

Versuchsfahrten mit der verstärkten G t 96^o (2 × 4/4)-Lokomotive des ehemals bayerischen Netzes der Reichsbahn.

Von Professor H. Nordmann, Reichsbahnoberrat, Mitglied des Reichsbahn-Zentralamts in Berlin.

Im Dezember vorigen und Januar dieses Jahres fanden auf den Strecken Probstzella—Rothenkirchen und Berlin (Grunewald)—Güterglück eingehende Versuchsfahrten mit der umgebauten G t 96^o-Lokomotive der ehemals bayerischen Staatsbahn statt. Die Fahrten bieten dadurch ein besonderes Interesse, da sie das Ergebnis des Versuchs darstellen, die Mallet-Rimrott-Lokomotive durch ein geeignetes Volumenverhältnis der Zylinder (unter Beibehaltung der Niederdruckzylinder) und durch Ausrüstung der Lokomotive mit allen neueren Hilfsmitteln für den Betrieb auf Steilrampen noch vorteilhafter zu gestalten. Gewisse Mängel, die der Mallet-Maschine gegenüber dem Vorteil einer gegliederten und daher trotz vieler Treibachsen kurvenläufigen Lokomotive innewohnen, sind daher kurz zu erörtern.

Die bayerische G t 96^o-Lokomotive war hauptsächlich als schwere Schiebelokomotive für die Steilrampe Probstzella—Rothenkirchen (1:40) zur Überschreitung des Rennsteiges an der Grenze des Thüringer- und Frankenwaldes bestimmt, daneben für eine zweite Steilrampe im Zuge der Strecke Aschaffenburg—Würzburg. Die Lokomotive in ihrer ersten Ausführung besaß mit vollen Vorräten ein Reibungsgewicht von 123,2 t, bei der zweiten Lieferung von 127,6 t. Nachdem die preussische T 20-Lokomotive 1923 in größerer Anzahl angeliefert worden war, wurden auch einige Lokomotiven dieser Gattung in Probstzella für den Schiebedienst auf der gleichen Strecke beheimatet. Obgleich diese Maschine nur über 95,3 t Reibungsgewicht bei vollen Vorräten verfügte, vermochte sie doch etwa die gleiche Schiebeleistung herzugeben, wie die im Reibungsgewicht um 32 t schwerere Mallet-Lokomotive. Dieser Umstand führte die Schwächen der Mallet-Lokomotive vor Augen und bot den Anreiz, die G t 2 × 4/4-Lokomotive so zu verbessern, daß sie, ihrem wesentlich höheren Reibungsgewicht annähernd entsprechend, auch eine höhere Zugkraft mit Sicherheit herzugeben vermochte.

Die Schwächen der Mallet-Lokomotive bestehen in zwei Umständen, die zum Teil zusammenhängen. Einmal erfährt die Lokomotive durch die Zug- bzw. Druckkraft beim Schieben ein Kippmoment, das die vordere Achsengruppe entlastet, dagegen die hintere stärker belastet: eine Erscheinung, die durch den Umstand um ein geringes verstärkt wird, daß sich der Gesamtschwerpunkt der Lokomotive durch die Verschiebung des Wasserschwerpunktes im Kessel und Tender nach hinten (infolge der Schrägstellung in der Steigung) gleichfalls etwas nach rückwärts verschiebt. Diese Erscheinung tritt naturgemäß bei jeder Lokomotive auf, bleibt aber bei Maschinen mit nur einem gekuppelten Achssystem in ihrer Gesamtwirkung belanglos. Bei der Mallet-Lokomotive hat dagegen die vordere Achsgruppe ihre besondere Dampfmaschine, und während hier eine Minderung des Reibungsgewichtes eintritt, ist bei dem üblichen Zylinderraumverhältnis der Verbundlokomotive und den verhältnismäßig großen Füllungen der Steilrampenlokomotiven oft gerade diese Zylindergruppe mit der höheren Zugkraft ausgestattet. Die Sache geht oft so weit, daß das vordere Gestell zu schleudern anfängt; dieses Schleudern verschwindet allerdings durch den Druckabfall im Verbinder sehr schnell, und nun tritt eine wesentlich verstärkte Zugkraft

an den hinteren Kuppelachsen mit den Hochdruckzylindern auf, die nun gegen einen sehr geringen Verbinderdruck arbeiten und ihrerseits Schleudern veranlassen. Mit Rücksicht darauf, daß die Maschinengruppe mit der größeren Zugkraft die Ausnutzbarkeit der Reibungsziffer diktiert, kann daher die andere Achsgruppe trotz der vielleicht vorhandenen dampftechnischen Möglichkeit nicht ihre volle Zugkraft hergeben. Die Ausnutzbarkeit des Reibungsgewichtes insgesamt leidet also dadurch gegenüber einer gewöhnlichen Lokomotive, besonders dann, wenn man zur Vermeidung des Schleuderns mit einer gewissen Vorsicht fährt. Will man diesen Mangel möglichst beseitigen und die Ausnutzbarkeit des großen Reibungsgewichtes erhöhen, so ist ein solches Zylinderraumverhältnis das Hauptfordernis, daß die beiden Zylindergruppen annähernd gleiche, eher sogar noch die Hochdruckzylinder etwas größere Zugkräfte hergeben, und zwar gerade bei an sich großer Gesamtzugkraft, d. h. also großer Füllung, auch verhältnismäßig großer

Füllung im rankinisierten Diagramm. Stellt man sich in einfachster Form das rankinisierte Diagramm vor (Abb. 1), so ist ersichtlich, daß sich Hochdruck- und Niederdruckdiagramm im Gegensatz zu stärker expandierenden Maschinen nur dann mit etwa gleichem Inhalt versehen lassen, wenn der Hochdruckzylinder nennenswert größer ist, als es bei den üblichen Verbundlokomotiven der

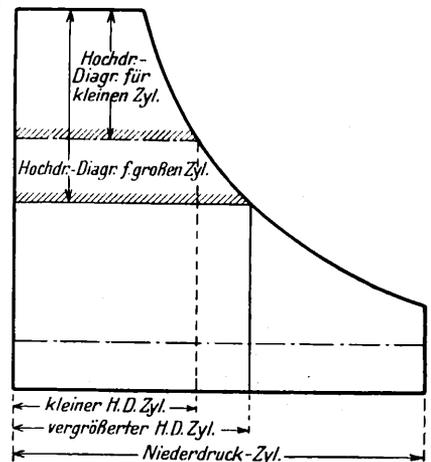


Abb. 1. Einfluß des Zylinder-Raumverhältnisses auf die Arbeitsverteilung.

Fall zu sein braucht. Diesem Gedankengang wurde denn auch beim Umbau der Maschine gefolgt und das Zylinderraumverhältnis, das früher 1:2,28 betrug, durch die Wahl größerer Hochdruckzylinder (600 mm statt bisher 520 mm Durchmesser) in ein solches von 1:1,78 umgewandelt. Gleichzeitig wurde die Lokomotive, um über die gewonnenen höheren Zugkräfte auch bei ungünstiger Witterung sicher verfügen zu können, mit vervollkommneter Sandung ausgerüstet und im betrieblichen Sinne noch weiter dadurch vervollkommen, daß sie für Gegendruckbremse eingerichtet wurde, und zwar unter Beibehaltung der Verbundwirkung, also sozusagen als zweistufiger Kompressor. Der Leerlauf wurde durch Einbau ergiebiger Druckausgleicher mit Eckventilen erleichtert. Der Kessel erhielt eine neue Rohrteilung, die zwar eine verkleinerte Verdampfungsheizfläche (200 statt bisher 234 m²), aber bei stärkeren Wasserstegen ergab und die Überhitzerheizfläche (durch Erhöhung der Rauchrohranzahl) von 57,8 auf 65,4 m² brachte. Endlich wurde die Lokomotive in ihrem Wärmewirkungsgrad dadurch verbessert, daß man sie mit einem in den Rauchkammerscheitel eingebetteten Vorwärmer versah. Die dergestalt umgebaute Loko-

motive (Abb. 2) ist es also, die den Versuchen unterworfen wurde, und wenn es auch zu bedauern ist, daß nicht ein Parallelversuch mit einer noch nicht umgebauten Malett-Lokomotive angestellt werden konnte, so war ein Maßstab für die erreichte Verbesserung doch dann gegeben, wenn es gelang, die Zugkräfte der T 20-Lokomotive nunmehr mit Sicherheit nennenswert zu übertreffen.

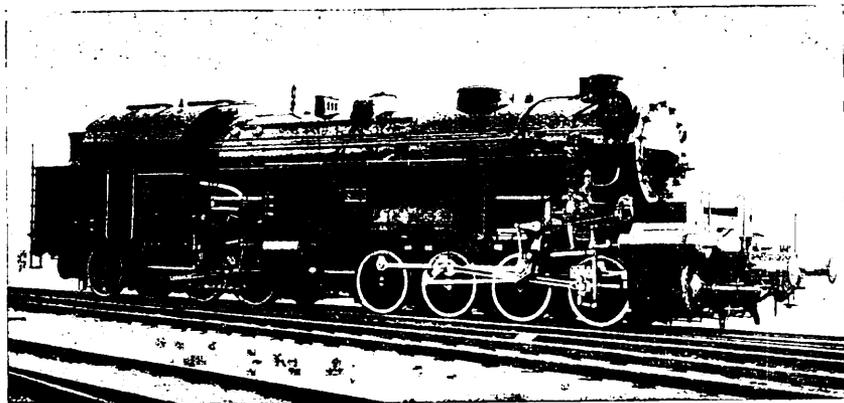


Abb. 2. Umgebaute Gt 960 (2 × 4/4) Lokomotive.

Dampfspannung	15 at	Heizfläche der Feuerbüchse	14,6 m ²
Durchmesser der Hochdruckzylinder	600 mm	Heizfläche der Rohre	185,8 "
Durchmesser der Niederdruckzylinder	800 "	Ueberhitzerheizfläche	65,4 "
Kolbenhub	640 "	Gesamtheizfläche (feuerberührt)	265,8 "
Treibraddurchmesser	1216 "	Rostfläche	4,25 "
Mittlere Zugkraft	20200 kg	Leergewicht	106,5 t
		Reibungsgewicht	132,3 "

Bei beiden Versuchsreihen (Probstzella—Rothenkirchen und Berlin—Güterglück) wurden zum ersten Male nicht nur gelegentlich, sondern grundsätzlich als Belastung Lokomotiven mit Gegendruckbremsen gewählt, die mit dazwischen geschaltetem Meßwagen durch die Untersuchungslokomotive gezogen wurden. Diese Art der Belastung hat sich für die Verbrauchsversuche außerordentlich gut bewährt; sie bietet völlige Unabhängigkeit von einer eigentlichen Zuglast, die möglicherweise im Güterzugverkehr nicht immer in der gewünschten Höhe von selbst anfällt, und gestattet vor allen Dingen, sich von der Steigung und dem Steigungswechsel unabhängig zu machen. Ist die Gegendruckbremse der Belastungsmaschine zunächst nicht in Tätigkeit gesetzt, so ist mit der verhältnismäßig kleinen Last von Meßwagen und Bremslokomotive ein schnelles Anfahren möglich, so daß die Anfahrperiode keine oder keine nennenswerte Rolle spielt, und selbst bei verhältnismäßig kurzen Fahrten die Strecke fast völlig im Beharrungszustand zurückgelegt werden kann. Wenn es auch auf nicht zu kurzen Steigungen schon bisher bei normaler Betriebsweise möglich war, einen für die Dampfmesung zeitlich ausreichenden Beharrungszustand zu erhalten, so können doch für eine zuverlässige Messung des Kohlenverbrauchs im Beharrungszustand nur Fahrten von mehrstündiger Dauer unter gleicher Last in Frage kommen, weil für kurze Fahrten das Fehlerglied der schwer genau zu schätzenden Ausgleichskohlenmenge zu groß ist. Wie sehr man sich dabei verschätzen kann, geht daraus hervor, daß wir bei anderer Gelegenheit für eine kurze Fahrstrecke, auf der uns Kohlen von bekanntem Heizwert zur Verfügung standen, einmal einen Kesselwirkungsgrad von 100% rechnermäßig erhalten haben. Die Belastung, ausgedrückt durch die Zugkraft am Zughaken, ist naturgemäß um so genauer inne zu halten, je geringeren Einfluß die Schwerkraftkomponente hat, und die verbleibenden Schwankungen bei Gefällwechsel lassen sich dann durch Betätigung des Drosselventils der Gegendruckbremse noch fast

völlig beseitigen. Die Güte der Messungsart mit der Bremslokomotive geht denn auch aus der kaum noch vorhandenen Streuung der einzelnen Versuchspunkte hervor, (vergl. Abb. 4 und 10). Für Versuche mit sehr großen Zugkräften, also an der Reibungsgrenze von Steilrampenlokomotiven, empfiehlt es sich häufig, trotzdem auf eine Steigungsstrecke zu gehen, weil für die sichere Erzeugung der sehr großen Zugkräfte ihre teilweise Bestreitung aus der Schwerkraftkomponente erwünscht ist, um die Gegendruckbremse der geschleppten Maschine nicht übermäßig in Anspruch zu nehmen.

Die Versuche auf der Strecke Probstzella—Rothenkirchen wurden mit geringeren Geschwindigkeiten von 14,6 bis 17,8 km/h also in der Nähe der Reibungsgrenze unter Verwendung einer T 20-Lokomotive als Belastung ausgeführt; dabei wurde der Dampfverbrauch der Lokomotive in Abhängigkeit von der Zughakenleistung bei konstanter Geschwindigkeit festgestellt, wobei nach üblichem Brauch die unmittelbar erhaltenen Werte auf die Wagrechte umgerechnet, also die Schwerkraftkomponente der arbeitenden Lokomotive auf den Zughaken geschlagen wurde. Zum Teil wurde auf dieser Strecke aber auch mit größeren Geschwindigkeiten bis zu 49 km/h gefahren, und zwar bei möglichst konstanter Heizflächenanstrengung, um die Charakteristik der Lokomotive, also die Abhängigkeit der PS von der Fahrgeschwindigkeit bei einer gleichmäßigen Kesselanstrengung von 57 kg Dampf/m²h zu gewinnen. Die Auswertung der Dampfverbrauchsversuche geschah wie üblich in doppelter Form, einmal unter Bezugnahme auf

die gesamte Fahrzeit und unter Einrechnung des Dampfverbrauchs der Hilfsmaschinen, andererseits bezogen auf die Fahrzeit unter Dampf und unter Abzug des Pumpendampfes, wobei der Dampfverbrauch der Luftpumpe durch Hubzähler besonders festgestellt war, bezogen also auf die eigentliche Lokomotivmaschine im reinen Beharrungszustand.

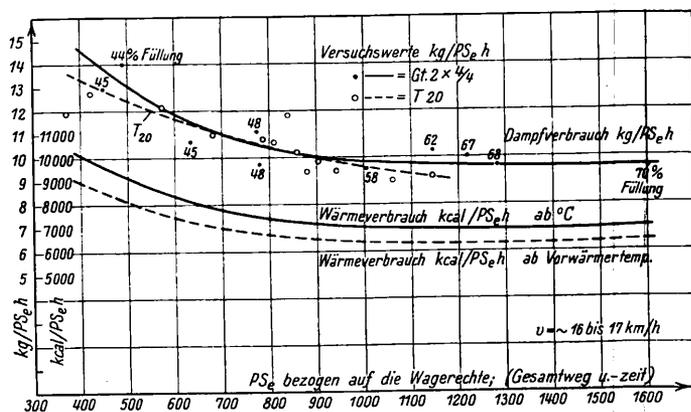


Abb. 3. Dampfverbrauch und Wärmeverbrauch für die PS_eh bezogen auf die Wagrechte bei gleicher mittlerer Fahrgeschwindigkeit (v = 16 bis 17 km/h).

Die Versuchsergebnisse sind in der Zusammenstellung auf Seite 234 und 235 Ziffer 1 wiedergegeben. Die erzielten Dampfverbrauchsahlen, und zwar unter Einrechnung der Hilfsmaschinen und auf die Gesamtfahrzeit bezogen, die sich allerdings bei der geringen Fahrgeschwindigkeit von der Fahrzeit unter Dampf kaum unterscheidet, sind aus Abb. 3 zu erkennen; dabei ist noch die Verbrauchskurve der T 20-Lokomotive punktiert eingezeichnet worden. Die T 20-Lokomotive wurde bei der entgegengesetzten Fahrtrichtung als Zuglokomotive benutzt, um bei dieser Gelegenheit die später noch zu behandelnden Brems-

zugkräfte der G t 96^o (2 × 4/4) zu erhalten. Auf diese Weise war jede Fahrtrichtung nutzbar.

In der Abb. 4 ist der Dampfverbrauch, bezogen auf die Dampfzeit und nach Abzug der Hilfsmaschinen, also nur der eigentlichen Lokomotivmaschine, zum Ausdruck gebracht, gleichzeitig ist in ihr die Kurve des mechanischen Wirkungsgrades dargestellt. Während über den Dampfverbrauch im einzelnen,

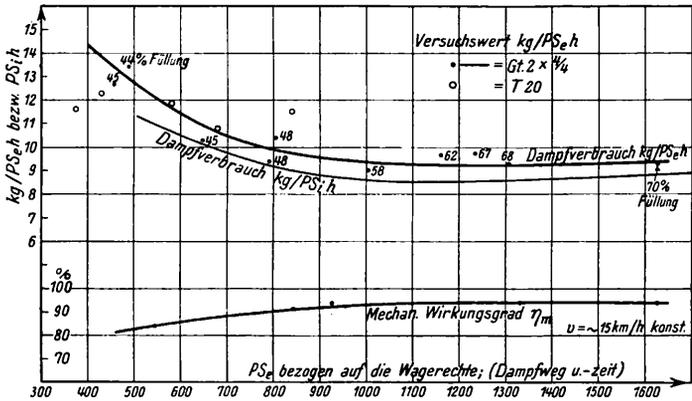


Abb. 4. Dampfverbrauch — ohne Pumpen — für die PS_eh und PS_hh, bezogen auf die Wagrechte bei gleicher mittlerer Fahrgeschwindigkeit (v = 16 bis 17 km/h).

der also als Bruttoverbrauch nach Abb. 3 sein Minimum mit 9,6 kg/PS_eh bei etwa 1250 PS_e und für die Lokomotivmaschine allein nach Abb. 4 mit 9,2 kg erreicht, um dann etwa konstant zu bleiben, später noch etwas zu sagen sein wird, sei auf die hohen Werte des mechanischen Wirkungsgrades gleich hier hingewiesen. Die Einzelwerte sind in üblicher Weise durch Vergleich der gemessenen Zugkraft und Geschwindigkeit zu der aus dem Indikatordiagramm entnommenen Zugkraft erhalten; die Werte streuen, wie die Abb. 4 zeigt, fast gar nicht. Sie sind dadurch bemerkenswert, daß die Lokomotive trotz ihres vierzylindrigen Triebwerkes den Wirkungsgrad von 94% erreicht und damit die Erfahrung weiter bestätigt, daß bei guter Werkstättenarbeit die Lokomotive allgemein trotz vielfacher Kupplung oder vierteiligen Triebwerkes einen sehr hohen Wirkungsgrad besitzt. Fast möchte man versucht sein, an Anzeigefehler zu denken, wenn hier beispielsweise bei geringer Geschwindigkeit nur 6% Reibungsverluste auftreten, doch wird der Sachverhalt schon einleuchtender, wenn man bedenkt, daß bei etwa 24 t höchster Zugkraft die 6% einen Bewegungswiderstand der Lokomotive von 1,44 t ausmachen, und auf ein mittleres Dienstgewicht von 120 t bezogen der spezifische Lokomotivwiderstand also 12 kg/t ist. In dieser Art der Darstellung wird — gegenüber dem Laufwiderstand der Wagen von 2,5 kg/t — der im Vergleich zur Zugkraft niedrige Lokomotivwiderstand schon weniger Erstaunen erregen.

In Abb. 5 sind die erreichten Temperaturen im Schieberkasten und Verbinder dargestellt. Die Lokomotive erreicht demnach bei 1100 PS_e die gute Schieberkastentemperatur von 350°. Der Dampf im Verbinder ist gleichfalls bei allen größeren Leistungen noch nennenswert überhitzt, und selbst der Ausströmdampf weist bei sehr großen Leistungen noch eine Überhitzung auf, so daß in diesem Gebiet mit dem wieder etwas abnehmenden Wärmegefälle auch die thermische Güte der Lokomotive etwas abnimmt. Der indizierte Dampfverbrauch ist in Abb. 4 mit dargestellt; er ergibt sich durch Multiplikation des effektiven Dampfverbrauchs mit dem Gesamtwirkungsgrad und erreicht seinen unteren Scheitel bei etwa 1150 PS mit 8,5 kg. Das leichte Wiederansteigen ist der eben erwähnten zunehmenden Ausströmdampf bei sehr hoher Leistung zuzuschreiben.

In Abb. 3 sind auch die aus der Dampfverbrauchskurve abgeleiteten Kurven des Wärmeverbrauchs in kcal/PS_h zum Ausdruck gebracht, und zwar einmal unter der Annahme eines Speisewassers von 0°, andererseits unter Rechnung von der Vorwärmertemperatur ab, also unter Bezugnahme auf diejenige Dampfwärme, die von der Kohle nur erzeugt zu werden braucht. Die letztere Kurve würde noch etwas günstiger liegen, wenn nicht die Speisewasser-Temperatur hinter dem Vorwärmer wegen der versehentlich eingebauten Eisen- statt Messingrohre zu wünschen übrig gelassen hätte. Nachdem bei den neueren Lokomotiven gleichzeitig die Drücke die früher häufigsten von 12 at und die Dampftemperaturen die früheren Regelwerte von 300° bis 320° nennenswert überschreiten, gehen wir neuerdings dazu über, neben dem gewichtsmäßigen Dampfverbrauch noch die aufzuwendenden kcal/PS_h als exaktes Arbeitsäquivalent (wie im ortsfesten Maschinenbau) zu ermitteln; in diesem Falle liegt der untere Scheitel auf das Kohlenäquivalent bezogen bei 6300 kcal für den Zughaken, die nun noch mit dem Kesselwirkungsgrad zu teilen sind.

Einige Fahrten dienten wie bereits angedeutet dazu, bei verschiedenen Geschwindigkeiten, aber gleichbleibender Kesselleistung die Lokomotivcharakteristik festzustellen. Als Heizflächenbelastung wurde der Wert von 57 kg/m²h gewählt, der sich im Laufe der gesamten letzten Untersuchungen im allgemeinen als zweckmäßig ergeben hatte. Die Spalte der Heizflächenbelastung zeigt, daß es bei einer Reihe von Fahrten gelungen ist, diesem Wert so nahe zu kommen, daß man die Umrechnung auf den genauen Wert von 57 kg/m²h im Wege der einfachen Verhältnisbildung vornehmen darf. Die Leistungscharakteristik über der Geschwindigkeit ist in den Abb. 6 und 7 dargestellt, und zwar sowohl für die indizierte wie für die effektive Leistung. Der Scheitel der Leistungscharakteristik liegt bei der effektiven Leistung über der Geschwindigkeit von 26 km/h, während er bei der indizierten Leistung bei 31 km/h liegt. Diese Differenz der günstigsten Geschwindigkeiten ist begründet in dem mit der Geschwindigkeit zunehmenden eigenen Leistungsbedarf der Lokomotive. Die Charakteristik ist verhältnismäßig stark gewölbt und hat gegenüber der Leistung

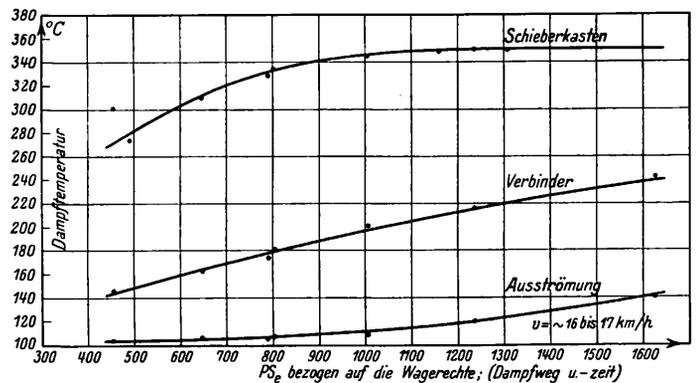


Abb. 5. Dampftemperaturen in Abhängigkeit von der eff. Leistung auf der Wagrechten bei gleicher mittlerer Fahrgeschwindigkeit (v = 16 bis 17 km/h).

an der Reibungsgrenze bei 12 km/h eine Pfeilhöhe von reichlich 200 PS; trotzdem wird man die Lokomotive als geeignete Steilrampenlokomotive bezeichnen können, weil die günstigste Geschwindigkeit anderer Steilrampenlokomotiven nennenswert höher liegt. Die Reibungsgeschwindigkeit selbst ist in der Weise ermittelt worden, daß die hyperbelähnliche Zugkraftkurve mit dem Z max als einer Parallelen zur Abszissenachse zum Schnitt gebracht worden ist. Dabei ist hier eine höchste Reibungsziffer von 0,19 am Radumfang zugrunde gelegt, entsprechend einer höchsten Zughakenzugkraft von 22,2 t auf

Datum	Strecke	Entfernung		Mittlere Geschwindigkeit	Mittlere Steigung	Unter Dampf				Bezogen auf Gesamtweg und -zeit in PS ₀			Bezogen auf Dampfweg und -zeit in PS ₀			Indizierte Leistung	Mech. Wirkungsgrad nach Kurve Anlage 4	Mittlere Zugkraft in t bezogen auf		Mittlerer Dampfdruck in atü			Mittlerer Unterdruck in mm Wassersäule								
		km	Min.			km Std.	‰	km	Min.	km Std.	‰	Mittlere Leistung	Steigungsleistung d. Lok.	Gesamtleistung a. d. Ebene	Mittlere Leistung			Steigungsleistung d. Lok.	Gesamtleistung a. d. Ebene	PS _i	%	Gesamtweg	Dampfweg	Mittlere Füllung	Kessel	Schieberkasten	Verbinder	Blasrohr	Rauchkammer	Feuerbuche	Aschkasten
1. Versuchsfahrten auf der																															
13. 12.	Pb—St	13	46	17	19,2	12,6	45	16,8	19,8	302	145	447	309	148	457	561	81,4	4,84	4,99	45	14,2	8,5	1,7	0,04	24	9	2				
	Pb—St	13	54	14,45	19,2	12,9	53	14,6	19,8	508	124	632	518	128	646	742	87	9,54	9,62	45	14,3	11,3	2,5	0,06	38	15	4				
	Pb—St	13	50,5	15,45	19,2	12,9	50	15,5	19,8	646	132	778	653	136	789	876	90	11,35	11,44	48	14,4	12,8	2,8	0,06	53	19	3				
14. 12.	Pb—St	13	51	15,3	19,2	12,9	50,5	15,3	19,8	641	131	772	647	135	802	889	90,2	11,35	11,43	48	14,5	13,2	2,9	0,08	62	17	4				
	Roth—St	12	49	14,7	17,6	11,9	49	14,7	17,6	890	115	1005	890	115	1005	1081	93	16,4	16,53	58	14,5	13,4	3,6	0,11	99	30	6				
15. 12.	Pb—St	13	45	17,3	19,2	12,9	44,5	17,4	19,8	1070	148	1218	1082	153	1235	1313	94	16,72	16,86	67	14,6	13,3	3,9	0,21	140	41	10				
	Roth—St	12	32,5	22,1	17,6	11,9	32	22,3	17,6	1430	173	1603	1450	175	1625	—	—	17,48	17,64	70	14,8	13,4	4,3	0,33	205	57	12				
	Pb—St	13	44	17,7	19,2	12,9	43,5	17,8	19,8	1130	151	1281	1150	157	1307	1391	94	17,41	17,54	68	14,4	13,2	4,0	0,19	142	36	9				
16. 12.	Pb—St	13	20	39	19,2	12,8	20	38,4	19,8	976	333	1309	976	337	1313	—	—	6,78	6,88	48	14,8	13,3	3,4	0,23	164	54	10				
	St—Roth	12	42	17,1	17,6	12	42	17,1	17,6	623	-134	489	623	-134	489	595	82,2	9,86	9,86	44	14	7,2	1,4	0	244	10	6				
	Pb—St	13	30	26	19,2	12,9	30	26	19,8	980	222	1202	980	228	1208	—	—	10,19	10,28	45	15	13,7	3,1	0,11	84	25	8				
	St—Roth	12	20	36	17,6	11,6	19,75	35,2	17,6	1300	-281	1019	1315	-276	1039	—	—	9,79	10,12	42	15,1	12,3	2,8	0,07	89	29	7				
17. 12.	Pb—St	13	48	16,25	19,2	12,9	47,5	16,3	19,8	1007	139	1146	1017	144	1161	1242	93,5	16,77	16,91	62	14,9	13,9	3,7	0,15	107	32	7				
	Roth—St	12	21,5	33,5	17,6	11,9	21,5	33,5	17,6	675	262	937	675	262	937	—	—	5,45	5,5	41	14	12,8	2,6	0,10	78	32	5				
	Pb—St	13	24,5	31,8	19,2	12,9	24	32,3	19,8	829	272	1101	845	284	1129	—	—	7,05	7,11	42	14,7	13,6	3,1	0,12	89	30	5				
	Roth—St	12	18,5	38,9	17,6	11,9	18,5	38,8	17,6	770	304	1074	770	304	1074	—	—	4,95	4,98	40	14,2	13,4	2,9	0,12	85	30	6				
1927																															
2. Versuchsfahrten auf der																															
5. 1.	Gd—Big	62	109	34,1	—	61,3	108	34	—	656	—	—	662	—	—	—	—	5,2	5,27	42	14,5	9,6	2,0	0,02	48	21	8				
	Big—Wsn	12,5	23	32,6	—	12,3	22	33,5	—	756	—	—	790	—	—	—	—	6,29	6,39	43	14,4	11,5	2,4	0,05	67	26	5				
	Wsn—Gk	33	58	34,1	—	32,2	57	33,9	—	652	—	—	664	—	—	—	—	5,17	5,3	42	14,2	8,4	1,8	0,01	36	17	5				
	Gd—Gk	107,5	190	34	—	105,8	187	34	—	666	—	—	677	—	—	—	—	5,4	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—				
	Gk—Big	45,5	83	32,9	—	45,1	83	32,6	—	746	—	—	746	—	—	—	—	6,14	6,2	42	14,8	10,3	2,0	0,03	49	20	5				
	Big—Dw	46	77	35,8	—	45,6	77	35,5	—	620	—	—	620	—	—	—	—	4,69	4,73	40	14,3	9,6	1,9	0,01	33	16	3				
	Gk—Dw	91,5	160	34,3	—	90,7	160	34	—	685	—	—	685	—	—	—	—	5,41	5,46	—	—	—	—	—	—	—	—				
6. 1.	Gd—Big	62	105	35,4	—	61,5	103	35,8	—	862	—	—	878	—	—	—	—	6,59	6,64	39	14,6	12,4	2,4	0,08	55	23	4				
	Big—Gk	45,5	80	34,2	—	44,9	80	33,7	—	750	—	—	750	—	—	—	—	6,42	6,51	38	13,9	12,5	2,5	0,07	51	24	4				
	Gd—Gk	107,5	185	34,9	—	106,4	183	34,9	—	837	—	—	845	—	—	—	—	6,51	6,58	—	—	—	—	—	—	—	—				
	Gk—Big	45,5	90	30,4	—	44,9	90	30	—	840	—	—	840	—	—	—	—	7,52	7,62	38	14,8	13,7	2,5	0,05	49	21	4				
	Big—Dw	46	75	36,8	—	45,9	75	36,7	—	1035	—	—	1035	—	—	—	—	7,63	7,65	39	14,2	13,4	2,6	0,06	66	30	4				
	Gk—Dw	91,5	165	33,3	—	90,8	165	33	—	930	—	—	930	—	—	—	—	7,61	7,62	—	—	—	—	—	—	—	—				
7. 1.	Gd—Big	62	113	32,9	—	61,2	111	33,1	—	1050	—	—	1070	—	—	—	—	8,66	8,78	40	14,8	14,1	2,8	0,10	78	32	8				
	Bik—Gk	45,5	80	34,1	—	44,8	80	33,6	—	1190	—	—	1190	—	—	—	—	9,43	9,58	42	14,6	13,9	3,0	0,11	85	36	7				
	Gd—Gk	107,5	193	33,4	—	106	191	33,3	—	1085	—	—	1095	—	—	—	—	8,8	9,11	—	—	—	—	—	—	—	—				
	Gk—Bik	45,5	86	31,7	—	44,8	86	31,3	—	1165	—	—	1165	—	—	—	—	9,93	10,08	41	14,9	14,4	3,0	0,10	80	33	4				
	Big—Dw	46	77	35,8	—	45,7	77	35,6	—	1365	—	—	1365	—	—	—	—	10,33	10,39	44	14,5	13,8	3,0	0,13	101	39	7				
	Gk—Dw	91,5	163	33,7	—	90,5	163	33,3	—	1260	—	—	1260	—	—	—	—	10,12	10,23	—	—	—	—	—	—	—	—				
8. 1.	Gd—Brk	49	88	33,4	—	47,9	88	32,6	—	1330	—	—	1330	—	—	—	—	10,78	11,03	—	—	—	—	—	—	—	—				
	Brk—Big	13	25	31,2	—	12,8	25	30,7	—	1300	—	—	1300	—	—	—	—	11,33	11,51	45	14,6	13,9	3,1	0,15	112	47	8				
	Big—Wsn	12,5	25	30	—	12,2	24	30,5	—	1350	—	—	1410	—	—	—	—	12,2	12,51	49	14,8	14,1	3,4	0,21	140	53	10				
	Gd—Wsn	74,5	138	32,4	—	72,9	137	31,9	—	1330	—	—	1340*	20	1360	—	—	11,11	11,36	—	—	—	—	—	—	—	—				
21. 1.	Gd—Big	62	108	34,4	—	60,8	106	34,4	—	853	—	—	870	—	—	—	—	6,72	6,86	37	14,6	13,5	2,5	0,10	61	26	4				
	Bik—Gk	45,5	77	35,5	—	44,9	76	35,5	—	912	—	—	924	—	—	—	—	6,97	7,06	37	14,4	13,4	2,5	0,11	70	33	4				
	Gd—Gk	107,5	185	34,9	—	105,7	182	34,9	—	880	—	—	892	—	—	—	—	6,88	6,99	—	—	—	—	—	—	—	—				
	Gk—Big	45,5	88	31	—	44,8	87	30,8	—	1000	—	—	1015	—	—	—	—	8,77	8,91	39	14,9	14,3	2,7	0,12	76	32	4				
	Big—Dw	46	75	36,8	—	45,8	75	36,6	—	1216	—	—	1216	—	—	—	—	8,97	9,0	41	14,6	13,8	2,9	0,14	191	44	4				
	Gk—Dw	91,5	163	33,7	—	90,6	162	33,5	—	1100	—	—	1108	—	—	—	—	8,91	8,96	—	—	—	—	—	—	—	—				

Pb = Probstzella. St = Steinbach. Roth = Rothenkirchen. Gd = Grunewald. Big = Belzig. Wsn = Wiesenburg. Gk = Güterglück. Dw = Drewitz. Brk = Brück.

die Ebene bezogen. Der überhaupt beobachtete Höchstwert der Zugkraft auf die Ebene bezogen war 24 t. Bei einer Vorführungsfahrt vor dem Lokomotivausschuss am 18. 3. lag bei

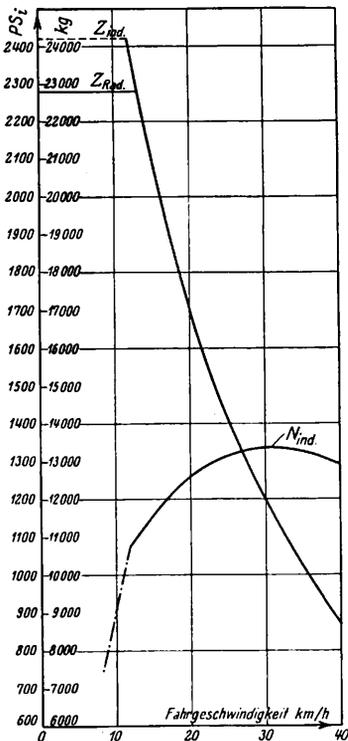


Abb. 6. Abhängigkeit der eff. Leistung und Zugkraft, bezogen auf die Wagrechte von der Fahrgeschwindigkeit bei gleicher Kesselanstrengung (57 kg/m² h).

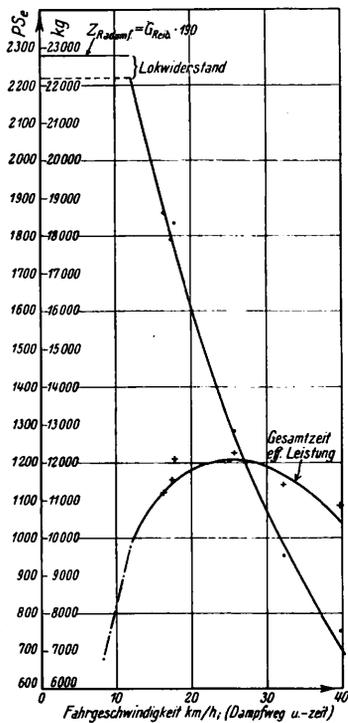


Abb. 7. Abhängigkeit der ind. Leistung und Zugkraft von der Fahrgeschwindigkeit bei gleicher Kesselanstrengung (57 kg/m² h).

bei den gewöhnlichen Lokomotiven mit nur einer Treibachsgruppe wesentlich höhere Reibungsziffern bei trockenen Schienen und

gleichzeitiger Anwendung von Sand erzielt haben; in einem Falle sogar bis 0,33 herauf. Die Erklärung dafür liegt in dem Umstande, daß völlig gleiche Zugkräfte auch jetzt noch nicht von den beiden Zylindergruppen geleistet worden sind; das geht auch aus der Abb. 8 hervor, in der für große Zugkräfte bei 70% Füllung im Hochdruckzylinder die Dampfdruckdiagramme in rankinisierte Form dargestellt sind. Hier ist die Fläche des Hochdruckdiagramms mit 5117 mm² wesentlich größer als die des Niederdruckdiagramms mit 3682 mm². Der Unterschied ist bei kleinen Füllungen noch erheblich größer, so daß selbst dann noch die Reibungsgrenze des Hochdrucktriebwerks gelegentlich erreicht wurde. Leider ist die Lokomotive in ihrem ursprünglichen Zustande nicht derart genauen Versuchen unterzogen worden, und man kann deshalb den Grad der Verbesserung auch nicht angeben. Ein Urteil darüber, ob das Zylinderraumverhältnis 1:1,78 nicht vielleicht schon etwas zu klein für die günstigsten Reibungsverhältnisse ist, ist daher gleichfalls z. Z. nicht möglich. Daß eine etwas stärkere Belastung der Hochdruckzylinder, welche die hintere Achsgruppe antreiben, an sich richtig ist, wurde eingangs bereits erörtert.

Die Reibungsgeschwindigkeit, die oben mit 12 km/h angenommen wurde, würde angesichts des steilen Falls der Zugkraft-Hyperbel auch bei schwächerer Inanspruchnahme der

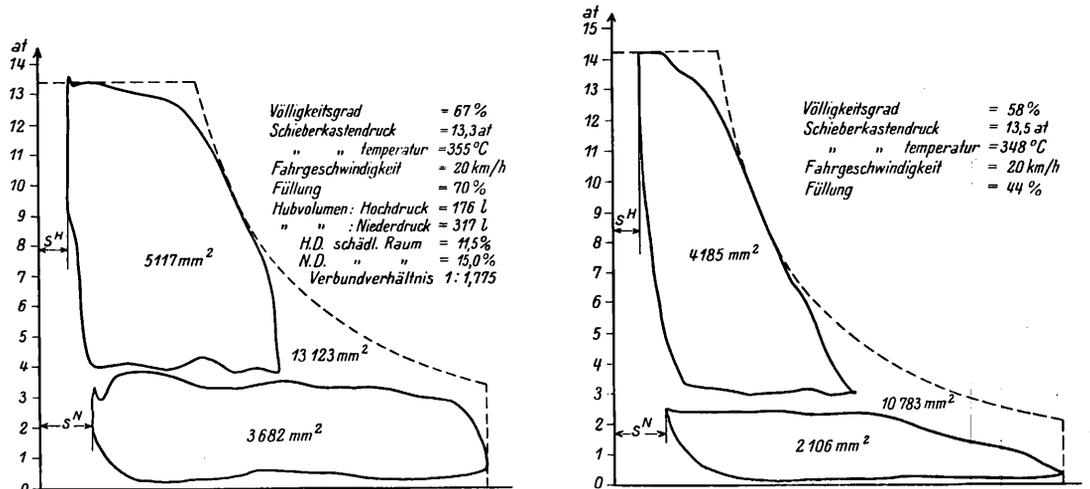


Abb. 8. Rankinisierte Dampfchaulinien der Lokomotive Gt 2 × 4/4 Nr. 5773.

Kurbelstellung der beiden Triebwerke dauernd ändert und im Falle des besonders ruhig stehenden Zugkraftmessers sich die Wellen und Täler der Tangentialdruck - Diagramme überdecken, während bei dem starken Schwanken Berg auf Berg und Tal auf Tal liegt. Daraus erhellt, daß dieser Reibungswert der höchste ist, auf den man rechnen darf, und den man im normalen Betriebe, also bei der Zumessung des größten zu befördernden Zuggewichtes lieber etwas unterschreiten sollte. Auf das Durchschnittsgewicht der Lokomotive mit 124 t bei halb aufgebrauchten Vorräten bezogen, bedeuten die 24 t Zugkraft eine Reibungsziffer von 0,193, während wir

Reibung nicht wesentlich steigen und etwa bei 13 oder 14 km/h liegen. Will man also das große Reibungsgewicht der Lokomotiven ausnutzen, so sind mit Rücksicht eben auf die Schiebemaschine Geschwindigkeiten von nicht wesentlich über 14 km/h erwünscht. Die Zuglokomotiven mit besonderem Tender (G 10-Lokomotive und später die Einheitslokomotive) haben zwar höher liegende Reibungsgeschwindigkeiten, doch wird man davon keinen Gebrauch machen, um die Schiebemaschine nicht in ihrer Zugkraft zu schädigen.

Die zweite große Versuchsreihe fand auf der Strecke nach Güterglück statt, und zwar bei einer planmäßigen Geschwindigkeit von 35 km/h, die sich mit verhältnismäßig kleinen Abweichungen vermöge der guten Regelfähigkeit mit der Gegendruckbremse ziemlich genau innehalten liefs. Die Ergebnisse sind in der Zusammenstellung auf Seite 234 und 235 Ziffer 2 zum Ausdruck gebracht, die besonderes Interesse deshalb bietet, weil es hier zum ersten Male durch den stundenlang währenden Beharrungszustand ermöglicht worden ist, die Streckenfahrten auch gleichzeitig zur Ermittlung des Kesselwirkungsgrades heranzuziehen, für dessen Feststellung wir bisher auf Standversuche angewiesen waren. Aus diesem Grunde sind auch von den jeweils verfeuerten Kohlen die Analysen genommen und aus ihnen dann der Kesselwirkungsgrad errechnet. Er ist in Abb. 9 dargestellt und ist bemerkenswert durch die Höhenlage seines Scheitels mit 79 % ohne den Vorwärmer.

Die Lage des Scheitels selbst erscheint bei 40 kg spezifischer Heizflächenbelastung allerdings im Vergleich zu der entsprechenden Wirkungsgradkurve der neuen Einheitsschnellzuglokomotiven, die noch bis unterhalb 30 kg/m²h ansteigt, etwas auffällig. Doch sind noch zu wenig η -Kurven für Lokomotivkessel bekannt, um gegenüber den langen Beharrungsfahrten an der Stichhaltigkeit der gezeigten Kurve zweifeln zu dürfen. Die Wirkungsgrade sind die höchsten bisher bei Lokomotivkesseln beobachteten.

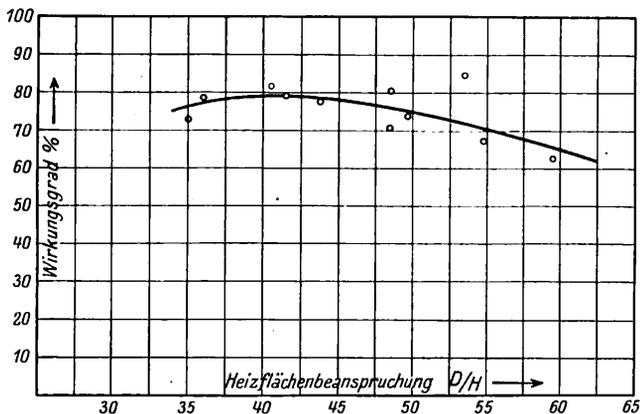


Abb. 9. Kesselwirkungsgrad der bayer. Gt 2 x 4/4 Lokomotive.

Auch bei diesen Versuchsfahrten sind wiederum die Dampfverbrauchskurven aufgenommen worden; sie sind in der Abb. 10 wiedergegeben und liegen tiefer als bei den ersterwähnten. Ein erneuter Beweis dafür, daß die Geschwindigkeitszunahme vorteilhaft auf den Dampfverbrauch einwirkt, indem die Lässigkeitsverluste kleiner sind, sowohl wegen der geringeren Zeit des Kolbenhubs als auch wegen des kleineren Druckunterschiedes, und dieser Gewinn offenbar mehr ausmacht als der Einfluss der Drosselung. In Abb. 10 ist dann auch noch der Wärmeverbrauch für die PS_eh mit und ohne Vorwärmer dargestellt, der seinen unteren Scheitel diesmal bei 5700 cal aufweist. Von der allgemeinen Eigenschaft des mit der Geschwindigkeit abnehmenden spezifischen Dampfverbrauchs ist man aber bei einer Steilrampenlokomotive nicht in der Lage, Gebrauch zu machen, und man muß sich mit diesem kleinen Nachteil schon abfinden. Für die Rampengeschwindigkeiten bedeuten übrigens die 6300 kcal für die PS_eh, wenn man sie mit dem zugehörigen Kesselwirkungsgrad von 0,73 verbindet, einen Kalorienverbrauch am Zughaken von 8630 kcal, ein Wert, der selbst hier bei der Steilrampenlokomotive günstiger ist, als man ihn häufig für die Dampflokomotive angegeben findet.

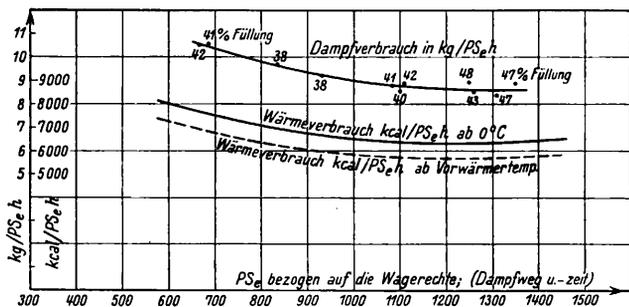


Abb. 10. Dampfverbrauch und Wärmeverbrauch einschl. Pumpen für die PS_eh, bezogen auf die Wagrechte bei gleicher mittlerer Fahrgeschwindigkeit (35 km/h).

Eine letzte Versuchsreihe endlich bezog sich auf die Wirkung der Gegendruckbremse; wie bereits erwähnt, konnten diese Versuche bei der jeweiligen Talfahrt in Verbindung mit der

T 20-Lokomotive erhalten werden, so daß die Versuchsreihe keinen besonderen Zeitaufwand erforderte. Bei der Gt 2 x 4/4 kann man die Gegendruckbremse so handhaben, daß man die Verbundmaschine auch als zweistufigen Kompressor laufen läßt; man kann aber auch, indem man die schluckfähigen Druckausgleichventile der einen oder anderen Zylindergruppe einschaltet, nur jeweils eine Zylindergruppe wirksam sein lassen. (Beide Druckausgleichventilgruppen gleichzeitig einzuschalten, hat keinen Sinn, da dann die Bremswirkung fortfällt.) Aus diesem Grunde sind in Abb. 11, worin die Bremskurven als Beziehung zwischen abzubremsender Zuglast und Gefällverhältnis wiedergegeben sind, die Drücke als Parameter der einzelnen Kurven als resultierender Schieberkastendrucke $p = p$ Hochdruck + 1,78 p Niederdruck zu den Kurven angegeben. Auf diese Weise ist ein nun allerdings auf die kleineren Zylinder bezogener Schieberkastendruck möglich, der selbst höher als der Kesseldruck ist, während es sich tatsächlich um eine nicht übermäßige Beanspruchung der Reibung handelt. Da sich für den Lokomotivführer keine Möglichkeit bietet, diesen resultierenden Druck unmittelbar zu beobachten, so bremst er in der Regel bei geöffnetem Niederdruckausgleich mit den Hochdruckzylindern allein, deren Schieberkastendruck er am Schieberkastenmanometer abzulesen vermag. Hierfür gilt dann die Abb. 12, derzufolge die Lokomotive bei 25 km/h Geschwindigkeit, bei der diese Kurven aufgenommen sind und im Steigungsverhältnis von 25‰ noch selbst bei etwa halber Kesselspannung 300 t Zuglast abzubremsen vermag. Als höchste (umgerechnete) Zuglast bei zweistufiger Kompression erscheinen in der Kurvenschar der vorangehenden Abbildung sogar 517 t.

Zusammenfassend wäre folgendes zu sagen:

Die Gt 2 x 4/4 - Lokomotive in ihrer umgebauten Form genügt allen Ansprüchen, die man hinsichtlich der Wirtschaft an eine Steilrampenlokomotive stellen kann. Sie ist in ihrem mechanischen Wirkungsgrad trotz ihres vielteiligen Triebwerks den Regellokomotiven ebenbürtig und gestattet, mit dem nunmehr angewendeten Zylinderraumverhältnis eine wenn auch nicht ebenso gute spezifische Ausnutzung des Reibungsgewichtes wie eine gewöhnliche Lokomotive, so doch eine genügend hohe Reibungsziffer inne zu halten, um gegenüber der T 20-Lokomotive mit 30 t geringerem Reibungsgewicht einen nennenswerten

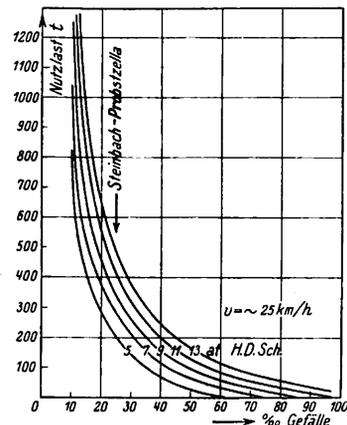


Abb. 11. Mit der Gegendruckbremse auf verschiedenen Gefällen bei verschiedenen reduzierten Schieberkastendrucke mit gleichförmiger Fahrgeschwindigkeit abgesenkte Zuggewichte ($v = \sim 25$ km/h).

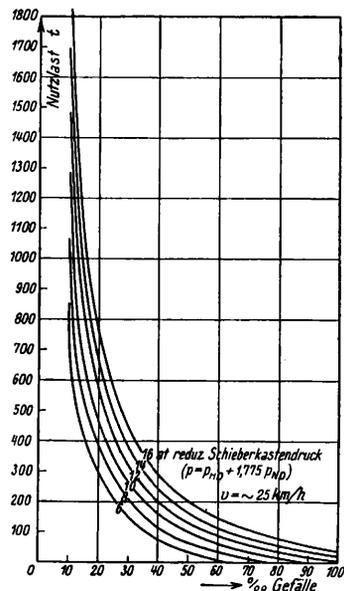


Abb. 12. Mit der Gegendruckbremse bei geöffnetem N. D.-Druckausgleich auf verschiedenen Gefällen bei verschiedenen Drücken im H. D.-Schieberkasten mit gleichförmiger Fahrgeschwindigkeit abgesenkte Zuggewichte ($v = \sim 25$ km/h).

Zuwachs an Zughakenzugkraft zu haben. Der Kessel ist angesichts seines Wirkungsgrades und der Dampftemperatur von 350° sogar als recht gut gelungen zu bezeichnen; wesentlich höhere Überhitzungen bringen bei Maschinen mit verhältnismäßig großen Füllungen keinen Vorteil mehr. Daraus, daß die Lokomotive durch ihre Verbundwirkung einen thermischen Vorteil vor der T 20-Lokomotive nicht besitzt, ist ein Vorwurf nicht zu erheben. Die Versuche mit den beiden Einheits-schnellzuglokomotiven haben ergeben, daß im Gebiet der hohen Leistungen die Verbundwirkung einen Vorteil bis zu etwa 5%

bringt, dagegen im Gebiet der kleinen und mittleren Leistungen die Ersparnisse sogar ins Negative umschlagen, so daß also ein durchschlagender Vorteil der Verbundwirkung auch hier nicht eingetreten ist. Bei einer gelenkigen Mallet-Lokomotive ist gleichwohl die Verbundwirkung deshalb berechtigt, weil man gelenkige Rohrleitungen höchstens für den Verbinderdruck zu haben braucht, statt der schwer dicht zu erhaltenden beweglichen Hochdruckleitung. Im ganzen hat die Lokomotive durch den Umbau erheblich gewonnen. Sie ist die an Zugkraft größte deutsche Tenderlokomotive geworden.

Über die Leistungsfähigkeit der Ablaufanlagen von Flachbahnhöfen und Gefällsbahnhöfen.

Von Reichsbahnrat Dr. Ing. Frohne, Dresden.

Die wissenschaftliche Behandlung der Ablaufanlagen von Verschiebebahnhöfen hat sich überwiegend mit den Ablaufvorgängen einzelner Wagen und sich folgender Wagengruppen beschäftigt. Im allgemeinen wurde angenommen, daß die Ablaufdauer eines Zuges aus der Gruppenfolgezeit und die tägliche Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage aus der Ablaufdauer eines Zuges und der Zahl der Züge genügend genau errechnet werden kann.

Die so gewonnenen Ansichten über die Leistungsfähigkeit von Ablaufanlagen weichen ziemlich stark voneinander ab. Sieht man von älteren Angaben in der Literatur ab, so sind als neuere Ansichten die von Blum und Bäseler anzuführen. Blum schreibt*):

„Es ist also zu prüfen, ob die ‚einfache Ablaufanlage‘ nicht noch wesentlich in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert werden kann. Diese Frage ist nach den vorliegenden Tatsachen zu bejahen und wir sind zu dem Schluß berechtigt, daß sich eine Leistung von 6000 Wagen je Berg und Tag wird erzielen lassen: Cauer hält sogar 8000 Wagen für möglich. Aber die Zahl von 6000 Wagen ist schon so hoch, daß wir selbst an den stärksten belasteten Punkten dann keine Doppelberge brauchen.“

Bäseler's Ansichten über die Leistungsfähigkeit des zwangläufigen Ablaufs sind wie folgt zusammengefaßt**): „Wenn alle fünf Sekunden ein Wagen läuft, so sind das zwölf Wagen in der Minute, oder ein Zug von 60 Wagen in fünf Minuten. Nehmen wir an, daß der Ablaufberg von allen störenden Fahrten, auch der Zuglokomotiven entlastet ist, was man durch entsprechende Ausbildung der Weichenanlagen immer erreichen kann, und daß der nächste Zug schon an den Berg herangedrückt wird, wenn der vorhergehende noch läuft, so daß das Ablaufgeschäft sofort weitergehen kann, und erfordert es, sagen wir, $2\frac{1}{2}$ Min. Zwischenzeit, bis der erste Wagen des neuen Zuges drankommt, so braucht man $5 + 2\frac{1}{2} = 7\frac{1}{2}$ Min. für einen Zug; oder man leistet acht Züge $= 8 \times 60 = 480$ Wagen in der Stunde, oder in 20 Betriebsstunden $20 \times 480 = 9600$ Wagen. Da hierbei noch kein Zeitgewinn für Gruppenabläufe gerechnet ist, und auch die vier Überschußstunden im Notfall ausgenutzt werden können, sind Spitzenleistungen von mehr als 10000 Wagen möglich.“

Die Erfahrungen, die Verfasser auf Grund eingehender Arbeits- und Zeitstudien auf verschiedenen Verschiebebahnhöfen gemacht hat, lassen es als fraglich erscheinen, ob — auch bei weitgehendster Mechanisierung des Ablaufs — in absehbarer Zeit mit derartigen Zahlen gerechnet werden kann. Obwohl viele, namentlich die in der Hauptsache theoretisch arbeitenden Fachkollegen, diese Zweifel nicht teilen werden, dürfte es doch richtig sein, wenn die wertvollen und unbedingt notwendigen Einzelablaufuntersuchungen durch genaue, alle betrieblichen Verhältnisse und Schwierigkeiten berücksichtigende Untersuchungen über die Gesamtleistungsfähigkeit von Ablaufanlagen ergänzt werden, da diese für den Betriebsleiter maß-

gebend ist. Hierbei wird auch die Frage, ob der Flachbahnhof mit Eselsrücken (Abdrückanlage) dem Gefällsbahnhof (Abrollanlage) wirklich so restlos überlegen ist, wie aus der Ablaufdauer einzelner Züge geschlossen werden könnte, mit wissenschaftlicher Gründlichkeit zu prüfen sein. Die bisherigen Ansichten über diese Frage sind von maßgebender Seite in dem Urteil zusammengefaßt*): »Es scheint aber klar zu sein, daß die Anordnung mit Gefällsrücken vor der mit durchgehender Neigung den Vorzug verdient.«

Nach Einführung der einheitlich mechanisierten Ablaufanlage in Hamm konnte zum erstenmal die Zuführungsgeschwindigkeit auf einer Abdrückanlage von im Mittel etwa 0,8 m/Sek. auf 1,5 m/Sek. gesteigert werden. Bei dieser Zuführungsgeschwindigkeit sinkt die Ablaufzeit eines 60-Wagenzuges von etwa 11,9 Min. auf etwa 6,3 Min. Wird die Ablaufzeit eines Zuges geringer, so kann die Zahl der ablaufenden Züge und damit die Gesamtleistung einer Ablaufanlage unter sonst gleichen Verhältnissen größer werden. Als erste für die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage maßgebende Größe ist also die durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit anzusehen. Die Leistungen werden weiter davon abhängig sein, nach welcher Zeit ein Ablaufzug dem vorhergehenden folgen kann, d. h. also von der Pause zwischen dem Ablauf zweier Züge. Neben der Größe dieser Pausen ist auch deren Anzahl von Einfluß; diese wird um so größer sein, je kürzer die einzelnen Ablaufzüge sind. Als zweite und dritte maßgebende Größe für die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage sind also die notwendige Zwischenzeit zwischen dem Ablauf zweier Züge und die durchschnittliche Stärke der Ablaufzüge anzusehen. Als vierte die Leistungsfähigkeit entscheidend beeinflussende Größe ist schließlich die Zeitdauer anzusehen, die in 24 Stunden für den eigentlichen Ablauf zur Verfügung steht, oder anders ausgedrückt, die Größe und Häufigkeit der Unterbrechungen des Ablaufs durch äußere Einflüsse.

Die vorstehend für die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage als maßgebend erkannten vier Größen sollen im folgenden einzeln untersucht werden.

I. Der Einfluß der Zuführungsgeschwindigkeit auf die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage.

Rechnet man mit einer gleichbleibenden Zuführungsgeschwindigkeit von v m/Sek., so läßt sich die Ablaufdauer t eines Zuges von n Wagen mit der durchschnittlichen Länge l aus der Gleichung

$$t = \frac{n l}{v}$$

berechnen. Die Ablaufdauer nimmt also mit zunehmender Zuführungsgeschwindigkeit nicht in einer geraden Linie, sondern

*) Eisenbahnwesen, Sonderausgabe der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1925, S. 225 „Verschiebebahnhöfe“ von Prof. Dr. Blum, Hannover.

**) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Heft 12 vom 30. Juni 1926, Seite 226 „Ziele und Wege der Verschiebetechnik“ von Reichsbahnrat Dr. Ing. W. Bäseler, München.

*) Verkehrstechnische Woche, Heft 37 vom 15. September 1926, Vorwort vom Generaldirektor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft Dr. Dorpmüller, Berlin.

in einer Hyperbel ab. Diese Feststellung ist besonders wichtig, wenn man sich die Frage vorlegt, bis zu welcher Höhe die Zuführungsgeschwindigkeit gesteigert werden kann.

In Zusammenstellung 1 sind die Ablaufzeiten in Minuten für einen 60 Wagen starken Zug bei einer durchschnittlichen Wagenlänge von 9,50 m und einer Zuführungsgeschwindigkeit von 0,3 bis 2,0 m/Sek. angegeben.

Zusammenstellung 1.

Zuführungsgeschwindigkeit m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Ablaufdauer Min.	31,67	23,75	19,00	15,83	13,57	11,88	10,56	9,50	8,64	7,92	7,31	6,79	6,33	5,94	5,59	5,28	5,00	4,75

Diese Werte sind in Textabb. 1 zeichnerisch aufgetragen.

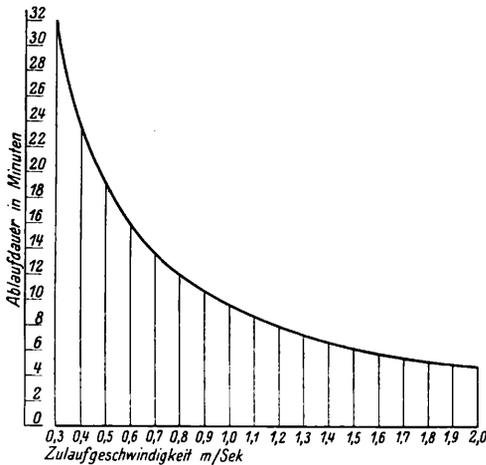


Abb. 1. Ablaufzeiten in Minuten für einen 60 Wagen starken Zug bei einer durchschnittlichen Wagenlänge von 9,5 m und einer Zuführungsgeschwindigkeit von 0,3 bis 2,0 m/Sek.

Aus Textabb. 1 geht deutlich hervor, daß die Steigerung der Zuführungsgeschwindigkeit nur bis zu einer gewissen Grenze praktische Bedeutung hat, da der Gewinn an Ablaufzeit bei zunehmender Zuführungsgeschwindigkeit immer geringer wird, wie aus Zusammenstellung 2 hervorgeht.

Zusammenstellung 2.

Zuführungsgeschwindigkeit m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Ablaufdauer Min.	31,67	23,75	19,00	15,83	13,57	11,88	10,56	9,50	8,64	7,92	7,31	6,79	6,33	5,94	5,59	5,28	5,00	4,75
Gewinn an Ablaufzeit Min.		7,92	4,75	3,17	2,26	1,69	1,32	1,06	0,86	0,72	0,61	0,52	0,46	0,39	0,35	0,31	0,28	0,25

Man erkennt, daß es für die Ablaufdauer eines Zuges von größter Bedeutung ist, die durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit z. B. von 0,4 auf 0,5 m/Sek. zu steigern (Gewinn 4,75 Min. bei jedem Zuge). Es ist jedoch unerheblich, wenn die Zuführungsgeschwindigkeit von 1,4 auf 1,5 m/Sek. gesteigert wird (Gewinn nur 0,46 Min. bei jedem Zuge). Man wird sich also in jedem Falle fragen müssen, ob die Nachteile, die eine Erhöhung der Zuführungsgeschwindigkeit mit sich bringt, auch durch einen entsprechenden Gewinn ausgeglichen werden.

Auf die Zuführungsgeschwindigkeit einer gut unterhaltenen Ablaufanlage ist von entscheidendem Einfluss:

1. die Stärke der die Zuführungsgeschwindigkeit erzeugenden Kraft,

2. die Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit,
3. die Zerlegung des Zuges in einzelne Ablaufgruppen,
4. die Vorflut.

Zu 1. Die zur Erzielung der Zuführungsgeschwindigkeit notwendige Kraft wird auf Flachbahnhöfen durch Druckmaschinen erzeugt. Auf die Beziehungen zwischen Stärke der Druckmaschinen, Gewicht der

Züge und Profil der Ablaufgleise sowie auf die neueren Vorschläge von Derikartz (Ersatz der Druckmaschine durch eine ortsfeste Anlage) soll unter Hinweis auf die Literatur*) nicht näher eingegangen werden.

Auf Gefällsbahnhöfen wird die Zuführungsgeschwindigkeit durch die Abtriebkraft des in Neigung stehenden Zuggewichtes erzeugt. Für die richtige Durchbildung des Längenprofils der Ablaufgleise auf Gefällsbahnhöfen fehlen in der Literatur eingehendere Untersuchungen. Die Schwierigkeit auf Gefällsbahnhöfen liegt darin, die Ablaufzüge in Gang zu bringen. Dies zeigt sich namentlich im Winter, wenn bei starker Kälte und unzweckmäßigem Achsenöl die innere Reibung sehr groß wird. In den Textabb. 2 bis 6 sind die Längenprofile der Ablaufgleise der größeren deutschen Gefällsbahnhöfe zusammengestellt.

Die Textabb. 2 bis 6 lassen erkennen, daß die durchschnittliche Neigung 1:100 beträgt. Auf mehreren Bahnhöfen (Dresden-Friedrichstadt vor dem Umbau, Nürnberg, Chemnitz-Hilberdorf) ist die durchgehende Neigung 1:100 nicht bis an das Ende der Ablaufgleise durchgeführt, sondern es sind zum Teil aus örtlichen Rücksichten, zum Teil auch aus falscher Sparsamkeit die Ablaufgleise nach dem Ende zu in flachere Neigung, ja sogar in Gegenneigung gelegt worden. Diese Anordnung hat während des größten Teiles des Jahres keine nachteilige Bedeutung, da der in Neigung stehende vordere Zugteil den in der flacheren Neigung stehenden Teil in der

Regel mit abzieht. Sehr nachteilig kann sich dagegen die flachere Neigung oder das Gegengefälle im Winter auswirken, wie z. Z. die Ausführungen von Wöhrle beweisen**). Wöhrle verlangt, »um eine Wiederholung der — besonders in dem strengen Winter 1921/22 in Nürnberg aufgetretenen — außerordentlichen Schwierigkeiten hintanzuhalten«, für einen Gefällsbahnhof »zwei Entwurfsbearbeitungen — die eine für reine Gefällsarbeit, die zweite für Lokomotivarbeit.« Die von Wöhrle

*) Verzeichnis der deutschen Literatur über Verschiebebahnhöfe 1926 von Reichsbahnrat Fr. Wagner.

***) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1925, Heft 14, Seite 238 »Grenzen der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Verschiebebahnhöfe durch Anwendung mechanischer Einrichtungen (moderne Rangiertechnik)« von Reichsbahnoberrat A. Wöhrle, Nürnberg.

beobachteten Schwierigkeiten wurden auf den sächsischen Gefällsbahnhöfen bei weitem nicht in dem in Nürnberg aufgetretenen Umfange festgestellt. Dies dürfte in erster Linie auf die günstigere Profilgestaltung der Ablaufgleise zurückzuführen sein; die durchschnittliche Neigung der Ablaufgleise und damit auch die Abtriebkraft der Züge ist größer. Für die Ausbildung der Neigung der Ablaufgleise auf Gefällsbahnhöfen bieten sich also zwei Möglichkeiten: entweder man wählt die Neigung so groß, daß auch unter ungünstigen Verhältnissen ein sicheres Ingangsetzen der Züge eintritt und bremst die nach dem Ingangsetzen überschüssige Abtriebkraft laufend ab, oder man wählt die Neigung so, daß nur verhältnismäßig wenig Abtriebkraft laufend abgebremst werden muß und für das Ingangsetzen eine Zusatzkraft verwendet wird. Ob man dafür, wie Wöhrl vorschlägt, Lokomotiven wählt oder ob man nicht besser auf eine ortsfeste Anlage zukommt, wäre zu untersuchen. Auf jeden Fall dürfte es notwendig sein, um die bei jedem Ablauf eintretenden Anfangszeitverluste zu verringern, im Gegensatz zu Chemnitz-Hilbersdorf den letzten Teil der Ablaufgleise in eine stärkere Neigung als 1:100 zu legen — wenigstens, wenn es ohne wesentliche Mehrkosten durchführbar ist. Hierdurch ist eine schnellere Überwindung der Anfangswiderstände gewährleistet.

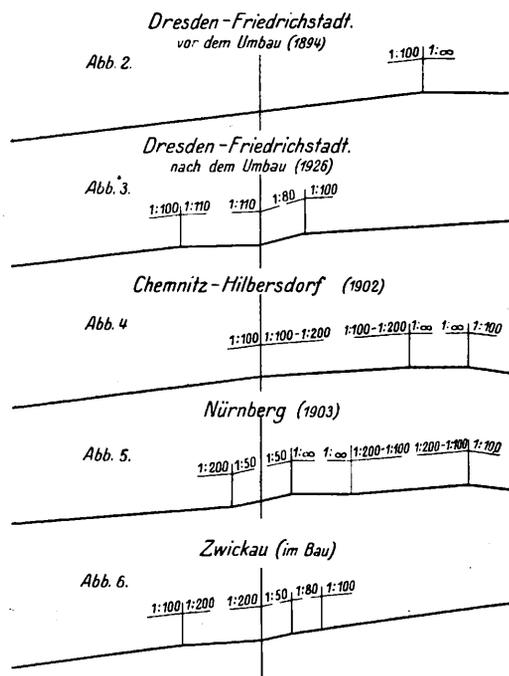


Abb. 2 bis 6. Längenprofile der Ablaufgleise von Gefällsbahnhöfen.

Zu 2. Die Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit erfolgt auf Flachbahnhöfen durch die Druckmaschine, die ihre Aufträge durch das Ablaufsignal (Signal X des Signalbuches) erhält. In neuerer Zeit ist man auf einigen Bahnhöfen dazu übergegangen, die Befehle vom Ablaufmeister an den Führer der Druckmaschine durch Fernsprecher oder Funkanlage zu übertragen. Diese Verbesserung erscheint dort zweckmäßig, wo beabsichtigt wird, die Zuführungsgeschwindigkeit je nach der Stärke der ablaufenden Gruppen zu wechseln. Ein merkbarer Gewinn an Ablaufzeit wird jedoch nur auf solchen Bahnhöfen eintreten, wo die durchschnittliche Gruppenstärke starken Schwankungen unterworfen ist. Auf Bahnhöfen mit geringer durchschnittlicher Gruppenstärke wird der in Hamm beschrittene Weg, die durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit durch Anwendung geeigneter Deutageschwindigkeitsmesser auf einer unveränderlichen Höhe zu halten, geeigneter sein.

Auf Gefällsbahnhöfen wird die Abtriebkraft durch die auf dem Ablaufzug verteilten sitzenden Bremsen geregelt. Für die Zahl der Bremsen gibt es auf den verschiedenen Bahnhöfen Erfahrungswerte, die von der Neigung der Ablaufgleise, dem durchschnittlichen Gewicht der Ablaufzüge und einer ganzen Reihe von sonstigen Einflüssen, so z. B. der durchschnittlichen Windrichtung, der Gleislage und dergl. mehr abhängen. Für Neigungen von 1:100 und Zuggewichte zwischen 800 und 1000 t sind mindestens drei Bremsen erforderlich, um den Zug sicher in der Gewalt zu behalten. Es ist ohne weiteres klar, daß eine derartige Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit an mehreren Punkten des Zuges große Nachteile mit sich bringt. Da der in Neigung abrollende Zug ohne entsprechende Abbremsung in gleichmäßig beschleunigter Bewegung ablaufen würde, müssen die Bremsen dauernd etwas angezogen bleiben. Die Bremskraft ist nun je nach der Gewichtsverminderung, die der ablaufende Zug durch den freien Ablauf von Gruppen am Abrollpunkte erleidet, dauernd zu vermindern. Diese ständige Regelung der Bremskraft ist bei mehreren Bremsen gleichmäßig schlechterdings nicht möglich. Sie kann annähernd nur dann erreicht werden, wenn die Abbremsung an einem einzigen Punkte vorgenommen wird, wie dies in Nürnberg bei dem schwachen Gefälle durch Besetzung des Zuges mit nur einem Bremser erreicht ist. (Hierbei ist es gleichgültig, daß der Ablaufzug bis zur Weichenstraße von dem sogenannten Hereinlasser und von da an durch den Schlufsbremser geführt wird.) Allerdings ist dieser Vorteil in Nürnberg durch die unter zu 1. beschriebenen Nachteile eines sehr schwachen Gefälles erkauft. Will man die Vorteile eines genügend großen Gefälles mit den Vorteilen einer einheitlichen Regelung der Zuführungsgeschwindigkeit verbinden, so dürfte die als Versuchsausführung auf einem Gefällsbahnhöfe geplante Aufhängung des Ablaufzuges an einem vom Rangiermeister am Ablaufpunkte ferngesteuerten Seil zum Nachlassen eine geeignete Lösung sein. Wenn darüber hinaus noch eine Zerlegung der Ablaufzüge vor Beginn des Ablaufs — wie auf einzelnen Flachbahnhöfen — erreicht werden soll, so müßten große Zulaufbremsen am Ende der einzelnen Ablaufgleise eingebaut werden. Die bisherigen Untersuchungen nach dieser Richtung hin ergaben neben großen technischen Schwierigkeiten so erhebliche Anlage- und Betriebskosten, daß die Wirtschaftlichkeit fraglich erscheint.

Zu 3. Das Zerlegen der Ablaufzüge in einzelne Gruppen geschieht vor dem Ablaufpunkte durch den sogenannten Loshänger, der mit einer Gabel oder einer Stange die vorher »langgehängte Kuppelung« herauswirft. Je feiner ein Zug zerlegt werden muß, um so größer wird die Arbeit für den Loshänger. Dies führt bei sehr weitgehender Zerlegung so weit, daß das Loshängen für die Zuführungsgeschwindigkeit überhaupt bestimmend ist. Durch die in letzter Zeit eingeführte Verstärkung der Kuppelung wird die Zerlegearbeit erschwert. In vielen Fällen ist bei zu geringer Weite des Zughakens ein Herauswerfen der Kuppelung mit der Gabel oder Stange überhaupt nicht möglich. In solchen Fällen muß der Zug ganz zum Halten gebracht und von Hand entkuppelt werden.

Auf einigen Flachbahnhöfen haben diese Schwierigkeiten dazu geführt, die Züge bereits vor Beginn des Ablaufs durch die sogenannten Lockerhänger in die einzelnen Gruppen zu zerlegen, eine Maßnahme, ohne die in Hamm eine durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit von 1,5 m wohl niemals zu erreichen gewesen wäre. Die vorzeitige Zerlegung eines Ablaufzuges in Einzelgruppen ist nur auf Flachbahnhöfen möglich, wo die Gleise nach dem Abrollpunkte zu ansteigen. Sie ist auch hier vom Sicherheitsstandpunkte aus nicht unbedenklich. Der Zug befindet sich nicht mehr in der Hand des Lokomotivführers. Beim Überfahren der Haltstellung des Ablaufsignals

oder beim Versagen der Fernsprech- oder Funkanlage kommen bis zum Stillstand der Lokomotive immer noch weitere Gruppen zum Ablauf, was bei Unfällen unter Umständen sehr nachteilig sein kann. Außerdem ist ein Zurückziehen des Zuges nicht mehr möglich. Immerhin dürften jedoch diese Nachteile im Vergleich zu den großen Vorteilen, die der Wegfall der Zerlegungsarbeit während des Ablaufes eines Zuges mit sich bringt, in Kauf zu nehmen sein.

Auf Gefällsbahnhöfen mit durchgehender Neigung der Ablaufgleise ist eine vorherige Zerlegung des Zuges in einzelne Gruppen nicht möglich. Hier muß an dem oben beschriebenen Verfahren des Loshängens der Kuppelung am Abrollpunkte festgehalten werden.

Es ist nach den obigen Darlegungen wohl ohne weiteres klar, daß das Zerlegen des Ablaufzuges nur bis zu einer gewissen Geschwindigkeit noch sicher möglich ist, wie auch nachstehende rechnerische Begründung ergibt. Beobachtungen ergaben, daß man für einen Trennungsvorgang (Abnehmen der Gabel von der Schulter, Auflegen auf den Puffer, Einstecken in die Kuppelung, Warten auf Stauchung, Herauswerfen der Kuppelung und Wiederaufschultern der Gabel) mit einer Zeitspanne von $z_0 = 6$ Sek. rechnen muß. Je nach der Größe der Zuführungsgeschwindigkeit hat sich in dieser Zeit der Zug eine gewisse Strecke bewegt, die der Losgabler wieder zurückgehen muß. Dieses Zurückgehen erfolgt mit einer Geschwindigkeit von $v_0 = 0,8$ bis $1,0$ m/Sek., so daß man bei einer durchschnittlichen Wagenlänge $l = 9,50$ m die zulässige Zuführungsgeschwindigkeit v_x aus folgender Gleichung ermitteln kann:

$$\frac{l}{v_x} = z_0 + \frac{z_0 v_0}{v_0}$$

Hieraus folgt:

$$v_x = \frac{v_0}{2} + \sqrt{\frac{4 l v_0 + v_0^2 z_0}{4 z_0}}$$

Für $l = 9,50$ m, $z_0 = 6$ Sek., $v_0 = 1$ m/Sek. ergibt sich eine mögliche Zuführungsgeschwindigkeit v_x von $0,85$ m/Sek. Viel ungünstiger werden die Verhältnisse bei kürzeren Wagen, einer längeren Zerlegungszeit und einer kleineren Geschwindigkeit für das Zurückgehen. Nimmt man $l = 6,50$ m, $z_0 = 8$ Sek. und $v_0 = 0,8$ m/Sek., so darf die mögliche Zuführungsgeschwindigkeit nur $0,50$ m/Sek. betragen. Hieraus geht deutlich hervor, in wie entscheidender Weise die Zuführungsgeschwindigkeit durch die Loshängearbeit beeinflusst wird. Bei kurzen Wagen und einer Zuführungsgeschwindigkeit von z. B. 1 m/Sek. ist der Loshänger nicht mehr in der Lage, bis zu seinem Standorte bei der vorhergehenden Trennung zurückzukommen. Der Standort des Loshängers wird sich bei Bahnhöfen mit festem Ablaufpunkt immer weiter nach dem Abrollpunkte zu verschieben, so daß schließlich die Zuführungsgeschwindigkeit stark vermindert oder der Zug ganz zum Halten gebracht werden muß, um dem Losgabler Zeit zu geben, wieder eine entsprechende Strecke zurückzulaufen. Auf Anlagen mit beweglichem Ablaufpunkte verschiebt sich der Abrollpunkt immer mehr talwärts, so daß er schließlich unmittelbar vor den ersten Verteilungsweichen liegt und der Ablauf unterbrochen werden muß.

Wenn diese Wechselbeziehungen zwischen der eigentlichen Zerlegungsarbeit und der Zuführungsgeschwindigkeit bisher in der vorstehend beschriebenen Deutlichkeit noch nicht in Erscheinung getreten sind, so ist dies eben darauf zurückzuführen, daß auf den Verschiebebahnhöfen einmal die durchschnittliche Zuführungsgeschwindigkeit dem mittleren Arbeitstempo des Losgablers angepaßt ist und zum anderen, daß in vielen Zügen größere Gruppen vorkommen, die es dem Loshänger möglich machen, eine bestimmte Strecke bergwärts zurückzugehen.

Der große Einfluss, den eine weitgehende Zerlegung der Züge auf die Gesamtleistung einer Ablaufanlage hat, soll noch an einem der Praxis entnommenen Beispiele kurz dargelegt werden:

Auf der in Textabb. 7 schematisch skizzierten Ablaufanlage wurden ursprünglich die Züge in den Ablaufgleisen nur nach den vier Hauptgruppen I, II, III und IV getrennt.

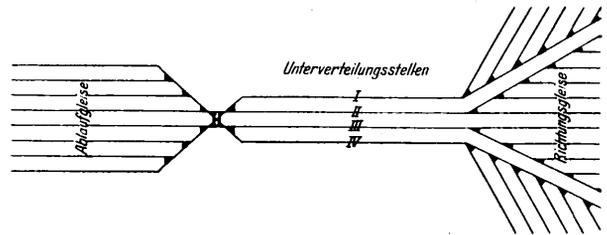


Abb. 7. Ablaufanlage mit Unterverteilungsstellen.

Die Zerlegungsarbeit war gering und die Zuführungsgeschwindigkeit verhältnismäßig groß, zumal auch trotz der geringen Neigung der Ablauframpe Schlechtläufer kaum in Erscheinung traten, weil sich die Laufunterschiede bei den in einer Gruppe laufenden Wagen gut ausgleichen. In den sogenannten Unterverteilungsstellen I, II, III und IV wurden die ankommenden Gruppen wieder angehalten und nach den einzelnen Richtungsgleisen »fein« zerlegt. Das Bestreben, den Ablaufbetrieb wirtschaftlicher zu gestalten, führte zur Auflösung der Unterverteilungsstellen und damit zum Aufgeben des sogenannten Gruppenablaufs und zur sofortigen Feinzerlegung auf dem Ablaufberge. Hierdurch wurde zwar eine größere Wirtschaftlichkeit erzielt, da die in den Unterverteilungsstellen tätigen Mannschaften eingezogen werden konnten, aber die gesamte Leistungsfähigkeit der Ablaufanlage sank auf dem einen Bahnhof um etwa 10% und auf dem anderen Bahnhof sogar um etwa 20% , weil das Mehr an Zerlegungsarbeit von 50 bis 60% von dem Loshänger bei der ursprünglichen Zuführungsgeschwindigkeit nicht mehr bewältigt werden konnte, und weil nunmehr die Laufunterschiede der einzelnen Wagen, namentlich bei Gegenwind, stärker in Erscheinung traten. Auch aus diesem Beispiele geht deutlich hervor, daß bei weitgehender Zerlegung die Arbeit des Loshängers von maßgebendem Einflusse auf die Zuführungsgeschwindigkeit und damit auf die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage ist.

Zu 4. Die Untersuchung der Vorflut nimmt bei der bisherigen wissenschaftlichen Behandlung der Ablaufanlagen den breitesten Raum ein.

Die Vorflut soll drei Forderungen erfüllen:

- Sie soll mindestens so groß sein (und braucht nur so groß zu sein!), daß die durch die Zuführungsgeschwindigkeit erreichbare Leistung des Ablaufberges mit Sicherheit abfließen kann.
- Sie soll ermöglichen, den Raumabstand zwischen zwei sich folgenden Wagengruppen im Bereiche der Verteilungsweichen so zu vergrößern, daß die Verteilungsweichen unter Wahrung der notwendigen Sicherungen noch umgestellt werden können.
- Sie soll die Laufunterschiede zwischen sich folgenden Wagengruppen nicht fühlbar in Erscheinung treten lassen.

Die Forderung zu a) läßt erkennen, daß auch für die Vorflut die Zuführungsgeschwindigkeit die bestimmende Größe ist. Zunächst muß bei einer Ablaufanlage geklärt sein, mit welcher Zuführungsgeschwindigkeit auf Grund der Überlegungen zu 1., 2. und 3. gearbeitet werden kann und soll, und erst dann sollte die Frage der Vorflut behandelt werden. Bei einem derartigen Vorgehen wird man davor bewahrt bleiben, die Forderungen an die Neigung der Ablauframpe, die Umstellungszeit der Verteilungsweichen, die notwendige Verzögerung in

den Gleisbremsen und u. U. auch die Besetzung der einzelnen Posten zu hochzuschrauben.

Die Forderung zu b) wird durch Einschaltung eines Steilgefälles mit anschließenden Gleisbremsen erreicht. Es ist ohne weiteres klar, daß diese Bedingung bei einer geringeren Zuführungsgeschwindigkeit und dem dadurch an sich großen Raumabstand der einzelnen Wagen leichter erfüllt werden kann, als wenn mit einer großen Zuführungsgeschwindigkeit gerechnet werden muß.

Die Forderung zu c) kann ebenfalls durch das unter b) behandelte Steilgefälle mit anschließender Gleisbremse oder durch einen sogenannten Beschleunigungsantrieb erfüllt werden.

Auf die weitere Behandlung der mit der Vorflut zusammenhängenden Fragen soll an dieser Stelle unter Hinweis auf die grundlegenden Arbeiten von Ammann, Dr. Frölich, Prof. W. Müller, Wagner, Wenzel u. a. nicht näher eingegangen werden. Es ist nur davor zu warnen, die Vorflut allein für die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage als maßgebend anzusehen. (Vergl. hierzu die weiteren Ausführungen in Abschnitt II bis IV.)

Das Ergebnis dieses Abschnittes kann wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage wird durch die Zuführungsgeschwindigkeit bestimmt.
2. Die Ablaufdauer eines Zuges sinkt mit wachsender Zuführungsgeschwindigkeit; Veränderungen in der Zuführungsgeschwindigkeit wirken sich jedoch um so weniger aus, je größer die Zuführungsgeschwindigkeit wird.
3. Die Größe der Zuführungsgeschwindigkeit ist abhängig:
 - a) von der Stärke der Druck- bzw. Abtriebskraft,
 - b) von der Regelung der Druck- bzw. Abtriebskraft,
 - c) von der Zerlegungsarbeit,
 - d) von der Vorflut.
4. Der Einfluß der Stärke und der Regelung der Druckkraft auf die Zuführungsgeschwindigkeit ist auf Gefällsbahnhöfen größer als auf Flachbahnhöfen, da auf diesen in der Drucklokomotive eine Kraftquelle zur Verfügung steht, die sich den wechselnden Anforderungen leicht anpassen läßt.
5. Das Zerlegen eines Zuges beeinflusst die Zuführungsgeschwindigkeit entscheidend, wenn die durchschnittliche Gruppenstärke des Zuges gering ist.
6. Die Neigung der Ablauframpe ist so zu wählen, daß die bei einer als notwendig und erreichbar erkannten Zuführungsgeschwindigkeit möglichen Leistungen glatt abfließen können.

II. Der Einfluß der Zwischenzeiten auf die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage.

Zwischen je zwei ablaufenden Zügen liegt eine gewisse Zeitspanne, die »Zwischenzeit«. Hierbei ist unter Zwischenzeit nur die betrieblich mindestens notwendige Zeit zwischen dem Ablaufe des letzten Wagens eines Zuges und dem des ersten Wagens des folgenden Zuges, nicht aber die Unterbrechung des Ablaufs z. B. durch einfahrende Züge, wegfahrende Zugmaschinen, Beidrücken in den Richtungsgleisen, Essenspausen, mangelnder Zulauf oder dergl. mehr zu verstehen.

Die Zwischenzeit ist wesentlich von der Grundrissgestaltung und von der betrieblichen Organisation abhängig. Für die folgenden Überlegungen soll angenommen werden, daß die

betriebliche Leitung und Überwachung einwandfrei ist, so daß die Zwischenzeiten nur das unbedingt notwendige Maß haben.

In bezug auf die Grundrissgestaltung muß man zwei Fälle unterscheiden:

- a) Der Abrollpunkt liegt innerhalb der Ablaufgleise (Textabb. 8),
- b) der Abrollpunkt liegt in einem Verbindungsgleis zwischen Ablauf- und Richtungsgleisgruppe (Textabb. 9).

Theoretisch läßt sich ohne Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit für beide Fälle eine Betriebsführung konstruieren, die einen ununterbrochenen Ablauf gestattet. In der Praxis und unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit sind Zwischenzeiten jedoch nicht vermeidbar.

Auf Flachbahnhöfen mit Eselsrücken ist die Grundrisslösung a) heute aufgegeben. Die zunehmende steilere Gestaltung der Ablauframpe würde immer mehr dazu führen, die Verteilungsweichen in die Steilrampe und in die Ausrundungsbogen zu legen, was vom Standpunkte der Sicherheit und Unterhaltung Nachteile bringt, die eine Bevorzugung der Lösung b) gerechtfertigt erscheinen lassen. Nur Derikartz hat in neuerer Zeit in Verbindung mit seinem ortsfesten Antrieb die Lösung a) wieder aufgegriffen*).

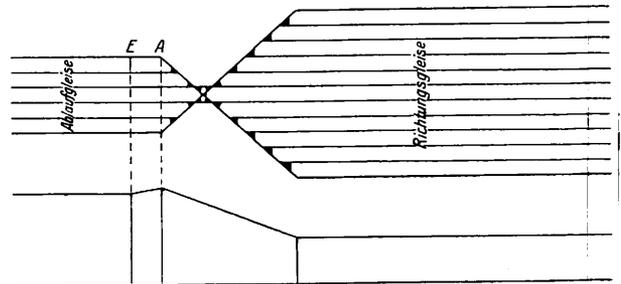


Abb. 8. Grundriss und Längsprofil einer Ablaufanlage mit dem Abrollpunkt innerhalb der Ablaufgleise.

Bei Grundrisslösung a) (Textabb. 8) wird der Zug mit seinem ersten Wagen E in seiner bestimmten Entfernung vom Ablaufpunkte A entfernt stehen, für die man etwa 80 m annehmen kann. Man kann damit rechnen, daß nach dem Abrollen des letzten Wagens zur Umstellung der Weichen, zur Abgabe des Signals für den Beginn des Abdrückens des nächsten Zuges und zur Aufnahme und Ausführung des dadurch gegebenen Auftrages durch den Drucklokomotivführer etwa 1,5 Min. vergehen. Als Fahrzeit für die Strecke E bis A muß man bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 0,6 m/Sek. mindestens 2 Min. rechnen, so daß die Zwischenzeit bei Verwendung von mindestens zwei Druckmaschinen etwa 3 bis 4 Min. betragen wird. Ist nur eine Druckmaschine vorhanden, so erhöht sich die Zwischenzeit um die Fahrzeit der Maschine vom Abrollpunkte bis zum Ansetzen an den nächsten Zug, wofür je nach der Anlage 4 bis 8 Min. in Ansatz zu bringen sind.

Die gleichen Überlegungen gelten für die Grundrisslösung b) (Textabb. 9). Hier wären beim Vorhandensein von zwei Druckmaschinen die gleichen Zwischenzeiten von 3 bis 4 Min. anzunehmen, wenn während des Abdrückens eines Zuges der nächste Zug schon bis zum Punkte E' vorgefahren werden könnte. Diese — vielfach gemachte — Annahme trifft in der Praxis täglich nur in wenigen Fällen zu, weil die betrieblichen Verhältnisse selten so günstig liegen, daß in jeder Hälfte der Einfahrgruppe ständig mindestens ein Zug abdrückbereit steht. Man muß also im Durchschnitt damit rechnen, daß die Züge vom Punkte E aus bis zum Abrollpunkte A herangeführt werden

*) Verkehrstechn. Woche 1926, Heft 37, S. 484 „Eselsrücken oder Auffahrrampe?“ („Beitrag zur Frage der Mechanisierung und Rationalisierung der Umstellungsarbeit“) von Reg.-Baurat Dr. Ing. Derikartz, Koblenz.

müssen. In solchen Fällen muß bei Verwendung von mindestens zwei Druckmaschinen mit einer Zwischenzeit von 4 bis 7 Min. und bei Verwendung von nur einer Druckmaschine je nach der Anlage und dem Fahrplan mit 8 bis 15 Min. gerechnet werden.

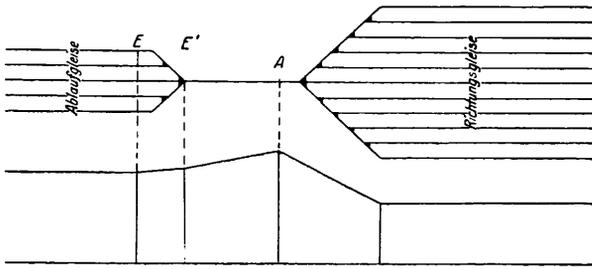


Abb. 9. Grundriss und Längsprofil einer Ablaufanlage mit dem Abrollpunkt in einem Verbindungsgleis zwischen Ablauf- und Richtungsgleisgruppe.

Auf Gefällsbahnhöfen ist die Zwischenzeit zwischen zwei Abläufen wesentlich geringer als auf Flachbahnhöfen, da die Druckmaschinen fehlen.

Bei den sächsischen Gefällsbahnhöfen ist die Grundrisslösung a) (Textabb. 8) vorherrschend. Durch eingehende Zeitstudien wurde die Zwischenzeit hier im Durchschnitt zu 0,7 bis 1,0 Min. festgestellt.

Auf dem nach Lösung b) (Textabb. 9) gebauten Gefällsbahnhöfen Nürnberg soll — theoretisch — ein Zeitverlust für Zwischenzeit überhaupt nicht eintreten, weil die Betriebsführung so gedacht ist, daß die sich folgenden Ablaufzüge aneinander gefädelt werden und somit der Ablauf im ununterbrochenen Flusse stattfinden kann. Örtliche Beobachtungen lassen jedoch erkennen, daß das Anfädeln nur in wenigen Fällen ohne Zeitverlust möglich ist. Die Geschwindigkeit des nachfolgenden Zuges muß beim Nachlassen zum Anfädeln größer sein als die des ablaufenden Zuges, um den Abstand, der im ungünstigsten Falle = E bis E', zu überwinden. Da nun ein Aufstoßen an die letzten Wagen des vorhergehenden Zuges unbedingt zu vermeiden ist, muß diese größere Zuführungsgeschwindigkeit im Augenblick des Anfädelns bis auf die des vorhergehenden

Zuges herabgemindert sein. Es ist ohne weiteres klar, daß ein derartig genaues Arbeiten im laufenden Betriebe ausgeschlossen ist. Selbst wenn eine sichtbare Unterbrechung des Ablaufs nicht zu bemerken ist, tritt eine Zwischenzeit in verschleierter Form dadurch ein, daß die letzten Wagen des ersten Zuges und die ersten Wagen des folgenden Zuges langsamer ablaufen. Man wird auch bei diesem Bahnhof mit einer durchschnittlichen Zwischenzeit von 1 Min. rechnen müssen.

Vorstehende Überlegungen lassen erkennen, daß Zwischenzeiten auf Verschiebebahnhöfen praktisch unvermeidbar sind. Die Grenzen liegen je nach dem System und nach der vorhandenen Grundrisslösung sowie der Zahl der eingesetzten Druckmaschinen zwischen 0,7 und 15 Min. Untersucht man nun den Einfluß dieser Zwischenzeiten t_0 auf die Leistung einer Ablaufanlage im Zeitabschnitte T, so ergibt sich die Zahl der mit einer durchschnittlichen Ablaufdauer t abgelaufenen Züge L zu

$$L = \frac{T}{t + t_0}$$

Unter Berücksichtigung des auf Seite 4 errechneten Wertes

$$t = \frac{nl}{v}$$

wobei n = Zahl der Wagen,

l = im Durchschnitt auf einen Wagen entfallende Länge in m

und v = Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.

war, ergibt sich

$$L = \frac{T}{\frac{nl}{v} + t_0} = \frac{Tv}{nl + t_0 v}$$

Hieraus folgt, daß mit zunehmender Zuführungsgeschwindigkeit die Leistung einer Ablaufanlage nur bei $t_0 = 0$, also ohne Zwischenzeiten gradlinig anwächst. Sind Zwischenzeiten t_0 vorhanden, so wirken sich diese bei zunehmender Zuführungsgeschwindigkeit immer ungünstiger auf die Gesamtleistung aus.

In Zusammenstellung 3 sind die stündlichen Leistungen einer Ablaufanlage in Zügen bei Annahme von 60 Wagen

Zusammenstellung 3. Leistungsfähigkeit (in Zügen) einer Ablaufanlage in 1 Stunde. Zusammenstellung der Leistungswerte. Zugstärke = 60 Wagen. (Durchschnittliche Wagenlänge = 9,50 m, Länge des Zuges = 570 m.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Lfd. Nr.	Zuführungsgeschwindigkeit in m/Sek.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
1	Ablaufdauer in Sekunden	1900,0	1425,0	1140,0	950,0	814,3	712,5	633,3	570,0	518,2	475,0	438,5	407,1	380,0	356,3	335,3	316,7	300,0	285,0
2	Ablaufdauer in Minuten	31,67	23,75	19,00	15,83	13,57	11,88	10,56	9,50	8,64	7,92	7,31	6,79	6,33	5,94	5,59	5,28	5,00	4,75
3	Zwischenzeiten in Minuten	0	1,89	2,53	3,16	3,79	4,42	5,05	5,68	6,32	6,94	7,58	8,21	8,84	9,48	10,10	10,73	11,36	12,00
4	0	1,89	2,53	3,16	3,79	4,42	5,05	5,68	6,32	6,94	7,58	8,21	8,84	9,48	10,10	10,73	11,36	12,00	12,63
5	1	1,84	2,42	3,00	3,57	4,12	4,66	5,19	5,71	6,22	6,73	7,22	7,70	8,19	8,65	9,10	9,55	10,00	10,43
6	2	1,78	2,33	2,86	3,37	3,85	4,32	4,78	5,22	5,64	6,05	6,44	6,83	7,20	7,56	7,91	8,24	8,57	8,89
7	3	1,73	2,24	2,73	3,19	3,62	4,03	4,42	4,80	5,15	5,49	5,82	6,13	6,43	6,71	6,98	7,25	7,50	7,74
8	4	1,68	2,16	2,61	3,03	3,41	3,78	4,12	4,44	4,75	5,03	5,31	5,56	5,81	6,04	6,26	6,47	6,67	6,86
9	5	1,64	2,09	2,50	2,88	3,23	3,55	3,86	4,14	4,40	4,64	4,87	5,09	5,30	5,48	5,67	5,84	6,00	6,15
10	6	1,59	2,02	2,40	2,75	3,07	3,36	3,62	3,87	4,10	4,31	4,51	4,69	4,87	5,03	5,18	5,32	5,45	5,58
11	7	1,55	1,95	2,31	2,63	2,92	3,18	3,42	3,64	3,84	4,02	4,19	4,35	4,50	4,64	4,77	4,89	5,00	5,11
12	8	1,51	1,89	2,22	2,52	2,78	3,02	3,23	3,43	3,61	3,77	3,92	4,06	4,19	4,30	4,42	4,52	4,62	4,71
13	9	1,48	1,83	2,14	2,42	2,66	2,87	3,07	3,24	3,40	3,55	3,68	3,80	3,91	4,02	4,11	4,20	4,29	4,36
14	10	1,44	1,78	2,07	2,32	2,55	2,74	2,92	3,08	3,22	3,35	3,47	3,57	3,67	3,76	3,85	3,93	4,00	4,07
15	11	1,41	1,73	2,00	2,24	2,44	2,62	2,78	2,93	3,05	3,17	3,28	3,37	3,46	3,54	3,62	3,69	3,75	3,81
16	12	1,37	1,68	1,94	2,16	2,35	2,51	2,66	2,79	2,91	3,01	3,11	3,19	3,27	3,34	3,41	3,47	3,53	3,58
17	13	1,34	1,63	1,88	2,08	2,26	2,41	2,55	2,67	2,77	2,87	2,95	3,03	3,10	3,17	3,23	3,28	3,33	3,38
18	14	1,31	1,59	1,82	2,01	2,18	2,32	2,44	2,55	2,65	2,74	2,82	2,89	2,95	3,01	3,06	3,11	3,16	3,20
19	15	1,29	1,55	1,76	1,95	2,10	2,23	2,35	2,45	2,54	2,62	2,69	2,75	2,81	2,87	2,91	2,96	3,00	3,04

starken Zügen mit 9,50 m durchschnittlicher Wagenlänge bei Zwischenzeiten von 0 bis 15 Min. und einer von 0,3 bis 2,0 m/Sek. steigenden Zuführungsgeschwindigkeit errechnet.

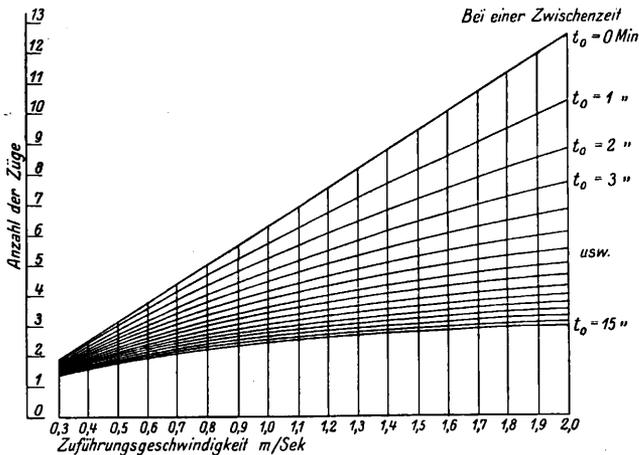


Abb. 10. Stündliche Leistungen einer Ablaufanlage in Zügen bei Annahme von 60 Wagen starken Zügen mit 9,50 m durchschnittlicher Wagenlänge bei Zwischenzeiten von 0 bis 15 Min. und Zuführungsgeschwindigkeit von 0,3 bis 2,0 m/Sek.

Die Werte der Zusammenstellung 3 sind in Textabb. 10 zeichnerisch aufgetragen. Aus dieser geht mit überzeugender Deutlichkeit hervor, welche entscheidende Rolle die Zwischenzeit spielt. Die gleichen Leistungen z. B. von fünf Zügen in 1 Std. können bei einer Zwischenzeit von nur 1 Min. schon mit einer Zuführungsgeschwindigkeit von 0,86 m/Sek. erreicht werden, während bei einer Zwischenzeit von 5 Min. bereits eine Zuführungsgeschwindigkeit von 1,36 m/Sek. erforderlich ist, und bei größeren Zwischenzeiten die erstrebte Leistung mit einer innerhalb der praktisch vorkommenden Grenzen liegenden Zuführungsgeschwindigkeit überhaupt nicht mehr erreichbar ist.

Zusammenstellung 3 läßt ferner erkennen, daß der Einfluß der Zunahme der Zwischenzeit um 1 Min. auf die Leistungsfähigkeit um so geringer wird, je größer die Zwischenzeit an sich ist. Vergl. auch Textabb. 11.

Man erkennt, daß eine Änderung der Zwischenzeit um so größere Bedeutung hat, je kleiner die Zwischenzeit an sich ist. Während ein Anwachsen der Zwischenzeit von 1 auf 2 Min. eine Leistungsminderung von 49 v. H. eines Zuges = 30 Wagen bringt, hat ein Anwachsen der Zwischenzeit von 14 auf 15 Min. nur eine Abnahme der stündlichen Leistungsfähigkeit von 10 v. H. eines Zuges = 6 Wagen zur Folge.

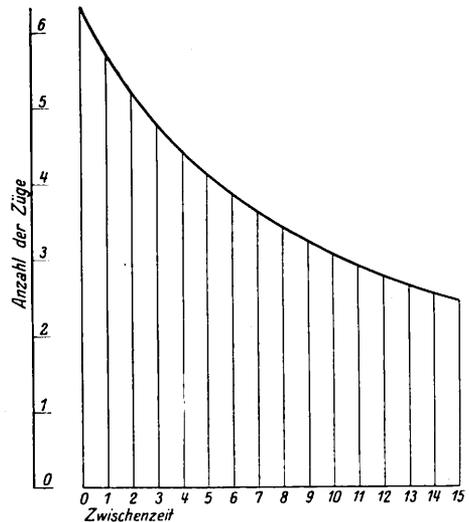


Abb. 11. Leistungsverminderung bei Zunahme der Zwischenzeit um je 1 Min. (Zuführungsgeschwindigkeit = 1,0 m/Sek., Zugstärke = 60 Wagen.)

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Einfluß der Zwischenzeit auf die Leistungsfähigkeit einer Ablaufanlage außerordentlich groß ist. Die Zwischenzeit wirkt sich um so ungünstiger aus, je mehr die Zuführungsgeschwindigkeit anwächst. Veränderungen in der Zwischenzeit sind von um so größerer Bedeutung, je kleiner die Zwischenzeit an sich ist. (Schluß folgt.)

Der Bahnhof Markham der Illinois Central-Eisenbahn.

Von Geh. Regierungsrat Wernecke, Berlin-Zehlendorf.

Etwa 37 km südlich von Chicago hat die Illinois Central-Eisenbahn zwischen Harvey und Homewood bei Hazelcrest einen großen Verschiebebahnhof errichtet, der den gesamten Güterverkehr dieser Eisenbahn über Chicago aufnehmen und so die Anlagen im Innern der Stadt entlasten soll. Zu Ehren ihres Präsidenten hat sie ihn Markham genannt. Geplant war dieser Bahnhof zwar bereits im Jahre 1907, es dauerte aber noch bis 1917, ehe die Genehmigung zu seinem Bau erlangt wurde, und im März 1926 wurde seine Gleisgruppe für die nach Norden fahrenden Züge in Betrieb genommen. Schon aus diesen Zeitangaben ist ersichtlich, daß dem Bau sorgfältige Vorarbeiten vorausgegangen sind; er verkörpert die neuesten Anschauungen, die auf dem Gebiete des Baus und Betriebs von Verschiebebahnhöfen unter maßgebenden Fachleuten der Vereinigten Staaten heute herrschen, und es lohnt daher, sich mit seinen Anlagen des näheren zu beschäftigen.

Ehe man sich entschloß, Gelände für einen neuen Verschiebebahnhof zu erwerben, war eingehend erörtert worden, ob man nicht bestehende Anlagen umbauen solle; man kam dabei aber zur Ablehnung derartiger Pläne. Es wurde deshalb an der schon bezeichneten Stelle eine Fläche von 263 ha erworben, um auf ihr den neuen Bahnhof zu errichten. Die Baustelle wurde deshalb gewählt, weil sie noch südlich von

den Stellen liegt, an denen die Illinois Central-Eisenbahn von Süden kommende Güterwagen an andere, in Chicago einmündende Eisenbahnen abgibt, also verlorene Bewegungen der Übergangswagen durch ihre Aussonderung in Markham ausgeschaltet wurden. Außerdem liegt der neue Bahnhof so, daß nach der allgemeinen Einführung elektrischer Zugförderung im Vorortverkehr von Chicago, die im Gange ist, die Fernzüge in Markham ihre Dampflokomotive gegen eine elektrische umtauschen und so rauchfrei in Chicago einfahren können.

Der ganze Bahnhof (Abb. 1) liegt im Auftrag mit Ausnahme eines kurzen Einschnitts am Süden. Der Höhenunterschied des sanft ansteigenden Geländes zwischen seinen beiden Enden beträgt etwa 15 m. Zur Herstellung der Bahnhoffläche in richtiger Höhe waren etwa vier Millionen Kubikmeter Massen zu schütten, von denen etwa eine Million aus einer Seitenentnahme in der Nähe herrührt. Der größte Teil der Schüttung besteht aus Sand, der in den Dünen von Indiana gewonnen wurde. Auch Abraummassen, Bauschutt u. dergl. aus Chicago und Umgegend wurden beim Bau des Bahnhofs Markham mit untergebracht. Die größte Höhe der Schüttung beträgt 8,15 m.

Der Bahnhof Markham besteht aus zwei selbständigen Einheiten: einer Anlage für den Verkehr nach Norden, also nach Chicago zu, und einer Anlage für den Verkehr nach

Süden. In der letztgenannten Richtung herrscht der Verkehr mit leeren Wagen vor; er macht 60 v. H. des Gesamtverkehrs aus; im übrigen wird in dieser Richtung meist Stück- und Eilgut versandt. In der Gegenrichtung bringt der größere Teil des Wageneingangs Kohle; dieser Verkehr macht etwa 55 v. H. der Gesamtmenge aus; die übrigen 45 v. H. sind Bauholz, Getreide und andere Güter. Unter den Gütern, die in Markham in der Richtung nach Chicago umgeschlagen werden, sind auch zahlreiche leicht verderbliche Sendungen, deren Behandlung Eile erfordert; ein weiterer erheblicher Bestandteil dieses Verkehrs ist wie in der Gegenrichtung Eilgut, und dazu kommen noch erhebliche Mengen Öl. Ein in der Richtung nordwärts in Markham einlaufender Zug bringt im allgemeinen eine Ladung von etwa 3500 t.

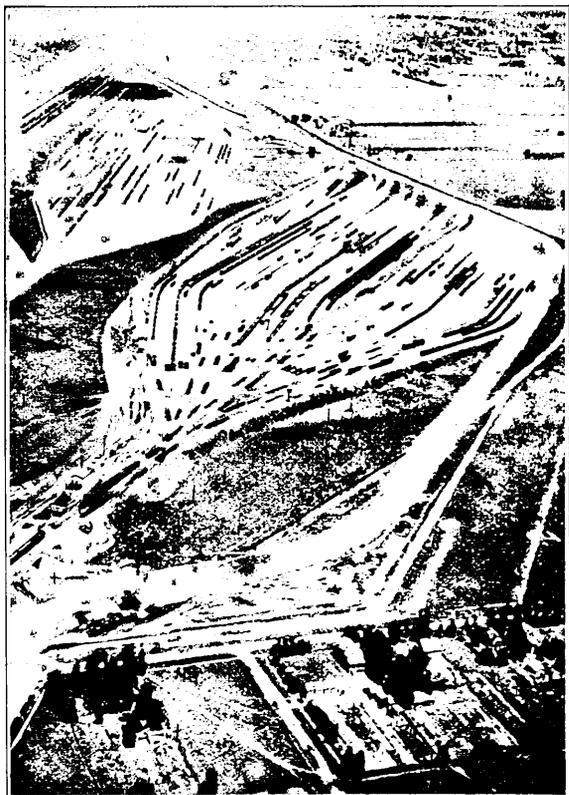


Abb. 1. Bahnhof Markham (Luftbild).

Die beiden Einheiten, die den Bahnhof Markham bilden, bestehen ihrerseits wieder aus je drei Teilen: der Gruppe der Einfahrgleise, den Ordnungsgleisen und der Gruppe der Ausfahrgleise. Die beiden Bahnhofseinheiten liegen in der Querrichtung nebeneinander, mit ihren einzelnen Gruppen etwas gegeneinander verschoben. Zwischen beiden sind eine Anzahl Gleise zum Abstellen beschädigter Wagen und die Anlagen zum Instandsetzen derartiger Wagen angeordnet.

Der für den Verkehr nach Norden bestimmte Bahnhofsteil, der, wie schon erwähnt, am 8. März 1926 in Betrieb genommen worden ist, ist so gebaut, daß die Wagen ihn ohne Umkehr durchlaufen. Der ankommende Zug wird von seiner Lokomotive in den Einfahrgleisen abgestellt, worauf ihn eine Bahnhofslokomotive über den Eselsrücken drückt. Über eine Wage abrollend, gelangen die Güterwagen in die Ordnungsgleise, von wo sie durch eine Bahnhofslokomotive den Ausfahrgleisen zugeführt werden, um dort nach Erledigung der Abfertigungsarbeiten von der Lokomotive übernommen zu werden, die sie auf der freien Strecke weiterbefördert.

Die Einfahrgruppe dieses Bahnhofsteils besteht aus zwölf Gleisen, von denen die einzelnen Stränge je 90 bis 110, alle

zusammen 1040 Wagen aufnehmen können. Die Möglichkeit, die Zahl der Gleise auf 18, die Zahl der hier unterzubringenden Wagen dadurch auf 1660 zu steigern, ist vorgesehen. Neben diesen Gleisen befindet sich eine kleine Anlage von fünf Gleisen für je 40 Wagen, die, von Chicago eingehend, in derselben Richtung wieder ausfahren müssen.

Die Einfahrgleise laufen in der Richtung auf den Eselsrücken in eine zweigleisige Weichenstraße zusammen. Während auf dem einen dieser Gleise ein Zug auf den Eselsrücken gedrückt wird, kann im anderen die Lokomotive eines unterdessen eingetroffenen Güterzugs nach den Lokomotivanlagen gelangen; sie braucht also nicht zu warten, bis der ablaufende Zug die Weichenstraße der Einfahrgleise frei gemacht hat. Beide Bewegungen gehen unabhängig voneinander vor sich. Von dieser Einrichtung verspricht man sich besonderen Erfolg für die Wirtschaftlichkeit des Betriebs.

Der Eselsrücken ist verstellbar; er kann um 30 cm gehoben werden. Ungefähr 30 m von seiner Mitte entfernt ist eine die Wagengewichte selbsttätig aufzeichnende Wage von 18,3 m Länge mit einer Leistung bis 150 t eingebaut. Nach der Wage zu fällt das Ablaufgleis auf 10,7 m Länge unter 1:31 (3,25 v. H.), woraus sich eine Höchstgeschwindigkeit von 11,3 km in der Stunde beim Überfahren der Wage ergibt. Zwischen der Wage und dem Ende der Ordnungsgleise liegt eine Strecke von 915 m. Die Gefälle sind so berechnet, daß ohne den Gebrauch von Gleisbremsen die Wagen mit etwa 19 km Stundengeschwindigkeit am Ende der Ordnungsgleise ankommen würden. Die Wage liegt in einem 25 m langen Gefälle 1:100; dann setzt ein Gefälle von 1:33 auf 29 m Länge ein. Die nächsten 56,4 m fallen unter 1:62,5 (1,6 v. H.); dann ist das Gefälle auf 13,7 m Länge wieder auf 1:100 abgemildert, um hierauf aber wieder in 1:77 (1,3 v. H.) auf 24,3 m Länge überzugehen. Dann folgen weitere Gefällstrecken von 1:100 auf 21,35 m, 1:77 auf 22,9 m, 1:100 auf 222,6 m, 1:166 auf 91,5 m und endlich 1:335 bis ans Ende der Gleise. Im allgemeinen läuft der Zug mit einer Geschwindigkeit von 3,2 km in der Stunde über den Eselsrücken, bei starkem Verkehr kann diese Geschwindigkeit auf 4,8 km gesteigert werden. Der beschränkte Raum machte es nötig, die erste Weiche der Ordnungsgleise näher an den Eselsrücken heranzuschieben, als erwünscht wäre. Etwa 120 m wäre die regelrechte Entfernung; sie mußte aber auf 81,75 m verkürzt werden, um die nötige Länge der Ordnungsgleise zu schaffen. Der Abstand zwischen zwei ablaufenden Wagen wird durch die Geschwindigkeit bestimmt, mit der der Zug über den Eselsrücken gedrückt wird. Bei der Höchstgeschwindigkeit von 4,8 km in der Stunde beträgt der Zeitabstand zwischen den aufeinander folgenden Wagen etwa neun Sekunden; wenn ein beladener Wagen hinter einem leeren abrollt, kann der Abstand auf sieben Sekunden herabgehen, bis die erste Weiche erreicht ist; diese Zeit genügt, um die Weiche umzustellen.

Die Zahl der Ordnungsgleise für den Verkehr nach Norden beträgt 67; neben dieser Gruppe befindet sich noch eine kleine Anlage, bestehend aus 13 kurzen Gleisen, zur Aufnahme von Kohlenwagen, die hier noch besonders geordnet werden müssen, ehe sie den Anschlussgleisen der gewerblichen Unternehmen zwischen Harvey und Chicago zugeführt werden. Die 67 Gleise der Hauptanlage können einzeln 20 bis 40 Wagen, zusammen 2572 Wagen aufnehmen. Zwei von den Gleisen sind für Getreidewagen vorbehalten, aus denen hier Proben zur Bestimmung der Art des Getreides entnommen werden. Zwei Gleise dienen zur Vornahme kleinerer Instandsetzungen an den Wagen; von diesen aus werden die Wagen, nachdem die Schäden beseitigt sind, auf den Eselsrücken zurückgeholt, um von dort dem richtigen Gleis zuzurufen. Auf einem besonderen Gleis werden Wagen, an denen größere Instandsetzungsarbeiten nötig sind, herausgezogen, um den Ausbesserungsanlagen zu-

geführt zu werden. Die Ordnungsgleise sind in Gruppen zu zehn geteilt; jede Gruppe hat ihre Weichenstraße an dem dem Eselsrücken zugekehrten Ende; am anderen Ende sind je fünf Gleise durch eine Weichenstraße zusammengefaßt. Dadurch daſs am unteren Ende je fünf und nicht wie am oberen Ende je zehn Gleise in einer Weichenstraße vereinigt sind, ist erheblich an nutzbarer Gleislänge gewonnen worden. Die Anordnung der Weichenstraßen hat zwar zur Folge, daſs die Wagen mehr Krümmungen durchlaufen müssen; durch steilere Neigungen ist aber dafür ein Ausgleich geschaffen. Die Weichen haben alle eine Herzstückneigung von 1:8; die Krümmungen der Ordnungspläne haben 175 m Halbmesser. Der Gleisabstand beträgt 4,12 m von Mitte zu Mitte Gleis; zwischen den Gruppen ist abwechselnd 5,8 m und 10,4 m Abstand.

Die Ausfahranlage nach Norden faßt auf zwölf Gleisen 800 Wagen. Sie kann bei vollständigem Ausbau auf 20 Gleise zu 80 Wagen gebracht werden. Ausschlaggebend für diese Bemessung war der Umstand, daſs für einen Überführungszug nach Chicago 80 Wagen die Zahl sind, die wirtschaftlich von einem solchen Zug an ihr Ziel gebracht werden können. Der Gleisabstand in diesem Bahnhofsteil beträgt 4,12 m; zwischen je fünf Gleisen ist ein Abstand von 5,2 m. In den so geschaffenen freien Flächen sollen später die Leitungsmaste aufgestellt werden, wenn der Verkehr nach Chicago elektrisch bedient wird.

Der für den Verkehr nach Süden bestimmte Bahnhofsteil ist grundsätzlich ebenso angelegt wie der eben beschriebene; nur in der Zahl und der Länge der Gleise weicht er von jenem etwas ab. Auch er besteht aus den drei Gruppen: Einfahr-, Ordnungs- und Ausfahrgleise. In den zwölf Einfahrgleisen finden 1023 Wagen Platz; die Zahl der Gleise kann auf 20, ihre Aufnahmefähigkeit auf 1694 Wagen gesteigert werden. Die Gruppe der Ordnungsgleise besteht aus 43 Gleisen, die Raum für je 20 bis 60 Wagen, zusammen für 1623 Wagen bieten; sie sind länger als diejenigen der entsprechenden Anlage für die Gegenrichtung. Auch hier sind zwei Gleise für Wagen vorhanden, an denen kleine Instandsetzungen vorzunehmen sind, und ein Verbindungsgleis ermöglicht die Überführung von Wagen zu den Anlagen für größere Ausbesserungen. Die Ausfahrgleise auf dieser Seite sind erheblich länger als diejenigen des Bahnhofsteils für den Verkehr nach Norden, weil hier sehr lange Züge mit meist leeren Wagen für die Kohlenzechen im südlichen Illinois zu bilden sind; sie haben eine Gleislänge für je 110 bis 120 Wagen. Zur Zeit beträgt ihre Zahl zehn, und sie können 950 Wagen aufnehmen. Die Anlage kann auf 18 Gleise für 1718 Wagen erweitert werden.

Zwischen beiden Bahnhofsteilen liegen die Gleise für die Zugführerwagen, die bekanntlich in Amerika an das Ende des Zuges gestellt zu werden pflegen. Die Gleise sind so eingerichtet, daſs nach der Einfahrt der Zugführerwagen, der vor Beginn des Abdrückens von seinem Zug losgelöst wird, einem in der Gegenrichtung ausfahrenden Zug zugeführt werden kann. Zwischen den beiden Bahnhofsteilen sind die schon erwähnten Gleise zur Aufnahme instandsetzungsbedürftiger Wagen mit den dazu nötigen Gebäuden untergebracht. Diese Anlagen bieten zur Zeit Raum für 1180 beschädigte Wagen, sie können aber so erweitert werden, daſs noch weitere 670 Wagen hier aufgestellt werden können. Daneben liegt eine Halle zur Ausführung der Instandsetzungsarbeiten, für die eine zeitgemäße Ausstattung mit allen dazu nötigen Vorrichtungen vorgesehen ist.

An den Ausfahrenden der beiden Bahnhofsteile sind Druckluftleitungen vorhanden, um die Bremsprobe an den fertig zusammengestellten Güterzügen vornehmen und deren Luftleitungen füllen zu können. Zur Erzeugung der Druckluft sind zwei Anlagen mit elektrischem Antrieb vorhanden, so daſs beim Versagen der einen die andere einspringen kann.

Abgesehen vom Eselsrücken und den Ordnungsgleisen, deren Neignungsverhältnisse bereits beschrieben worden sind, liegt der für den Verkehr nach Norden bestimmte Teil des Bahnhofs Markham in einer Neigung von 1:285 (0,35 v. H.), der dem Verkehr in der Gegenrichtung dienende Teil in einer Neigung von 1:180 (0,055 v. H.). Die Höhenlage an den Anschlussstellen ergab sich aus den örtlichen Verhältnissen, durch die die Höhenlage der durchgehenden Hauptgleise festgelegt war. Die steilere Steigung in der Richtung nach Süden erschien deshalb zulässig, weil in dieser Richtung meist nur Leerzüge verkehren.



Abb. 2. Blick auf Bahnhof Markham vom Turm T und in das Innere dieses Turms.

Unter den Besonderheiten des Bahnhofs Markham nimmt die erste Stelle der weitgehende Einbau von Gleisbremsen ein. Nicht weniger als 121 solcher Vorrichtungen sind auf die Ordnungsgleisanlagen der Nordseite verteilt. Sie nehmen 2157 m Schienenlänge ein. Für sie ist eine amerikanische Bauart mit Druckluftantrieb und elektrischer Steuerung gewählt worden, die sich bereits bei einer Anwendung im Bahnhof Gibson der Indiana-Ilafen-Gürtelbahn bewährt hat. Über diese Gleisbremsen soll noch besonders berichtet werden. Sie werden von fünf Stellwerkstürmen aus bedient, in die auch die 69 Weichen des Bahnhofs Markham mit Kraftantrieb und die 65 ebenso angetriebenen Hemmschuhleger eingebunden sind (Abb. 2). Auch diese Vorrichtungen haben Druckluft-elektrischen Antrieb. Die Bewegung der Züge von den Einfahrgleisen über den Eselsrücken wird durch Lichtsignale geregelt; sie vermitteln mit drei Lichtern vier Signalbegriffe: schnell drücken durch grünes, langsam drücken durch gelbes Licht; rotes Licht befiehlt halten, rotes und gelbes zusammen rückwärts bewegen. An demselben Mast wie das eben erwähnte Lichtsignal ist ein zweites mit dem Gesicht nach den Ordnungsgleisen zu angebracht; es regelt durch rotes und grünes Licht die Arbeit in diesen Gleisen. Am Fuße des Eselsrückens ist ein Schalter eingebaut, der in einer seiner Stellungen die Signale so beherrscht, daſs nur das rote Licht eingestellt werden kann, während er in der anderen Stellung die freie Bedienung der Lichtsignale ermöglicht. Die Signale auf dem Eselsrücken werden durch Wiederholungssignale

in den Einfahrgleisen auch dem Führer der Drucklokomotive erkennbar gemacht.

In der für den Verkehr nach Norden bestimmten Anlage sind bis jetzt als Höchstleistung in der Stunde 180 Wagen behandelt worden. Die Leistungsfähigkeit dieser Anlage ist bis jetzt bei weitem noch nicht erschöpft worden; im Durchschnitt laufen in einer achtstündigen Schicht etwa 600 Wagen ab. Der Verkehr kann also noch erheblich zunehmen, ehe die vorgesehenen Erweiterungen ausgeführt werden müssen. Zur Zeit arbeitet in jeder Schicht nur eine Drucklokomotive, infolgedessen vergeht zwischen dem Ablaufen von zwei aufeinanderfolgenden Zügen eine Pause von einer halben Stunde. Diese Pause könnte vermieden werden, wenn eine zweite Drucklokomotive gestellt würde; zur Zeit ist das aber noch nicht nötig, weil von Süden nicht so viel Wagen eintreffen, daß der Ablauf ohne Pause durchgeführt werden müßte. Der lebhafteste Betrieb herrscht in den Morgenstunden zwischen 2 und 4 Uhr; in diesen Stunden gehen 40 v. H. der gesamten Tagesmenge an Wagen ein. Man schätzt, daß zur Zeit durch die Anwendung der Gleisbremse 30 Arbeitskräfte gespart werden, die sonst auf den Wagen mitfahren müßten, um deren Geschwindigkeit durch Bremsen zu regeln. Bei voller Ausnutzung der Gleisanlagen müßte die Zahl der Verschiebearbeiter, wenn keine Gleisbremsen vorhanden wären, um 40 v. H. vermehrt werden.

Die Lokomotivanlagen des Bahnhofs Markham liegen in der Nähe seines Südendes, etwas abseits von den übrigen Gleisen. Die Lage ist gewählt, um zu verhindern, daß der Lokomotivrauch die Arbeiten in den Gleisen stört. Ein Rundschuppen kann 30 Lokomotiven aufnehmen. Eine Drehscheibe von 30 m Durchmesser dient zum Drehen der Lokomotiven. Schlackenröhrchen in zwei Gleisen mit Wasserfüllung von 76 m Länge dienen zum Ausschlacken der Lokomotivfeuerung. Eine Becheranlage von 1200 bis 2000 t Fassungsraum versorgt die Lokomotiven mit Kohle, zwei Wasserbehälter von 380 m³ Inhalt mit Speisewasser. Bei lebhaftem Betrieb werden in diesen Anlagen, die auch mit Einrichtungen zur Vornahme von Instandsetzungsarbeiten an den Lokomotiven ausgestattet sind, täglich 150 bis 250 Lokomotiven abgefertigt werden müssen.

Besonderer Wert ist auf die Beleuchtung des Bahnhofs Markham gelegt worden. Auf acht Türmen, deren Höhe bis zu 36,6 m geht, sind Gruppen von Scheinwerfern, von denen bis zu neun eine solche Gruppe bilden, über den Bahnhof verteilt. Eine neunte Gruppe erleuchtet die Lokomotivgleise vom Dache der 24,5 m hohen Bekohlungsanlage aus.

Um die Begleitpapiere der Güterwagen schnell den Stellen zuzuführen, wo sie bearbeitet werden müssen, ist der Bahnhof Markham mit einer Rohrpostanlage versehen. Durch diese schickt der Führer eines einfahrenden Zugs die Papiere in das Bureau, wo sofort die Ablaufenlisten zurecht gemacht und durch Fernsprecher den beteiligten Stellen übermittelt werden. In 20 bis 30 Minuten nach der Einfahrt eines Zugs sind diese Arbeiten beendet, so daß das Ablaufen beginnen kann. In allen Stellwerkstürmen und in den Bureauräumen sind Laut-

fersprecher vorhanden, durch die der Verschiebedienst geregelt wird. Außerdem sind alle Stellen des Bahnhofs durch Fernsprecher mit Selbstanschluß miteinander verbunden. Diese Anlage dient auch zur Überwachung der Nachtwächter.

Sobald ein von Süden einlaufender Zug in den Einfahrgleisen zum Halten gekommen ist, verläßt ihn seine Lokomotive und fährt nach den Lokomotivanlagen ab. Ein Wagenschreiber prüft die Nummern und den Verschluss der Wagen und schreibt an jeden mit Kreide das Gleis an, in das er ablaufen soll. Seine Aufzeichnungen, die sich auf eine Liste des Zugführers gründen, übergibt er dem Wiegemeister. Wenn dann die Stellwerke ihre Listen in der früher beschriebenen Art erhalten haben, kann das Ablaufen beginnen. Die Druckmaschine stellt erst den Zugführerwagen in das dazu bestimmte Gleis ab, wo er zur Abholung und Wiederverwendung bei einem in der Gegenrichtung ausfahrenden Zug bereit steht; sie kehrt dann an den Zug zurück und beginnt, sobald das Signal dazu gegeben wird, mit dem Abdrücken. Mit der Liste in der Hand leitet der Stellwerkswärter am Eselsrücken den Ablauf der Wagen, indem er sie in das richtige Gleis leitet und ihre Geschwindigkeit mit Hilfe der Gleisbremsen regelt. Sobald der letzte Wagen abgelaufen ist, werden die **Wagengruppen** in den Ordnungsgleisen durch Lokomotiven, die vom Eselsrücken leer anfahren, zusammengedrückt. Die Drucklokomotive kehrt in die Einfahrgleise zurück und setzt sich hinter den nächsten Zug. Damit die Lokomotiven von einer Seite der Anlage auf die andere gelangen können, ohne den Ablaufbetrieb zu stören, ist ein Verbindungsgleis für die Lokomotiven unter dem Eselsrücken unterführt.

Aus den Ordnungsgleisen wird der fertige Zug durch die Lokomotive, die die einzelnen Gruppen vereinigt hat, in die Abfahrgleise überführt. Hier wird die Bremsleitung mit Druckluft gefüllt, die Bremsprobe vorgenommen, und die Wagen werden durchgesehen. Sobald dann die zur Beförderung des Zugs bestimmte Lokomotive angekuppelt ist, ist der Zug fertig zur Ausfahrt.

Beim zukünftigen Ausbau des Bahnhofs Markham ist auch die Schaffung einer Umladeanlage für Stückgut in Aussicht genommen. Sie soll 12 km Gleis umfassen und 714 Wagen Raum bieten. Zum Umladen dienen fünf Ladebühnen.

Für den Feuerschutz des Bahnhofs Markham ist durch ein besonderes Leitungsnetz mit zwei Pumpen mit elektrischem Antrieb gesorgt. Über den Bahnhof sind eine Anzahl Wasserstöcke und Schlauchhäuser verteilt.

Im März 1913 gingen in Chicago von Süden her etwa 18 000 Güterwagen ein; bis zum März 1918 war diese Zahl auf 33 899 gestiegen. Diese Zunahme des Verkehrs gab Anlaß zur Schaffung des vorstehend beschriebenen Bahnhofs, dessen Gleise 9646 Wagen aufnehmen können. Wenn der Bahnhof ganz ausgebaut wird, bietet er die Möglichkeit auf fast 260 km Gleis 13 889 Wagen aufzustellen; seine Tagesleistung wird dann 6000 Wagen betragen.

Ergebnisse der Sitzung des V. Ausschusses der U. J. C., Technische Fragen, in Paris am 20. und 21. Dezember 1926*).

Im Anschluß an früher (1922/24) stattgefundene Besprechungen der U. J. C. über »Einführung und Betrieb der durchgehenden Güterzugbremse« fanden im Frühjahr 1926 auf italienischen und schweizerischen Strecken Versuche mit der Kunze-Knorr- und Westinghouse-Bremse statt. Der damit beauftragte Unterausschuß, der sich aus Vertretern der Schweiz (Vorsitz), Deutschland, Ungarn, Frankreich und Italien zusammen-

setzte, hat die Ergebnisse dieser Versuchsfahrten in einem ausführlichen, mit einem Entwurf von Schlußfolgerungen abschließenden Bericht an den V. Ausschluß der U. J. C. niedergelegt. Nach diesen Schlußfolgerungen sollten 1. an Stelle des Berner Programms von 1909 33 neue Bedingungen für eine durchgehende Güterzugbremse treten, 2. sollte festgestellt werden, daß die Kunze-Knorr- und die Westinghouse-Bremse diese 33 Bedingungen erfüllen und somit geeignet sind, für Güterwagen im internationalen Verkehr zugelassen zu werden.

*) Vergl. Zeitschrift des Internationalen Eisenbahnverbandes, Januar 1927.

Diese Schlusfolgerungen wurden vom Ausschuss geprüft und gebilligt*).

Die wichtigsten der 33 vorgeschlagenen Bedingungen sind folgende:

Die ersten Punkte schreiben die Einrichtung von Brems- und Leitungswagen, die Möglichkeit der Last- und Eigengewichtsabbremung, sowie die Verwendung eines mit vollständiger Bremsausrüstung versehenen Güterwagens als Leitungswagen vor. Die Bremse soll bei einem normalen Betriebsdruck von 5 at arbeiten und in den Grenzen von 2 bis 5,5 at unbedingt betriebssicher wirken. Die Bremsung wird durch Druckabfall bewirkt; Druckminderungen von 0,5 at in der Hauptleitung müssen sich bei beliebiger Zusammenstellung bis zu 200 Achsen unbedingt bis zum Zugschluss fortpflanzen. Bei Schnellbremsung aus normalem Betriebszustand soll eine Durchschlaggeschwindigkeit von 100 m/Sek. bei Zügen aller Art und Zusammensetzung bis zu 200 Achsen erreicht werden. Neben der Schnellbremsung müssen abgestufte Betriebsbremsungen bis zur Vollbremsung und nicht abgestufte Vollbremsungen möglich sein. Bei normalem Betriebsdruck soll eine Druckminderung um 1,5 at einer vollen Eigengewichtsabbremung, um 1,7 at einer vollen Lastabbremung entsprechen. Der Bremsklotzdruck soll im ersten Falle bei größtem Kolbenhube 50%, bei kleinstem 85% des Eigengewichts betragen. Im zweiten Falle, also bei Lastabbremung, soll bei größtem Kolbenhub der Bremsklotzdruck die Hälfte der Summe aus Eigengewicht und der kleinsten Last, von der ab die Lastabbremung angewendet werden darf, erreichen; bei kleinstem Kolbenhub 85% dieses angegebenen Summenwertes. Die Bremsung soll eingeleitet werden durch einen Klotzdruck, der bis 20% des im Verlauf dieser Bremsung erreichten höchsten Bremsklotzdruckes beträgt. Vollbremsung soll bei kleinstem Kolbenhub nach frühestens 28 Sek., beim größten Kolbenhube nach frühestens 60 Sek., gerechnet vom Beginn des Druckanstieges im Bremszylinder, eintreten. Sodann folgen Bestimmungen über das Lösen der Bremse. Dieser Vorgang soll bei Wagen mit Umstellvorrichtung für Fahrten in der Ebene 25 Sek. bei kleinstem und 60 Sek. bei größtem Kolbenhub in Anspruch nehmen; für Fahrten im Gefälle entsprechend 45 und 110 Sek. Die letzten Werte gelten auch für Wagen ohne Umstellvorrichtung. Sämtliche etwa vorhandene Umstellvorrichtungen am Wagen müssen leicht erkennbar und gut zugänglich sein. Weiter werden zwei Aus-

führungsformen der Bremse verlangt: eine reine Güterzugbremse und eine Bremse, die sich sowohl für Güterzüge als auch für schnellfahrende Züge eignet. Die Haupt- und Zweigleitungen, die Kupplungsschläuche und die Absperrhähne sollen einen Durchgangsquerschnitt haben, der dem einer Leitung mit 25 mm lichter Weite entspricht. Die für die Beförderung der Züge verwendeten Lokomotiven und Tender müssen sowohl mit der selbsttätigen als auch mit der unmittelbar wirkenden Bremse ausgerüstet sein. Bei allen möglichen im Betrieb vorkommenden ungleichmäßigen Zugzusammenstellungen muß die Bremse so beschaffen sein, daß teilweise und voll beladene Züge von mindestens 1200 t bzw. 1500 t bei etwa 150 bzw. 100 Achsen Stärke und Leerzüge bis 150 Achsen betriebssicher ohne gefährliche Stöße und Zerrungen in jedem Gelände befördert werden können. Auch soll es möglich sein, Leerzüge bis zu 200 Achsen in der Ebene zu befördern.

Für die Errechnung des Bremsweges wird unter bestimmten Annahmen eine Formel gegeben. Zum Schlusse wird verlangt, daß die Bremse ohne schädliche Stöße und Zerrungen gelöst werden kann: daß ihre Bremskraft sich auf langen und starken Gefällen nicht erschöpft, daß vielmehr diese Strecken mit voller Sicherheit und möglichst gleichmäßiger vorgeschriebener Geschwindigkeit befahren werden können. Eine einfache Bremsprobe soll schliesslich dem Führer Gewißheit verschaffen, daß die Bremsleitung des ganzen Zuges verbunden und wirksam ist.

Hinsichtlich der Anschlüsse der Schlauchkupplungen für Güterwagen mit Druckluftbremse wurden Vorschriften angenommen, die für neu zu bauende oder mit der durchgehenden Bremse auszurüstende Fahrzeuge bindend, für bereits vorhandene dagegen nur als Empfehlung aufzufassen sind.

Die zweite Frage behandelte das Anbringen besonderer Kennzeichen an den Güterwagen, die mit durchgehender Leitung für die elektrische Heizung ausgerüstet sind. Hier beschloß der Ausschuss dem geschäftsführenden Komitee vorzuschlagen, ein gelb gestrichenes Zeichen als verbindlich zu erklären, das von dem früher vorgeschlagenen Rechteck nur insofern abweicht, als es am oberen Ende eine abgestumpfte Ecke hat.

Endlich wurde auf Anregung des geschäftsführenden Komitees die Unterteilung des V. Ausschusses in mehrere Gruppen (Fahrzeuge, Gleisbau, Elektrizität) beschlossen. Pö.

*) Sie sind inzwischen auch vom Geschäftsführenden Komitee der U. J. C. in seiner 6. Sitzung in Paris am 2. und 3. Mai 1927 unverändert angenommen worden.

Berichte.

Lokomotiven und Wagen.

Der amerikanische Lokomotivbau zur Frage der Hochdrucklokomotive.

Die Amerikanische Maschinentechische Gesellschaft hat anlässlich ihrer letztjährigen Hauptversammlung auch zur Frage der Verwendung des Hochdruckdampfes bei Lokomotiven Stellung genommen. Ein von den Professoren Edward C. Schmidt und John M. Snodgrafs vorgelegter Bericht erörtert zunächst die grundsätzlichen Unterschiede, die in dieser Frage zwischen den Verhältnissen in Amerika und Europa bestehen. Für die meisten europäischen Bahnen hat darnach der Hochdruckdampf wesentlich größere Bedeutung als für die amerikanischen Bahnen, weil die in Europa übliche Art des Zugbetriebs mit kleinen Schlepplasten bei hohen Kohlenpreisen zum Streben nach größtmöglicher Wirtschaftlichkeit zwingt. In Amerika dagegen sei der Zugbetrieb mit den schweren Zugseinheiten an sich schon ziemlich wirtschaftlich und die Kohlenpreise seien noch verhältnismäßig niedrig; immerhin müsse man in Erwägung ziehen, daß die Lichtraum-Umgrenzung und die Tragfähigkeit von Oberbau und Brücken eine wesentliche Vergrößerung der Lokomotiven kaum mehr zulassen werden und daß man daher mit Rücksicht auf die Leistungserhöhung eine Erhöhung des Kesseldruckes auch in Amerika nicht werde aus dem Auge verlieren dürfen.

Der Bericht unterscheidet zwischen Hochdruckdampf in den Grenzen zwischen 16 und 25 at und Höchstdruckdampf von 25 bis 60 at. Hochdrucklokomotiven in diesem Sinne sind in Amerika schon eine ganze Reihe vorhanden; eine Höchstdrucklokomotive soll zur Zeit in Arbeit sein.

Bei Drücken bis zu 21 at glaubt man noch mit dem üblichen Lokomotivkessel auskommen zu können; die Pennsylvania-Bahn hat über 600 1 E 1-Lokomotiven und 200 2 D 1-Lokomotiven mit Regelkesseln in Betrieb, die einen Druck von 17,6 at besitzen. Der Dampfverbrauch soll sich bei diesen Lokomotiven um 9% geringer stellen als bei ähnlichen Lokomotiven mit 14 at Kesseldruck. Man muß bei diesen Angaben aber berücksichtigen, daß der Minderverbrauch vielleicht zum größeren Teil den günstigeren Füllungsverhältnissen bei den Hochdrucklokomotiven zuzuschreiben ist, die verhältnismäßig größere Zylinder besitzen als die durch die Umgrenzungslinie eingeschränkten Lokomotiven mit geringerem Dampfdruck.

Bei über 21 at greift man auf Kessel mit Wasserrohrfeuerbüchsen ähnlich der Ausführung von Brotan zurück. Es sind zur Zeit zwei derartige Lokomotiven im Betrieb: die 2 D 1-h 2 Lokomotive der New York, New Haven und Hartford Bahn mit 17,6 at*)

*) Organ 1926, S. 328.

und die 2E1-h3v Versuchslokomotive von Baldwin mit 24,5 at Kesseldruck*). Letztere Lokomotive wurde zunächst auf dem Versuchsstand in Altoona eingehend untersucht. Dabei konnten nach dem Bericht stündlich 5,4 t Kohle verfeuert und damit 38,5 t Dampf erzeugt, also eine etwa siebenfache Verdampfung erzielt werden. Bei dieser größten Beanspruchung betrug der Kesselwirkungsgrad 52%, die größte indizierte Leistung der Lokomotive war 4500 PS. Der Wasserverbrauch war bei allen Leistungen zwischen 1500 und 4500 PS; annähernd gleichmäÙig und zeigte sich nur wenig abhängig von Geschwindigkeits- und Füllungsänderungen. Der stündliche Dampfverbrauch betrug bei Geschwindigkeiten von 25 bis 60 km/h und Füllungen von 50 bis 80% im Hochdruckzylinder 6,4 bis 7 kg/PS; bei 90% Füllung im Hochdruckzylinder betrug er bei 25 km/h 7,4 und bei 36 km/h 7,5 kg/PS;. Der stündliche Verbrauch bewegte sich zwischen 0,86 kg/PS; bei kleinen Leistungen und 1,22 kg/PS; bei der Größtleistung. Nach der Untersuchung auf dem Prüfstand wurden mit der Lokomotive noch Versuchsfahrten bei der Pennsylvania-Bahn und der Baltimore- und Ohio-Bahn vorgenommen, welche die auf dem Prüfstand erzielten Ergebnisse bestätigten. Eine dritte Lokomotive, die 1D-h2v Lokomotive der Delaware- und Hudson-Bahn mit 24,6 at Kesseldruck**) besitzt ebenfalls eine Wasserrohrfeuerbüchse; bei ihr weicht aber auch der Langkessel von der bisherigen Form ab. Er ist in einen wassergefüllten Unterkessel und zwei dampfgefüllte Oberkessel unterteilt.

Für die Höchstdrucklokomotive glaubt der Bericht die Kesselausführung der Schmidt'schen Heißdampfgesellschaft als die beste derzeitige Lösung betrachten zu müssen. Es scheint aber nach dem Bericht und der anschließenden Besprechung als ob der amerikanische Lokomotivbau sich zunächst mehr auf die Verwendung der mittleren Drücke zwischen 16 und 25 at beschränken wolle, weil darüber hinaus größere Schwierigkeiten, vor allem hinsichtlich der Schmierung, erwartet werden, während andererseits der wärmetechnische Vorteil gerade bei diesen mittleren Drücken verhältnismäÙig größer ist als bei den Höchstdrücken.

R. D.
(Railw. Age 1926, 2. Halbj., Nr. 25 und 1927, 1. Halbj., Nr. 2.)

Die zweite 1D-h2v-Hochdrucklokomotive der Delaware- und Hudson-Bahn.

Zu Anfang Februar d. J. hat die Delaware- und Hudson-Bahn eine zweite Hochdrucklokomotive „John B. Jervis“ in Dienst gestellt, die im allgemeinen der Ende 1924 gebauten ersten Lokomotive „Horatio Allen“**) entspricht, immerhin aber in einigen Punkten Veränderungen aufweist. Vor allem wurde der Dampfdruck von 24,6 auf 28 at gesteigert: im Zusammenhang damit konnten die Zylinderabmessungen kleiner gehalten werden. Durch verschiedene Vereinfachungen, konstruktive Verbesserungen und die Verwendung hochwertiger Materials für einzelne Teile konnte ferner das Gewicht der Lokomotive etwas verringert werden.

Beim Kessel ist die Verdampfungheizfläche etwas verkleinert und die Überhitzerheizfläche vergrößert worden. Die Erfahrung mit der „Horatio Allen“ hatte gezeigt, daß der dort verwendete Überhitzer nur Dampftemperaturen bis zu 320° erbrachte, während eine Steigerung auf 370° erwünscht war. Die Feuerbüchse ist bei der neuen Lokomotive um 381 mm verlängert und um 76 mm verbreitert und damit die Rostfläche um 1 m² vergrößert worden. Den seitlichen Abschluß der Feuerbüchse bilden jetzt beiderseits fünf Reihen Wasserrohre — insgesamt 286 Rohre — die alle den gleichen Durchmesser von 64 mm besitzen. Der Hauptkessel war bei der „Horatio Allen“ mit den Oberkesseln im vorderen Teil noch durch vier Rohre verbunden; bei der neuen Ausführung sind diese weg-

*) Organ 1926, S. 412.
**) Organ 1925, S. 327.

gefallen. Im übrigen ist die gesamte Kesselanordnung dieselbe geblieben. Der Regler ist jetzt nach dem Überhitzer eingeschaltet; damit ist die Verwendung von überhitztem Dampf auch für die Hilfsmaschinen ermöglicht. Schließlich muß noch erwähnt werden, daß die Lokomotive, wie die Quelle berichtet, auf Grund der Versuchsergebnisse bei der Deutschen Reichsbahn ein weites, niedrig stehendes Blasrohr zur Verringerung des Gegendruckes erhalten hat.

An Stelle der Joung-Steuerung besitzt die neue Lokomotive Heusinger-Steuerung. Rein äußerlich ist sie insofern verschönert worden, als die Kesselbekleidung jetzt die Ober- und den Unterkessel mit einem einzigen Mantel umschließt.

Um die Zahl der zum Wasserfassen erforderlichen Halte einzuschränken, hat die neue Lokomotive einen sechsachsigen Tender von ungewöhnlich großem Fassungsvermögen erhalten, dessen hinteres, dreiachsiges Drehgestell nach der Bauart der Bethlehem-Stahlwerke durch eine Hilfsmaschine angetrieben wird und zwei gekuppelte Achsen besitzt.

Die Hauptabmessungen der neuen Lokomotive, verglichen mit denen der „Horatio Allen“, sind:

	„Horatio Allen“	„John B. Jervis“	
Kesselüberdruck p	24,6	28	at
Zylinderdurchmesser: Hochdruck d . .	597	565	mm
: Niederdruck d ₁ . .	1041	965	„
Kolbenhub h	762	762	„
Kesselmitte über Schienenoberkante . .	2781	2781	„
Heizrohre, Anzahl	145	101	Stück
Durchmesser	51	51	mm
Rauchrohre, Anzahl	42	52	Stück
Durchmesser	136,5	140	mm
Rohrlänge	4572	4572	„
Heizfläche der Feuerbüchse samt Trag-			
rohren	110,7	113,0	m ²
Heizfläche der Rohre	187,0	177,0	„
des Überhitzers	53,8	65,0	„
— im Ganzen — H	351,0	355,0	„
Rostfläche R	6,63	7,6	„
Durchmesser der Treibräder	1448	1448	mm
Laufräder	965	914	„
Fester Achsstand (Kuppelachsen)	5487	5487	„
Ganzer Achsstand der Lokomotive	8839	8839	„
„ „ „			
einschl. Tender	20009	22847	„
Reibungsgewicht G ₁	135,3	134,0	t
Dienstgewicht der Lokomotive G	157,7	153,0	„
des Tenders	89,6	137,0	„
Vorrat an Wasser	34,0	60,0	m ³
Brennstoff	13,8	18,2	t
Zugkraft mit Zwillingswirkung (nach			
der Quelle)	38200	38650	kg
Zugkraft mit Verbundwirkung	31800	32100	„
der Zusatzmaschine	8920	8920	„
Zylinder-Raumverhältnis	1:3,05	1:2,92	
H:R	53	46,9	
H:G	2,23	2,32	m ² /t
H:G ₁	2,6	2,66	„

(Railw. Age 1927, 1. Halbj., Nr. 11.)

R. D.

Buchbesprechungen.

Der Industriestaub, Wesen und Bekämpfung von Dr. Ing. Robert Meldau, Berlin 1926. V. D. I.-Verlag, G. m. b. H.

Das Eisenbahnwesen ist wohl einer derjenigen Betriebe, die am meisten mit Staub und seinen Einwirkungen zu tun haben. Trotzdem hat man bisher dieser Frage dort wohl keine besondere Beachtung geschenkt. Der Verfasser des vorliegenden Buches behandelt die Staubfrage zunächst nur in dem Bestreben, alles ihm über dieses

Gebiet Erreichbare zu sammeln. Es ist dem Eisenbahntechniker sehr zu empfehlen, dieses Buch zur Hand zu nehmen. Er wird eine große Zahl von Berührungspunkten mit seinem Fach finden und zum mindesten aufmerksam werden auf manche Möglichkeiten. Er erhält zwar hier nicht immer Lösungen für die gerade ihm nahe liegenden Fragen, denn dazu ist die Staubtechnik im allgemeinen, trotz sehr bedeutender Leistungen auf Einzelgebieten, noch zu sehr

in den Anfängen wissenschaftlicher und praktischer Allgemeinbehandlung. Hauptsächlich soweit die Elektrotechnik, der die Staubfragen besonders nahe liegen, ins Eisenbahnwesen Eingang gefunden hat, sind lehrreiche Beispiele für Staubbekämpfung auch im Eisenbahnwesen aufgezeigt. Erwähnt sei die Reinigung der Kuhlufft für elektrische Maschinen, besonders auch für elektrische Lokomotiven und Triebwagen, die Reinhaltung von Isolatoren usw. Aber auch

manches dem Dampflokomotivmann naheliegende Gebiet, wie z. B. die Funkenfängerfrage, ist hier behandelt. Die Einwirkung des Staubes auf Fahrzeuge und Fahrgäste. Güter usw. bietet ein noch sehr entwicklungsfähiges Fachgebiet. Leider kann hier nicht die vielseitige Sammelarbeit im einzelnen dargelegt werden. Wer das Buch durcharbeitet, wird sich von seinem Nutzen überzeugen und viele Anregungen daraus schöpfen. Tetzlaff.

Zuschrift an die Schriftleitung.

Zu der in Heft 10 und 11 veröffentlichten Abhandlung „Der Oberbau der großen Geschwindigkeiten und großen Achsdrücke: Das Gleis auf Federn und festen Stützen“

erhalten wir vom Verfasser, Bundesbahndirektor Dr. Alfred Wirth in Wien, II., Nordbahnstraße 50, folgende Zuschrift, die wir hiermit wiedergeben:

Ich würde es sehr begrüßen, wenn die in meiner Abhandlung dargelegten Betrachtungen und Vorschläge einer kritischen Beurteilung unterzogen würden, wie immer das Ergebnis dieser Beurteilung auch sein möge. Ich habe im Vorwort des Abschnittes „Die einzelnen Teile des Gleises“ ausdrücklich erwähnt, daß die Abbildungen hauptsächlich dazu dienen, eine Möglichkeit der Ausführung zu versinnbildlichen und daß ich mir vollkommen bewußt bin, daß es

auch andere geeignete Lösungen geben wird. Tatsächlich haben sich bereits bei der Ausführung der Einzelpläne sowohl für die Schienenverankerung wie für die Vorrichtung gegen das Abheben der Schienen und für die Querverbindung auch andere Lösungen als vorteilhaft gezeigt, ohne jedoch von den von mir dargelegten Grundsätzen abzuweichen. Für die Querverbindung wird man z. B. auf eine einfache Festhaltung des Schienenfußes mittelst Klemmplatten auf steifer Querplatte, ähnlich einer schmalen Eisenquerschelle, greifen können, um damit das Anbohren der Schiene zu vermeiden.

Ich stelle auch die Bitte, mir von jenen Fachblättern, die sich mit meiner Abhandlung befassen sollten, ein Heft zukommen zu lassen, damit ich in die Lage gelange, wertvolle Anregungen zu beachten und gegebenenfalls zu den Kritiken Stellung zu nehmen. Dr. Wirth.

Verschiedenes.

Die 66. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure fand vom 28. bis 30. Mai in Mannheim statt.

Wie in den vorangegangenen Jahren, stellte auch die diesjährige Tagung, die unter außerordentlich starker Beteiligung vor sich ging, einen Höhepunkt des in der deutschen Technik pulsierenden Lebens dar. Der Hauptton der Vorträge lag auf dem Problem der Verbrennungskraftmaschinen.

Aus den Fachsitzungen hierüber ließ sich die Anschauung loslösen, daß sich mit fortschreitender Entwicklung die Anwendungsgebiete der Dampfkraftmaschinen und Verbrennungsmotoren allmählich gegenseitig abgrenzen. Während dem Dampftrieb in erster Linie das Gebiet der ortsfesten Anlagen vorbehalten bleibt, geht die Entwicklung der Verbrennungsmaschinen, wenigstens soweit sie flüssige Brennstoffe verwerten, in der Richtung des Fahrzeugantriebs, Professor Langer, Aachen leitete die Sitzung mit kritischen Betrachtungen über die Bewertung der Verbrennungsmotoren ein. Als Vergleichsprozents genügt sowohl für Gasmaschinen, die nach dem Verpuffungsverfahren, als auch für Dieselmotoren, die nach dem Gleichdruckverfahren arbeiten, der Prozents von Otto. Dadurch wird die Spaltung, die durch die verschiedenen Vergleichsprozesse für Gasmaschinen und Dieselmotoren in die Gruppe der Verbrennungsmaschinen hineingebracht worden ist, wieder überbrückt. In einfacher Weise kann die Wertung durch Aufstellung von Rechentafeln praktisch erleichtert werden. Der Temperatur der Abgase und einer ausgiebigen, inneren Belüftung der Maschine bei Zwei- und Viertaktmaschinen ist eine größere Beachtung zu schenken. — In einer Aussprache über die neuesten Fortschritte der schnelllaufenden Dieselmotoren berichtete Professor Dr. Ing. Striebeck, Stuttgart, über seine Untersuchungen am kompressorlosen Fahrzeug-Dieselmotor. Eingehende Temperaturmessungen während der Verbrennung ergaben, daß beim Aeromotor der Firma B. Bosch A. G. das bei schnelllaufenden Verbrennungsmotoren so schwierige Problem der raschen und vollständigen Vermischung des flüssigen Brennstoffes mit Luft keine Rolle spielt, weil die Mischung sich gleichsam selbsttätig im Verlauf der Verbrennung vollzieht. Infolge der eigenartigen Anordnung eines trichterförmigen Brennraumes mit daran anschließendem Luftspeicher im Kolben paßt sich die Geschwindigkeit der Mischung von Luft und Brennstoff von selbst der Drehzahl an. Als Beitrag zum gleichen Thema besprach Professor Dr. Ing. K. Neumann seine Untersuchungen am Dornermotor. Sein Bericht stellt zum erstenmal das Problem des schnelllaufenden Dieselmotors auf eine wissenschaftliche Grundlage und zeigt, daß heute grundsätzlich keine Schwierigkeit mehr besteht, kleinste Brennstoffmengen bei jedem Arbeitsspiel genau der Belastung entsprechend auch bei hohen Drehzahlen jedem

Zylinder zuzumessen und vollkommen zu verbrennen. In dem Vortrag von Dr. Ing. L. Richter, Wien, über „Probleme des Zündmotors für flüssige Brennstoffe“ wurden Fragen der schnelllaufenden Vergasermaschinen erörtert.

Im Fachausschuß für „Anstrichtechnik“ besprach Dr. Ing. Nettmann eingehend das mechanische Anstreichen. Dr. phil. Schulz, Kirchmöser, behandelte die Prüfverfahren für Anstriche, insbesondere die Kurzprüfverfahren, die durch geeignete Beanspruchung des Anstrichs der jahrelangen Einwirkung von Wind und Wetter gleichkommen. Über „Eisenschutz durch Anstrich“ sprach Dr. phil. Maafs, Berlin. Die Vorbedingungen eines guten und wirtschaftlichen Anstrichs fanden Erwähnung.

Die Fachsitzung „Betriebstechnik“ beschäftigte sich ausschließlich mit der Holzbearbeitung mit dem Zweck, die Erfahrungen, die die Metallindustrie als betriebswirtschaftlich richtig erkannt hat, nach Möglichkeit in die Holzindustrie zu übertragen. Oberförster Dr. Hausendorf, Grimnitz, befasste sich in seinem Vortrag „Das Holz als Werkstoff“ vor allem mit der wirtschaftlichsten Ausnutzung des Stammholzes, der nicht durch ein unplanmäßiges Ablängen des Holzes im Walde vorgegriffen werden soll. Die Schwierigkeiten in der Holzbearbeitung liegen zum größten Teil im Werkstoff selbst. Die Festigkeitseigenschaften, sowie die Bearbeitbarkeit sind sehr stark abhängig von den Wachstumsbedingungen, der Faserrichtung und dem Feuchtigkeitsgehalt des Holzes. — Einen sehr interessanten Beitrag über „Massenfertigung von Holzersatzteilen in Eisenbahnwerkstätten“ brachte Werkdirektor Oberregierungsbaurat Bardtke, Wittenberge. Die Eisenbahnwerkstätten haben sich von handwerksmäßiger auf fabrikmäßige Arbeitsweise umgestellt und nach Normung der Einzelteile und Zusammenlegung bestimmter Arbeiten für größere Bezirke eine besonders wirtschaftliche Massenfertigung in einzelnen Abteilungen durch gänzliche Ausschaltung aller Handarbeit und Einführung von Lehren, Schablonen und Vorrichtungen in Verbindung mit wirtschaftlich arbeitenden Maschinen entwickelt.

Bei der mit der Tagung verbundenen Versammlung der Gesellschaft für Bauingenieurwesen trug Oberregierungsbaurat Dr. Ing. K. Schaechterle, Stuttgart, über die Entwicklung der deutschen Brückenbautechnik in den letzten Jahren vor. Er kam zur Feststellung, daß sich die künstlerischen Gesichtspunkte neben den technisch-wirtschaftlichen in den letzten Jahren wieder durchzusetzen begannen, was bei der beherrschenden Bedeutung der Brücken im Landschafts- und Städtebild als wesentliches Erfordernis anzusehen sei. Ein Beweis dafür sei das rege Interesse, das der Wettbewerb über die neue Rheinbrücke Köln-Mülheim fand.

Neben den Vorträgen war eine interessante Ausstellung der Arbeiten des Vereins deutscher Ingenieure und der ihm befreundeten Verbände veranstaltet. Pp.