 9). Die 21,5 m-Scheibe reicht für alle Lokomotiven. Die größte Lokomotive hat 189 t Dienstgewicht und braucht 20,696 m Schienenlänge zum Drehen.

Die Kosten der geschilderten Umbauten sind gering und der erreichte Vorteil ist doch recht erheblich. Die alten 16,14 m-Scheiben, von denen man so viele hat, auf 18,2 gebracht, reichen für Bahnhöfe mittlerer Größe und Verschiebebahnhöfe noch lange.

Wichtig ist ja dabei auch die Platzfrage, die oft davon abhält, 23 m Scheiben hinzustellen.

Der Raum, den man für Scheiben verschiedenen Durchmessers braucht, ist genau bestimmt und läßt sich aus den Überständen der auf der Scheibe jeweils größten drehbaren Lokomotiven errechnen. Beispiel: Auf eine 16,5 m-Scheibe wird als ungünstigste Lokomotive eine G 8¹ mit 3,415 m Pufferüberstand gefahren. Als Mindestabstand eines festen Gegenstandes von Scheibenmitte braucht man

$$\frac{1}{2} \text{ Schienenlänge} - \text{Spurkranzüberstand} = \frac{16,43}{2} - 0,223 = \dots \dots \dots 7,99$$

Pufferüberstand 3,42
 Spielraum 0,50
 11,91 = ~ 12,00

Der Abstand des Drehscheibenmittelpunktes von einem neben der Scheibe verlaufenden Gleis soll nach der „Anweisung für das Entwerfen von Eisenbahnstationen“ sein

bei einer 16,14 m-Scheibe	12,50
„ „ 20 „ „	15,50
„ „ 23 „ „	17,00.

Bei einer 16,5 m-Scheibe errechnet er sich

$$\frac{1}{2} S - \ddot{U} \dots \dots \dots 7,99$$

Pufferüberstand 3,46
 halbes L. R.-Profil 2,22
 14,35 = ~ 14,50 m

Danach errechnet sich Zusammenstellung 3 (vergl. hierzu auch Abb. 10).

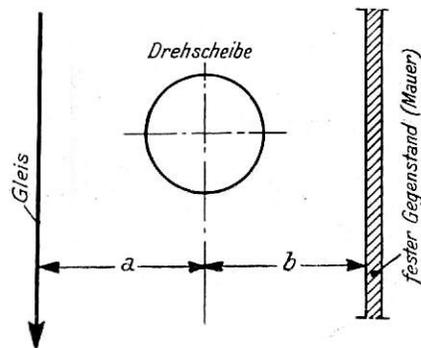


Abb. 10. Abstände der Drehscheiben von Gleisen und festen Gegenständen.

Zusammenstellung 3.
(Siehe Abb. 10.)

Dreh-scheiben-durch-messer D m	Dreh-scheiben-Gruben-durch-messer G m	Schienen-länge auf der Dreh-scheibe S m	Nutz-länge ¹⁾ N m	Trag-fähigkeit der Dreh-scheibe t	Abstände	
					a m	b m
16,14	16,20	16,07	15,68	100	12,5	12,0
16,50	16,56	16,432	16,04	130	14,5	12,0
18,20	18,26	18,14	17,75	150	15,5	11,5
20,00	20,06	19,94	19,55	150 bis 170	15,5	12,5
21,50	21,56	21,45	21,06	240	17,0	13,0
23,00	23,06	22,95	22,56	350	17,0	14,0

¹⁾ Berechnet für Laufkreisdurchmesser = 1 m.

ist, die Lokomotivfahrten da zu sparen, wo man die Gleise am dringendsten braucht.

Eine Drehscheibe zur rechten Zeit auf richtige Länge und Tragfähigkeit gebracht, hilft da sehr*).

Im Anschluß an diese Darlegungen will ich nun noch die Lösung einer interessanten Ingenieuraufgabe mitteilen. Es handelte sich darum, nach vorstehenden Grundsätzen eine nicht mehr betriebsfähige Scheibe zu erneuern und zu verlängern, die vor einem Rundschuppen Bauart „Potsdamer Bahnhof“, lag, also vor einem Schuppen mit „zwei Gleisen durch ein Tor“. Die Gleise sind hier alle gekrümmt von der Scheibe an bis in den Schuppen hinein. Die Schuppenbauart (s. Abb. 11) hat sehr viel Bestechendes, vor allem für Schuppen

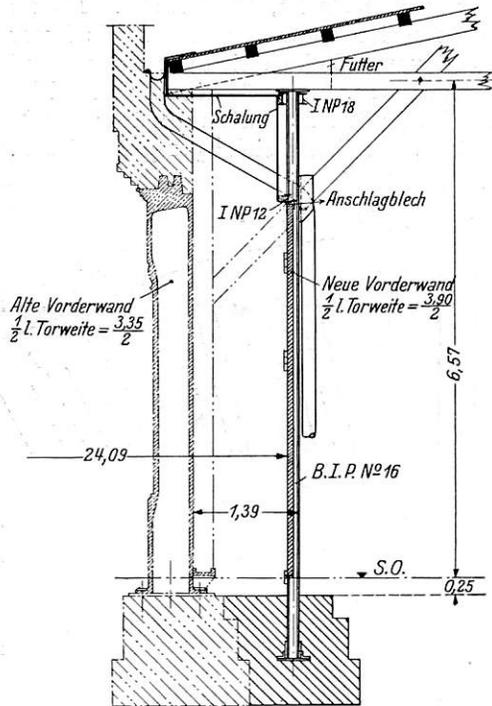


Abb. 15. Umbau der inneren Lokomotivschuppenwand zwecks Schaffung größerer Torweiten.

für kurze Lokomotiven. Man braucht eine sehr geringe Grundfläche für diese Ringschuppen nebst Scheibe. Der Abstand der Torwand von Mitte Scheibe ist sehr klein, die Schuppen lassen sich daher leicht in Bahnhoßpläne einfügen, bei denen der Raum beengt ist. Der überbaute Raum ist allerdings bei den Schuppen erheblich, gemessen an Schuppen normaler Bauart — ein Tor, ein Gleis, alle Gleise gradlinig —. Der Verbrauch an überbautem Raum wird vor allem unangenehm fühlbar, wenn die Schuppenstände sehr lang sein müssen.

Der Grundgedanke beim Aufbau dieser Schuppen ist folgender (Abb. 12):

Man geht von dem Scheibendurchmesser als gegeben und feststehend aus, z. B. 14 oder 16 m. Man zieht nun von Mitte Scheibe zwei Strahlen a bis a als Gleismitten so, daß der Abschnitt auf dem Kranz so groß ist, daß zwei nicht zum selben Gleis gehörige Schienenfüße und die Befestigungsmittel dazu auf dem Kranz Platz haben. Bei den ideellen Winkelpunkten W_1 W_2 werden die Strahlen um den Winkel α abgelenkt, der bei unserem Beispiel $6^\circ 32'$ beträgt, um die Gleise schnell auseinander zu bekommen. Da sich die Gleise bei der engen Anordnung überschneiden und bisher die Forderung unumstößlich war, das Herzstück in die Grade zu legen, so wurde noch die Grade 3 bis 4 mit den beiden Hilfwinkelpunkten 3 und 4 eingeschaltet. Um nicht zu breite Tore zu erhalten,

*) Vergl. V. W. 1926, S. 659, Nr. 51 vom 12. Dezember 1926, wo ich über eine ähnliche Aufgabe berichtete.

wurde das ganze so eingerichtet, daß die Herzstückspitze in der Torwand lag. Die entstandenen Winkel sollten tunlichst, um für alle Lokomotiven fahrbar zu sein, mit 180 m Halbmesser überwunden werden. Die nach vorstehendem erhaltene (schraffierte) Figur wurde nun so umgeklappt, daß man die Stände 6 und 7 im Schuppen zu einander parallel erhielt. Den Gleisabstand der parallelen Gleise, der heute 5,5 m sein soll, wählte man nach dem Normalprofil + 20 cm für eine Bindersäule zu 4,2 m. Die halbe lichte Torweite war s. Z. nur $\frac{3,35}{2}$ m, so daß sich die wirkliche Torbreite zu $2 \cdot \frac{3,35}{2} + \frac{1}{2}$

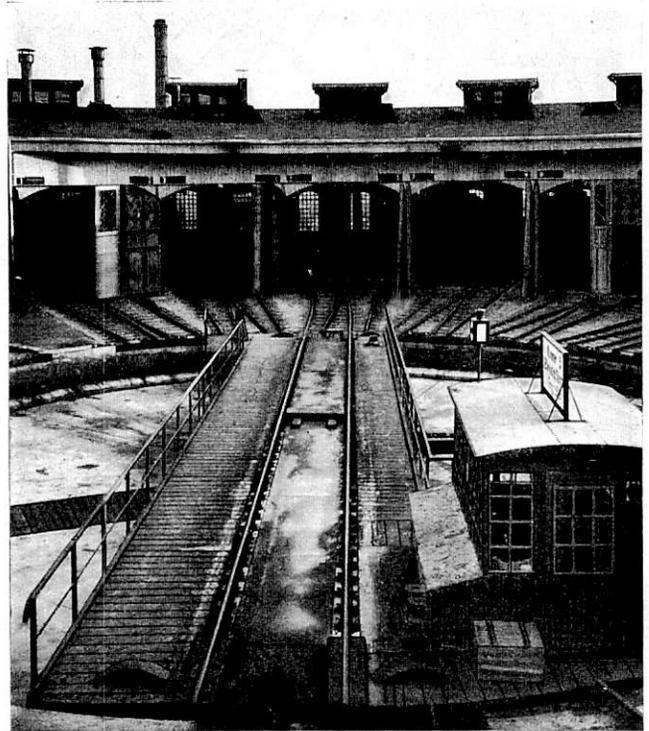


Abb. 16. Lokomotivschuppen 3, Halberstadt.

Spurweite $\approx 4,1$ ergab. Das erlaubte, daß man mit der Türwand sehr nahe an die Drehscheibe heran kam. Da man mit dem engen Gleisteil hinter der Torwand doch nichts anfangen konnte, wenn man die nebeneinander stehenden Lokomotiven sich nicht behindern lassen wollte, nutzte man den Raum dadurch, daß man die Tore nach innen aufgehen ließ. Die Schuppen waren ganz brauchbar aus den eingangs geschilderten Gründen, vor allem bei den z. Z. so kurzen Lokomotiven.

Aber nun kommt der Hauptübelstand bei diesen Schuppen. Man hat übersehen, an die Weiterentwicklung zu denken. Was macht man, wenn man eine größere Scheibe braucht. Die Gleisenden mit einer größeren Scheibe zu schneiden, ist doch schlechterdings unmöglich, man bekommt dabei eine Fahrt nach Abb. 13. Das Gleis auf der Scheibe muß doch unbedingt an die abgehenden Gleise außerhalb der Scheibe tangieren! Hat man eine 14 m-Scheibe nach Abb. 13 und will eine von 23 m einbauen, so schneidet man vom Bogen $11,5 - 7 = 4,5$ m ab. Bei 180 m Halbmesser würde der Knick $\alpha = \frac{2 \cdot 4,5}{360 \cdot \pi} = 1^\circ 26'$ betragen. Also unmöglich.

Die Lösung der Aufgabe gibt Abb. 14 nach folgenden Überlegungen: Es gilt, den Bogenanfang um rund 4,5 m vom Mittelpunkt abrücken. Zunächst macht man sich den

bei den Magdeburger Weichen, die sich seit $4\frac{3}{4}$ Jahren sehr bewährt haben, weitgehendst und allgemein angewendeten Grundsatz, die Kurve durch das Herzstück zu führen, zu nutzen; damit gewinnt man an Zentriwinkel, da die störende Herzstückgerade entfällt.

Da das bei dem großen Unterschied zwischen 14, 16 und 23 m-Scheibe noch nicht genügt und vor allem deshalb nicht, weil man auch die enge Torweite von 3,35 auf wenigstens 3,8 erweitern sollte, so schiebt man die Strahlen a nur ein wenig auseinander, so daß der Winkel α aus $6^{\circ} 32'$ $\alpha = 5^{\circ} 38'$ wird. Durch die Verkleinerung des Winkels α wird auch schon bei 180 Halbmesser 2,83 m Kurvenlänge gewonnen.

Die beiden Zwischenwinkelpunkte W_3 und W_4 (Abb. 12) entfallen. Die einheitlich durchgehende 180 m-Kurve reicht von der Drehscheibe (~ 1 m Vorgrade vom Scheibenrand) bis zur Schuppengraden, das Herzstück wird ein Herzstück 1:6,8 im Bogen verlegt, die Endherzstücke 1:9,35, weil die Endstände gerade sind.

Die Torwand mit ihren schweren Torpfeilern rückt um 1,5 m zurück. Die Torpfeiler werden B-Profile NP 16. Die Tore läßt man nach außen aufschlagen. Die Tore werden wieder verwendet, nachdem man den einen Flügel um 80 cm verbreitert hat. Als halbe Torweite ist bei offenstehendem

Tor $\frac{3,9}{2}$ erreicht. Die zweite Hälfte ist durch das Nachbargleis reichlich breit in seiner Lichtweite. Die Abfangung des Daches auf den neuen Torflügelpfeiler zeigt Abb. 15.

Der ganze Schuppen ist nunmehr, ohne die Arbeitsgruben ändern zu müssen, für alle Lokomotiven benutzbar. (Verlängerung der Stände nach hinten heraus gehört nicht hierher.) Die Arbeitsgruben bleiben unverändert. Dadurch, daß die Tore nach außen statt wie früher nach innen schlagen, erhält man für jeden zweiten Stand zur Not noch größere Standlänge, wenn man immer eine kurze und eine lange Lokomotive nebeneinander stellt. Der einzige Nachteil, der bleibt, aber leicht zu ertragen ist, ist der, daß, wenn eine Lokomotive aus Stand 3 ausfährt, die vier Nachbarstände 1, 2, 4 und 5 mit gesperrt sind. Das schadet nicht. Denn es kann ja immer nur eine Lokomotive auf die Scheibe fahren. Bleibt nur das mehrmalige Torbewegen übrig.

Wie die fertige Scheibe mit der Torwand und dem Gleisstrahl aussieht, zeigt Abb. 16 und 17 (Lichtbilder).

Dieselelektrische Lokomotiven *).

Von Dr. Ing. W. Grüning.

Lokomotiv-Dieselmotoren müssen eine Reihe besonderer Forderungen erfüllen. Gewöhnliche Dieselmotoren sind infolge ihres großen Gewichtes für Bahnzwecke völlig ungeeignet. Durch Erhöhung der Drehzahl erreicht man genau wie im Elektro-Maschinenbau eine wesentliche Gewichtsverminderung. Allerdings wachsen dann die Schwierigkeiten, eine einwandfreie Verbrennung zu erzielen und die Massenkräfte zu bewältigen. Dadurch sind der Drehzahlerhöhung bald erreichte Grenzen gesetzt. Immerhin ist es möglich, große Dieselmotoren mit einem Gewicht von 10 kg/PS zu bauen, welche für den Bahnbetrieb geeignet sind. Der leichteste, bisher bekanntgewordene Bahn-Dieselmotor hat ein Gewicht von 1070 kg bei 150 PS und 1300 Umdr./min. Auch der später erwähnte Dieselmotor der Beardmore-Gesellschaft von 1330 PS bei 800 Umdr./min. dürfte infolge seiner verhältnismäßig hohen Drehzahl sehr leicht sein. Das Zweitaktverfahren, welches an sich eine Gewichtersparnis ergibt, hat sich im Bahn-Dieselmotorenbau nur wenig eingeführt, da es langsam laufende Motoren bedingt, die infolgedessen auch wieder schwerer sind.

*) Gekürzte Wiedergabe eines Vortrages, gehalten vor dem E.T.V. Darmstadt im Februar 1929.

Mit dieser Lösung ist der ganze Schuppen mit 28 Ständen gerettet. Ohne sie hätte man bestenfalls unter hohen Kosten — Ändern aller Löschgruben und der Binderstiele — allenfalls die Hälfte der Stände retten können. Die Kosten sind sehr gering, zumal wenn man die für die Scheibe abzieht.

Bei der Neugestaltung der Schuppenzufahrt wurde diese nebenbei durch Verwendung Magdeburger Weichen 1:7 (190) für die größten Lokomotiven auch sehr günstig gestaltet.



Abb. 17.
Blick auf die 23 m-Scheibe aus dem Innern des Schuppens.

Zusammenfassung.

An der Hand der Abmessungen und Gewichte der größten vorhandenen und geplanten Lokomotiven werden die nötigen Lokomotivdrehscheibendurchmesser ermittelt und die Abstände der Scheibe von festen Gegenständen und Gleisen. Es wird gezeigt, wie man alte Drehscheiben durch Verstärken und Verlängern weiter verwendbar machen kann. Zum Schluß wird ein schwieriger Lokomotivschuppen- mit Drehscheiben-Umbau beschrieben, bei dem man unter normalen Verhältnissen die Drehscheibe in ihrem Durchmesser nicht verändern kann.

Das bekannt gewordene Aufladeverfahren von Büchi, bei dem die Verbrennungsluft nicht etwas unter Atmosphärendruck angesaugt wird, sondern mit einem Überdruck von etwa $\frac{1}{3}$ at in den Zylinder eingepreßt wird, gestattet bei gegebenem Gewicht eine Leistungssteigerung von etwa 25 bis 30%. Den Kompressor treibt man zweckmäßig durch eine Abgasturbine an, welche von den Abgasen des Dieselmotors gespeist wird.

Die Einhaltung des engen Bahnprofils erschwert weiterhin den Entwurf der Fahrzeug-Dieselmotoren. Auf Einfachheit der Bedienung und Betriebssicherheit muß ganz besonderer Wert gelegt werden, da das Personal, welches mit diesen Maschinen im Bahnbetrieb zu tun hat, nicht so geschult und überwacht werden kann wie das Bedienungspersonal ortsfester Anlagen. Rauch- und geräuschlose Verbrennung sind besonders anzustreben, um die Reisenden möglichst wenig zu belästigen. Das Ziel ist aber mit Rücksicht auf die schnelllaufenden Motoren nicht leicht zu erreichen, auch weil große Abspufftöpfe auf den Lokomotiven nicht untergebracht werden können. Infolge der gedrängten Bauform und hohen Drehzahl erwärmen sich die Bahn-Dieselmotoren besonders schnell und es ist deshalb auf reichliche Bemessung

des Kühlers zu achten. Die Schwierigkeiten bei der ersten großen dieselektrischen Lokomotive von Lomonosoff, welche dazu führten, im Sommer einen besonderen Kühler mitzuschleppen, sind bekannt. Der Dieselmotor ist gegenüber seiner normalen Leistung im Drehmoment überhaupt nicht und in der Drehzahl nur wenig überlastungsfähig. Dies bedeutet für den Bahnbetrieb einen großen Mangel, der sich lediglich bei Verwendung der elektrischen sehr elastischen Kraftübertragung nicht allzusehr bemerkbar macht, aber dazu führt, daß eine Dieselmachine bei gleicher Betriebsleistung stets eine größere Nennleistung wird haben müssen als z. B. eine elektrische Lokomotive.

Der Dieselmotorenbau ist heute soweit fortgeschritten, daß man Bahnmotoren von etwa 1500 PS Dauerleistung betriebssicher und genügend leicht bauen kann. Die größte bisher in Betrieb gesetzte dieselektrische Lokomotive hat zwei Dieselmotoren und eine Gesamtleistung von 2660 PS. Da Dampflokomotiven und elektrische Lokomotiven immer noch mit um näherungsweise 50% höherer Leistung ohne Schwierigkeiten gebaut werden und dann außerdem noch zeitweise um rund 30 bis 50% darüber hinaus beansprucht werden können, wird eine Diesellokomotive vorläufig für den Schnellzugverkehr, wo die hohen Leistungen besonders benötigt werden, kaum in Frage kommen, sondern nur für den Rangier- und Personenzugverkehr.

Es erscheint widersinnig, bei Diesellokomotiven die Energieübertragung zwischen dem Dieselmotor und den Triebachsen auf elektrischem Wege vorzunehmen, da hierbei die Leistung scheinbar unnötig zweimal umgeformt werden muß, nämlich aus der mechanischen in die elektrische und aus der elektrischen in die mechanische. Da der Dieselmotor nicht aus dem Stillstand von selbst anlaufen kann, muß man bei unmittelbarer Verbindung zwischen Dieselmotor und Triebachsen, welche zunächst als das gegebene erscheinen mag, Zug und Motor zusammen durch eine Hilfsmaschine beschleunigen. Derartige Anlagen haben sich nicht bewährt, da sie entweder zu groß und zu teuer wurden oder nicht genügend betriebssicher waren.

Als natürlichste Kraftübertragung erscheint nunmehr eine Rutschkupplung, welche beim Anfahren des Zuges, nachdem der Diesel gesondert angelassen, die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Dieselmotor und Triebachsen ausgleicht. In dieser Kupplung muß jedoch eine Leistung vernichtet werden, welche der angegebenen Geschwindigkeitsdifferenz und der Lokomotivzugkraft proportional ist (Abb. 1). Diese Leistungsvernichtung entspricht gewissermaßen dem Energieverlust in den Anfahrwiderständen elektrischer Gleichstromfahrzeuge. Bei großen Lokomotiven werden diese Kupplungen, namentlich wenn oft angefahren wird, ungewöhnlich groß und werden auch dann nicht betriebssicher sein. Auch durch Zwischenschaltung eines Zahnradvorgeleges mit veränderlichem Übersetzungsverhältnis kann eine Leistungsvernichtung beim Anfahren nur verringert, nicht ganz vermieden werden ähnlich wie durch Reihen-Parallelschaltung der Elektromotoren bei Gleichstromfahrzeugen (Abb. 2).

Die mechanische Kraftübertragung mit Zahnradvorgelege gestattet weiterhin nicht bei allen Lokomotivgeschwindigkeiten eine vollständige Ausnützung der Dieselmotorleistung. Der Dieselmotor kann unabhängig von seiner Drehzahl nahezu konstantes Drehmoment abgeben, ist aber über dieses hinaus gar nicht überlastbar. Somit steigt die von der Diesellokomotive abgegebene Leistung bei gegebenem Übersetzungsverhältnis mit der Geschwindigkeit. Da die erforderlichen Zugkräfte mit der Geschwindigkeit zunehmen, wird sich in vielen Fällen eine Lokomotivgeschwindigkeit und Dieselmotordrehzahl einstellen (Abb. 3), welche nicht der vollen Drehzahl entspricht, wobei er also nur eine Teilleistung abgibt. Eine Kraftübertragung, welche die Normalleistung des Dieselmotors, der dabei mit der

normalen Drehzahl und dem normalen Drehmoment arbeitet, bei allen Lokomotivgeschwindigkeiten auszunützen gestattet,

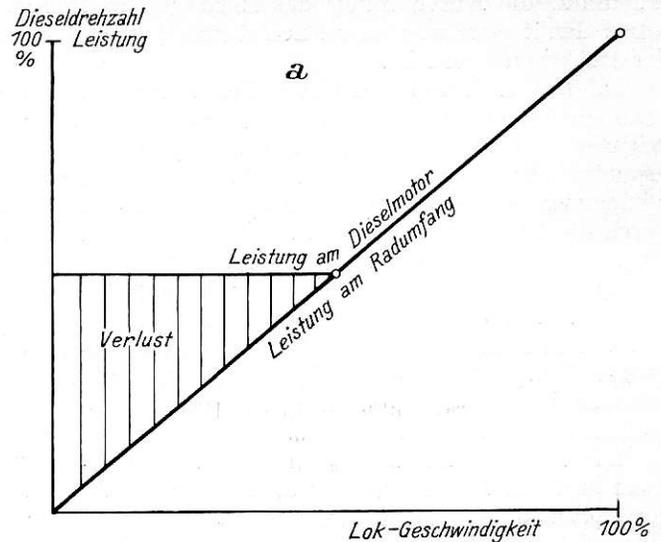


Abb. 1. Leistungsschaubild beim Anwenden einer Rutschkupplung.

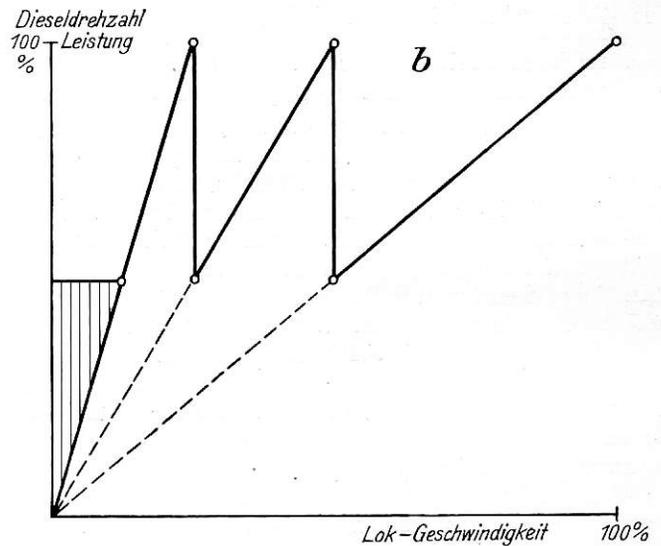


Abb. 2. Leistungsschaubild beim Anwenden eines Zahnradvorgeleges.

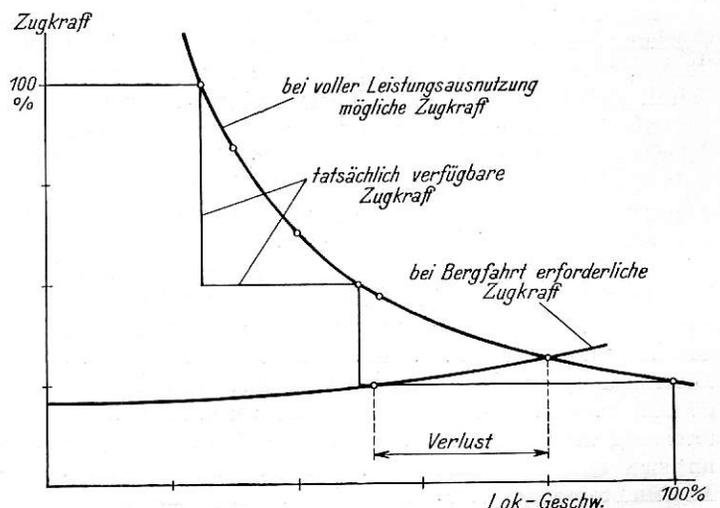


Abb. 3. Darstellung der Zugkraft in Abhängigkeit von der Lokomotivgeschwindigkeit.

wäre für den Bahnbetrieb wesentlich zweckmäßiger, weil dann vielfach mit höherer Geschwindigkeit gefahren werden könnte.

Während elektrische Lokomotiven ein vollständig gleichförmiges Drehmoment übertragen und während die Zugkraft von Dampflokomotiven in Abhängigkeit von der Kolbenstellung um etwa 20 bis 25% schwankt, ändert sich das Drehmoment eines Dieselmotors im Laufe einer Umdrehung je nach der Drehzahl unter Umständen um 100% oder mehr. Dies liegt an dem in sehr weiten Grenzen veränderlichem Kolbendruck und den Unterschieden der Kolben-Massenkräfte je nach der Umlaufzahl. Bei mechanischer Übertragung schwankt die Zugkraft der Lokomotive um gleiche Beträge, so daß also das Reibungsgewicht der dieselmechanischen Maschine zur vollen Ausnutzung der Dieselmotorleistung wesentlich größer sein muß, als das Adhäsionsgewicht einer elektrischen Lokomotive gleicher Leistung oder einer dieselektrischen Lokomotive, bei der der Generator die Ungleichförmigkeiten ausgleicht.

Beim Überschalten von einer Getriebestufe zur anderen muß zunächst die kraftschlüssige Verbindung zwischen Dieselmotor und Triebwerk über das eine Vorgelege gelöst und dann über das andere wieder eingeschaltet werden. Hierbei wird keine Leistung an die Triebräder abgegeben. Das Umschalten ist also mit einem Zugkraftausfall, der sich beim Anfahren und bei Steigungen störend bemerkbar macht, verbunden. Überdies wird das Umschalten um so länger dauern, je größer die Motorleistung ist, also sich beim schwersten Betrieb am ungünstigsten auswirken.

Aus vorstehendem folgt, daß die Kraftübertragung zwischen Dieselmotor und Triebachsen auch durch ein Vorgelege mit verschiedenen Übersetzungsverhältnissen mit Rücksicht auf die teilweise ungünstige Leistungsausnutzung, den Zugkraftausfall beim Überschalten von einer Stufe zur anderen, die ungleichförmige Zugkraft und infolge der Schwierigkeiten, eine geeignete Rutschkupplung zu bauen, in sehr vielen Fällen ungeeignet ist und zwar:

1. Für Rangierbetrieb und für Güter- oder Personenzuglokomotiven, bei welchen oftmals mit schweren Anfahrten zu rechnen ist.
2. Bei Gebirgs-Schnellzuglokomotiven, wo die Zugkraftverhältnisse stark wechseln.

Aussichtsreich dagegen erscheint die mechanische Übertragung bei Flachland-Schnellzugmaschinen, wo man das Zuggewicht so bemessen kann, daß vom Dieselmotor erst bei höchster Geschwindigkeit die volle Zugkraft verlangt und entsprechend auf längeren Strecken gut ausgenutzt wird. In den anderen Fällen erscheint die mechanische Übertragung ungeeignet.

Als Ersatz kommen in Frage: einmal die elektrische Kraftübertragung, andererseits die Übertragung durch Druckluft, bei der der Dieselmotor einen Kompressor treibt und die komprimierte Luft evtl. unter Dampfzusatz, der durch Ausnutzung der Dieselmotor-Abgaswärme erzeugt wird, in den Zylindern einer gewöhnlichen Dampflokomotive Arbeit leistet. Schließlich sind vielfach Flüssigkeitsgetriebe verwendet worden, z. B. hat sich das Getriebe der Maschinenbau-Gesellschaft Karlsruhe für kleine und mittlere Leistungen bis etwa 300 PS recht gut bewährt. Für große Leistungen kann jedoch vorläufig ausschließlich die elektrische Übertragung als unbedingt betriebssicher und wirtschaftlich angesehen werden.

Das Wesen der elektrischen Kraftübertragung besteht unabhängig von den verschiedenen möglichen Systemen darin, daß mit dem Dieselmotor ein Hauptgenerator gekuppelt ist, der die elektrischen Triebmotoren mit veränderlicher Spannung und Stromstärke je nach Zugkraft und Geschwindigkeit speist. Es sind zwei grundsätzlich verschiedene Steuerungsarten möglich. Bei der einen Ausführung arbeitet der Dieselmotor mit konstanter Drehzahl, bei der anderen mit veränderlicher.

Steuerungen mit konstanter Dieselmotordrehzahl, die durch einen selbstwirkenden Drehzahlregler eingestellt wird, entsprechen der bekannten Leonardschaltung. Der Haupt-

generator wird mit stufenweis steigendem Erregerstrom, der durch den Steuerhebel im Führerstand eingestellt wird, fremd erregt und gibt dementsprechend von Stufe zu Stufe eine höhere Spannung ab. Ebenso wie bei gewöhnlichen Gleichstrom-Fahrzeugen durch schrittweises Abschalten der Anlaufwiderstände erhalten hier die Elektromotoren mit steigender Hauptgeneratorerregung erhöhte Spannung, nehmen höheren Strom auf und werden beschleunigt. Da hier im Ankerkreis keine Widerstände vorhanden sind, geht die Anfahrt jedoch verlustlos vor sich. Die Steuerung ist besonders einfach und betriebssicher und wird deshalb bei Lokomotiven mittlerer Leistung vor allem verwendet.

Wenn der Dieselmotor auch bei völlig entlasteter Lokomotive stets mit der vollen Drehzahl laufen muß, nützt er sich in den Zylindern, Kolben und allen Lagerstellen stark ab. Seine Lebensdauer wird dadurch sehr verkürzt. Der Wirkungsgrad eines Dieselmotors ist bei gegebener Leistung abhängig von der Drehzahl (Abb. 4) und wird z. B. bei halber Belastung

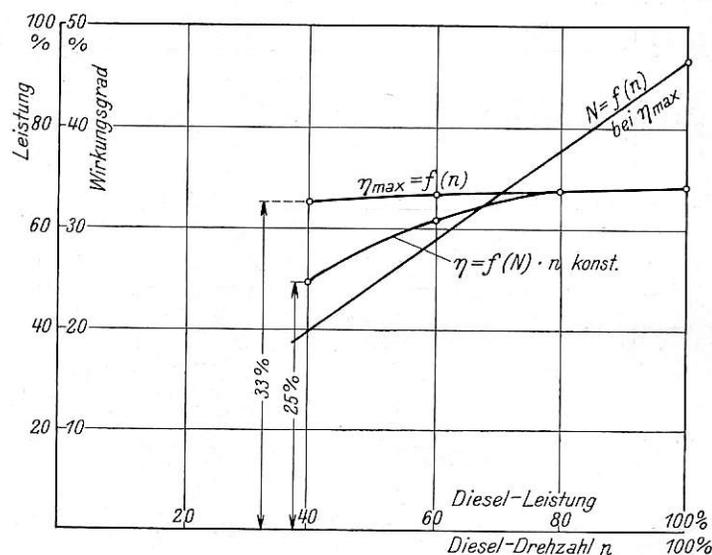


Abb. 4. Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Diesel-Drehzahl.

am günstigsten für halbe Drehzahl, d. h. also wenn er im allgemeinen mit großer Füllung arbeitet. Wenn es nun gelingt, bei jeder Belastung mit der Drehzahl zu fahren, die den günstigsten Dieselmotor-Wirkungsgrad ergibt, bedeutet das namentlich bei großen Lokomotiven, wo die Brennstoffkosten wesentlich sind, einen erheblichen Vorteil. Bei mittleren Lokomotiven sind die Brennstoffersparnisse im Vergleich zu den dann relativ höheren Abschreibungs- und Verzinsungskosten nicht so wesentlich. Bei Triebwagen spielt diese Frage fast überhaupt keine Rolle, denn deren Fahrpläne werden im Bahndienst so aufgestellt, daß die Triebwagen möglichst stets mit voller Leistung fahren.

Unter dem Gesichtspunkt: Schonung des Dieselmotors und günstigster Wirkungsgrad, sind die verschiedensten Steuerungen entworfen, bei denen die Lokomotiven lediglich durch Änderung der Dieselmotordrehzahl gesteuert werden. Einmal kann man dabei den Dieselmotorregler beeinflussen, so daß sich der Dieselmotor je nach Stellung des Steuerhebels auf eine konstante Drehzahl einstellt. Andererseits kann man die einzuspritzende Brennstoffmenge je Hub regulieren, so daß der Dieselmotor bei gegebener Stellung des Steuerhebels mit veränderlicher Drehzahl, aber konstanter Füllung arbeitet. Bekannt geworden ist die Steuerung von H. Lemp, welche sich in Amerika sehr gut bewährt haben soll, und in Europa die Gebus-Steuerung, welche bisher allerdings vor allem für benzinelektrische Fahrzeuge angewendet wurde und sich infolge ihrer außerordentlichen Einfachheit besonders für kleinste Fahrzeuge eignet.

Bei dieser Steuerung bleibt der elektrische Kreis, bestehend aus Hauptgenerator, Triebmotor und Fahrtwender dauernd geschlossen. Die Charakteristik des eigenerrigten Hauptgenerators ist so ausgebildet, daß er sich bei der niedrigst möglichen Motordrehzahl nicht selbst erregt (Abb. 5) und mit dieser Drehzahl läuft das Aggregat im Stillstand der Lokomotive. Von dort ausgehend wird beim Anfahren der Dieselmotor durch vermehrte Brennstoffzufuhr beschleunigt, der Hauptgenerator erregt sich, gibt Spannung ab und die Motoren nehmen Strom auf. Je nach Stellung des Brennstoffhebels stellt sich eine bestimmte Dieselmotordrehzahl ein. Die Stromkurve der Abb. 5 gilt für größte Brennstoffzufuhr. Bei kleinerer ist der Strom entsprechend geringer, so daß sich eine vollkommen weiche Anfahrt ergibt.

Mit grundsätzlich ähnlichen aber verwickelteren Schaltungen kann man es bei zweckmäßiger Dimensionierung

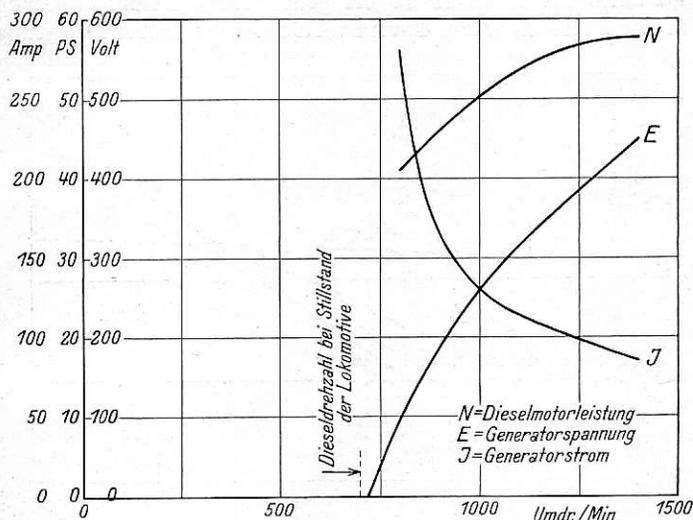


Abb. 5.

Strom- und Spannungscharakteristik bei der Gebus-Steuerung

erreichen, daß fast überall mit günstigstem Wirkungsgrad gefahren wird. Dazu ist erforderlich, daß der Generator bei gegebener Drehzahl von selbst eine konstante Leistung unabhängig von dem Strom, den die Motoren in Abhängigkeit von der erforderlichen Zugkraft aufnehmen, abgibt. Dies kommt im wesentlichen auf eine sehr starke Gegenkompoundierung evtl. unterstützt durch selbsttätige Wattregler und dergl. heraus. Im Gegensatz zu den immerhin noch vorhandenen ganz geringen Leistungssprüngen bei der Leonardschaltung beim Übergang von einer Stufe zur anderen arbeiten diese Steuerungen völlig stufenlos, gleichmäßig, einfach und betriebsicher. Sie haben auch den Vorzug, daß der Führer nicht wie bei der Leonardschaltung ein Wattmeter oder einen Drehzahlmesser beobachten muß, um den Dieselmotor nicht zu überlasten, da dessen Leistung durch die Stellung des Brennstoffhebels bestimmt ist.

Nachteilig an den Steuerungen mit Drehzahlreglung ist, daß die Generatoren größer bemessen werden müssen als bei der Leonardschaltung. Um mit hoher Lokomotivgeschwindigkeit fahren zu können, ist die volle Generatorspannung erforderlich. Da bei hoher Geschwindigkeit gelegentlich aber nur eine Teilbelastung erforderlich ist, arbeitet der Dieselmotor dann mit verringerter Drehzahl. Trotzdem muß aber die volle Spannung vom Generator abgegeben werden können, um die hohe Geschwindigkeit zu erreichen und das bedingt eben eine größere Maschinentype. Kritische Drehzahlen lassen sich ferner bei Dieselaggregaten, welche nur mit einer fest bestimmten Drehzahl arbeiten, durch zweckmäßige Bemessung der Generatorwelle im normalen Arbeitsbereich unterdrücken. Arbeitet das

Aggregat dagegen dauernd mit beliebigen Drehzahlen zwischen 30 und 100% der Höchstdrehzahl, dann ist die Vermeidung kritischer Schwingungen nur durch Einbau elastischer und dämpfender, also arbeitsvernichtender Kupplungen möglich. Lokomotivsteuerungen mit veränderlicher Dieselmotordrehzahl werden also durch größere Generatoren und Einbau einer Spezialkupplung wesentlich verteuert und schwer. Diese Nachteile werden jedoch durch den geringen Brennstoffverbrauch und die geringe Abnutzung des Dieselmotors in vielen Fällen ausgeglichen und es muß deshalb von Fall zu Fall gesucht werden, welche Steuerung günstigere Ergebnisse verspricht.

Auf dieselektrischen Lokomotiven ist der Dieselmotor der teuerste Teil. Für die bekannte Lomonossoff-Lokomotive waren die anteiligen Kosten: Dieselmotor 44%, elektrische

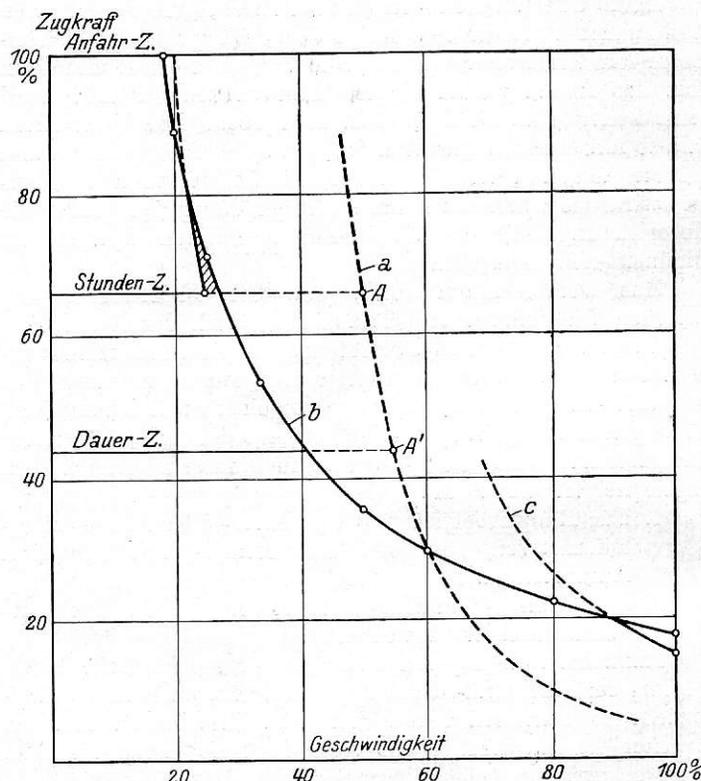


Abb. 6. Zugkraftkurven.

Ausrüstung 31%, mechanischer Teil 25%. Es ist also berechtigt, die elektrische Ausrüstung, selbst, wenn sie dadurch um ein geringes teurer wird, so zu bemessen, daß sie die Leistung des Dieselmotors im ganzen Geschwindigkeitsbereich ausnützt (Abb. 6).

Durch die maximale- bzw. die Dauerzugkraft, welche von einer Lokomotive verlangt wird und durch die erforderliche Höchstgeschwindigkeit ist die verwendbare Elektromotortype fast stets eindeutig bestimmt. Bei Hauptstrommotoren ist jedoch, wenn diesen die volle Motorspannung zugeführt wird, der Zugkraftabfall — Kurve a, Abb. 6 — mit steigender Drehzahl wesentlich steiler als es der Zugkrafthyperbel b entspricht, welche durch die volle Ausnützung der Dieselmotorleistung gegeben ist. Um die volle Dieselmotorleistung auch bei höheren Geschwindigkeiten ausnutzen zu können, ist eine möglichst starke Feldschwächung der Triebmotoren erforderlich. Dadurch kann man die Zugkraftcharakteristik c erreichen. Da mit Rücksicht auf die Dieselmotorleistung die Feldschwächung nur bei verhältnismäßig niedrigen Stromstärken erfolgt, kann man diese weitertreiben als bei Oberleitungslokomotiven, wo die Motoren auch bei durch Nebenschluß geschwächtem Feld aus dem Kraftwerk eine beliebige große Leistung entnehmen

können und demnach viel eher zu Rundfeuer Anlaß geben. Die Nennleistung der Elektromotoren ist durch den Punkt A' und damit durch die verlangte Dauerzugkraft entsprechend Linie Dauer-Z und durch die Höchstspannung bestimmt, welche ihrerseits durch die Geschwindigkeit gegeben ist, bis zu welcher man die Dieselmotorleistung ausnützen will, Kurve a und c. Sie liegt stets höher als die Dieselmotorleistung.

Die Nennleistung des Generators ist einerseits bestimmt durch die Maximalspannung, welche den Motoren zugeführt werden muß und andererseits durch den Maximalstrom bei der Anfahrt, bzw. durch den Dauerstrom der Motoren. In vielen Fällen kann man hier durch Reihen-Parallelschaltung der Triebmotoren eine wesentliche Verkleinerung des Generators erreichen. Bei Reihenschaltung der Triebmotoren erreicht man die Charakteristik d, welche die Dieselmotorleistung immer noch völlig auszunützen gestattet. Der Strom des Generators ist dann aber nur halb so groß wie der Gesamtstrom der Motoren und es kann deshalb eine kleinere Maschinentype Verwendung finden. Die Reihen-Parallelschaltung der Triebmotoren wird jedoch in manchen Fällen durch die Komplikationen im Fahrschalter und durch die größere Anzahl zu verlegender Kabel unzuweckmäßig, und zwar wenn die Maschine zwei Führerstände bekommt und mittlere Leistung hat, so daß die Motorauswahl nicht durch ferngesteuerte Schütze, sondern im Führerstand erfolgt und die Lokomotive in sehr gedrähter Bauform ausgeführt werden muß. Die Kabelverlegung bereitet dann erhebliche Schwierigkeiten. Allgemein ergibt sich also auch beim Generator, daß dessen Leistung nicht ohne weiteres durch die Nennleistung des Dieselmotors gegeben ist, sondern sich nach Maximalzugkraft und Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive richtet und fast stets größer wird, als die des Dieselmotors. Bei einer Rangierlokomotive ergab sich zum Beispiel:

Dieselmotorleistung	300 PS
Generatorleistung	315 „
Motorleistung	430 „

Für den Aufbau einer Diesellokomotive ergibt sich eine fast selbstverständliche Anordnung, nämlich: Maschinenraum mit Dieselmotor, Hauptgenerator und Zubehörteilen in Lokomotivmitte, an jedem Ende ein Führerstand. Nach dieser Anordnung sind fast sämtliche bisher gebauten dieselektrischen Lokomotiven ausgeführt. Lediglich bei kleineren Maschinen ist es möglich, den Maschinenraum so schmal zu halten, daß man an diesem seitlich vorbeisehen kann und dementsprechend mit nur einem Führerstand auskommt (Abb. 7). — An sich bietet die Ausführung mit einem Führerstand für die Steuerung und Einfachheit der Kabelverlegung viele Vorteile. Welche Bedeutung dieser Frage zukommt, ist daraus zu ersehen, daß eine 300 PS-Diesellokomotive mit zwei Führerständen rund 400 verschiedene Kabel aufweist.

Dieselmotor und Hauptgenerator werden auf einem gemeinsamen besonders kräftigen Stahlgußrahmen aufgebaut, damit Verwindungen, welche Heißlaufen zur Folge haben könnten, vermieden werden. Bei der starren Kupplung von Motor und Generator erhält dieser nur auf der Kollektorseite ein Lagerschild, während auf der Antriebsseite an die Ankerwelle ein kräftiger Flansch angeschmiedet ist, der starr mit einem Flansch des Dieselmotors verbunden ist, so daß sich der Anker auf dieser Seite auf das Lager des Dieselmotors stützt. Man erreicht dadurch kurze Bauform und Gewichtersparnis. Bei der nachgiebigen Verbindung erhält der Generator zwei normale Schildlager. Die federnde Kupplung wird mit Gummipuffern ausgebildet oder mit Scheiben aus elastischem Material, an welchen die beiden Wellenenden angreifen, oder es werden Federkupplungen z. B. die bekannte Bibby-Wellmann-Kupplung mit veränderlicher Federcharakteristik verwendet.

Die Hauptgeneratoren selbst sind äußerlich wie gewöhnliche stationäre Gleichstrom-Generatoren gebaut, meist mit Durchzugsbelüftung, um leichte Maschinen zu bekommen. Mit Rücksicht auf die Erschütterungen im Bahnbetrieb sind jedoch die Feldwicklungen besonders kräftig abgestützt und es wird auch mit Rücksicht auf die Möglichkeit des Eindringens von Regen oder Verbrennungsgasen in die Lokomotive auf Spezial-Isolation Wert gelegt.

Als Elektromotoren werden, abgesehen von Einzelfällen, stets Tatzlagermotoren verwendet, um den Raum oberhalb des Lokomotivrahmens für den Dieselmotor freizuhalten. Daraus ergibt sich der Nachteil, daß die Elektromotoren fast unzugänglich sind und nur von unten aus einer Überholungsgrube nachgesehen werden können. Je nach den Kurvenverhältnissen baut man die Motoren in Drehgestelle ein oder mit teilweise seitlich verschiebbaren Achsen in den durchgehenden Lokomotivrahmen. In elektrischer Hinsicht entsprechen die Motoren genau den üblichen Tatzlager-Lokomotivmotoren und bieten somit nichts hier besonders bemerkenswertes.

Wichtig beim Entwurf von dieselektrischen Lokomotiven ist die Rücksichtnahme auf den Kühler für den Dieselmotor.

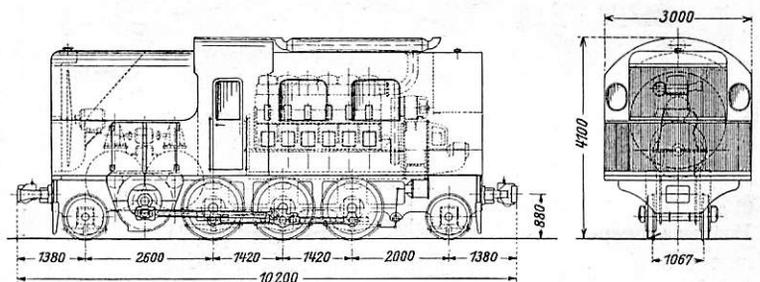


Abb. 7. Diesel-Lokomotive mit nur einem Führerstand.

Kühler an der Stirnseite der Lokomotive angeordnet genügen, außer bei kleinen Maschinen, nicht zur Abführung der gesamten Verlustwärme. Auch ist es zweckmäßig, einen größeren Teil der Stirnfläche für einen geräumigen Führerstand freizuhalten. Es kommt hinzu, daß der Vorteil der Kühlwirkung durch den Fahrwind bei Fahrt in der einen Richtung durch entsprechend schlechtere Kühlung in der anderen bedeutungslos gemacht wird. Für kleinere Lokomotiven haben sich Schlangenkühler an der Längsseite der Lokomotive (Abb. 8), für größere Lokomotiven Wabenkühler, welche symmetrisch auf beiden Seiten der Lokomotive angeordnet werden und durch einen im Dach eingebauten und die Kühlluft nach oben herausaugenden Lüfter belüftet werden, bewährt. Dachkühler erfordern eine sehr kräftige Maschinenhauskonstruktion und behindern den Einbau des Dieselmotors in die Lokomotive. Die Bedeutung der Kühlerfrage ergibt sich aus den bekannten Schwierigkeiten mit der Lomonosoff-Lokomotive, wo im Sommer ein besonderer Kühltender, der von einem 100 PS-Dieselmotor mit Lüfter belüftet wird, angehängt ist.

Zur Speisung der Nebenbetriebe einer dieselektrischen Lokomotive ist eine konstante Hilfsspannung erforderlich, welche von einem Hilfsgenerator erzeugt wird. Um kurze Bauformen und besonders schnellaufende, also leichte Maschinen zu erhalten, wird dieser Hilfsgenerator in sehr vielen Fällen auf den Hauptgenerator aufgebaut und von diesem über einen Riemen mit Spannrolle angetrieben (Abb. 9). Durch einen besonderen Regler wird unabhängig von der Drehzahl des Dieselmotors konstante Spannung dieses Hilfsgenerators gewährleistet. Verschiedentlich sind auch Entwürfe gemacht worden, den Hilfsgenerator direkt fliegend auf die Hauptgeneratorwelle aufzusetzen, doch wird in diesem Fall die Baulänge des Aggregates zu groß und die Hilfsmaschine, welche dann mit geringer Tourenzahl arbeitet, wird auch zu teuer.

Der Hilfsgenerator speist im allgemeinen die Erregung des Hauptgenerators, die Lokomotivbeleuchtung, die Batterie und die Hilfsmotoren z. B. zur Belüftung des Dieselmotorkühlers, zum Antrieb der Ölumlaufpumpe usw.

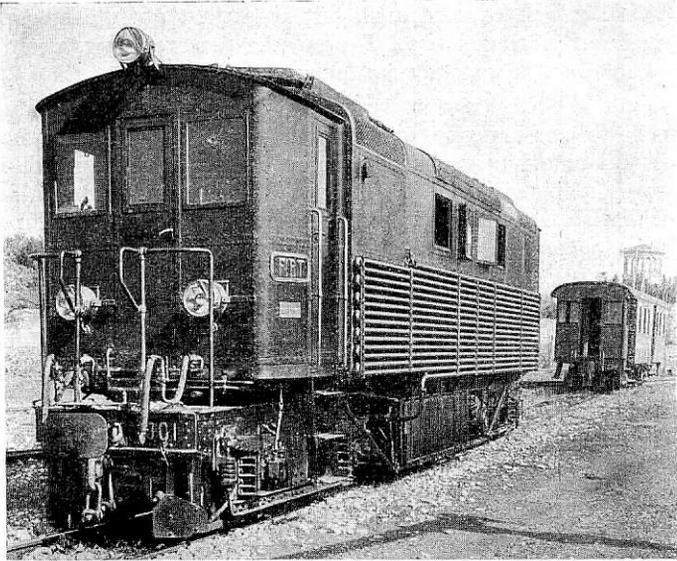


Abb. 8. Lokomotive mit Schlangenkühler an der Längsseite.

Das Anlassen des Dieselaggregates kann mit Druckluft erfolgen oder elektrisch, wobei der Hauptgenerator von einer Batterie gespeist wird und im allgemeinen als Hauptstrommotor anläuft. Bei Dieselmotoren mit Drucklufteinspritzung des Brennstoffes, wo sowieso ein größerer Vorrat von Druckluft mit einer Spannung von etwa 60 at vorhanden sein muß,

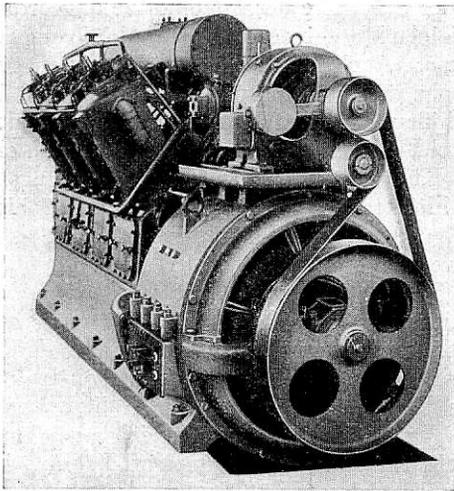


Abb. 9. Anordnung des Haupt- und Hilfsgenerators.

ist das Anlassen mit Druckluft eine Selbstverständlichkeit. Bei kompressorlosen Dieselmotoren dagegen wird man meistens das elektrische Anlassen vorziehen, weil dann keinerlei neue Maschinenteile erforderlich sind und die an sich unbedingt notwendige Batterie nur vergrößert werden muß. Zum elektrischen Anlassen verwendet man im allgemeinen Nickelisenbatterien, weil diese bei gegebener Kapazität leichter, in der Wartung unempfindlicher und kurzschlußsicher sind. Man kann dann den stillstehenden Generator direkt über ein einziges Schütz auf die Batterie schalten und mit einer einzigen Stufe anlassen. Bei Verwendung von Bleibatterien, welche mit Gitterplattenzellen allgemein für Automobile als Starterbatterien gebraucht werden, sind immerhin zwei oder drei

Anlaßstufen zur Schonung der Batterie empfehlenswert. Auch ist die Lebensdauer der Gitterplatten geringer und ihre Kapazität sinkt bei niedrigen Temperaturen. Durch diese technischen und wirtschaftlichen Mängel wird der geringere Preis der Bleibatterien gegenüber den Nickelisenbatterien meist aufgewogen.

Die Steuerung der ganzen diesel-elektrischen Lokomotive erfolgt von einem einzigen Fahrshalter aus. Abb. 10 zeigt die Ausführung für eine 300 PS-Lokomotive, die mit konstanter Dieselmotordrehzahl arbeitet. Links oben sieht man die Anlaßwalze, darunter die Schaltelemente für die Reihen-Parallelschaltung der Motoren und das Einschalten der Motoren auf den Generator. Rechts hinten sind die Kontakte zur Umkehr der Motordrehrichtung angeordnet, in der Mitte oben die Erregerwalze. Hinter der Anlaßwalze sind die Feldschwächschalter für die Triebmotoren angeordnet. Der Fahrshalter einer diesel-elektrischen Lokomotive ist also, abgesehen von der Anlaßwalze, einem gewöhnlichen Fahrshalter elektrischer Lokomotiven sehr ähnlich, wenn man die Widerstandsstufen einer Oberleitungsmaschine durch die Spannungsregelstufen der Dieselmachine ersetzt.

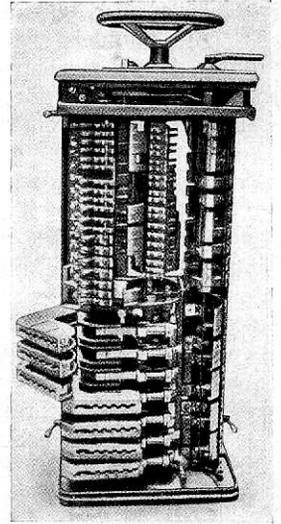


Abb. 10. Fahrshalter.

Die größte bisher gebaute dieselektrische Lokomotive — die schon eingangs erwähnt wurde — ist für die Canadian National-Railway bestimmt. Sie besteht aus zwei Lokomotivhälften, die zusammen von einem Führerstand aus gesteuert werden, jedoch auch einzeln fahren können. Die Achsanordnung der ganzen Maschine (Abb. 11) ist 2 D 1 + 1 D 2. In jeder Maschinenhälfte ist ein zwölfzylindriger kompressorloser Dieselmotor von 1330 PS Leistung eingebaut. Die Drehzahl des Diesel kann von 800 bis auf 300 Umdr./min. durch Verstellung



Abb. 11. 2 D 1 + 1 D 2 dieselektrische Lokomotive der Canadian National-Railway.

des Reglers herabreguliert werden, je nach der Leistung, die von der Maschine verlangt wird. Der Brennstoffverbrauch beträgt 195 g/PSh, ist also normal. Die Kraft wird in jeder Lokomotivhälfte durch einen Hauptgenerator und vier Tatzlagermotoren übertragen. Die Spannungsreglung des Hauptgenerators und damit die Steuerung erfolgt durch Änderung der Drehzahl des Dieselmotors. Die Abgase der Dieselmotoren dienen zur Beheizung eines Dampfkessels, der den anhängenden Personenzug beheizen soll, wodurch eine weitere Verbesserung im Brennstoffverbrauch gegenüber Dampflokomotiven erreicht wird. Ein mit Öl geheizter, selbsttätig regulierter Zusatzdampfkessel sorgt für Einhaltung einer konstanten Heizdampfspannung. Die Wasserkühler sind auf dem Dach untergebracht

und sind zusätzlich durch einen Lüfter gekühlt. Dessen Drehzahl wird ebenfalls selbsttätig je nach der Kühlwassertemperatur eingestellt. Die Doppellokomotive hat ein Gesamtgewicht von 295 t, und ein Reibungsgewicht von 218 t. Die Anfahrzugkraft beträgt 45 t, die Dauerzugkraft 18 t. Um die maximale Anfahrzugkraft von 45 t unbedingt sicher zu erreichen, wäre ein Gesamtgewicht von 180 t erforderlich, so daß also diese Dieselmachine um rund 40% zu schwer ist. Die Leistung von 2660 PS an der Dieselmotorwelle entspricht rund gerechnet einer Leistung von 2200 PS am Radumfang. Eine rein elektrische Güterzuglokomotive mit gleicher Nennleistung der elektrischen Ausrüstung — die C-C-Lokomotive — wiegt nur 120 t. Allerdings ist ihre Maximalzugkraft entsprechend niedriger, jedoch die Geschwindigkeit höher. Immerhin erkennt man auch hieraus das außerordentliche Gewicht der dieselektrischen Lokomotive.

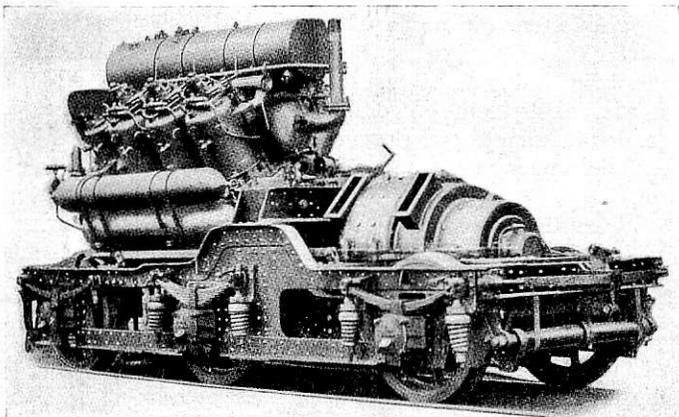


Abb. 12.

Anordnung des Dieselmotor bei einem Triebwagen.

Die elektrische Einrichtung und der Dieselmotor eines Triebwagens sind genau die gleichen wie bei einer Lokomotive. Im allgemeinen haben dieselektrische Triebwagen zwei zweiachsige Drehgestelle. In dem einen Drehgestell sind zwei Elektromotoren in der üblichen Triebwagenanordnung eingebaut, über dem anderen Drehgestell ist der Dieselmotor angeordnet. Es ist empfehlenswert, den Dieselmotor — wie Abb. 12 zeigt — unmittelbar auf das Drehgestell aufzubauen, damit die Erschütterungen nicht auf den Wagenrahmen übertragen werden. Diese Bauform läßt sich jedoch nur bei kleineren Maschinen bis etwa 250 PS ausführen. Bei größeren Leistungen muß das Dieselaggregat in einem besonderen Raum im Triebwagen untergebracht werden. Es wird dort auf einem Rahmen, der gegen den Hauptrahmen abgefedert ist, aufgestellt und gegen den Personenraum durch eine doppelte Wand getrennt. Auf diese Weise werden die Fahrgäste durch Geräusche und Geruch nicht im geringsten belästigt. Solche Triebwagen sind bis jetzt für Leistungen bis 500 PS ausgeführt worden. Abb. 13 zeigt den Führerstand eines 250 PS-Wagens, der sich wie alle Führerstände rein elektrisch gesteuerter Fahrzeuge durch größte Übersichtlichkeit und Bequemlichkeit für den Führer auszeichnet.

Für die Wirtschaftlichkeit des Betriebes von Dieselfahrzeugen sind die Verluste der Kraftübertragung wesentlich. Der Dieselmotor selbst hat einen Wirkungsgrad, der je nach Belastung und Drehzahl zwischen 25 und 35% liegt. Der mittlere Wirkungsgrad einer elektrischen Übertragung kann zu etwa 83% angesetzt werden, da der Generator-Wirkungsgrad etwa 93% beträgt, der des Motors 92% und der des Zahnradvorgeleges 97%. Trotz dieser verhältnismäßig hohen Verluste ist die elektrische Übertragung immer noch sehr günstig im Vergleich zu anderen Getrieben. Lokomotiven mit mecha-

nischer Kraftübertragung benötigen durchwegs ein Kegelaräderpaar von etwa 94% Wirkungsgrad, da der Diesel mit seiner Welle in der Längsrichtung des Fahrzeuges steht. Weiter sind mindestens ein, meistens zwei Zahnradvorgelege, Wirkungsgrad je 97% erforderlich, um die notwendige Überhöhung der Dieselmotorwelle über den Triebachsen zu erreichen und um die Drehzahlen entsprechend umsetzen zu können. Setzt man die Verluste in den weiterhin erforderlichen Kuppelstangen mit 3% ein, so ergibt sich ein mittlerer Wirkungsgrad von 85,5%. Aus Abb. 14 folgt, daß tatsächlich der mittlere Wirkungsgrad der elektrischen und mechanischen Übertragung für die russischen 1200 PS-Diesellokomotiven gleich ist. Versuche mit mechanischen Getrieben von Schneider-Winterthur ergaben Getriebewirkungsgrade von 70 bis 93%, so daß obige Ergebnisse richtig erscheinen. Einen verhältnismäßig günstigen Wirkungsgrad erwartet man von den Druckluftgetrieben, bei

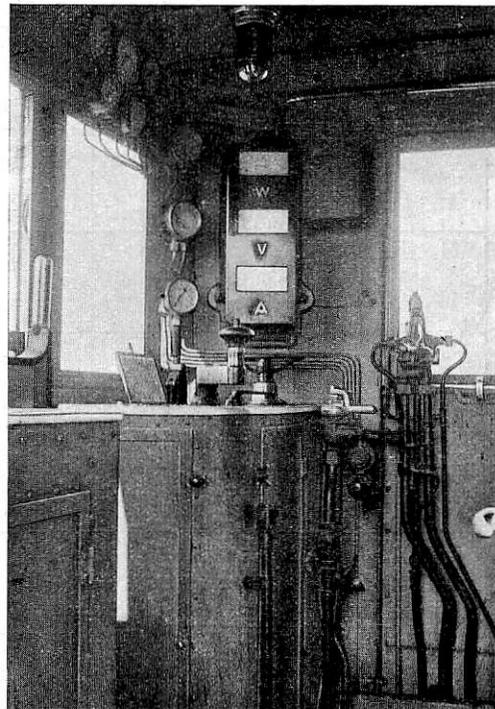


Abb. 13.

Führerstand eines 250 PS-Triebwagens.

denen die Wärme der Dieselmotorabgase zur Überhitzung des Triebmittels dient und so die im Brennstoff enthaltene Wärme zu einem weiteren Teil ausgenützt wird. Bis jetzt sind noch keine Betriebsergebnisse veröffentlicht worden, man rechnet jedoch mit etwa 27% Gesamtwirkungsgrad, also etwas günstiger als in nebenstehendem Diagramm gezeigt. Alle anderen Übertragungen hatten — soweit Veröffentlichungen vorliegen — einen ungünstigeren Wirkungsgrad.

Bei ganz kleinen Leistungen ist zweifellos die mechanische Kraftübertragung zweckmäßiger als die elektrische, einmal, weil sich die Zugkraftschwankungen der mechanischen Übertragung nicht so störend bemerkbar machen und andererseits, weil aus dem Automobilgetriebe entwickelte betriebssichere Vorgelege zur Verfügung stehen, die auch wesentlich leichter und billiger als eine gleichwertige elektrische Übertragung sind. Die Grenze scheint heute bei etwa 300 PS zu liegen. Während man auch vereinzelt größere Lokomotiven noch mit mechanischer Übertragung ausgerüstet hat, wird man in Zukunft Triebwagen dieser Leistung stets mit elektrischer Übertragung ausrüsten, weil bei diesen die Führerstände unter Umständen im Steuerwagen, also weit vom Getriebe entfernt liegen und dann die Übertragung Schwierigkeiten macht.

Die Wirtschaftlichkeit dieselektrischer Lokomotiven wird durch die außergewöhnlich hohen Anschaffungskosten stark beeinträchtigt. Eine Güterzuglokomotive von etwa 300 PS Leistung kostet rund gerechnet $\mathcal{R}M$ 175 000.—. Eine gleichwertige Dampflokomotive würde schätzungsweise ein Drittel kosten. Die Lebensdauer einer Diesellokomotive kann unter keinen Umständen höher angesetzt werden, als die einer Dampflokomotive, so daß also die jährlichen Ausgaben für Abschreibung und Verzinsung einer Diesellokomotive ganz außerordentlich groß sein werden. Über die Reparaturkosten dieselektrischer Fahrzeuge lassen sich noch keine Angaben machen, da die Dieselfahrzeuge alle noch verhältnismäßig neuen Datums sind, wo einerseits die normale Abnutzung sich

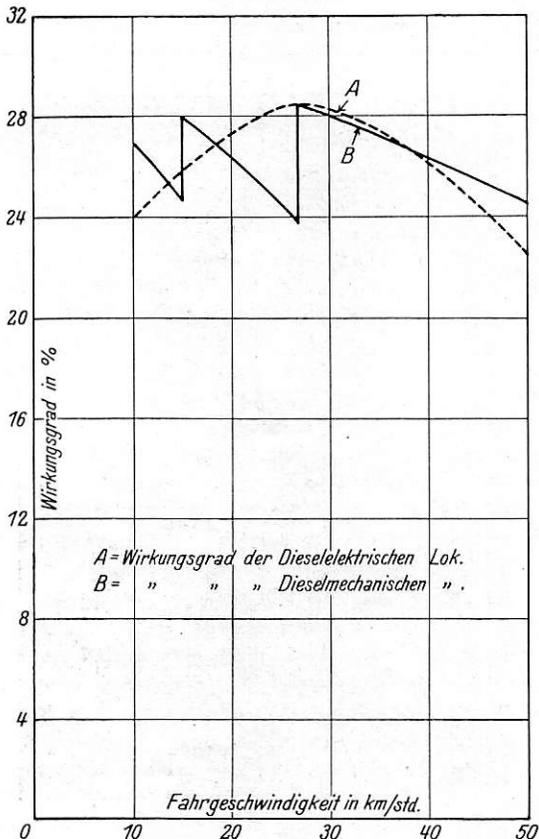


Abb. 14. Wirkungsgradvergleich von dieselektrischen und dieselmehchanischen Lokomotiven.

noch nicht bemerkbar macht, aber andererseits noch immer wieder mit Bestimmungsfehlern gerechnet werden muß, welche nach längerem ordnungsgemäßen Betrieb doch vermieden werden können. Als sicher kann man jedoch annehmen, daß die Ausbesserungskosten der vielteiligen Dieselmehmaschine nicht niedriger sein werden, als die einer Dampflokomotive.

Der mittlere Wirkungsgrad einer Dampflokomotive kann zu rund 7% angenommen werden, der mittlere Wirkungsgrad einer Diesellokomotive zum 3,5fachen = 25%. Lokomotivkohlen von 7000 Wärmeeinheiten kosten in Mitteldeutschland frei Bekohlungsstation rund $\mathcal{R}M$ 27.—, Rohöl von rund 10000 Wärmeeinheiten $\mathcal{R}M$ 140.— für die Tonne. Auf Grund dieser Zahlen sind die Brennstoffkosten einer Dampflokomotive praktisch gleich denen einer Diesellokomotive. Daraus folgt, daß in Deutschland eine wirtschaftliche Überlegenheit oder

auch nur Gleichberechtigung für die Diesellokomotive, gleichgültig mit welcher Kraftübertragung es auch sei, unter keinen Umständen gefolgert werden kann. Die Verwendung von Diesellokomotiven läßt sich also nur durch die besonderen technischen Vorteile, welche diese Maschinenart bietet, begründen.

Als wirtschaftliche Vorteile dieselektrischer Fahrzeuge gegenüber Dampfmaschinen sind folgende anzuführen. Es fallen die Anheizverluste ebenso die Stillstands- und Ausschlackverluste von Dampflokomotiven fort, welche je nach dem Verhältnis von Fahrdauer zur Benutzungsdauer unter Feuer erhebliche Beträge erreichen können. Die Diesellokomotive ist weiterhin stets betriebsbereit, die Zeiten, welche bei Dampflokomotiven zum Wasserholen, Kohlenfassen und Ausschlacken erforderlich sind, kommen in Wegfall. Da Dieselmehmaschinen weiterhin in beiden Richtungen normal fahren können, sind Drehscheiben nicht erforderlich und die Schwierigkeiten, die auf größeren Bahnhöfen mit Rücksicht auf das Kreuzen von vielen Gleisen bei der Zu- und Abfahrt zur Drehscheibe auftreten, fallen fort. Insbesondere wirtschaftlich sind aber auch kleine Zügeinheiten, wo im Dampfdienst eine normale Lokomotive Verwendung findet, die durch einen Dieseldieseltriebwagen, evtl. mit einem Anhänger ersetzt werden kann.

Wesentlich günstiger liegen weiterhin die Verhältnisse in Ländern mit niedrigen Rohölpreisen oder sehr hohen Kohlenpreisen. So sind in Amerika, auf den kanadischen Bahnen, seit längerer Zeit zahlreiche dieselektrische Triebwagen im Dienst. Dabei ersetzen z. B. auf einer bestimmten Strecke zwei 185 PS-dieselektrische Triebwagen vier Dampflokomotiven. Die reinen Betriebskosten betragen dabei im Dieseldieselbetrieb 0,61 \mathcal{M} /Zugkm, im Dampfbetrieb über das Vierfache. Wenn durch niedere Brennstoffkosten, Wegfall der Stillstandsverluste und hohe Ausnutzung des Fahrzeuges, somit die reinen Betriebskosten ganz wesentlich unter die des Dampftriebes gedrückt werden können, lassen sich mit den gemachten Ersparnissen die hohen Anschaffungskosten des Dieseldieselfahrzeuges tilgen und verzinsen. Somit ergibt sich in Spezialfällen doch wieder eine Wirtschaftlichkeit dieses Dienstes.

Zusammenfassend kann man also sagen, daß dieselektrische Fahrzeuge in folgenden Fällen wirtschaftlich sein können:

1. Triebwagenverkehr auf Nebenbahnstrecken in elektrisch betriebenen Bahnnetzen, wo sich die Elektrisierung von Nebenstrecken mit Rücksicht auf die hohen Fahrleitungskosten und geringen Verkehr nicht lohnt.
2. Durchgangsstrecken von Dampflinien durch große Städte mit mehreren Bahnhöfen, wo Rauchfreiheit wesentlich ist.
3. Güterbahnhöfe mit Rücksicht auf die unter Umständen sehr großen Stillstandszeiten der Dampflokomotiven unter Feuer.
4. Wasserlose Strecken, wo Dampflokomotiven gänzlich unverwendbar sind.
5. Bahnnetze in Gegenden, wo mit besonders niedrigen Gasöl-Kosten zu rechnen ist.

Für Deutschland kommen voraussichtlich Punkt 1 und 2, Triebwagenverkehr auf Nebenstrecken und Lokomotivverkehr auf längeren Stadtbahnstrecken in Frage.

Sicherungen an den Türschlössern Bauart Kiekert für die Personenwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Hierzu Tafel 36.

Bei den Türschlössern der Bauart Kiekert (s. auch „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ Heft 10 vom 15. Mai 1929, Seite 175 „Verbesserungen an den Türschlössern der Wagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft“) wird beim Schließen der Tür die Falle 1 (s. Taf. 36) und der Nußflügel A der Drückernuß 2 zurückgedrückt und dadurch der Nußflügel B von der Sperrklinke 3 abgehoben (Abb. 2, Taf. 36). Die Sperrklinke 3 wird dann durch den Anstoß an eine am Schließblech vorstehende Nase soweit gedreht, daß die Sperre des Nußflügels B der Drückernuß 2 aufgehoben wird. Durch die Spannung der Drückerfeder 4 kann sich nun die Drückernuß 2 drehen und durch den Nußflügel A die Falle 1 absperren (s. Abb. 3, Taf. 36).

Im Betrieb hat sich gezeigt, daß die gleichzeitige Überwindung der Spannkraft der Fallenfeder 5 und der Drückerfeder 4 und insbesondere bei nicht sorgfältig unterhaltenen Schlössern auch die Überwindung der Reibung der Falle und der übrigen zu bewegenden Teile des Schlosses in vielen Fällen nur durch kräftiges Zuschlagen der Türen erreicht werden kann.

Es liegt somit die Gefahr nahe, daß beim langsamen Schließen der Tür die Falle 1 nicht richtig einschnappt und die Tür während der Fahrt aufgeht. Derartige Fälle sind schon häufig vorgekommen.

Die Firma Kiekert hat auf Veranlassung des Reichsbahn-Zentralamtes Berlin bei neuen Wagen das Schließblech, das bisher nur eine einfache Rast (s. Abb. 7, Taf. 36) hatte, durch ein solches mit doppelter Rast (s. Abb. 8) ersetzt. Durch die doppelte Rast soll die Gefahr des Aufgehens unvollkommen geschlossener Türen beseitigt werden, da der Fallenriegel 1 zum Eingriff in die erste Stufe der Doppelrast nur den geringen Druck der Fallenfeder 5 zu überwinden hat. Sollte alsdann die der Tür beim Zuwerfen verliehene lebendige Kraft nicht hinreichen, den Widerstand der zweiten Stufe der Doppelrast zu überwinden, so würde die Tür wieder in die erste Stufe zurückfallen und damit gegen das Aufgehen gesichert sein.

Schlosser Fischer V des Reichsbahnausbesserungswerkes Neuaubing hat zwei Sicherungen gegen das Aufgehen unvollkommen geschlossener Türen erfunden, deren Wirkungsweise in Zusammenhang mit dem Kiekert-Schloß für den Vorschlag I Fischer aus den Abbildungen 1 bis 5 und für den Vorschlag II Fischer aus den Abb. 9 bis 13 der Taf. 36 zu ersehen ist.

Die Anordnung der Sicherheitsvorrichtungen und die Ab-

änderung der Schließbleche ist in den Bildern in dicken Linien gezeichnet.

Während Kiekert das Aufgehen der Türen durch eine Doppelrast zu verhindern sucht, sieht Fischer bei seinen beiden Vorschlägen eine am unteren Teil des Kiekert-Schlusses anzubringende Sicherheitsfalle vor.

Bei dem Vorschlag I springt eine leicht gefederte Sicherheitsfalle 6 vor der endgültigen Sperrung der Schloßfalle 1 durch die Drückernuß 2 in eine Aussparung 7 des nach Abb. 5 abgeänderten Schließbleches ein.

Sofern somit das Schloß nicht vollkommen geschlossen sein sollte, würde das Aufgehen der Tür durch die Stellung III der Sicherheitsfalle 6 (s. Abb. 6) verhindert werden. Beim Öffnen der Tür wird die Sicherheitsfalle 6 durch den Dorn der Drückerfeder 4 gehoben und kann über die Nase der Aussparung 7 des Schließbleches geführt werden (s. Abb. 4 und Stellung V der Abb. 6). Die übrigen Stellungen der Sicherheitsfalle 6 sind ebenfalls aus Abb. 6 zu ersehen.

Der Vorschlag II Fischer baut sich auf demselben Grundgedanken wie der Vorschlag I Fischer auf. Ein Unterschied besteht nur darin, daß der Sicherheitsriegel 8 in wagrechter Richtung bewegt wird. Dieser Sicherheitsriegel schnappt beim Schließen der Tür in die Aussparung 7 des nach Abb. 13 abgeänderten Schließbleches ein, bevor das Schloß die Stellung bei völlig geschlossener Tür nach Abb. 11 erreicht hat und sichert dadurch die Tür vor dem Aufgehen. Beim Öffnen der Tür wird der Sicherheitsriegel 8 durch den Dorn der Drückerfeder 4 und durch den Hebel 9 gleichzeitig mit der Schloßfalle 1 zurückgezogen (s. Abb. 12).

Die Sicherheitsvorrichtung nach Vorschlag I Fischer ist baulich einfacher, leichter anzubringen und billiger herzustellen als Vorschlag II Fischer. Vorschlag I ist auch insofern günstiger, als durch die senkrechte Bewegung der Sicherheitsfalle 6 beim Schließen der Tür weniger Widerstände zu überwinden sind, als bei der wagrechten Bewegung des Sicherheitsriegels 8 nach Vorschlag II.

Die Sicherheitsvorrichtung nach Vorschlag I Fischer wird neben der Doppelrast von Kiekert z. Z. im Betrieb der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft erprobt, die auch durch Ankauf der Erfindung des Schlossers Fischer das Verfügungsrecht über die beiden Sicherheitsvorrichtungen erworben hat.

Schl-r.

Achtzehnschwerlastwagen zur Beförderung von Großtransformatoren.

Allgemeines: Der bedeutende Ausbau ihrer Betriebsanlagen hat den Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerken (R.W.E.) in Essen Veranlassung gegeben, die Leistungsfähigkeit der neu aufzustellenden Maschinen und Apparate gegenüber den vorhandenen Einheiten wesentlich zu steigern. Die benötigten Transformatoren von 60000 kVA haben derartig große Abmessungen und Gewichte, daß für ihren Transport besondere Eisenbahnwagen (Abb. 4) gebaut werden mußten. Hierfür kamen nur Schnabelwagen in Betracht, die es ermöglichen, mit dem Ladegut tunlichst nahe an die Schienenoberkante heranzukommen und so die bahnamtlich als Ladequerschnitt zur Verfügung stehende Fläche weitestgehend auszunützen. Dies wird dadurch erreicht, daß an das die Last tragende Mittelstück als „Schnäbel“ bezeichnete Ausleger gelenkig angeschlossen werden, welche die Belastung auf die Drehgestelle übertragen. Die R.W.E. besitzen zwar schon seit längerer Zeit derartige Sonderwagen, geliefert von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. (M.A.N.) im

Jahre 1922, ihre Tragfähigkeit reichte indes für die neue Transformatorengröße nicht aus, so daß der Bau größerer Wagen erforderlich wurde, deren Lieferung gleichfalls durch die M.A.N. erfolgte.

Bauart: Die Hauptabmessungen der neuen Schnabelwagen sind aus Abb. 1 bis 3 ersichtlich. Das Mittelstück (Abb. 5) dient nicht nur als Tragkorb für den zu befördernden Transformator, sondern es ist ein von ihm untrennbarer Bestandteil, der einerseits den auf die Wandungen treffenden Öldruck aufnimmt, andererseits aber auch dem Transformator die nötige Steifigkeit bei etwaigem Ortswechsel verleiht. Der Transformator mit dem ihn umschließenden Ölbehälter wird in das Mittelstück eingesetzt und mit dessen Fachwerk in entsprechenden Abständen verschweißt. An Ort ruht jeder Transformator auf zwei um Mittelzapfen drehbaren Fahrstellen, so daß er gegebenenfalls in Längs- oder Querrichtung verfahren werden kann.

Die Stäbe der Tragwände des Mittelstücks (Abb. 5) und

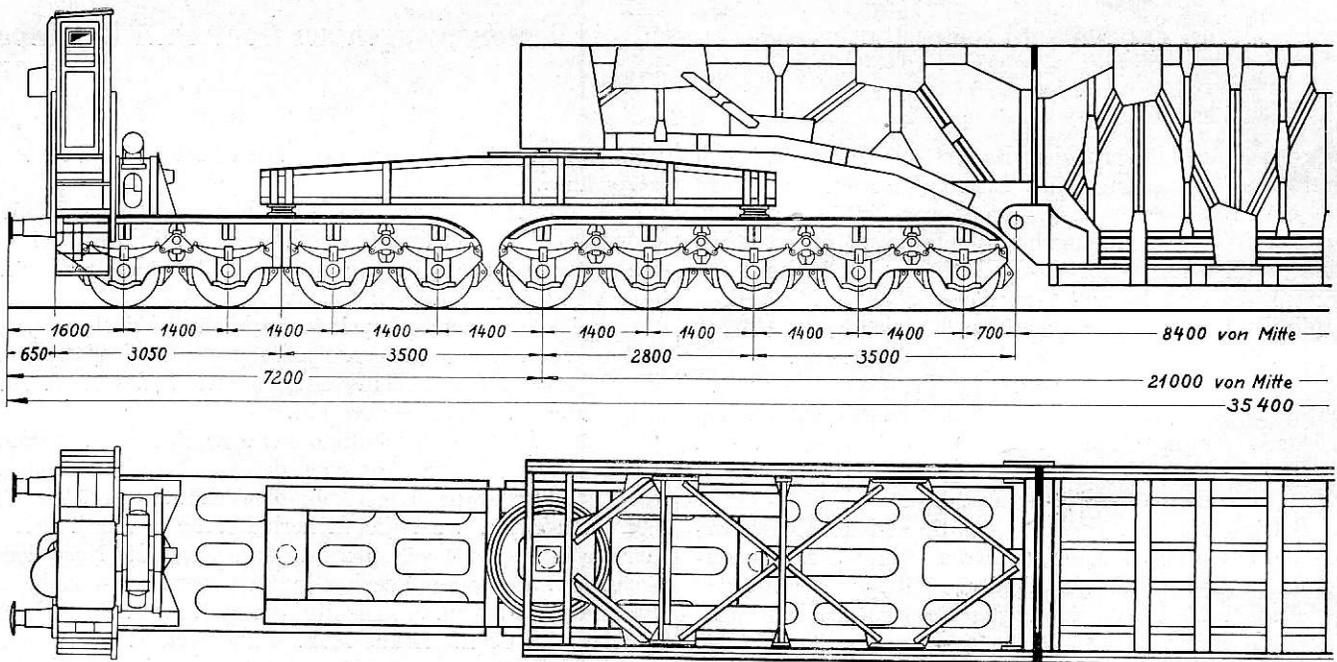


Abb. 1. Schematische Darstellung des achtzehnachsignen M.A.N.-Transformatorwagens

seines Bodenrahmens bestehen aus Si-Stahl, die Querwände und alle sonstigen, weniger beanspruchten Teile aus St. 37. Aus den gleichen Baustoffen sind auch die Schnäbel gefertigt. Das eigentliche Mittelstück hat 7,5 m lichte Länge und 2,23 m lichte Breite. Die Längsentfernung zwischen seinen Gelenkpunkten beträgt 8,3 m, die Kraglänge der Schnäbel je 6,35 m, so daß sich eine Gesamtstützweite der Tragbrücke von 21 m ergibt.

Die Verbindung der Tragbrücke mit den Drehgestellgruppen erfolgt durch besondere Verteilungsbrücken (Abb. 6) mit gegen Biegung gesicherten Drehzapfen, die in mächtigen, den aufzunehmenden außergewöhnlichen Lasten entsprechenden Stahlgußkugelfannen ruhen. Als Hilfs-lagerung dienen Rollen, für die, um das Durchschwenken der neunachsigen Drehgestellgruppen auf Drehscheiben (Abb. 8) zu ermöglichen, besondere Laufkränze vorgesehen sind. Im allgemeinen tragen die Rollen jedoch nicht. Die Verteilungsbrücken haben vollwandige Hauptträger aus Si-Stahl. Ihre Lagerung und Verbindung mit je einem fünf- und einem vierachsigen Drehgestell entspricht derjenigen der Tragbrücke mit den Verteilungsbrücken, natürlich in weniger kräftigen Ausmaßen. Die Tragrollen sind hier durch einfache Gleitstücke ersetzt. Die Verteilungsbrücken können Bewegungen der Drehgestelle in Bogengleisen bis zu 100 m Halbmesser

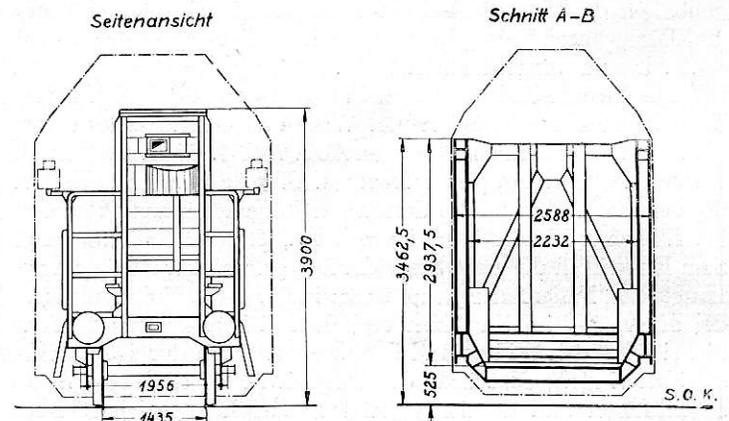


Abb. 2.

Abb. 3.

folgen. Eine der Brücken führt einen Gerätekasten mit, der hydraulische Winden, sowie das nötigste Werkzeug enthält, um während der Fahrt aufkommende Mängel kleineren Umfangs sofort beheben zu können.

Die Drehgestelle (Abb. 6) ruhen — den „technischen Vereinbarungen“ gemäß — auf längs- und querverschiebbaren Lenkachsen. Diese und ihre Lager entsprechen den von

der Deutschen Reichsbahn für vierachsige Güterwagen vorgeschriebenen Ausführungen (Laufkreisdurchmesser 940 mm, armierte Rotgußlagerschalen usw.). Die Tragfedern sind paarweise durch Ausgleichhebel verbunden. Achsabstände (1,4 m) und Wagenlänge von Puffer zu Puffer (35,4 m) sind so gewählt, daß der Wagen auf allen für den Verkehr neuzeitlicher Lokomotiven umgebauten Strecken fahren kann. Jede Drehgestellgruppe hat eigene Bremsanordnung mit Zubehör, wie sie für Großgüterwagen gebräuchlich ist (Bauart Kunze-Knorr, Zylinder G, mit zwei Bremsklötzen je Rad). Die Gestängeanordnung ermöglicht vollkommenen Druckausgleich. Beide Bremsgruppen sind durch eine fliegende

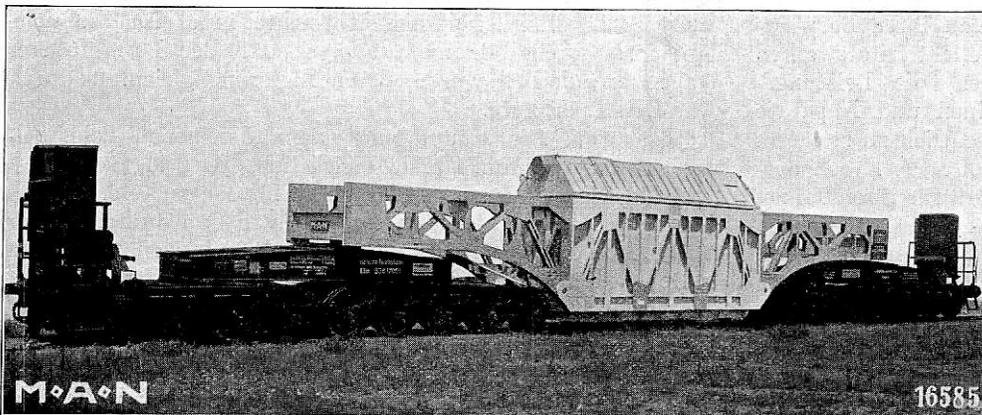
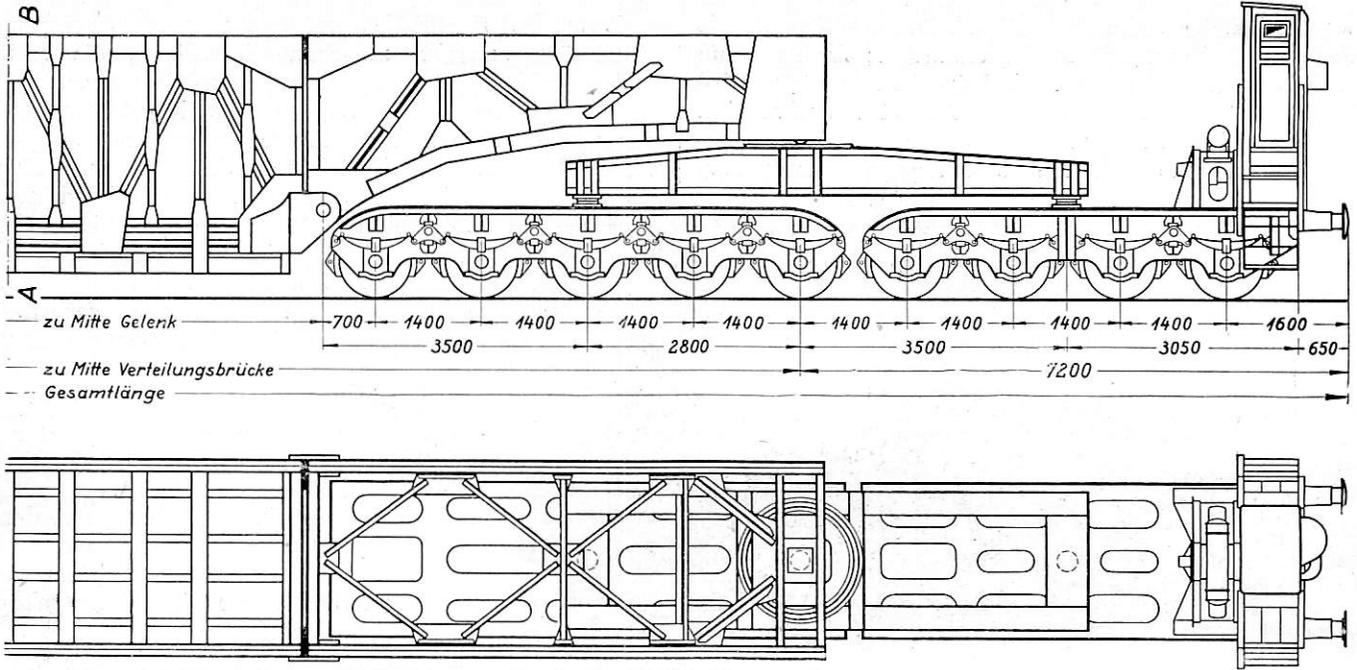


Abb. 4. Ansicht des Schwerlastwagens mit eingebautem Transformator.

Länge über die Puffer 35,4 m, Länge der Tragbrücke 21,0 m,
Achsstand 1,4 m, Spurweite 1,435 m,



für die Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke A.-G. (RWE) Essen. Gesamtlieferung 2 Stck.

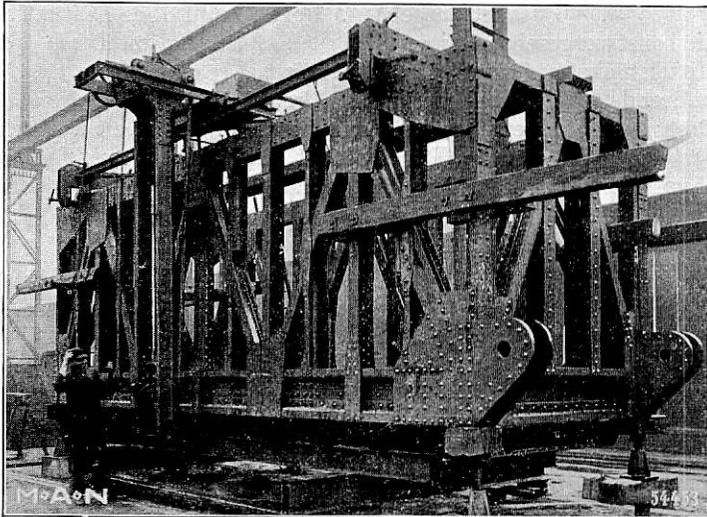


Abb. 5. Montagebild des Transformator-Mittelstückes.

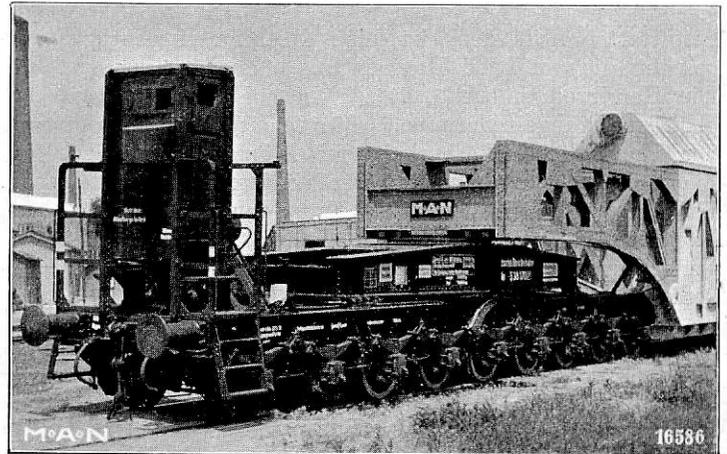


Abb. 6. Drehgestellgruppe des Transformatorwagens, bestehend aus einer Verteilungsbrücke und je einem vier- und fünfachsigem Drehgestell.

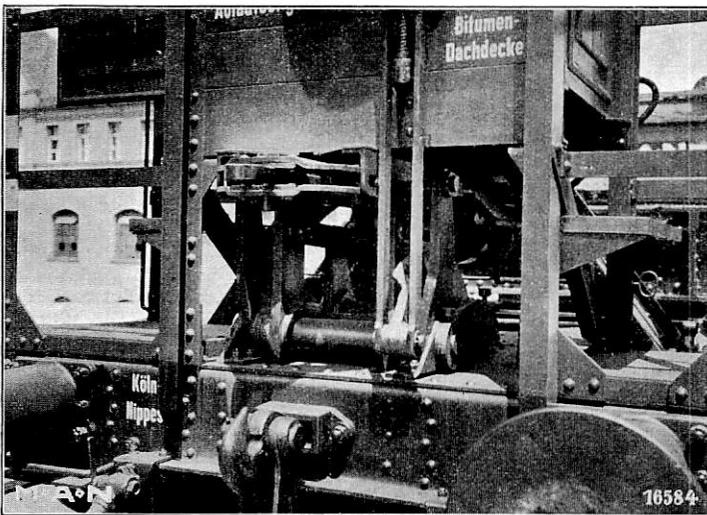


Abb. 7.

Kopfwand des Drehgestells mit Bremsgestänge.
Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXVI. Band. 23. Heft 1929.

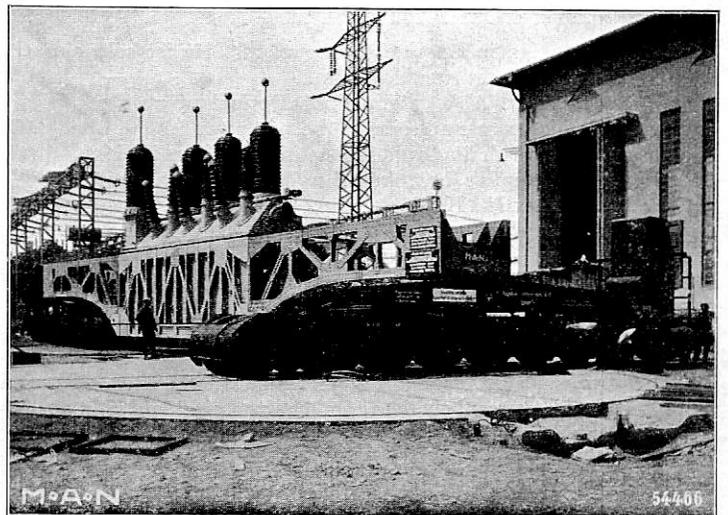


Abb. 8. Umstellung der Fahrtrichtung des Wagens in andere Fahrtrichtung (eine Drehgestellgruppe auf der Drehscheibe).

Leitung miteinander verbunden und arbeiten zusammen. Die Leitung verläuft unterhalb des Mittelstückes; ihr Anschluß an die festen Leitungen der fünfschigen Drehgestelle wird durch lösbare Kupplungen normaler Bauart bewerkstelligt. Zwischen den beiden Drehgestellen ist die Leitung für gewöhnlich untrennbar und mit Entwässerungsvorrichtung aus-

Betrieb: Für die Bahnfahrt wird das Transformator-Mittelstück zunächst zwischen die beiden, die Schnäbel tragenden Drehgestellgruppen gebracht und durch die mitgeführten hydraulischen Winden so weit gehoben, daß die eingangs erwähnten Fahrgestelle gelöst und ausgefahren werden können. Das Mittelstück wird dann zum Kuppeln mit den Schnäbeln entsprechend gesenkt. Bei weiterem Nachlassen der Winden werden am Obergurt einfache Verzahnungen geschlossen, welche die drei Teile der Tragbrücke gegen seitliches Verschieben sichern. Der Transformator liegt mit seiner Unterkante bei neuen Rädern etwa 285 mm über Schienenoberkante und nützt das gemäß den bahnamtlichen Vorschriften über Fahrt in Bogen Gleisen entsprechend eingeschränkte Querschnittmaß voll aus.

Für Leerfahrt (Abb. 9) werden die beiden Drehgestellgruppen zusammengesoben und die Schnäbel mittels Gelenkbolzen und besonderer Hilfsflaschen gekuppelt. In auseinandergefahrenem Zustande stützen sich die Schnäbel mittels je zwei Spindeln auf die darunter liegenden fünfschigen Drehgestelle; diese Tragspindeln werden bei Bahnfahrt ausgebaut. Bei Fahrten ohne Last wird

die sonst vorgesehene fliegende Druckluftleitung unterhalb des Mittelstückes auf einem der fünfschigen Drehgestelle verstaut, während die bereits erwähnten Bremsleitungen der beiden Drehgestellgruppen unmittelbar miteinander gekuppelt werden.

Wagengewicht: Das Gewicht des leeren Wagens (also ohne das Mittelstück) beträgt rund 90 t. Da das Transformator-Mittelstück 168 t wiegt, ergibt sich für den beladenen Wagen das ganz außerordentliche Gesamtgewicht von 258 t. Auf jede der 18 Achsen trifft demnach eine Belastung von 14,33 t.

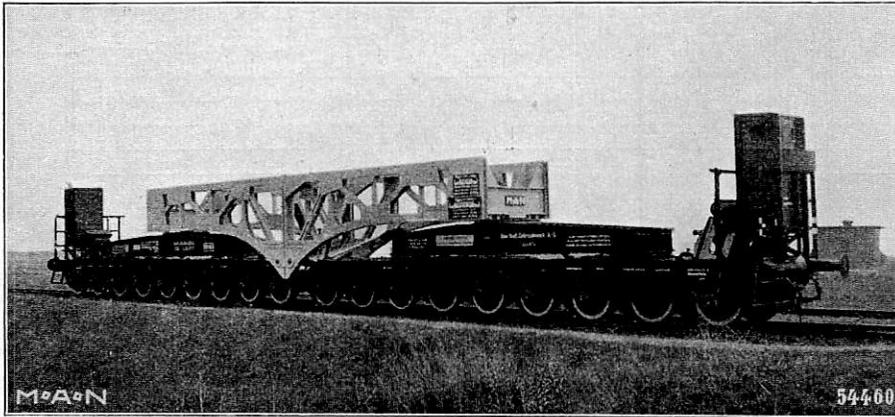


Abb. 9. Der fahrbereite Wagen ohne Transformator-Zwischenstück mit gekuppelten Schnäbeln.

gestattet. Außerdem ist eine Notbremseinrichtung vorgesehen, die von jedem Bremserhaus aus bedient werden kann. Die Handbremsen (Abb. 7) wirken nur auf die jeweils zugehörige Drehgestellgruppe. Für leichte Auswechselbarkeit der Bremsklötze, Lösbarkeit der Bremszylinderdeckel und Zugänglichkeit zu den wichtigsten Ventilen ist Sorge getragen. Die Wagen haben verstärkte Kupplungen und hinter den Kopfstücken der vierachsigen Drehgestelle gelagerte Zugvorrichtungen mit zwei Federn für zusammen 40000 kg Zugkraft, sowie normale Hülsenpuffer.

Berichte.

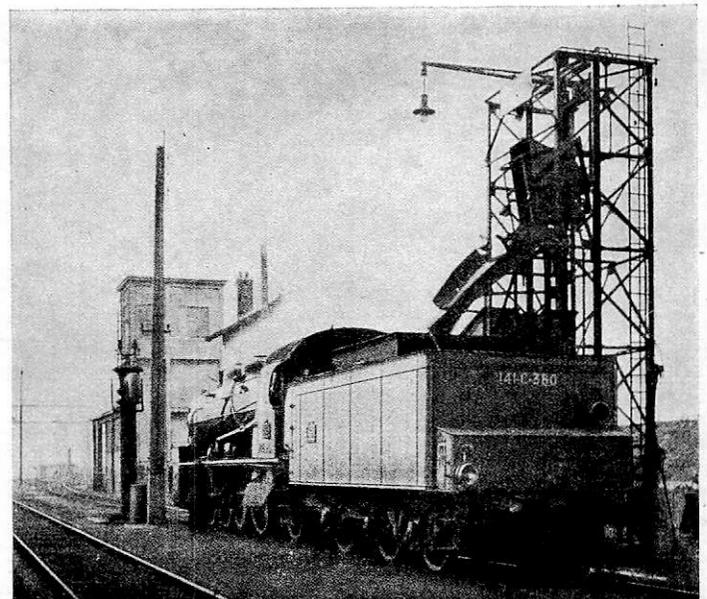
Lokomotivbehandlungsanlagen.

Aufzug-Sturzanlage für Lokomotivbekohlung.

Um den gestiegenen Betriebsanforderungen nachkommen zu können, hat die französische P. L. M. Eisenbahngesellschaft sämtliche Bekohlungsanlagen ihres Netzes nach den Gesichtspunkten größter Leistungsfähigkeit in der Zeiteinheit und geringster Handarbeit verbessert oder erneuert. Unter den verschiedenen zur Ausführung gekommenen Anlagen hat sich besonders die Aufzug-Sturzanlage in Roanne gut bewährt. Sie ist sehr einfach, billig und beansprucht wenig Raum.

Die Anlage (s. Abb.) stellt einen Doppelaufzug dar, der die beladenen Kohlenhunde auf eine Höhe von etwa 5,80 m über S. O. bringt und ihren Inhalt dann selbsttätig auf den Tender stürzt. Da sie keinen Bunker hat, besteht ihr Betriebsvorrat in den gefüllt bereitstehenden Kohlenkarren. Der aus Formeisen gebaute Doppelaufzug steht unmittelbar neben dem Lokomotivgleis. Wenn die eine Aufzugsbühne mit dem Kohlenkarren steigt, senkt sich die andere mit dem leeren Kohlenkarren. Ein Endausschalter schaltet den Hubmotor am Ende des Hubes aus und die Bühne kippt nach Ausklinken eines Anschlages mit dem festgehaltenen Karren gegen das Schüttblech, so daß der Wageninhalt über das Schüttblech auf den Tender stürzt. Zum schnellen Anhalten des Motors nach dem Ausschalten sitzt auf der Motorwelle eine sich selbsttätig ein- und ausschaltende Bremse. Die Kohlenkarren werden nach dem Auffahren auf die Bühne des Aufzuges selbsttätig an einer Achse durch eine Federvorrichtung festgehalten, die sich erst nach der Niederfahrt wieder löst. Der Betrieb des Aufzuges gestaltet sich also sehr einfach: es ist lediglich der leere Kohlenkarren auf der niedergegangenen Bühne gegen einen vollen auszuwechseln und der Fahrthebel zu betätigen.

Alle anderen Vorgänge vollziehen sich selbsttätig. Zeitstudien haben ergeben, daß 1 t Kohle in 1 Minute 24 Sekunden durch den Aufzug auf den Tender gefördert werden kann. Der Aufzug



Aufzug-Sturzanlage für Lokomotivbekohlung.

kann in 24 Stunden im praktischen Betriebe bis zu 600 t Kohlen fördern. Wegen der zum Füllen der Karren erforderlichen Handarbeit wird seine Anwendung aber nur für mittelgroße Lokomotivbehandlungsanlagen, die noch keine kostspieligeren selbsttätigen Anlagen rechtfertigen (etwa bis zu 250 t Tagesbedarf), empfohlen. (Rev. gén. ch. d. f. 1929, Nr. 2. Eb.

Chemische Reinigung des Lokomotiv-Speisewassers.

Die italienischen Staatsbahnen besitzen zahlreiche Anlagen, in denen das Lokomotivspeisewasser nach dem Kalk-Sodaverfahren chemisch gereinigt wird. Zu den im Jahre 1913 vorhandenen sieben Anlagen kamen bis 1927, einschließlich zweier, von den ehemaligen österreichischen Staatsbahnen übernommenen, 25 weitere. Drei Anlagen sind noch im Bau. Die Gesamthärte des Wassers schwankt bei den einzelnen Stellen zwischen 25 und 72 Härtegraden*), erreicht aber gelegentlich 92 bis 104 Grad; die permanente Härte beträgt bis zu 88 Grad. Nach der Reinigung übersteigt die Härte des Wassers nie mehr den Betrag von 20 Graden, meist liegt sie bei 12 bis 15 Grad.

Im Jahre 1928 waren von den vorhandenen Anlagen 29 in Betrieb und lieferten 2,8 Millionen m³ gereinigtes Wasser, d. s. 17,4 % des gesamten verbrauchten Lokomotivspeisewassers.

Die Beschaffung der Soda in der erforderlichen Güte macht nirgends Schwierigkeiten. Für die Lieferung von Kalk wurden Vorschriften aufgestellt. So darf der Kalk am Bestimmungsort höchstens 15 % Staub enthalten. Ungebrannte Teile, Silikate und andere Beimengungen dürfen zusammen nur den Betrag von 8 % erreichen, der Gehalt von CaSO₄ darf nicht über 1 %, jener von CaCO₃ nicht über 2 % sein.

Die Leistungsfähigkeit der einzelnen Anlagen an täglich gereinigtem Wasser ist verschieden und liegt zwischen 20 und 1000 m³, die Gesamtleistungsfähigkeit aller Anlagen ist 8047 m³ pro Tag.

Die Erfahrungen mit der chemischen Wasserreinigung sind durchwegs günstig. Genaue Feststellungen wurden an der 1926 in Betrieb genommenen Anlage in Cotrone gemacht. Die Härte des dortigen Wassers betrug vor der chemischen Behandlung 69 Grad, davon 40 Grad permanente Härte, nach der Enthärtung nur mehr 15 Grad. Die der Station zugeteilten Lokomotiven der Gruppe 290 mußten im Jahre 1925, also vor Einführung der Enthärtung des Speisewassers, 138mal, im Jahre 1926, also nach Einführung der Enthärtung, 57mal gewaschen werden; dies gibt eine Verringerung der Häufigkeit des Kesselwaschens um 59 %. Wegen Lokomotivschäden, die auf die Wassereigenschaften zurückgeführt werden können (Undichtheiten an den Rohrwänden, Stehbolzenbrüche, Rohrbrüche infolge Anfrassungen), wurden auf je 10000 km Fahrstrecke Ersatzlokomotiven angefordert:

1925	1926	1927
0,49	0,19	0,11.

Auch die Behebung von Schäden, die auf die Wassereigenschaften zurückgeführt werden können, zeigt eine bedeutende Abnahme im Jahre 1926 gegen 1925, nämlich:

Rohrrinnen und Rohrbrüche	12 %
Stehbolzenrinnen und Brüche	14,6 %.

Dabei ist zu beachten, daß die Lokomotiven nicht ausschließlich mit gereinigtem Wasser, sondern auf der Strecke auch mit solchem von 30 bis 40 Grad Härte gespeist werden.

Der Kohlenverbrauch der Lokomotiven Gruppe 290 für 100 virtuelle tkm (Gewicht des ganzen Zuges) war nach genauen Aufschreibungen vor und nach Einführung der Wasserreinigung:

1924 bis 1926	1926 bis 1928
4,64 kg	4,26 kg.

Die Verminderung beträgt 8,1 %. Davon sind nach Berücksichtigung anderer Faktoren, wie bessere Bedienung und Unterhaltung der Lokomotiven, etwa 4,5 % der Wasserreinigung zuzuschreiben.

Zum Vergleich wurde auch der Kohlenverbrauch der Lokomotiven Gruppe 550 aufgeschrieben. Die diesbezüglichen Zahlen für 100 virtuelle tkm sind:

1924 bis 1926	1926 bis 1928
5,02 kg	4,59 kg

*) Französische Härtegrade. Ein französischer Härtegrad (10 mg Ca CO₃ in 1 l) = 0,56 deutsche Grade (10 mg Ca O in 1 l).

Für diese Lokomotivgattung errechnet sich eine Gesamtverminderung um 8,6 %, davon etwa 5,1 % durch die Speisewasserreinigung.

Über Tilgung, Verzinsung, persönliche und sächliche Unkosten hinaus erzielte die Anlage in Cotrone beträchtliche Ersparnisse durch den Kohlenminderverbrauch allein. Schn. (Riv. tecn. delle Ferrovie ital. 15. Juli 1929.)

Speisewasserreinigung auf der London und Nord-Ost-Bahn.

In einer englischen Betriebswerkstätte in Annesley bei Nottingham wurde eine neue Wasserreinigungsanlage Bauart Paterson in Betrieb genommen, die besondere Einrichtungen besitzt, um eine innige und die richtigen Verhältnisse gewährleistende Mischung des Wassers mit den Reinigungsmitteln herbeizuführen. Die Reinigungsmittel sind die üblichen, Kalk

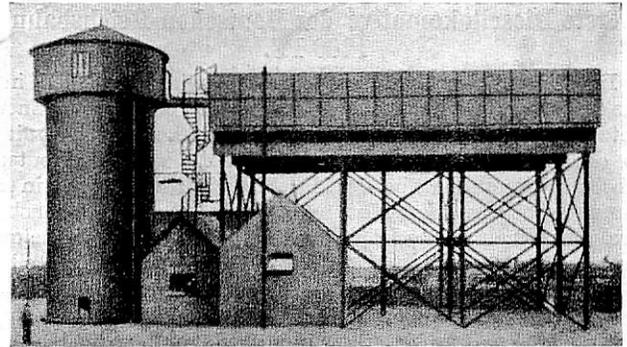


Abb. 1. Gesamtansicht der Lokomotivspeisewasser-Reinigungsanlage im Bahnbetriebswerk Annesley.

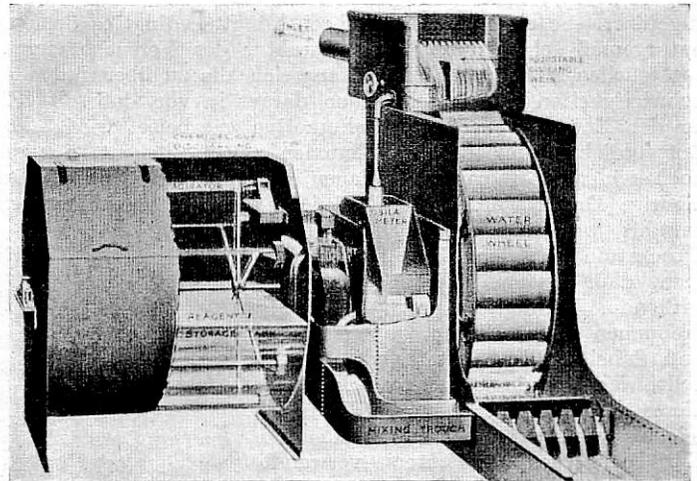


Abb. 2. Arbeitsweise des Osilameters.

und Soda. Das zufließende harte Wasser gelangt zunächst in eine kleine Kammer, die durch eine von Hand verschiebbare Scheidewand in zwei Teile getrennt wird. Der größte Teil des zuströmenden Wassers (etwa 80 %) setzt seinen Lauf geradeaus fort und treibt ein Wasserrad. Von hier aus fließt das Wasser in einen kurzen wagrechten Trog. Durch das Wasserrad wird ein auf gleicher Welle sitzendes Schaufelrad bewegt, das ein Gemisch von Kalk und Rohnsoda in dauernder Bewegung hält.

Die kleinere Menge des Wassers (etwa 20 %) läuft in ein Kippgefäß mit zwei Kammern. Wenn eine Kammer vollständig mit Wasser gefüllt ist, wird der Inhalt selbsttätig entleert und gelangt alsdann in einen kleinen Behälter. In den gleichen Behälter fließt der Inhalt eines mit der Kalk-Sodalösung gefüllten Gefäßes, das an dem Schaufelrad angebracht ist. Auf diese Weise wird diese Lösung zunächst mit etwa einem Fünftel der zu reinigenden Wassermenge gemischt. Dann fließt die Mischung durch einen offenen wagrechten Kanal und vereinigt sich mit der vom Wasserrad kommenden Flüssigkeit.

Die Kalk-Sodalösung hat stets die gleiche Zusammensetzung. Durch den Mischvorgang wird eine bestimmte Wassermenge immer mit einer gleichbleibenden Menge an Reinigungslösung durchsetzt. Erhöht sich der Wasserzulauf, so wird der Zufluß an Reinigungslösung selbsttätig um den gleichen Prozentsatz vergrößert. Will man das Mischungsverhältnis ändern, so wird die horizontal verschiebbare Scheidewand in der oberen Kammer in eine andere Lage gebracht.

Nach Verlassen des Mischers fließt das Wasser in den zylinderförmigen Reiniger (Abb. 2). Dieser hat einen Durchmesser von 5,5 m und eine Höhe von 11,30 m. In der Achse des Reinigers befindet sich eine hohle senkrechtstehende Welle. In ihrem unteren Ende ist ein Schlagwerk angebracht. Welle und Schlagwerk befinden sich in ständiger Bewegung. Das zu-

strömende Gemisch von Wasser und Reinigungslösung fließt durch die hohle Welle und tritt durch das Schlagwerk in den Reiniger aus. Von hier aus steigt es langsam nach oben und durchströmt einen aus Holzfasern hergestellten Filter. Oberhalb dieses Filters läuft das gereinigte Wasser nach den Sammelbehältern ab. Der ganze Reinigungsvorgang nimmt etwa fünf Stunden in Anspruch. Die im Reiniger sich ansammelnden Niederschläge werden nach gewissen Zeitabständen durch einen Hahn abgezapft.

Eine Anlage ähnlicher Art für 40 m³ Leistung, die vor einigen Jahren schon für den Lokomotivschuppen der Südafrikanischen Bahnen in Pretoria errichtet wurde, soll sich gut bewährt haben.

(Bull. Ch. d. f. März 1929.)

Sch.

Lokomotiven und Wagen.

Die erste Diesellokomotive der Deutschen Reichsbahn mit 1200 PS.

In diesen Tagen geht wiederum ein wichtiges Glied in der Reihe der Versuchsbauarten von Lokomotiven gesteigerter Energieumsetzung seiner Vollendung entgegen, eine Lokomotive mit Antrieb durch einen Dieselmotor, nämlich die von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft bei der Maschinenfabrik Esslingen in enger Zusammenarbeit mit dem Konstruktionsdezernat des Reichsbahnzentralamts erbaute Diesel-Druckluftlokomotive. Der Dieselmotor und der Verdichter wurde von der M.A.N. geliefert. An Stelle der Kraftübertragung durch den elektrischen Strom, durch Flüssigkeits- oder Zahnradgetriebe ist hier Druckluft als Übertragungsmittel gewählt, um die Anforderungen der Lokomotive hinsichtlich Zugkraft und Geschwindigkeit mit den Eigenschaften des Dieselmotors in Einklang zu bringen. Der in der Längsachse der Lokomotive angeordnete Motor treibt unmittelbar einen Luftverdichter an, der Druckluft von 7 at liefert; sie wird durch die Abgase des Motors erwärmt und den normalen Lokomotivzylindern zugeführt. So einfach das Verfahren klingt, bedingt es dennoch naturgemäß schon durch den Charakter des Versuchs einigen zusätzlichen Aufwand. Wie umfangreich die zu überwindenden Schwierigkeiten waren, geht schon daraus hervor, daß seit 1923 an der Entwicklung dieser Lokomotive gearbeitet wird. Der Luftverdichter mußte als vollkommen neues Element, für das noch keinerlei Erfahrungen vorlagen, durchgebildet werden. Der niedrige Druck wurde mit Rücksicht auf einfachste Bauform gewählt, weil man ihn noch in einer Druckstufe erzielen kann. Bedenkt man, daß der zweizylindrige, doppeltwirkende Verdichter mit 450 Umdrehungen pro Minute laufen muß und dabei 220 kg Luft liefert, so erhält, was für ein Ingenieurwerk allein dieses Element verkörpert. Umfangreiche Versuchsarbeit mußte auf die Kühlung des Verdichters verwandt werden. Sie wird durch unmittelbare Einspritzung von Wasser in den Zylinder erreicht, das dann verdampft an der Arbeitsleistung teilnimmt.

Die Bedienung der Lokomotive erfolgt wie bei der normalen Dampflokomotive durch Füllungssteuerung und Betätigung eines Ventilreglers. Der Gesamtwirkungsgrad vom Brennstoff bis zum Zughaken beträgt etwa 25 %, so daß derjenige der modernsten Dampflokomotiven um mehr als 100 % überschritten wird.

Bei Betrachtung der Wirtschaftlichkeit einer derartigen Lokomotive muß allerdings beachtet werden, daß die Wärmepreise von Öl und Kohle sich wie 2:1 verhalten und der Kapitalaufwand für Dieselmotoren heute noch recht erheblich ist. Stellen diese Tatsachen zusammen mit dem Mangel jeglichen Eigenbesitzes an Ölvorkommen die Verwendung der Diesellokomotive in größerem Maße bei der Reichsbahn zunächst auch noch in Frage, so darf die Bedeutung der Entwicklung derartiger Fahrzeuge durch die Reichsbahn nicht unterschätzt werden. Einerseits werden sich

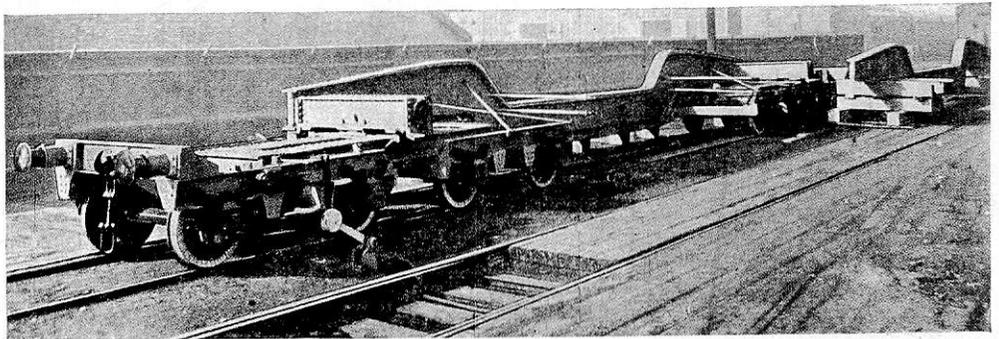
in der Zukunft die Verhältnisse z. B. durch die Verflüssigung der Kohle, zugunsten des Verfahrens verschieben, im Augenblick aber werden für die gesamte Volkswirtschaft sogar Vorteile erungen durch Eröffnung neuer Absatzgebiete für die deutsche Industrie in Ländern mit reichem Ölvorkommen und besonderen Betriebsbedingungen (z. B. Wassermangel), wo Diesellokomotiven das Gegebene sind.

Die Diesel-Druckluftlokomotive hat bereits eine Reihe von Lastfahrten im Bezirk der Reichsbahndirektion Stuttgart ausgeführt und wird demnächst zur exakten Erprobung der Versuchsabteilung für Lokomotiven beim Reichsbahnausbesserungswerk Grunewald zugeführt werden.

Nach der Zeitschrift „Die Reichsbahn“.

Ein neuartiger Tiefladewagen.

Die London-Midland- und Schottische Eisenbahn hat einen Tiefladewagen für Transformatoren von 80 t Tragfähigkeit mit abnehmbaren Längsträgern erbaut (s. Abbildung). Er bietet den Vorteil, daß man eine zwischen die Träger herunter reichende Last nach der Seite ein- und ausbringen kann, ohne sie bis zur Oberkante des Seitenträgers anheben zu müssen. Dadurch soll viel Zeit erspart und die Gefahr vermieden werden, die mit dem Heben der Last um etwa 600 mm verbunden ist. Die Last muß dabei selbstverständlich etwas angehoben werden, bis die Seitenträger entlastet sind. Einer von ihnen kann dann nach Lösen der Verbindung mit den Drehschemeln und der Ankerbolzen, die die beiden Träger gegenseitig versteifen, leicht ab-



Ansicht des Tiefladewagens nach Abnahme eines Längsträgers.

genommen werden. Die Schrauben zur Verbindung mit den Drehschemeln sind durch angenietete Knaggen von Zug und Druck entlastet. Manche Lasten können auch an Balken aufgehängt werden, die von Drehgestell zu Drehgestell reichen und sich unmittelbar auf diese stützen. In diesem Fall ist die Entfernung eines Seitenträgers noch einfacher. Infolge der Anordnung von vier Drehgestellen, deren äußere die Zug- und Stoßvorrichtung tragen, kann der Wagen Bogen bis zu 20 m Halbmesser befahren. Sein Leergewicht beträgt 45 t, die Länge über Puffer 22,1 m, der größte Radstand 20,1 m, der Drehgestellradstand 2,0 m und die Weite zwischen den Längsträgern 1,25 m.

Bttgr.

(Railw. Eng., Juli 1929.)