

Leistungsarten und Leistungsgrenzen der Rangierbahnhöfe *).

Von Reichsbahnoberrat Dr. Ing. Russ, München.

Nach dem Wirtschaftsergebnis des Fernverkehrs der Deutschen Reichsbahn für das Jahr 1930 betragen die gesamten Ausgaben für den Güterverkehr ausschließlich des Kapitaldienstes für die Bahnanlagen und Fahrzeuge 2409,2 Millionen *R.M.* Unter der Voraussetzung, daß sich der Aufwand für die Vor- und Nachleistungen bei der Güterbeförderung etwa gleich — also je zur Hälfte auf den Versand und Empfang — verteilt, erhält man die in Abb. 1 wiedergegebene Aufteilung der Gesamtkosten. Hiernach entfallen 41,2 v. H. dieser Kosten auf die Bildung der Güterzüge und die Bedienung der Zusatzanlagen in den Unterwegs- und Rangierbahnhöfen. Ein wesentlicher Anteil dieses außerordentlich hohen Betriebsaufwandes trifft auf die Rangierbahnhöfe selbst. Während sich der Aufwand in den Unterwegsbahnhöfen nach Einsatz von Kleinlokomotiven nicht mehr wesentlich drosseln läßt, dürfte es aber möglich sein, den Betrieb der Rangierbahnhöfe durch bauliche und organisatorische Maßnahmen weiter zu verbilligen.

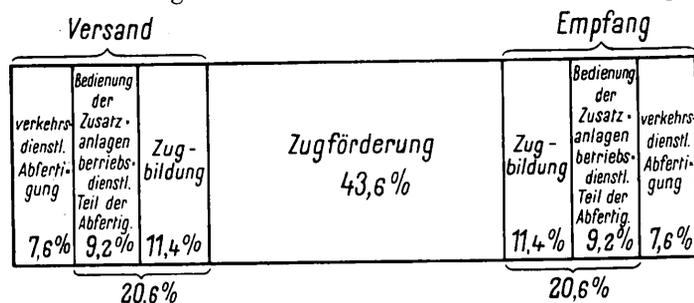


Abb. 1. Verteilung der Kosten des Güterverkehrs.

Außer der Droßlung des Betriebsaufwandes ist nach den bisherigen Beobachtungen auch eine weitere Beschleunigung der Arbeitsweise in den Rangierbahnhöfen und damit des Güterwagenumlaufs sowie der gesamten Güterbeförderung zu erstreben. Nach der Güterwagenumlaufermittlung vom Oktober 1928 betrug bei der Stückgutbeförderung der Anteil allein für die Zugbildung 14,7 Std. oder gleich 39 v. H. der Gesamtzeit von 37,8 Std. für den Vollumlauf eines Stückgutwagens und bei den Wagenladungen sogar 39,1 Std., d. h. 41 v. H. der zu 94,5 Std. ermittelten durchschnittlichen Gesamtumlaufzeit für Wagenladungen. Der verhältnismäßig hohe Zeitverbrauch ist zurückzuführen auf die teilweise ungünstigen Arbeitsverhältnisse der Rangierbahnhöfe und auf die zeitraubenden Umstellungen der Güterwagen von Zug zu Zug. Bei mittleren Transportweiten kommen immerhin zwei bis drei Umstellungen vor. Bemerkenswert ist auch, daß in den 107 größeren Rangierbahnhöfen mit einer Leistungsgrenze von je 2000 Wagen im Tag und darüber die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Wagen 4 bis 5 Std. beträgt.

Es sind daher alle Anstrengungen gerechtfertigt, die vorhandenen Rangierbahnhöfe immer leistungsfähiger zu gestalten. Das Ziel muß sein, möglichst wenige, aber in allen Teilen leistungsfähige Rangierbahnhöfe zu betreiben. Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß auch bei der zu erwartenden Höchstbelastung die einzelnen Bahnhofsteile genügend aufnahmefähig sind, und daß ihre Leistungsfähigkeit gegenseitig gut aufeinander abgestimmt ist. Zur Beurteilung der Leistungs-

*.) Diese Abhandlung ist die der Technischen Hochschule in Karlsruhe vorgelegte und im Dezember 1934 genehmigte Dissertation: „Leistungsarten und Leistungsgrenzen der Rangierbahnhöfe“.

fähigkeit ist es wesentlich, hierfür einen guten Maßstab zu finden. Voraussetzung aber für eine zuverlässige Ermittlung der Leistungsgrenzen ist die Kenntnis der verschiedenen Leistungsarten, die bei der Leistungskontrolle der Rangierbahnhöfe und Handhabung des täglichen Betriebsdienstes zu beobachten sind.

I. Leistungsarten.

Um die Leistungen messen zu können, werden Leistungseinheiten festgelegt. Die Summe aller Leistungseinheiten gleicher Art ergibt die Leistungsmenge. Als in der Leistungsstatistik immer wiederkehrende Einheiten erscheinen der Zug, die Rangierfahrt, der Ablauf, die Gruppe des neu gebildeten Zuges und als kleinste Einheit bei allen Leistungsarten der Wagen.

Streng genommen stellen diese Leistungsbegriffe Einheiten der Arbeit oder der Produktion dar, da ihnen die mit der Leistung zu verbindende Bezugsgröße die Zeit fehlt. Sinngemäß wären etwa Begriffe wie Arbeits- oder Produktionseinheiten zu wählen. Wenn nun in der vorliegenden Arbeit an dem Begriff der Leistungseinheit festgehalten wird, so waren hierfür folgende Gründe maßgebend:

1. Der Begriff Leistungseinheit reiht sich zwangsläufig an die Begriffe Leistungsgebiet, Leistungsart, Leistungsmenge;
2. diese Begriffe sind in der Betriebswirtschaft und Leistungsstatistik eingeführt;
3. bei Zusammenfassung der Leistungseinheiten zu Leistungsmengen und Leistungen erscheint als Bezugsgröße die Zeit, und zwar Jahr, Woche, Tag oder Stunde.

Die Leistungseinheiten und die daraus abgeleiteten Leistungsmengen haben als Unterlagen für betriebswirtschaftliche Untersuchungen, Kostenberechnungen, Betriebsvergleiche und für die Betriebsüberwachung eine große Bedeutung. Die Leistungsmengen müssen daher prüfbar und frei von aller Willkür sein. Sie werden zweckmäßig Unterlagen entnommen, die auch für andere Zwecke eine allgemeine betriebs- und verkehrstechnische Bedeutung haben.

Da die Bedeutung der Leistungseinheiten als bekannt vorausgesetzt werden kann, wird im folgenden nur auf einige wichtige näher eingegangen. Als abgestoßene Wagen gelten die Wagen, die in Ermanglung eines Ablaufberges im Stoßverfahren behandelt werden. Die in den Ablaufanlagen für die Zusatzanlagen abgelaufenen und für diese abgestoßenen Wagen werden zweckmäßig nur dann erfaßt, wenn es sich infolge hoher Leistungen lohnt, zwecks notwendiger Leistungskontrolle den Rangierzettel zu führen. Als Hauptablaufanlagen gelten nur Ablaufberge, die vorwiegend der Auflösung der eingefahrenen Züge, als Nebenablaufanlagen diejenigen, die der Nachordnung dienen.

Als Ablauf rechnet das einmalige Ablaufen eines Zugteiles, gleichgültig, ob es sich um einen einzelnen oder um mehrere gekuppelte Wagen handelt. Als abgelaufene oder abgestoßene Wagen zählen die Wagen, so oft wie sie ablaufen oder abgestoßen werden. Als prüfbare Unterlage für die Ermittlung der Abläufe und der abgelaufenen Wagen dient der Rangierzettel. In ihm werden die Abläufe je für sich nach Wagen getrennt und mit den betroffenen Richtungsgleisen aufgeschrieben. Da er vor dem Ablauf an alle am Ablaufgeschäft beteiligten Bediensteten verteilt wird, dient er nicht nur zur Vorbereitung, sondern auch zur zuverlässigsten Unterrichtung der Bediensteten, so daß bei Schonung der Wagen und Ladungen der Produktionsvorgang beschleunigt werden kann.

Die Auswertung der Rangierzettel für eine Reihe von Tagen mit Normalverkehr liefert zuverlässige Unterlagen für die Verteilung der ablaufenden Wagen bei der Hauptzerlegung auf die Richtungsgleise. Wie in Abschnitt III „Leistungs-grenzen“ gezeigt wird, ist eine eingehende Untersuchung in

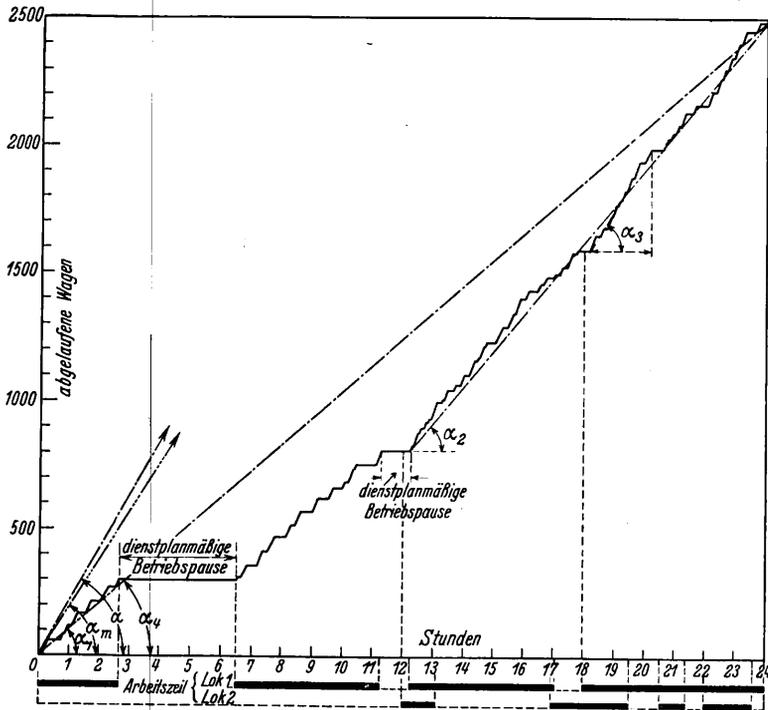


Abb. 2. Belastung und Leistungen pro Stunde des Ablaufberges im Rangierbahnhof Basel.

dieser Richtung notwendig, wenn der Belastungsanteil und die Leistungsgrenze der einzelnen Richtungsgleise und damit die der gesamten Richtungsguppe ermittelt werden soll.

Beispiel: Die Belastung des Ablaufberges A des Rangierbahnhofs Basel geht aus Abb. 2 hervor. Als Ordinaten sind die abgelaufenen Wagen und als Abszissen die Stunden von 0 bis 24 aufgetragen. Das Verhältnis: abgelaufene Wagen durch Beobachtungszeitraum in Stunden ist die Leistung. Sie wird in Abb. 2 durch $\tan \alpha$ gekennzeichnet.

Beispiel: von 0^h bis 24^h, $\tan \alpha_1 = 0,934 \equiv 112$ Wagen/h
 „ 12^h „ 18^h, $\tan \alpha_2 = 1,192 \equiv 143$ Wagen/h
 „ 18^h „ 20^h, $\tan \alpha_3 = 1,668 \equiv 200$ Wagen/h

Da innerhalb der 24 Std. zwei dienstplanmäßige Pausen von 4,5 und 1,5 zusammen 6,0 Std. liegen, beträgt die eigentliche Arbeitszeit an der Ablaufanlage und in den Richtungsgleisen 18 Std. Die Leistung für die verschiedenen Tagesabschnitte ändert sich mit dem jeweiligen Arbeitstempo und mit dem Umfang des jeweils eingesetzten Betriebsapparates. Würde man die in der 19. und 20. Std. festgestellte Stundenleistung auf die 18stündige Betriebszeit anwenden, so könnte das gesamte Arbeitsaufkommen von 2485 Wagen in $\frac{2485}{200} = 12,43$ Std. erledigt werden, also in einer um rund 5,6 Std. kürzeren Arbeitszeit — allerdings bei ständigem Einsatz von zwei Lokomotiven in der Zerlegezone. Die nähere Untersuchung lehrt, daß die für die Höchstleistung einzusetzende zweite Abdrücklokomotive nur schwach ausgenutzt werden kann. Während mit einer Lokomotive in der Stunde drei Züge zu je 50 Wagen abgedrückt werden können, leisten zwei Lokomotiven nur vier Züge zu je 50 Wagen, d. h. einer 100%igen Aufwandsteigerung für die Lokomotiven steht nur eine 25%ige Steigerung der Leistung gegenüber.

Die im Schaubild gewählte Darstellung eignet sich für

eine von Fall zu Fall rasch durchführbare Leistungskontrolle. Aus ihr lassen sich Schlußfolgerungen für die Betriebsorganisation, Ausbildung der Arbeits- und Dienstpläne, Einlegung von Betriebspausen, sowie für den erforderlichen Betriebsaufwand in der Zerlegezone ziehen.

Abb. 3 zeigt die Belastung und Leistung des Ablaufberges im Rangierbahnhof Karlsruhe am 7. September 1928 mit 3155 und am 4. November 1932 mit 1801 abgelaufenen Wagen. Dem Verkehrsrückgang entsprechend wurde in der Richtungsgruppe der Dreischichtendienst in den Zweischichtendienst umgewandelt. Wenn trotz Einschaltung der beiden Betriebspausen von insgesamt 6 Std. nur eine mittlere Leistung von 89 Wagen/h gegen 131 Wagen/h vorher erreicht wurde, so ist das eine Folge des starken Leistungsrückgangs um rund 43%. Eine weitere Zusammenfassung der Leistungen durch Ausdehnung der Betriebspausen, die wohl aus wirtschaftlichen Gründen erwünscht gewesen wäre, kam jedoch nicht in Frage, da sich sonst der Wagenübergang sehr verschlechtert hätte. Die in den beiden Betriebspausen erkennbaren Ablaufleistungen rühren von fünf Zügen her, die aus Ersparnisgründen von Zugmaschinen abgedrückt und deren Wagen von wenigen Bediensteten eines betriebenen benachbarten Bahnhofteiles aufgefangen wurden.

Der Eckverkehrswagen kommt nur in zweiseitigen Rangierbahnhöfen vor. Er gehört zu den Wagen, die nach erstmaligem Ablauf in dem einen Rangiergebiet in das für die entgegengesetzte Richtung arbeitende Gebiet durch besondere Rangierfahrten übergeführt und dort wie neuangekommene Wagen behandelt werden, d. h. als sogenannte Umkehrwagen den Bahnhof an der Stelle verlassen, wo sie eingelaufen sind. Wagen, die wegen besonderer Verhältnisse des Bahnhofs ähnlich behandelt werden wie die Eckverkehrswagen, ohne wie diese in umgekehrter Richtung auszugehen, gelten als „Rückläufer“ und sind nicht zu den Eckverkehrswagen zu zählen. Zu den Rückläufern gehören auch diejenigen Wagen der Zusatzanlagen, die bei Hinführung zu den Zusatzanlagen oder Rückführung aus diesen von dem einen Rangiersystem in das andere laufen. Wenn auch die Zahl dieser Wagen an der Zahl aller Eckverkehrswagen gemessen, immer nur gering sein dürfte, so sind sie bei Feststellung der Bergbelastung jedoch voll zu erfassen. Das geschieht durch den Rangierzettel.

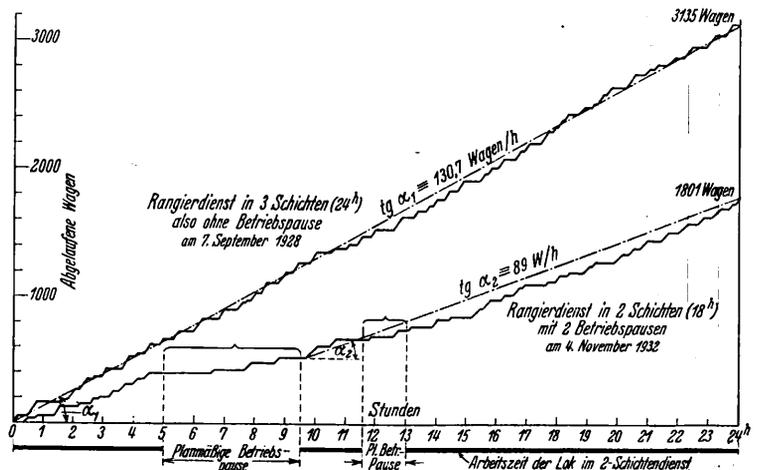


Abb. 3. Belastung und Leistungen pro Stunde des Ablaufberges im Rangierbahnhof Karlsruhe.

Für die 57 größeren Rangierbahnhöfe der Reichsbahn mit Eckverkehr ergibt sich ein Anteil am Wagenausgang von 17,1%; d. h. rund $\frac{1}{6}$ des Wagenausgangs muß infolge der baulichen Eigenart dieser zweiseitigen Anlagen an den Ablauf-

bergen doppelt behandelt werden. Dieser Hundertsatz gibt die Stärke des Verkehrs an, der die Rangierbahnhöfe in der gleichen Richtung verläßt, aus der er eingetreten ist.

Abgesehen von der zweimaligen Behandlung des Eckverkehrswagens an den Hauptablaufbergen selbst, verursacht er insofern zusätzliche Rangierleistungen, als er von dem einen in das andere Rangiergebiet zu überführen ist. Die hierbei zurückzulegenden Wege schwanken je nach Ausdehnung des Gesamtgebietes zwischen 0,5 und 5,0 km. Mit zunehmender Wagenzahl im Eckverkehr und bei weiten Wegen von einem zum anderen Gebiet werden die tatsächlichen Leistungen klein, der Betrieb wird unwirtschaftlich. Bei Neuanlagen empfiehlt es sich, den betrieblichen Aufgabenkreis für den Eckverkehr festzustellen und zu prüfen, ob die Anlage in einseitiger Form nicht zweckmäßiger wird als eine zweiseitige Anlage. Es wären somit alle Neuanlagen daraufhin besonders zu prüfen, deren Eckverkehr am Wagenausgang gemessen höher als $\frac{1}{6}$ geschätzt wird.

Da bei dem gewöhnlichen Arbeitsvorgang in der Zugbildung für die Wagen des reinen Durchgangsverkehrs im Mittel mit einem Wagenübergang und einer Aufenthaltsdauer im Rangierbahnhof von 4 bis 5 Std. z. Z. noch zu rechnen ist, muß ein Teil der dringlichen Frachtgutwagen zur beschleunigten und pünktlichen Beförderung bevorzugt behandelt werden. Während für den überwiegenden Teil aller zu behandelnden Wagen des Frachtgut(Massen-)verkehrs die Forderung größter Wirtschaftlichkeit und günstigster Zugauslastung maßgebend sein muß, macht ein großer Teil der dringlichen Wagen — Planwagen — eine Ausnahme insofern, als bei ihnen Verzögerungen z. B. wegen Zugauslastung nicht eintreten dürfen. Entsprechend der Ausgestaltung des Wagenübergangsplanes unterscheidet man bei den Planwagen nach Vorrangwagen, Sonderplanwagen und Kurswagen mit entsprechender einheitlicher Wagenbezeichnung. Diese Wagen sind grundsätzlich gleich dringlich.

Außer den dringlichen Frachtgutladungen fallen ferner Wagen an, für die ebenfalls betriebliche Sonderleistungen erforderlich werden. Hierzu gehören alle Wagen, die feuer- und explosionsgefährliche Güter enthalten, sowie Wagen, die wegen ihrer Bauart (Tieflade-, Kran-, Schwer-, Langholz-, Großraumgüterwagen) und wegen mangelhafter Beschaffenheit (Schadwagen, als Schlußläufer laufende Wagen) nicht über die Ablaufanlage geleitet werden dürfen oder im neugebildeten Zug an bestimmter Stelle stehen müssen.

Das Verhältnis der sonderbehandelten Wagen am Wagenausgang wird immer dann eine steigende Richtung zeigen, wenn der Verkehr rückläufig ist. Dieser verlangt, daß die Betriebsleistungen, also hier Zahl der Züge, den abnehmenden Verkehrsleistungen angepaßt werden. Um aber bei den verringerten Abfuhrmöglichkeiten immer noch einen guten und pünktlichen Übergang der dringlichen Frachtgutwagen (Planwagen) sicherstellen zu können, werden verhältnismäßig mehr Sonderbehandlungen erforderlich.

Da die Rangierbahnhöfe hinsichtlich der Behandlung der Planwagen mit steigenden Leistungsanforderungen rechnen müssen, sind hierfür betriebliche Vorkehrungen zu treffen, die den geringsten Betriebsaufwand verursachen. Hierzu gehört eine möglichst weitgehende Zusammenfassung aller betrieblichen Sonderleistungen. Hinsichtlich der gewöhnlichen Betriebsweise, die im allgemeinen einen Produktionsvorgang im Fließverfahren ähnelt, bedeuten alle Sonderbehandlungen eine zusätzliche Leistung und haben eine fühlbare Erhöhung der Betriebskosten zur Folge.

Zahlentafel 1 enthält das Ergebnis einer Untersuchung über die Mehrleistungen der Rangierbahnhöfe durch Sonderbehandlung von Planwagen in der Zeit vom 26. bis 28. September 1928. Hierbei wurden in beabsichtigter Einschränkung

nur die Wagen gezählt, die den Rangierbahnhof im Durchlauf berührten; Wagen für den Ortsempfang und Ortsversand, sowie Stückgutwagen, die im Rangierbahnhof wegen lademäßiger Behandlung (Zuladung, Teilentladung, Umladung) aus den Zügen ausgesetzt oder in Züge eingestellt werden, wurden nicht erfaßt.

Zahlentafel 1.
Zahl der Planwagen als Anteil am Wagenausgang.

1	2	3		5	6	7
		insgesamt	in % von Sp. 2			
Rangierbahnhof	Wagenausgang	Planwagen im Durchlauf		Von den Wagen der Sp. 3 wurden sonderbehandelt		Sp. 5 Sp. 3 · 100 %
Mannheim ..	6095	864	14,2	451	7,4	52,1
Karlsruhe ..	3053	288	9,4	156	5,1	54,2
Offenburg ..	2280	32	14,1	179	7,9	55,8
Basel	2436	641	26,3	91	3,7	12,6
Zusammen ..	13864	2114	15,0	877	6,4	41,5
alle größeren Rangierbahnhöfe der Reichsbahn	282518	39478	14,0	11472	4,1	29,0

Spalte 6 enthält die Kennziffer. Sie wird für jeden Bahnhof entsprechend seinen besonderen betrieblichen Aufgaben und entsprechend der Eigenart seiner Anlagen sehr verschieden sein können. Mit Ausnahme des Rangierbahnhofs Basel liegen die Kennziffern der angeführten Rangierbahnhöfe wesentlich über dem für alle Rangierbahnhöfe der Reichsbahn festgestellten Mittelwert. Aus Spalte 7 ergibt sich die bemerkenswerte Tatsache, daß im Höchstfall etwa nur die Hälfte aller die genannten Bahnhöfe durchlaufenden Planwagen eine Sonderbehandlung erfordern, während bei allen größeren Rangierbahnhöfen der Reichsbahn etwa $\frac{1}{3}$ der ausgehenden Planwagen sonderbehandelt werden müssen.

Erfaßt man außer den Planwagen im Durchlauf auch solche, die für die Zusatzanlagen bestimmt sind, ferner sinngemäß alle von diesen Anlagen abgehenden dringlichen Wagen, sowie sonstige aus betrieblichen Gründen sonderbehandelte Wagen, so erhält man nach einer Aufnahme vom 2. bis 4. März 1933 folgendes Ergebnis der Zahlentafel 2.

Im Mittel wurden hiernach rund $\frac{1}{3}$ aller Planwagen sonderbehandelt. Dagegen ist die Zahl der nur aus betrieblichen Gründen sonderbehandelten Wagen am Wagenausgang gemessen sehr gering, und zwar $\frac{43.100}{9591} = 0,45\%$. Der Hundertsatz in Spalte 9 aller sonderbehandelten Wagen beträgt auf den gesamten Wagenausgang bezogen 7,9%.

Die zur Beurteilung der Endleistungen gewählten Einheiten sind Zug, Gruppe und Wagen. Zu den ausgegangenen Zügen rechnen solche Transporteinheiten, die mit Führung von Zugschlußsignalen über die Bahnhofsgrenze hinaus auf die freie Strecke übergehen. Eine Unterscheidung nach Zuggattungen ist vom Standpunkt der Leistung nicht erforderlich, da bei der Zugbildung nicht die Zuggattung, sondern der Umfang der Gruppenbildung entscheidet. Es kann beispielsweise ein Übergabezug (Üb) weniger Zugbildungsarbeit verursachen als ein zwei Gruppen starker Durchgangsgüterzug (Dg) oder ein Nahgüterzug (N) unter Umständen die gleichen Leistungen wie ein besonders geordneter Durchgangsgüterzug. Wesentlich jedoch für die Beurteilung der Leistung ist eine Unterscheidung nach neugebildeten und durchgehenden Zügen.

Bei den neugebildeten Zügen werden sämtliche Gruppen gezählt, bei den durchgehenden Zügen nur solche Gruppen, die in dem Rangierbahnhof neu beigestellt wurden. Der durch-

Zahlentafel 2.

Anteil aller Sonderbehandlungen am Wagenausgang.

1 Bahnhof	2 Planwagen			5 Sonstige aus betrieblichen Gründen sonderbehandelte Wagen Art	6 Zahl	7 Alle sonderbehandelte Wagen Sp. 3 + Sp. 6	8 Ins Netz aus- gehende Wagen	9 Sp. 7 Sp. 8 ×100 %
	In- ge- samt Wa- gen	Son- der- behan- delte Wagen	4 %					
Mannheim ..	897	305	33,4	empfindl. Ladtung	14	319	3791	8,4
Karlsruhe ..	301	125	41,5	Langeisen Kranwagen	12	137	1679	9,3
Offenburg ..	384	153	39,8	Langholz	2	155	1704	9,1
Basel	367	95	25,9	„	—	95	1524	6,1
Freiburg ...	66	25	37,8	„	3	28	328	8,5
Singen/Hoh.	137	15	10,9	empfindl. Ladtung	12	27	565	4,7
Zusammen ..	2152	718	33,3	—	43	761	9591	7,9

Zahlentafel 3.

Verhältniszahlen für neugebildete und durchgehende Züge mit und ohne Bestandsveränderung.

1 Zeile	2 In allen größeren Rangierbahnhöfen folgender Direktionsbezirke	3 Neugebildete Züge	4 Durchgehende Züge deren Wagen beigestellt wurden	5 deren Zusammensetzung unverändert blieb	6 Sp. 3: Sp. 4: Sp. 5:
1	Altona	224	8	9	93: 3: 4
2	Augsburg ...	27	12	—	66: 34: 0
3	Berlin	282	85	29	71: 21: 8
4	Breslau	203	49	29	72: 17: 11
5	Dresden	183	14	9	88: 7: 5
6	Erfurt	167	51	19	70: 21: 9
7	Essen	747	290	202	60: 23: 17
8	Frankfurt (M)	221	61	82	63: 17: 20
9	Halle	421	135	46	70: 22: 8
10	Karlsruhe ...	242	18	40	80: 6: 4
11	Kassel	169	31	11	80: 15: 5
12	Köln	605	163	323	55: 15: 30
13	Königsberg ..	72	1	—	99: 1: 0
14	Ludwigshafen	63	2	—	97: 3: 0
15	Mainz	104	33	60	53: 17: 30
16	München ...	95	18	17	73: 14: 13
17	Münster	129	13	11	84: 9: 7
18	Nürnberg ...	43	50	82	25: 28: 4
19	Oldenburg ..	18	1	—	95: 5: 0
20	Oppeln	107	7	26	76: 5: 19
21	Osten	40	14	—	74: 26: 0
22	Regensburg ..	44	7	2	83: 13: 4
23	Stettin	65	1	—	99: 1: 0
24	Stuttgart ...	166	40	23	73: 18: 9
25	Trier	45	10	6	74: 16: 10
26	Wuppertal ..	160	35	58	63: 14: 23
27	Zusammen:	4642	1149	1084	68: 16: 16

gehende Zug, dessen Zusammensetzung unverändert bleibt, könnte nur für Beurteilung der Leistungen bei der Zugförderung in Frage kommen. Daß hierbei, die Zahl der neugebildeten Züge eine ausschlaggebende Rolle unter allen Zügen spielt, zeigt vorstehende Zahlentafel 3.

Als Teilprodukte müssen Gruppe und Wagen näher betrachtet werden. Man unterscheidet zweckmäßig nach Gruppen für neugebildete Züge und nach solchen, die durchgehenden Zügen beigestellt werden.

Es sind zu zählen:

a) Gruppen, die nach dem Zugbildungsplan vorgesehen sind,

b) Gruppen, die nach dem Zugbildungsplan zwar nicht vorgesehen sind, aber zur Auslastung mitgegeben werden,

c) Gruppen, die innerhalb der Gruppen zu a) und b) aus verkehrstechnischen oder betrieblichen Gründen an besonderer Stelle stehen (Eilgut- und Expresgutwagen, Planwagen, Viehwagen, Langholz-, Tieflade-, Schwer-, Säure-, Stroh-, Pulverwagen usw. und Hinterläufer),

d) Gruppen, die innerhalb der Gruppen zu a) und b) aus bremsstechnischen Gründen als Luftbrems- oder Handbremsgruppen gebildet werden.

Der Packwagen des Zugführers und der Schlußbremswagen zählen in keinem Fall als besondere Gruppen, da sie zu einer ordnungsmäßigen Zugbildung gehören. Mehrere sonderbehandelte Wagen, die aus einem Zug geschlossen einem anderen Zug beigestellt werden, sind als eine Gruppe zu zählen, selbst wenn sie verschiedene Ziele haben, desgleichen diejenigen sonderbehandelten Wagen, die ohne besondere Reihenfolge — also bunt — hintereinander stehen. Diese Festsetzung erscheint notwendig, um eine auch auf gleicher Grundlage beruhende Leistungsermittlung sicherzustellen.

Die Grundlage für die Ermittlung der Gruppen bildet der vom Zugführer auszufertigende Wagenzettel. In diesem kennzeichnet der Zugabfertiger oder gegebenenfalls ein anderer Bediensteter, die im Zug vorhandenen Gruppen, unter Umständen an Hand der Begleitpapiere. Aus der Zahl der ausgehenden Wagen und Gruppen werden als Betriebsmerkmale die mittlere Gruppenstärke bzw. aus der Zahl der Gruppen und der Züge die mittlere Gruppenzahl gebildet (vergl. Zahlentafel 5).

Die kleinste, aber gebräuchlichste Einheit für die Beurteilung der Endleistungen bildet schließlich der ins Netz ausgehende Wagen. Als prüfbare Unterlage für die Zählung der ausgehenden Wagen sind ebenfalls die Wagenzettel zu verwenden. Es sind zu zählen bei den ausgehenden neugebildeten Zügen sämtliche Wagen und bei den durchgehenden Zügen nur die Wagen, die auf dem Zählbahnhof neu beigestellt wurden.

Zu den ausgehenden Wagen zählen somit nur solche, die die gewöhnliche Behandlung über die Ablaufanlage durch den Bahnhof durchmachen, und die sonderbehandelten Planwagen. Dagegen sind die Wagen nicht zu zählen, die fertigen, nicht im Zählbahnhof gebildeten Wagengruppen angekommener Züge angehören, und die ohne die Ablaufanlage zu berühren entweder einem anderen durchgehenden Zug oder einem im Zählbahnhof neugebildeten Zug beigestellt werden.

Die Bedienung der Zusatzanlagen gehört zum Leistungsgebiet „betriebsdienstliche Abfertigung bei Güterzügen“ (vergl. Abb. 1). Die für die Zusatzanlagen bestimmten Wagen werden bei der Auflösung der eingelaufenen Züge von den Wagen des durchgehenden Verkehrs getrennt und nach dem ersten Ablauf in besonderen Gleisen der Richtungsgruppen gesammelt. Durch Rangier(Bedienungs-)fahrten werden die so ausgeschiedenen Wagen für die Be- und Entladung sowie für die Betriebspflege, Ausbesserung oder sonstige betriebsdienstliche Behandlung den betreffenden Anlagen zugeführt, nach

der Behandlung abgeholt und schließlich im Rangierbahnhof wieder in die fortlaufenden Wagen des Durchgangsverkehrs eingereiht, die an den Wagenübergangsplan gebunden sind. Die Wagen der Zusatzanlagen führen also in der Regel einen Kreis- oder Rücklauf nach Abb. 4 aus, dessen Ausgangspunkt stets in einem der für die Zusatzanlagen vorgesehenen Sammelgleise R_z der Richtungsgruppe R , und dessen Endpunkt immer in einem der für den durchgehenden Verkehr bestimmten Richtungsgleise, z. B. R_d , liegen muß.

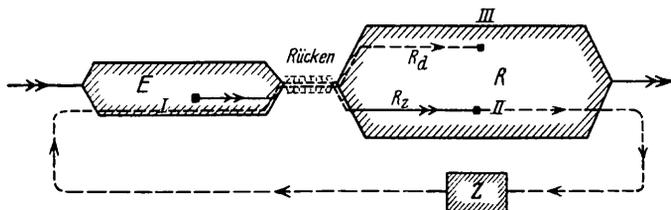


Abb. 4. Lauf der Wagen der Zusatzanlagen.

Die Zusatzanlagen liegen entweder zwischen den Bahnhofs- teilen und Gleisgruppen, die der Zugbildung dienen, oder sie sind durch besondere Verkehrsgleise mit dem Rangierbahnhof verbunden. Hierzu rechnen:

- Anlagen für die Abfertigung des Ortsgüterverkehrs (Stück- guthallen, Freiladegleise).
- Anlagen für die Behandlung des Umladegutes (Umlade- hallen),
- Privatgleisanschlüsse,
- Anlagen für den Zolldienst und die Post,
- Anlagen für die Betriebspflege und Ausbesserung der Fahr- zeuge (Lokomotiven und Wagen).
- Anlagen für sonstige dienstliche Zwecke (Bahnmeistereien, Lagerplätze),
- Gleisgruppen oder einzelne Gleise für abzustellende und zugewiesene Wagen sowie für Wagen, über die vom Versender oder Spediteur erst nachträglich verfügt wird.

Die für die Bedienung der Zusatzanlagen gewählten Leistungseinheiten sind die zu bildende oder aufzulösende Rangierfahrt und der Wagen. Die Wagen der Zusatz- anlagen werden nur im Eingang gezählt. Unterlagen für die Ermittlung dieser Wagen bilden das bei allen Bahnhöfen für die Zusatzanlagen geführte Wagenkontrollbuch oder andern- falls besondere Nachweisungen, wie Entladebücher (bei den Wagen für die Umladehalle), Kontrollbücher (in den Ent- seuchungsanstalten), Bestandsbücher (zur Aufnahme der leeren Wagen) oder Wagenzettel (bei Rangierfahrten nach benach- barten Bahnhöfen).

Die verschiedenartige Belastung mehrerer großer Rangier- bahnhöfe durch Wagen der Zusatzanlagen ist in Zahlentafel 4 dargestellt. Die Kennziffer für die 107 größeren Rangierbahn- höfe der Reichsbahn beträgt 16,5% oder $\frac{1}{6}$ des Wagen- ausgangs.

Die aus den Leistungsmengen bei den verschiedenen Leistungsarten gewonnenen Kennziffern bilden wertvolle Betriebsmerk(male)-zahlen für die Beurteilung der Betriebs- weise und der betrieblichen Aufgaben der Rangierbahnhöfe und sind vor allem für den Betriebsvergleich hinsichtlich Wirt- schaftlichkeit und Leistungsfähigkeit unentbehrlich. In An- lehnung an die gewählte Einteilung der Leistungsarten und Einheiten sind nachstehend die Betriebsmerkmale für vier größere Rangierbahnhöfe verschiedener Formen und ganz ver- schiedener betrieblicher Aufgaben zusammengestellt.

Die Zeit als Bezugsgröße zur Leistung.

Als Bezugsgröße zur Leistung kommen im wesentlichen Stunde, Tag, Woche, Monat und Jahr in Frage. Die Wahl des Beobachtungszeitraumes für die Leistungsmengen richtet sich nach dem jeweiligen Zweck der Leistungsermittlung. Während

Zahlentafel 4.

Anteil der Wagen der Zusatzanlagen am Wagenausgang.

1	2	3	4
Rangierbahnhof	Wagen der Zusatz- anlagen	Wagen- ausgang ins Netz	$\frac{\text{Sp. 2}}{\text{Sp. 3}} \cdot 100$ %
Osterfeld-Süd	66	3828	1,7
Wedau	142	2658	5,3
Gremberg	153	4754	3,2
Hohenbudberg	60	2603	2,3
Köln-Nippes	318	1510	21,0
Gleiwitz	258	3824	6,7
Mannheim	662	4172	15,9
Wustermark	193	2399	8,0
Dresden-Friedrichstadt .	410	2340	17,5
Brockau	346	2543	13,6
Zusammen	2609	30631	8,5
für 107 Bahnhöfe der Reichsbahn	284	1722	16,5 %

Zahlentafel 5.

Zusammenstellung der Betriebsmerkmale.

Leistungs- art	Kennziffer	für Rangierbahnhöfe			
		Mann- heim	Karls- ruhe	Offen- burg	Basel
Vor- leistungen	1. Wagenzahl eines Ab- laufs an den Haupt- ablaufanlagen	1,68	1,64	2,00	1,82
	2. Hundertsatz der Eck- verkehrswagen vom Wagen- ausgang (%).	17,80	—	18,40	—
	3. Hundertsatz der son- derbehandelten Wagen vom Wagen- ausgang (%).	8,6	8,0	7,8	5,7
End- leistungen	4. Mittl. Gruppenstärke d. neugebildeten Zuges (Wagen)	12,3	8,6	9,6	10,3
	5. Mittl. Gruppenzahl (Gruppen/Zug)	3,4	3,4	3,9	3,0
	6. Mittl. Wagenzahl (Wagen/Zug)	42	29	38	31
	7. Belastungsgrad (Wagenausgang: Lei- stungsgrenze · 100) (%).	50	49	53	37
Neben- leistungen	8. Hundertsatz der Wa- gen der Zusatzanlagen vom Wagenausgang (%).	17,3	18,2	23,3	22,6

die Betriebsüberwachung vorwiegend die kürzeren Zeiträume, also Stunde, Tag und Woche bevorzugt, stützt sich die Be- triebsstatistik und Nachkalkulation mehr auf Monat und Jahr.

Da der Arbeitsanfall in den Rangierbahnhöfen während eines Arbeitstages außerordentlichen Schwankungen unterliegt, da ferner die neugebildeten Züge als Endprodukte aller Leistungen in keinem Fall während eines Tages gleichmäßig an das Netz abgegeben oder gar wie die Erzeugnisse anderer Produktionsstätten zunächst auf Lager genommen werden können, sondern ständig und möglichst sofort zur schnellen Beförderung der Güter abgesetzt werden müssen, und zwar nach dem Güterzugfahrplan für die ausfahrenden Züge, ergibt sich innerhalb der täglichen Betriebszeit das bezeichnende Bild stark schwankender stündlicher Leistungen zwischen Höchstbelastung

und gänzlichem Arbeitsmangel. Bei Beobachtung eines Betriebs-tages geht man zweckmäßig auf die stündliche Leistung zurück. Die Abb. 2 und 3, auf denen die wechselnden Leistungen an den Ablaufbergen der Rangierbahnhöfe Basel und Karlsruhe für je einen Arbeitstag dargestellt sind, enthalten als Beobachtungs-zeitraum die Stunde.

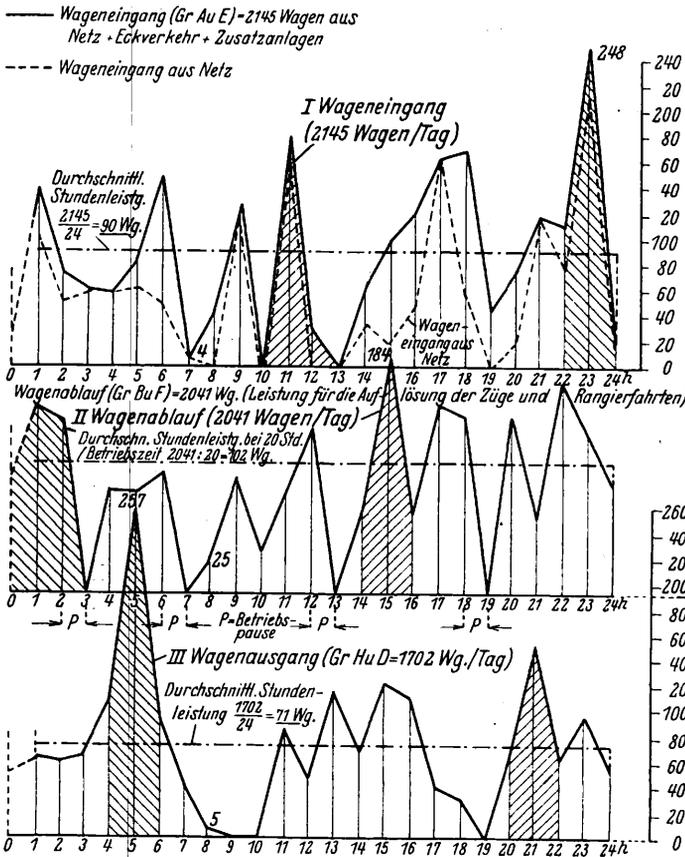


Abb. 5. Leistungen pro Stunde im Wageneingang, -ablauf und -ausgang des Rangierbahnhofs Offenburg.

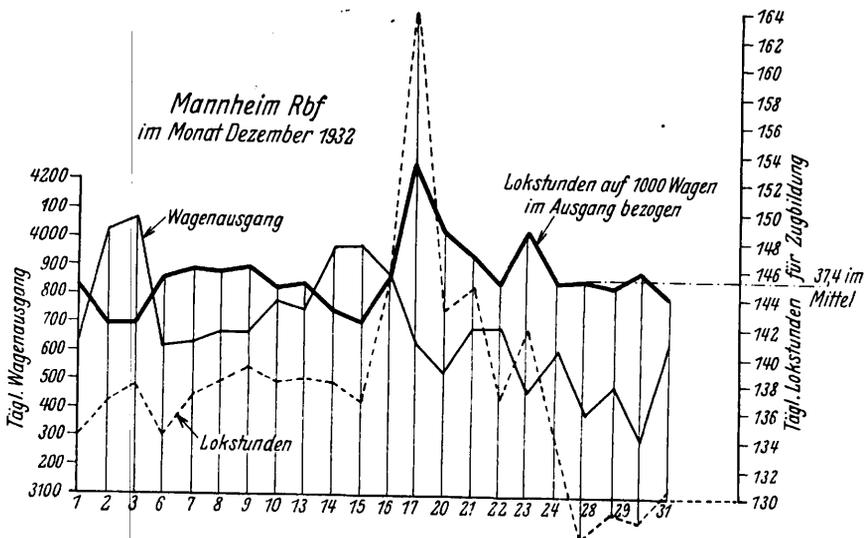


Abb. 6. Schaulinien für die laufende tägliche Leistungs- und Aufwandskontrolle.

Die eigenartigen Schwankungen bei den Stundenleistungen gehen deutlich aus den Schaulinien für die Betriebsleistungen in der Ein- und Ausfahrgruppe, sowie an den Ablaufbergen B und F des Rangierbahnhofs Offenburg hervor (Abb. 5). Hier-nach schwanken die stündlichen Leistungen abgesehen von den Betriebspausen:

beim Wageneingang zwischen 4 und 248 Wagen
 an den Ablaufbergen .. 25 .. 184 ..
 beim Wagenausgang .. 5 .. 257 ..

Der Vergleich der drei Schaulinien läßt erkennen, wie sich das Arbeitsaufkommen in der Einfahrgruppe auf die nachgeordneten Bahnhofsteile auswirkt. Der in der 11. Std. festgestellte Wageneingang (I) wird beispielsweise infolge der Betriebspause erst in der 15. Std. am Ablaufberg verarbeitet. Der höchste Wageneingang in der 23. Std. bedingt in der 1. und 2. Std. erhöhte Ablaufleistungen und verursacht, was in der gewählten Darstellung nicht zum Ausdruck gebracht werden kann, in der 3. und 4. Std. erhebliche Zugbildungsarbeit, deren Endprodukt erst in der 5. Std. nach Schaulinie III als größte Leistung im Wagenausgang mit 257 Wagen sichtbar wird.

Der Tag wird als Beobachtungszeitraum für die tägliche Betriebsüberwachung also für die örtliche Aufsicht wie für die zentrale Betriebsleitung immer eine besondere Bedeutung haben. Werden nun in einem Leistungsbild außer für den täglichen Wagenausgang auch Schaubilder für den entsprechenden Aufwand an Lokomotiven sowie für eine Prüfzahl (z. B. für den Lokomotivaufwand in Stunden auf 1000 behandelte Wagen) dargestellt, so gewinnt man ein einfaches, aber brauchbares Mittel für die laufende tägliche Leistungs- und Aufwandskontrolle (Abb. 6). Sinngemäß lassen sich für die einzelnen Monate des Jahres entsprechende Prüfzahlen bilden, die zur Beurteilung von Leistung und Aufwand während eines oder mehrerer Jahre geeignete Unterlagen liefern. Das Ergebnis einer ständigen Überwachung des Betriebsaufwandes an Lokomotivarbeit, die in Stunden für je 1000 Wagen ausgedrückt bei der Zerlegung und Bildung der Güterzüge im Verlauf mehrerer Jahre erforderlich wurde, ist in Abb. 7 dargestellt.

Dieser spezifische Lokomotivaufwand weist nach Einsparungsmaßnahmen ein Abfallen auf. Der Rangierbahnhof Offenburg macht hierbei für die Jahre 1930 und 1931 eine Ausnahme, was darauf zurückzuführen ist, daß

1. der in diesen Jahren erreichte Einsatz an Lokomotivarbeit trotz stark abfallender Gesamtleistungen mit Rücksicht auf eine gute Verkehrsbedienun nicht weiter gesenkt werden konnte; und

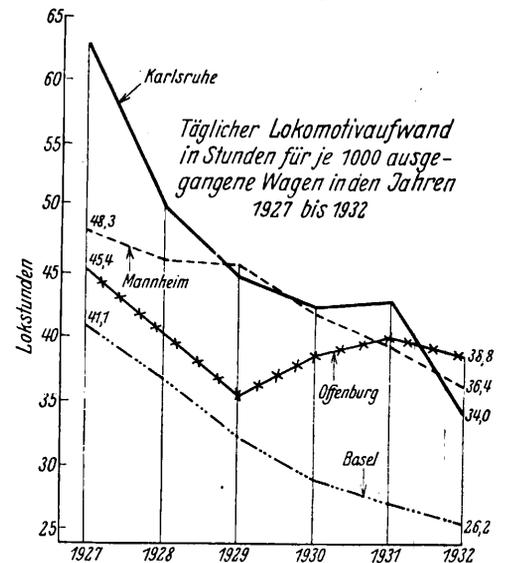


Abb. 7. Lokomotivufwand für je 1000 ausgegangene Wagen.

2. durch zusätzliche Leistungen im Umladeverkehr, der am Wagenausgang gemessen im Mittel von 9 auf 16% um 7% zugenommen hatte, eine Erhöhung des Verbrauches an Lokomotivarbeit für die Behandlung dieses Teilverkehrs nicht zu vermeiden war.

Die Darstellung in Abb. 7 eignet sich ohne Einschränkung

für den inneren Betriebsvergleich eines Rangierbahnhofs, nicht aber ohne weiteres für den Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Bahnhöfe. Infolge ihrer verschiedenen Betriebsaufgaben, der baulichen Anlagen und der Betriebsorganisation bedarf es für Vergleichszwecke eingehender Sonderuntersuchungen.

zusammensetzt. In der Bildung von Zügen bestimmter Stärke und Zusammensetzung nach Gruppen allein liegt die Erfüllung der betrieblichen Aufgaben eines Rangierbahnhofs für das Netz.

Der Betriebsaufwand für diese Leistungen hängt nicht nur von der Bauart des Bahnhofs, seinen Betriebsmitteln und von der Zahl der im Ausgang behandelten Wagen ab, sondern maß-

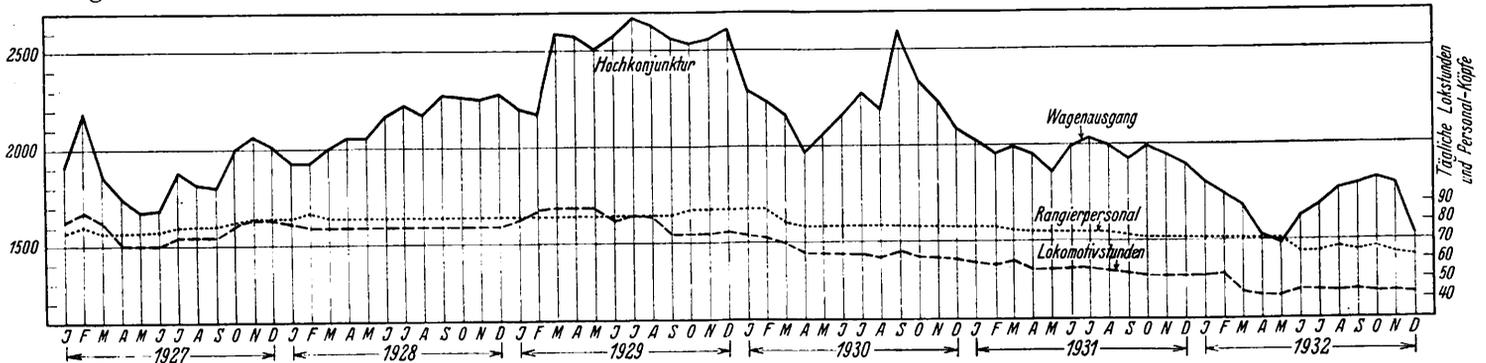


Abb. 8. Leistung und Aufwand des Rangierbahnhofs Basel für mehrere Jahre.

In der Betriebsstatistik werden die Leistungs- und Aufwandsdiagramme vorwiegend für einen Monat geführt. Bildet man aus den Monatsergebnissen arbeitstägliche Durchschnittsleistungen und zeichnet diese laufend von Monat zu Monat und Jahre auf, so ergibt sich ein Leistungsbild, das nicht nur die saisonmäßigen, sondern auch die durch die Verkehrskonjunktur verursachten Schwankungen sehr deutlich zum Ausdruck bringt (Abb. 8). Daß zwischen dem Konjunkturverlauf des Güterverkehrs im Reiche und den Betriebsleistungen eines großen Rangierbahnhofs Zusammenhänge bestehen, kann keinem Zweifel unterliegen. In Abb. 9 wird dieser Zusammenhang für den Rangierbahnhof Mannheim veranschaulicht.

gebend von der Zahl der Züge sowie von ihrer Wagen- und Gruppenzahl. Infolgedessen muß der einzelne ins Netz ausgehende Wagen bewertet werden, und zwar um so höher, je größer der Aufwand an Rangierarbeit ist, den Wagen an einer bestimmten Stelle des Zuges von bestimmter Wagen- und Gruppenzahl einzugliedern. Demnach erfordert z. B. ein Wagen, der in einer bestimmten Gruppe eines fertigzustellenden Zuges stehen soll, mehr Rangierarbeit als ein Wagen, der in einen „Eingruppenzug“, also ohne besondere Nachordnung eingestellt wird. Da die Bewertung einen brauchbaren Maßstab für Leistungsvergleiche liefern soll, wird sie sich zwangsläufig auf dem zulässigen Betriebsaufwand, dem sogenannten

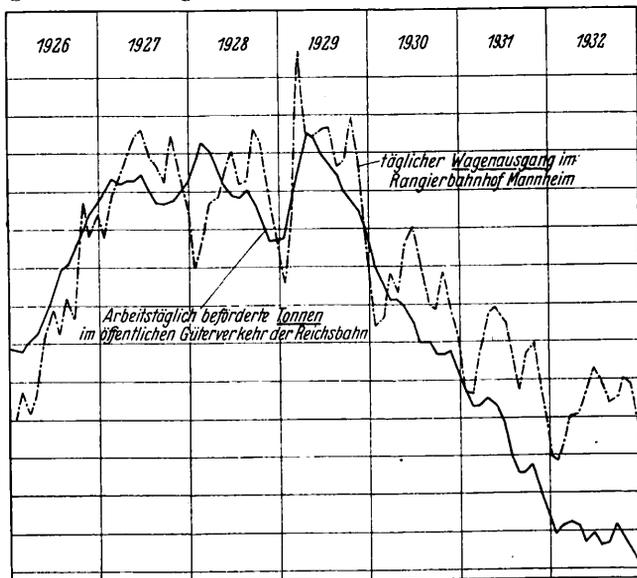


Abb. 9. Wagenausgang des Rangierbahnhofs Mannheim und Güterverkehrskonjunktur.

II. Bewertung der Leistungen.

Das Bestreben, den Betriebsvergleich der Rangierbahnhöfe untereinander zu vertiefen, hat die Leistungsstatistik vor die schwierige Aufgabe gestellt, die verschiedenartigen Leistungen bis zur Fertigstellung eines Zuges zu bewerten, um sie dann auf einen Nenner zu bringen. Da die betrieblichen Aufgaben, die den Rangierbahnhöfen gestellt werden, letzten Endes Art und Umfang der Leistungen, und zwar der Endleistungen eindeutig kennzeichnen und bestimmen, erstreckt sich die Bewertung zweckmäßig und ausschließlich auf den Wagenausgang, der sich aus Zügen von bestimmter Wagen- und Gruppenzahl

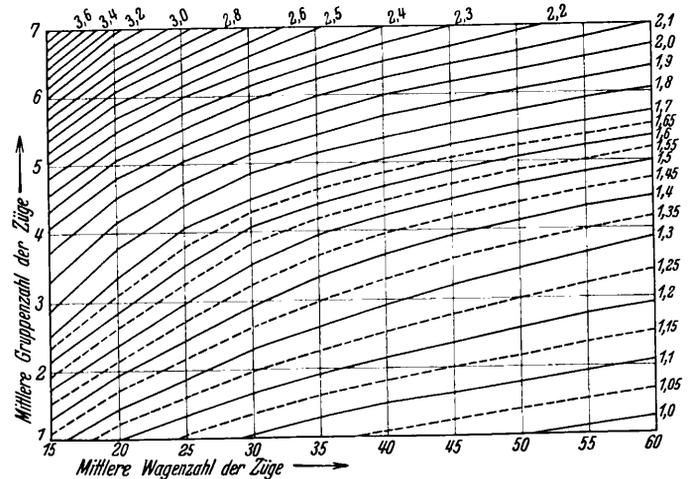


Abb. 10. Bewertungstafel für den Wagenausgang der Rangierbahnhöfe nach Wista.

Darfverbrauch, also nicht auf dem wirklichen Aufwand aufbauen müssen.

Für Ermittlung von Darfverbrauchsätzen ist es notwendig, durch Arbeitsaufnahmen in zweckmäßig arbeitenden Rangierbahnhöfen den Betriebsaufwand für Personal und Lokomotivarbeit bei Bildung einer möglichst großen Zahl von Zügen verschiedenster Zusammensetzung zu ermitteln und daraus gesetzmäßige Zusammenhänge für die Darfverbrauchsweite in Abhängigkeit von der mittleren Wagen- und Gruppenzahl der Züge zu finden.

Nach der Bewertung, die bei der Reichsbahn nach der „Wirtschaftsstatistik der Verschiebebahnhöfe“ — kurz Wista genannt — angewendet wird, erhält ein in einen 50 Wagen starken Eingruppenzug eingestellter Wagen die

Bewertungsziffer (Bwz) „1“. Die Bewertung der ausgehenden Wagen von Zügen bestimmter Wagen- und Gruppenzahl wird an Hand einer Bewertungstafel (Abb. 10) vorgenommen. Sie ist als bildliches Auswertungsergebnis der Arbeitszeituntersuchungen für die Darfverbrauchswerte zu betrachten und in folgender Weise anzuwenden:

Man errechnet zunächst aus vorhandenen (z. B. monatlichen) Aufschreibungen die mittlere Zugstärke, indem man die Gesamtzahl der behandelten Wagen durch die Gesamtzahl der Züge teilt; die für den gleichen Zeitraum gültige mittlere Gruppenzahl erhält man, indem man die Gesamtzahl der Gruppen durch die Gesamtzahl der Züge teilt. Die Bewertungsziffer wird als Bezifferung der Linie entnommen, die durch den Schnittpunkt der der „mittleren Gruppenzahl“ und der „mittleren Wagenzahl der Züge“ entsprechenden Koordinaten geht. Durch Vervielfältigung der Zahl der behandelten Wagen mit der Bewertungsziffer erhält man die Anzahl der nach dem Darfverbrauch bewerteten Wagen.

Beispiel: Die Rangierbahnhöfe A und B leisten im Tagesdurchschnitt 4000 Wagen. A bildet 100 Züge je 40 Wagen stark in fünf Gruppen; B bildet 80 Züge je 50 Wagen in drei Gruppen. Die Bewertungstafel liefert für A ein Bwz = 1,68, für B ein Bwz = 1,25. Hieraus folgt der bewertete Wagenausgang mit $(1,68 \cdot 4000) = 6720$ für A, und $(1,25 \cdot 4000) = 5000$ für B. Trotz gleichem Wagenausgang ist die bewertete Leistung für A um 34,4% höher als die für B.

Der Quotient aus den tatsächlichen Ausgaben für den Betriebsaufwand des Rangierbahnhofs und der Zahl der bewerteten Wagen ergibt die Kostenvergleichsziffer, die für Zwecke des Betriebsvergleichs und Aufstellung einer „wirtschaftlichen Rangordnung“ der Bahnhöfe hinsichtlich der Leistungen für das Netz verwendet werden kann. Da der in der Bewertungsziffer zum Ausdruck kommende „berechtigte Betriebsaufwand“ aus Arbeitsuntersuchungen für wirtschaftlich arbeitende Rangierbahnhöfe ermittelt wurde, so werden alle diejenigen Bahnhöfe ungünstig abschneiden, die infolge ungünstiger baulicher Anlagen und schwieriger Betriebsverhältnisse einen großen zusätzlichen Betriebsaufwand für besondere innere und unproduktive Leistungen haben, wie Abschleppen der Züge in die Abdrückgleise, Behandlung zahlreicher und schwach ausgelasteter Eckverkehrsfahrten, übermäßiges Beidrücken, Vorziehen der Wagen aus den Richtungsgleisen in besondere Ausfahrtsgleise usw. Der Aufwand, bezogen auf den ins Netz ausgehenden, bewerteten Wagen, muß hoch ausfallen, je mehr der betreffende Rangierbahnhof von der baulichen Eigenart und Arbeitsweise eines zweckmäßig ausgestalteten und betriebenen Rangierbahnhofs abweicht.

Während im Bereich der Endleistung der Wagenausgang eindeutig bewertet werden kann, ist eine besondere und auch nur einigermaßen zutreffende Bewertung der inneren Leistungen infolge der großen Mannigfaltigkeit der baulichen Anlagen und betrieblichen Verhältnisse praktisch kaum durchführbar. Bei Beurteilung der Gesamtleistung eines Rangierbahnhofs für das gesamte Netz ist es gleichgültig, welche inneren Leistungen während des eigentlichen Produktionsvorgangs auszuführen sind. Entscheidend für die Gesamtleistung bleibt hierbei nur das Endprodukt: der ausgehende Zug bestimmter Zusammensetzung. Ganz anders liegen die Dinge, wenn man den Aufwand auf die Leistung bezieht, um ein Bild von der Arbeitsweise des Bahnhofs zu gewinnen. Sie wird durch bauliche oder betriebliche Verhältnisse bedingt, und es wird möglich sein, wenigstens ein allgemeines Urteil darüber zu gewinnen, ob und inwieweit der Aufwand von dem abweicht, der sich bei einem Idealbahnhof als gerechtfertigt ergibt.

Da die Behandlung der Eckverkehrswagen zu den inneren Leistungen zählt, kann seine Bewertung nach den z. Z.

gültigen Bestimmungen der Wista (Bwz = 0,75) keine Stütze finden, wenn man allgemein die Bewertung vom Standpunkt der Qualität der Fertigproduktion aus vornimmt.

Die Bewertung der Wagen der Zusatzanlagen, die nach Wista eine Bwz = 1 erhält, verliert bei der im Abschnitt I neu vorgeschlagenen Abgrenzung der beiden Leistungsgebiete Zugbildung und Bedienung der Zusatzanlagen ihre Bedeutung. Der gesamte Aufwand für Behandlung der Wagen der Zusatzanlagen fällt damit ganz unter das genannte Leistungsgebiet.

Zahlentafel 6.

Leistungsangaben zu Abb. 11.

	1	2	Wagenausgang			6 (Sp. 5—Sp. 3) · 100 Sp. 3 %
			Leistungs- grenze	nicht be- wertet	Be- wert- ziff.	
1 Hamm		9000	5014	1,13	5666	13
2 Gleiwitz		7600	3839	1,11	4261	11
3 Mannheim		7300	3986	1,41	5620	41
4 Osterfeld-Süd.		7000	4388	1,13	4958	13
5 Wedau		6800	3944	1,12	4417	12
6 Hohenbudberg		6700	3520	1,22	4294	22
7 Gremberg		6400	3844	1,26	4843	26
8 Wustermark .		5800	2719	1,33	3616	33
9 Köln-Nippes..		5200	2040	1,34	2734	34
10 Brockau		5100	3576	1,33	4756	33
11 Köln-Eifeltor .		5000	1414	1,10	1554	10

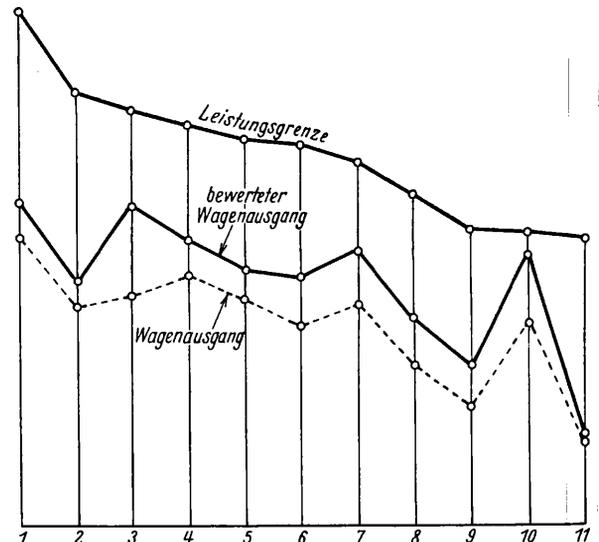


Abb. 11. Bewerteter und unbewerteter Wagenausgang bei den elf größten Rangierbahnhöfen.

In Abb. 11 sind nach Leistungsgrenzen geordnet der bewertete und unbewertete Wagenausgang für die elf größten Rangierbahnhöfe der Reichsbahn (Zahlentafel 6) aufgeführt. Man erkennt hieraus im einzelnen die Unterschiede, die sich durch die Bewertung der Leistungen ergeben. Die Erhöhung der Endleistungen gegenüber dem Einheitszug (50 Wagen in einer Gruppe) schwankt infolge der intensiveren Gruppenbildung zwischen 41% für Mannheim und 10% für Köln-Eifeltor.

Daß die „wirtschaftliche Rangordnung“ (A) unter Bewertung der Wagen eine andere Reihenfolge der Rangierbahnhöfe liefert, als die Ordnung nach Kostensätzen für den nicht bewerteten Wagen, zeigt die Abb. 12 mit den beiden Vergleichslinien A und B.

Wäre es möglich, Anlagen und Betriebsorganisation der vier Rangierbahnhöfe so zu gestalten, daß ihre betrieblichen

Aufgaben mit dem wirtschaftlich denkbar günstigsten Betriebsaufwand erfüllt werden könnten, dann müßten sich gleiche Kostensätze für den bewerteten Wagen und damit in Abb. 12 eine zur Abszissenachse Parallele C ergeben, die noch unter der Linie A liegen würde. Der Unterschiedsbetrag (u) gegenüber dem Idealbahnhof ist bedingt durch Mehrkosten infolge ungünstiger baulicher Anlagen (b), schlechter Betriebsorganisation (o) oder infolge eines Kostenbetrags aus beiden Einflüssen zusammen.

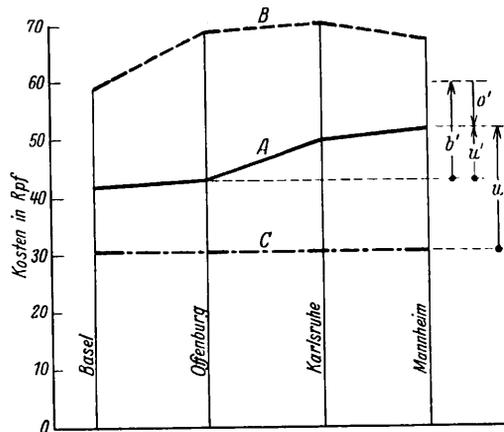


Abb. 12. Wirtschaftliche Rangordnung A und Reihenfolge B nach Kosten je Wagen.

Die gleiche Betrachtung kann zwischen den Werten der wirtschaftlichen Rangordnung (A) angestellt werden. Der Unterschiedsbetrag u' zwischen Basel und Mannheim kann unter Umständen durch die ungünstigeren baulichen Anlagen verursacht werden, die zu Mehrkosten im Betrag von b' führen, während möglicherweise durch bessere Betriebsorganisation eine Minderung um den Wert o' stattfinden kann. Die wirklichen Gründe, weshalb der Rangierbahnhof Mannheim teurer arbeitet als Basel, lassen sich durch den Betriebsvergleich mit Hilfe der wirtschaftlichen Rangordnung nicht erkennen. Hierfür bedarf es eingehender Sonderuntersuchungen.

III. Leistungsgrenzen.

A. Bedeutung.

Bei steigender Belastung werden sich die betrieblichen Leistungen der Rangierbahnhöfe in den einzelnen Bahnhofsanlagen mehr und mehr Grenzwerten nähern. Hierbei spielt die Verteilung der zu behandelnden Wagen auf die Anlagen und deren Leistungsfähigkeit eine entscheidende Rolle.

Vergleicht man den Rangierbahnhof und die anschließenden Strecken des Netzes mit einem Rohrnetz, so kann man hinsichtlich ihres Zusammenarbeitens eine Ähnlichkeit feststellen. Hierbei entsprechen die einzelnen Gleise, Gleisgruppen und Bahnhofsteile in ihrer Wirkungsweise sogar einem stark verästelten Rohrnetz. Im Gleichgewichtszustand werden Zu- und Abflusssmengen — auf den Rangierbahnhof bezogen Wagen- und Wagenausgang — gleich groß sein. Dieser Mengenausgleich gilt sinngemäß für alle Teile des Rangierbereichs, d. h. ihm dürfen zur Vermeidung von Stauungen an einer Stelle nur so viel Wagen aus den Zufuhrstrecken über die Ablaufanlage anteilmäßig zugeführt werden, als von den nachgeordneten Bahnhofsteilen und deren Verbindungsgleisen verarbeitet werden können.

Es folgt hieraus der für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit wichtigste Grundsatz, daß die Leistungsgrenze eines Rangierbahnhofs in allen Fällen durch den am wenigsten leistungsfähigen Teil bestimmt ist, der mit Rücksicht auf die enge Verbundenheit zwischen Rangierbahnhof und Netz unter Umständen auch in der Zu- oder Abfuhrstrecke liegen kann.

Unter dem Grenzwert der Leistungen wird teils die bei Spitzenverkehr einmal festgestellte größte, also eine wirkliche Leistung des Rangierbahnhofs im Wagenausgang, teils die theoretisch ermittelte größte Ablaufleistung verstanden. An anderen Stellen ist der gesuchte Leistungsbegriff auf 1 Std. oder auf die derzeitigen Schichtlängen abgestellt und schließlich auch mit dem Betriebsaufwand in Verbindung gebracht.

Bei dieser Sachlage scheint es geboten, in Anlehnung an die Bestimmungen der Reichsbahn eine für die Praxis geeignete Begriffserklärung zu empfehlen und ferner die Grundsätze für die Ermittlung der Leistungsgrenze in einen festen Rahmen zu fassen. Die Aussprache über Begriff und Ermittlung der Leistungsgrenzen der Rangierbahnhöfe war bisher wohl dadurch besonders erschwert, daß neben den verschiedenen Leistungsbegriffen und Begriffserklärungen vor allem über die Ermittlungsgrundsätze für die Leistungsgrenzen z. Z. noch die verschiedensten Auffassungen bestehen.

Vor Festlegung des Begriffs der Leistungsgrenze empfiehlt es sich, einen kurzen Rückblick auf die Anteile zu werfen, die die Leistungsgrenzen ausschlaggebend beeinflussen. Als solche kommen in Frage die baulichen Anlagen, Betriebsmittel, Organisation, Betriebsaufwand, betriebliche Aufgaben, Witterungseinflüsse und schließlich der Beobachtungszeitraum als Bezugsgröße für die Leistung. Zur Erläuterung ist folgendes auszuführen:

Unzulängliche Bahnhofsanlagen und Betriebsmittel verursachen Leerlauf, unproduktive Arbeit und damit einen ungünstigen Wirkungsgrad der Gesamtanlage. Falsche Maßnahmen in der Organisation und Betriebsweise verhindern die Leistungssteigerung. Vermehrte Gruppenbildung und zahlreiche Sonderbehandlungen wirken ebenfalls leistungsmindernd. Bei ungenügendem Einsatz von Lokomotiven und Personal schließlich können die Bahnhofsanlagen nicht voll ausgenutzt werden. Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, daß der der Leistungsgrenze entsprechende Einsatz von Betriebsmitteln verhältnismäßig gut erfaßt werden kann. Die Verstärkung des Betriebsapparates wird nämlich bei steigender Belastung zweckmäßig dann aufhören müssen, wenn z. B. bei steigendem Einsatz von Rangierlokomotiven die gegenseitigen Behinderungen so groß werden, daß hierdurch ein Leistungsrückgang eintritt.

Die den Ablaufbetrieb hemmenden Einflüsse von Gegenwind, Frost und Schnee gehören zu den bekanntesten Betriebschwierigkeiten. Die Leistungsgrenze wird schließlich maßgebend von der Länge des zu wählenden Beobachtungszeitraumes beeinflusst. Zweckmäßig wird hierfür der Arbeitstag gewählt. Er ist immer mit seinen vollen 24 Stunden anzusetzen, und zwar auch dann, wenn die gewöhnliche Betriebszeit kleiner ist.

Als praktisch verwendbare Leistungseinheit kann streng genommen nur der Wagen in Frage kommen, der bis zum Ausgang in vollem Umfang rangierdienstlich behandelt wurde, d. h. der nach seinem Lauf über die Ablaufanlage den normalen Behandlungsgang im Bahnhof durchlaufen hat. Danach scheiden alle Wagen aus, die beispielsweise bei nebeneinander liegender Ein- und Ausfahrgruppe zwischen zwei durchgehenden Zügen nur ausgetauscht wurden. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte wird für den Grenzwert der Leistungen der Begriff Leistungsgrenze und hierfür folgende Begriffserklärung vorgeschlagen:

„Unter der Leistungsgrenze A eines Rangierbahnhofs ist die Höchstzahl der ins Netz ausgehenden Wagen zu verstehen, die innerhalb 24 Std. bei vollem, d. h. bei einem für die Höchstbelastung erforderlichen Betriebsapparat mehrere Tage geleistet werden kann, ohne daß Stauungen entstehen.“

Die sonderbehandelten Wagen werden grundsätzlich mitgezählt. Dagegen scheiden alle übrigen Wagen aus, die in Abteilungen oder Zugteilen (z. B. im Gruppenaustausch zwischen Ein- und Ausfahrgeleisen) umgestellt werden.

B. Zweck.

Bei Ermittlung der Leistungsgrenze ist die Frage nach dem wirtschaftlich berechtigten Betriebsaufwand von untergeordneter Bedeutung. Obwohl es das Ziel jeder zweckmäßigen Betriebsorganisation sein muß, die größten Leistungen mit dem kleinsten Betriebsaufwande zu erzielen, können bei Ermittlung der Leistungsgrenzen wirtschaftliche Erwägungen dieser Art ausscheiden. Wesentlich dagegen ist es, daß der Betriebsapparat und Betriebsaufwand für die zu erwartende Höchstbelastung in dem Umfang angenommen wird, daß die den Anlagen innewohnende Leistungsfähigkeit bis zur Grenze ausgenützt werden kann. Mit Feststellung der Leistungsgrenze soll die für den praktischen Betrieb wichtige Frage beantwortet werden, welche Leistung ein Rangierbahnhof als Verkehrsknotenpunkt im Falle des Spitzenverkehrs aus dem Netz übernehmen und wieder dahin abgeben kann, ohne daß Stockungen in der Güterbeförderung befürchtet werden müssen.

Wenn die Leistungsgrenze der Gesamtanlage aus eingehenden Untersuchungen der Leistungsgrenzen der Einzelteile zuzüglich der Zu- und Abfuhrstrecken entwickelt wird, werden gleichzeitig wertvolle Aufschlüsse über den Wirkungsgrad der einzelnen Bahnhofsteile gewonnen. Es ergeben sich einwandfreie Unterlagen für die endgültige Verbesserung notleidender Bahnhofsteile — auch in der für die Durchführung richtigen Reihenfolge — oder, sofern es sich um vorübergehende Spitzenleistungen handelt, genaue Richtlinien für zweckmäßige Entlastungsmaßnahmen. Hierzu zählen bekanntlich Umleitungen von Durchgangsgüterzügen, Bildung von Zügen auf weite Entfernungen sowie Umlagerungen von Verkehrsaufgaben, z. B. im Ortsgüter- und Umladeverkehr.

Die Feststellung der Leistungsgrenzen der Gesamtanlage und der Einzelteile ist ferner ein geeignetes Hilfsmittel für Organisationsmaßnahmen im Verkehrs- und Betriebsdienst, für die Betriebsüberwachung sowie für die Fahrplan- und Zugbildung. Es dürfte sich daher empfehlen, bei der Durchleuchtung der Rangierbahnhöfe nicht nur wie bisher dem Betriebsaufwand und der Betriebsweise, sondern auch der Ermittlung der Leistungsgrenzen eine erhöhte Beachtung zu schenken, und zwar auch dann, wenn die derzeitige Leistung des zu untersuchenden Bahnhofs noch weit unter seiner Höchstleistung liegt. Die laufende Betriebsüberwachung benützt nach früheren Darlegungen als Leistungsmaßstab den täglichen Wagenausgang ins Netz. Er stellt den absoluten Wert einer Leistung dar. Bezieht man den Wagenausgang auf die Leistungsgrenze, so ergibt sich als relativer Wert der Belastungsgrad. Er kennzeichnet die jeweilige Ausnutzung des Rangierbahnhofs.

Neben seiner Bedeutung als Kennziffer für die Betriebsüberwachung wird der Belastungsgrad beim Betriebsvergleich im Zusammenhang mit den absoluten Betriebskosten und den Betriebskosten für den behandelten und bewerteten Wagen verwendet. Hinsichtlich der Abhängigkeit zwischen Kostensätzen für die Einheit und Belastungsgrad ist festzustellen, daß bei sinkendem Belastungsgrad die Kostensätze wachsen, da die festen Kosten einen hohen Anteil an den Gesamtkosten bilden, und da ferner bei fallendem Verkehr der Betriebsaufwand nicht im gleichen Verhältnis gesenkt werden kann (Abb. 13).

Sofern aber die Kostensätze je Wagen nur den Aufwand berücksichtigen, der von den Verkehrsschwankungen unmittelbar abhängig ist (z. B. der Aufwand für Rangierlokomotiven und Rangierer), können diese Teilkostensätze unter Umständen bei steigendem Belastungsgrad auch eine steigende

Tendenz zeigen und zwar dann, wenn der Einsatz weiterer Betriebsmittel verhältnismäßig stärker wächst als die Zunahme der Belastung.

C. Gang der Ermittlung.

1. Nutz- und Verlustzeiten der Ablaufanlage.

Aufgabe und Zweck der Ablaufanlage bringen es mit sich, daß die Wagen der aus dem Netz einlaufenden Züge (e) die Hauptbelastung der Ablaufanlage bilden (Abb. 14). Einen weiteren Belastungsanteil stellen diejenigen Wagen dar, die mehr als einmal über die Ablaufanlage geleitet werden. Hierzu gehören beim Vorhandensein von Zusatzanlagen alle Wagen (z), die nach ihrer Behandlung in diesen Anlagen zur Wieder-

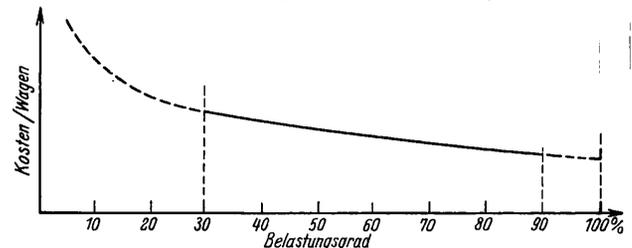


Abb. 13. Abhängigkeit der Selbstkostensätze vom Belastungsgrad.

eingliederung in neu zu bildende Züge nochmals über die Ablaufanlage geführt werden. Ferner gehören hierher die Falschläufer und die abgelenkten Wagen (f), sofern sie ein zweites Mal ablaufen. Bei zweiseitigen Bahnhöfen bilden schließlich die Eckverkehrswagen (ü) eine weitere zusätzliche Belastung der Ablaufanlage. Zu dieser Gesamtbelastung $b = e + z + \ddot{u} + f$, die auf den Tag bezogen die eigentliche produktive Ablaufleistung bedingt, treten als weitere Belastung

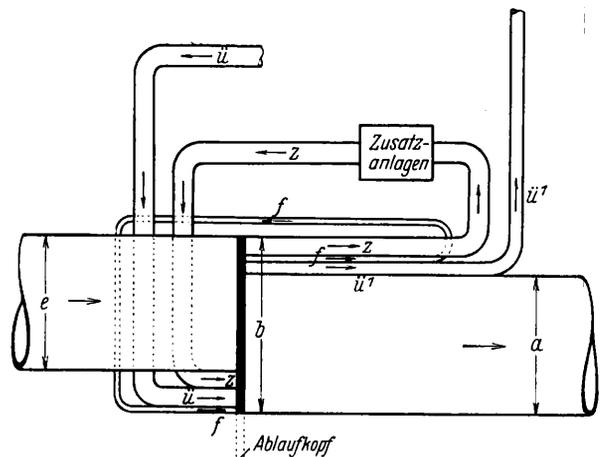


Abb. 14. Belastung des Ablaufkopfes eines zweiseitigen Rangierbahnhofs.

des Ablaufkopfes Fahrten der einrückenden Zuglokomotiven und der nach- oder zurückfahrenden Abdrücklokomotiven sowie Rangierfahrten aus der Richtungsgruppe. Demnach findet an dieser Stelle zumeist die größte Konzentration betrieblicher Leistungen statt. Die Ablaufanlage wird damit zum Leistungsbrennpunkt. Bei dieser überragenden Bedeutung der Ablaufanlage ist die Ermittlung der Leistungsgrenze dieser Anlage in allen Fällen und grundsätzlich an die Spitze der übrigen Leistungsuntersuchungen zu stellen.

Diese erste und grundlegende Aufgabe besteht nun darin, die Ablaufverhältnisse an mehreren Tagen eingehend zu untersuchen. Hierbei wird die zeitliche Belegung des Ablaufpunktes festgestellt. Je nachdem am Ablaufpunkt Wagen ablaufen oder nicht, sind Nutz-(Ablauf)zeiten oder Verlustzeiten zu erfassen.

Unter Nutzzeit (T_n) soll die Zeit verstanden werden, die ausschließlich für den Ablauf, also für die rein produktive Ablauffleistung beim Zerlegen der Züge und Rangierfahrten zur Verfügung steht; unter Verlustzeit (T_v) die Zeit, die für den Ablauf aus unvermeidlichen oder vermeidbaren Ursachen verloren geht.

Bei der Verlustzeit unterscheidet man zweckmäßig folgende Verbrauchswerte: Zwischenzeit (T_z), Zeitdauer der Unterbrechungen während des Ablaufs (T_u), Zeitdauer der Behinderungen durch Beidrücken (T_b) und Zeitdauer der Behinderungen durch sonstige Arbeiten in den Richtungsgleisen (T_s).

Zur Zwischenzeit (T_z) rechnet die Zeit vom Ablauf des letzten Wagens eines Zuges bis zum Ablauf des ersten Wagens des nachfolgenden Zuges. Im einzelnen setzt sich diese Zeit zusammen aus Anteilen für die Signalübertragung an die Rangierer, Stellwerke und Rangierlokomotiven sowie aus Anteilen für das Befahren des Zuges vom Halteplatz in der Einfahrgruppe oder dem Abdrückgleis bis an den Abroll- oder Ablaufpunkt. Fehlt für das Umfahren des Ablaufkopfes ein besonderes Gleis, so rechnet zur Zwischenzeit auch der Anteil, der von der Rangierlokomotive gebraucht wird, um nach dem Ab- und Beidrücken vom Ablaufberg bis über das Merkzeichen des Einfahr- oder Ablaufgleises zurückzufahren. Verlustzeiten für das Umfahren der Rangierlokomotive nach Abdrücken des letzten Wagens hinter einen neu abzudrückenden Zug bleiben bei Ermittlung der Leistungsgrenzen der Ablaufanlage unberücksichtigt, da sie bei Höchstbelastung durch entsprechenden Einsatz von Rangierlokomotiven als vermeidbar zu betrachten sind.

Die für eine Ablaufanlage bezeichnende Zwischenzeit (T_z) je Zug wird in jedem Falle zu berücksichtigen sein. Je nach Güte der technischen Anlagen und der Betriebsweise ist beim gewöhnlichen Ablauf und bei vollem Einsatz von Rangierlokomotiven mit durchschnittlichen Zeiten von etwa 1 bis 5 Min. zu rechnen. Unter Berücksichtigung der verschiedenartigen Einflüsse, von denen die Zwischenzeit abhängig ist, kann für die vorliegenden Untersuchungen — auch bei veränderlichen Zerlege-(Abdruck)geschwindigkeiten — mit einem festen Einzelwert für die Zwischenzeit einer Fahrt t_z gerechnet werden.

Die je Zug oder Rangierfahrt anzusetzende Zwischenzeit ist als Durchschnittswert aus den beobachteten Zeiten für die verschiedenen Fahrten aus den Einfahr- oder Ablaufgleisen zu bilden. Durch besondere Zeitstudien werden alle Einflüsse des Zulaufprofils, der Zulaufgeschwindigkeit, der Gleisentwicklung am Ablaufkopf, der Signalübertragung, der vorhandenen Betriebsmittel (Drucklokomotiven, sonstige Ablaufeinrichtungen) und der Zugstärke berücksichtigt. Die Zwischenzeit kann auch auf theoretischem Wege ermittelt werden.

Eine eingehende Untersuchung über die die Zwischenzeit bedingenden Ursachen kann wesentliche Gesichtspunkte für die Beseitigung baulicher und betrieblicher Mängel an der Ablaufanlage liefern, unter Umständen mit dem Erfolg einer beachtlichen Steigerung der Leistungsfähigkeit. Würde beispielsweise die Zwischenzeit je Fahrt nur um 1 Min. gekürzt, so könnte bei 120 ablaufenden Zügen, einer Zerlegegeschwindigkeit von 3,5 km/h und 9,5 m Wagenlänge die Ablauffleistung um $\frac{120 \cdot 60 \cdot 3,5}{9,5 \cdot 3,6} \cong 740$ Wagen gesteigert werden.

Zur Zeitdauer der Unterbrechungen während des Ablaufs (T_u) rechnet die Zeit für das Warten auf den merkezeichenfreien Einlauf von Vorsichtswagen, schlecht-ablaufenden Wagen (leere Fremdwagen), für das Verbringen vorzeitig stehengebliebener Abteilungen in die Richtungsgleise und Entkuppeln von Wagen am Ablaufberg. Der Zeitverlust durch derartige Unterbrechungen ist im allge-

meinen bei günstigen Betriebsverhältnissen gering. Immerhin hat der Betrieb mit diesen unvermeidbaren Verlustzeiten zu rechnen. Andererseits gilt auch hier das Gleiche wie für die Zwischenzeiten. Durch Verbesserung des Ablaufprofils und der Zone der Verteilungsweichen können diese Verlustzeiten auf ein Mindestmaß herabgedrückt werden.

Zur Zeitdauer der Behinderung durch Beidrücken (T_b) rechnet nur das eigentliche Beidrücken der Wagen in den Richtungsgleisen, um Platz für die ablaufenden Wagen zu gewinnen. Bei ungünstiger Ausbildung der Ablaufanlage, vorwiegend bei nicht im Gefälle liegenden Richtungsgleisen, ergeben sich bedeutende Verlustzeiten. Auch hier handelt es sich um ein lohnendes Arbeitsgebiet für die Rangiertechnik, vor allem bei solchen Anlagen, die nicht von Grund auf so geändert werden können, daß sie ablauftechnisch einwandfrei arbeiten. Um die Verlustzeiten durch Beidrücken möglichst niedrig zu halten, gibt man bekanntlich den Richtungsgleisen ein Gefälle von 1:600 bis 1:500 und mehr.

Zur Zeitdauer der Behinderungen durch sonstige Arbeiten (T_s) rechnen die Verlustzeiten infolge der Fahrten über den Ablaufkopf. Dieser kann belegt sein durch:

- a) Züge, die aus der Richtungsgruppe in die Einfahrgruppe oder Abdrückgleise, also gegen die Ablaufrichtung, fahren,
- b) neugebildete Züge, die gegen die Ablaufrichtung aus der Richtungsgruppe ausfahren,
- c) nachzuordnende Züge, die gegen die Ablaufrichtung zur Stationsgruppe fahren,
- d) Zuglokomotiven, die von den angekommenen Zügen wegfahren,
- e) Rangierlokomotiven, die nach dem Abdrücken über den Ablaufkopf nachfahren oder diesen umfahren,
- f) Fahrten für das Auswechseln von Falschläufern und abgelenkten Wagen.

Die Verlustzeiten treten in einem gewissen Umfang an jeder Ablaufanlage auf, und zwar als Folge der durch die baulichen Anlagen bedingten Betriebsverhältnisse. Durch sorgfältige Untersuchung aller Ursachen werden wertvolle Anregungen für bauliche und betriebliche Maßnahmen oder für geplante Neuanlagen gewonnen.

Die sonstigen bei Untersuchung der Ablaufvorgänge beobachteten Verlustzeiten sind Pausen, die vorwiegend durch Arbeitsmangel bedingt werden. Infolge des stoßweisen Arbeitsanfalles im Rangierbahnhof treten Pausen bei durchschnittlicher und höherer Belastung stets in Erscheinung und werden auch bei guter Disposition nicht zu vermeiden sein. Im Falle der Höchstbelastung aber, für die ein ununterbrochener Arbeitsanfall Voraussetzung ist, können derartige Verlustzeiten am Ablaufkopf nicht berücksichtigt werden, so daß die vollen 24 Std. eines Arbeitstages anteilmäßig nur nach Nutzzeit T_n und Verlustzeiten T_z , T_u , T_b und T_s aufzulösen sind. Man wird aber bei den Zeitaufnahmen auch die Pausen mit erfassen, um ein lückenloses Bild von den Ablaufvorgängen zu erhalten.

Hinsichtlich Ermittlung und weiterer Behandlung dieser fünf Zeit- oder Verbrauchswerte ist folgendes zu bemerken:

Die aus den Ablaufverhältnissen unmittelbar ermittelte tatsächliche Ablaufzeit wird zweckmäßig nicht verwendet, da sie auch unter günstigen Ablaufbedingungen keinen Bestwert im Sinne dieser Untersuchung zu erreichen braucht. An ihre Stelle tritt eine mittelbar abgeleitete Ablaufzeit T_n in Minuten, die sich aus dem Ansatz

$$T_n = \frac{60 \cdot L_w \cdot W}{1000 \cdot v_0} = \frac{60 \cdot 9,5 \cdot W}{1000 \cdot v_0} = 0,57 \frac{W}{v_0} \dots 1)$$

ergibt. Hierin bedeutet:

L_w = 9,5 m die durchschnittliche Wagenlänge,

W = Zahl der abgelaufenen Wagen,

v_0 = die auf der Anlage mögliche Zerlege-(Abdruck)geschwindigkeit in km/h.

Sofern die Zerlegegeschwindigkeit nicht aus besonderen Ablaufstudien, sondern auf rein theoretischem Weg ermittelt werden soll, ist von der ablaufdynamischen Grundgleichung auszugehen:

$$T_o = \Delta t + t_s, \text{ worin}$$

$$T_o = \text{Zeitabstand der Wagenschwerpunkte am Ablaufpunkt in Sek.}$$

$$\Delta t = \text{Laufzeitunterschied in Sek.}$$

$$t_s = \text{Weichensperzeit in Sek., daraus}$$

$$v_o = \frac{L_w}{T_o} \cdot 3,6 \text{ in km/h.}$$

Die Zwischenzeit T_z ergibt sich als Produkt aus der bei der Zeitaufnahme festgestellten Fahrtenzahl n und der mittleren Zwischenzeit t_z in Minuten, die zwischen den Abläufen der einzelnen Fahrten (also je Fahrt) als Einzelzeit anzusetzen ist. Unter Fahrten sollen in diesem Zusammenhang sowohl neuangekommene Züge als auch Rangierfahrten verstanden werden, die zwecks Auflösung über den Ablaufkopf rollen. Es folgt die Zwischenzeit in Minuten aus:

$$T_z = n \cdot t_z \dots \dots \dots 2)$$

Sonach ist die im folgenden zu verwendende gesamte Zwischenzeit nicht etwa eine Summe aus den beobachteten Zwischenzeiten, sondern ein Produkt aus dem Einzelzeitwert t_z , der entweder aus besonderen Zeitstudien oder auf theoretischem Weg zu ermitteln ist, und aus der Fahrtenzahl n .

Während Ablauf- und Zwischenzeiten (T_n, T_z) mittelbar zu errechnen sind, können die übrigen Verbrauchswerte T_u, T_b und T_s in ihrer beobachteten absoluten Höhe berücksichtigt werden. Allerdings ist bei Beurteilung dieser aus den Zeitaufnahmen gewonnenen Einzelzeiten darauf zu achten, daß vor ihrer Zusammenstellung alle Verlustzeiten der Art T_u, T_b und T_s unberücksichtigt bleiben, die auf falsche Disposition oder zufällige Störungen im Ablaufbetrieb zurückzuführen sind. Die an sich notwendige Bereinigung dieser beobachteten, also wirklich festgestellten Verlustzeiten darf jedoch nicht so weit gehen, daß wesentliche Anteile unberücksichtigt bleiben. Bei der hierfür notwendigen und sorgfältigen Einzeluntersuchung muß man sich immer wieder vergegenwärtigen, daß auch bei bester Aufsicht und Betriebsorganisation ein gewisser Betrag der an sich zunächst vermeidbar erscheinenden Verlustzeiten in Rechnung gestellt werden muß.

Nach Ableitung der Ablauf- und Zwischenzeiten T_n und T_z sowie Bereinigung und Zusammenstellung der Verlustzeiten T_u, T_b und T_s sind die für den weiteren Ermittlungsgang notwendigen Werte vorhanden, aus denen sich ein Zeitbild für die Inanspruchnahme der Ablaufanlage auf der Grundlage wirklicher Leistungen während eines vollen Tages ergibt. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Zeiterlegung der Ablaufvorgänge sich zweckmäßig auf Beobachtungsergebnisse mehrerer voller Betriebstage stützt, um möglichst ein mittleres Betriebsergebnis zu erzielen, und ferner daß es nicht ratsam ist, diese grundlegende Untersuchung nur auf einen Tag zu stützen, da auch ein scheinbar durchschnittlicher Arbeitstag außergewöhnliche — wenn auch geringe — Störungen auf-

weisen kann, die zusammengefaßt das Gesamtbild beeinflussen können.

Die aus Nutz- und Verlustzeiten sich ergebende Gesamtzeit T in Minuten ist:

$$T = T_n + T_z + T_u + T_b + T_s \dots \dots \dots 3)$$

Die Verlustzeit ist:

$$T_v = T_z + T_u + T_b + T_s \dots \dots \dots 4)$$

Für die Gesamtzeit gilt also:

$$T = T_n + T_v \dots \dots \dots 5)$$

Um einen Begriff von der Größenordnung der Verbrauchswerte bei verschiedenen Ablaufanlagen zu geben, sind in Zahlentafel 7 die Beobachtungsergebnisse für einzelne Bahnhöfe gegenübergestellt. Die absoluten Zeitwerte T der Spalte 2 enthalten nach Gl. 3) keine Zeitanteile für Pausen. Die Verbrauchswerte der Spalte 3 bis 8 sind als Prozentzahlen von T dargestellt, um den Vergleich der drei Bahnhöfe zu erleichtern. Diese Spalten kennzeichnen nicht nur die Verhältnisse der Ablaufanlagen, sondern auch ihre Vor- und Nachteile im einzelnen, die auf die Leistungsfähigkeit einen besonderen Einfluß ausüben.

Der Wert T_z für den Bahnhof Karlsruhe ist mit 3,3% deshalb so gering, weil durch Zusammenfassung von mehreren, und zwar bis zu drei Zügen die Zahl der Schleppfahrten verhältnismäßig klein wird. In Spalte 6 fallen die beiden Grenzwerte für T_b von 40,5% für Karlsruhe bei einer ablaufdynamisch schlecht und von nur 3,5% für Basel bei einer ablaufdynamisch gut ausgebildeten Anlage auf. Der ungünstige Wert von $T_s = 24,8%$ in Spalte 7 wird dadurch verursacht, daß an der Ablaufanlage der Richtung Nord-Süd im Rangierbahnhof Offenburg große Verlustzeiten durch zahlreiche Gegenfahrten aus der Richtungsgruppe entstehen. Spalte 8 lehrt, daß mit Ausnahme des Rangierbahnhofs Basel die gesamten Verlustzeiten T_v über 50% der Gesamtzeit T ausmachen.

2. Die angenäherte Leistungsgrenze B' der Ablaufanlage.

Eine angenäherte Leistungsgrenze B' läßt sich auf einfachem Weg ermitteln, wenn angenommen wird, daß die durch Zeitaufnahmen am Ablaufkopf und durch Sonderuntersuchungen über die Werte von v_o und t_z gewonnenen Nutz- und Verlustzeiten bei steigender Belastung zueinander immer verhältnismäßig bleiben; d. h., daß die Verhältniszahlen $\left(\frac{T_n}{T}\right)$ und $\left(\frac{T_z + T_u + T_b + T_s}{T}\right)$ für alle Belastungsstufen gleich bleiben und damit auch für den Grenzwert der Leistungen angewendet werden können.

Für die 24 Std. eines Arbeitstages erhält man eine Nutz- oder Ablaufzeit von $\left(\frac{T_n}{T} \cdot 24\right)$ und bei einer mittleren Wagenlänge von 9,5 m allgemein eine angenäherte Leistungsgrenze der Ablaufanlage in Wagen je Tag von

$$B' = \frac{24 \cdot 1000}{9,5} \cdot \frac{T_n}{T} \cdot v_o = 2526 \cdot \frac{T_n}{T} \cdot v_o \dots \dots 6),$$

worin T_n und T nach den Gl. 1) und 3) zu berechnen sind.

Zahlentafel 7.

Zeitergliederung für Ablaufanlagen aus Beobachtungen mehrerer Betriebstage.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rangierbahnhof	T Min.	T_n in % v. T.	T_z in % v. T.	T_u in % v. T.	T_b in % v. T.	T_s in % v. T.	$T_u + T_b + T_s$ in % v. T.	T_v in % v. T.	Wagen- ablauf	Zahl der Fahrten	Stärke s je Fahrt	v_o km/h
Karlsruhe	1314	49,3	3,3	4,1	40,5	2,8	47,4	50,7	3190	43	74	3,5
Basel	749	61,8	15,2	3,5	5,7	13,8	23,0	38,2	2437	57	43	3,0
Offen- burg {	Nord-Süd	556	34,2	11,9	2,0	27,1	24,8	53,9	1166	33	33	3,5
	Süd-Nord	461	39,7	13,9	2,0	25,8	18,6	46,4	1122	32	35	3,5

3. Die Leistungsgrenze B der Ablaufanlage.

Wenn man die den Rechnungsgang für B' außerordentlich vereinfachende Annahme kritisch beleuchten will, so ist im einzelnen zu prüfen, ob die aus den Verbrauchswerten und der Gesamtzeit gebildeten Verhältniszahlen $\frac{T_n}{T}$, $\frac{T_z}{T}$, $\frac{T_u}{T}$, $\frac{T_b}{T}$ und $\frac{T_s}{T}$ für die bis zum Grenzwert steigende Belastung im Rahmen der praktischen Bedürfnisse angewendet werden können. Dies kann für $\frac{T_n}{T}$ bejaht werden, da bei gleicher Zerlegegeschwindigkeit v_0 Leistung und Ablaufzeit verhältnismäßig wachsen müssen.

Da die Zeitdauer der Unterbrechungen T_u vorwiegend von der Zahl der Wagen, also von der Belastung abhängt, kann $\frac{T_u}{T}$ auch bei steigender Belastung als feststehend angenommen werden, zumal es sich hierbei um geringe Anteile an der Gesamtzeit handelt, und zwar 2 bis 5,7% nach Zahlentafel 7. Die gleiche Voraussetzung kann unbedenklich für $\frac{T_b}{T}$ gemacht

werden, da bei gewöhnlichen Witterungsverhältnissen und gleichbleibendem v_0 mit steigender Belastung der Anteil für Beidrücken an der Gesamtzeit etwa gleichbleibend wird; d. h. je mehr Wagen ablaufen, um so mehr wird die Beidrückzeit anwachsen, und zwar etwa im Verhältnis der Wagenzahl. Verhältnismäßig schwer läßt sich das Anwachsen der Verlustzeiten T_s bei steigender Belastung beurteilen, da diese Zeiten vorwiegend im Zusammenhang mit Zug-, Rangier- und Lokomotivfahrten sowie mit sonstigen Zufälligkeiten stehen. Selbst eine große Zahl besonderer Ablaufstudien, die zur Erfassung der verschiedensten Belastungsstufen auf längere Zeit ausgedehnt werden müßten, dürfte kaum einen befriedigenden Einblick in das Verhalten der Verlustzeiten T_s bei steigender Belastung gestatten. Man könnte — um ungünstig zu rechnen — annehmen, daß bei Höchstbelastung die Verlustzeiten T_b und T_s höhere Anteile an der Gesamtzeit ausmachen, als sie sich nach einer verhältnismäßigen Zunahme ergeben. Tatsächliche Erfahrungen würden diese Voraussetzung rechtfertigen. Bekanntlich wachsen bei starkem Verkehr auch die Betriebschwierigkeiten und Unregelmäßigkeiten, da der Fahrplan und alle übrigen Arbeitspläne für den Bahnhofsdienst nur auf den Regelverkehr abgestellt sind. Bei der offensichtlichen Schwierigkeit einer Schätzung verbleibt für T_s nur die näherungsweise zutreffende Annahme einer verhältnismäßigen Zunahme, wie sie für T_b gemacht wurde.

Über das Verhalten der Zwischenzeit T_z bei steigender Belastung gibt zunächst die Gl. 2) in der Form $T_z = n \cdot t_z$ Auskunft. Hiernach ist bei unveränderlich anzunehmendem t_z die Zwischenzeit T_z unmittelbar von der Zahl der Fahrten n abhängig. Da $n = \frac{W}{s}$ ist, wenn W die Zahl der abgelaufenen Wagen und s die mittlere Zugstärke bezeichnet, so folgt $T_z = \frac{W}{s} \cdot t_z$. Bei steigender Belastung nimmt die Zwischenzeit T_z also nicht in dem Verhältnis der abgelaufenen Wagen zu, da s sich ändert. Es bleibt zunächst die Zahl der Fahrten n am Ablaufkopf unverändert, in dem sich der Verkehrszuwachs in einer besseren Auslastung der Züge, also Vergrößerung der Zugstärke s auswirkt. Erst bei weiter steigendem Verkehr wird der Betrieb dazu übergehen müssen, auch die Zahl der Züge zu vermehren. Sonach steigt die Zahl der Fahrten bei zunehmender Belastung etwa stufenförmig.

Abb. 15 gibt hierfür ein Beispiel an Hand der Betriebsergebnisse des Rangierbahnhofs Mannheim. Die Auswertung der statistischen Zahlen ergibt, daß die Zahl der abgelaufenen Wagen W von 2605 um 2117 auf 4722 oder um 81%, die Fahrten-

zahl n von 69 um 25 auf 94 also nur um 36% zunimmt. Die entsprechenden Hundertsätze für die beiden Teilgebiete des Rangierbahnhofs Offenburg und zwar Nord-Süd und Süd-Nord sind für W : 169% und 228% sowie für n : 91% und 78%.

Es folgt daraus, daß bei steigender Belastung die Zwischenzeiten in geringerem Maße zunehmen als die Leistungen. Dies steht im Gegensatz zu der Voraussetzung, die für Ermittlung der angenäherten Leistungsgrenze B' gemacht wurde, die sich auf die verhältnismäßige Zunahme der Zwischenzeiten und Leistungen stützt.

Sonach ist der Weg vorgezeichnet, der eine schärfere Ermittlung der Leistungsgrenze gestattet. Sie wird im Gegensatz zur angenäherten Leistungsgrenze kurz die Leistungsgrenze B der Ablaufanlage genannt. Sie nimmt im Gegensatz zu der noch später zu behandelnden maßgebenden Leistungsgrenze keine Rücksicht auf den Einfluß eines minderleistungsfähigen Bahnhofsteiles.

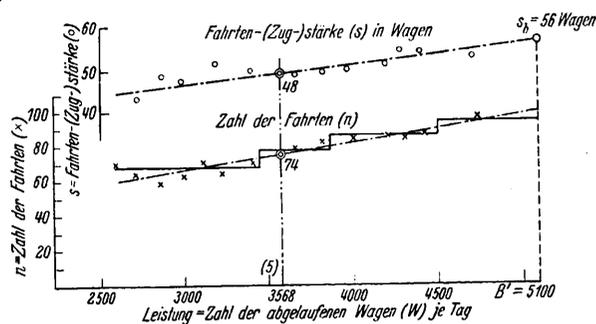


Abb. 15. Beziehung zwischen Zahl der abgelaufenen Wagen, Fahrtenzahl und Fahrtenstärke.

Bei der gesuchten Leistungsgrenze B und der dafür maßgebenden durchschnittlichen Fahrten-(Zug)stärke s_b ergibt sich die entsprechende Fahrtenzahl $n = \frac{B}{s_b}$. Der Grenzwert

für s_b dürfte bei Rangierbahnhöfen, in denen keine langen und schweren Schleppfahrten durch Aneinanderreihen mehrerer Züge gebildet werden, die für die Zufuhrstrecken maßgebende Zugstärke — 120 bis 150 Achsen d. h. 60 bis 75 Wagen — sein. Der Mittelwert für s_b wird im allgemeinen etwa zwischen 50 und 60 Wagen liegen. Sofern dafür ein genügend genauer Erfahrungswert aus der Betriebsstatistik nicht vorhanden ist, kann der s_b -Wert durch Auswertung z. B. der Rangierzettel für zahlreiche und möglichst verschiedene Belastungsstufen oder durch andere Erhebungen mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden, wobei z. B. nach Abb. 15 eine aus den verschiedenen und den Leistungen W entsprechenden Werten s_1, s_2, s_3 usw. gewonnene Mittellinie gezogen wird. Ihre Verlängerung bestimmt die Ordinate s'_b , die genau genug mit s_b gleichgesetzt und als zu der nach Gl. 6) berechneten Abszisse B' gehörig angenommen werden darf.

Bisweilen kann eine parabolische Abhängigkeit zwischen Fahrtenstärke s und Leistung W angenommen werden nach der Gleichung $s^2 = 2 \cdot p \cdot W$, wobei der Halbparameter p aus den vorhandenen Mittelwerten s_m für die Zugstärken und W_m für die Wagenzahl zu ermitteln ist. Für die Abszisse B' folgt die gesuchte Ordinate s'_b aus $s'_b = s_m \cdot \sqrt{\frac{B'}{W_m}}$. Der Wert s'_b kann wiederum genau genug dem gesuchten Wert s_b gleichgesetzt werden.

Bei 24stündiger Betriebszeit und den für die Nutz- und Verlustzeiten gemachten Voraussetzungen ist die Gleichung für die Leistungsgrenze B der Ablaufanlage im Wagen je Tag aus dem Ansatz:

$$B = \frac{(24 - T_{v24}) \cdot v_0 \cdot 1000}{9,5} \dots \dots \dots (7)$$

zu gewinnen, wobei sich die Verlustzeit für 24 Std. berechnet nach:

$$T_{v21} = \frac{T_u + T_b + T_z}{T} \cdot 24 + \frac{B}{s_b} \cdot \frac{t_z}{60} \dots \dots \dots 8)$$

Hiermit ergibt sich:

$$B = \frac{2526 \cdot v_o \cdot \frac{T_u + T_z}{T}}{1 + \frac{1,754 \cdot t_z \cdot v_o}{s_b}} \dots \dots \dots 9)$$

Zur Erleichterung der Übersicht sollen die in dem Ausdruck vorkommenden Größen nochmals zusammenfassend erläutert werden. Es bedeutet:

- v_o die Zerlegegeschwindigkeit in km/Std.,
- t_z die Zwischenzeit pro Fahrt in Minuten, die durch Sonderuntersuchungen zu ermitteln ist,
- s_b die für die Leistungsgrenze B der Ablaufanlage maßgebende Fahrtenstärke in Wagen,
- T_n die nach Gl. 1) unter Verwendung einer mittleren Leistung W_m mehrerer Beobachtungstage berechnete Ablaufzeit in Minuten,
- T_z die nach Gl. 2) berechnete Zwischenzeit in Minuten unter Verwendung einer mittleren Fahrtenzahl n der Beobachtungstage,
- T die nach Gl. 3) berechnete Gesamtzeit $T_u + T_z + T_u + T_b + T_s$ in Minuten. T_u, T_b und T_s bedeuten die aus den Zeitaufnahmen der Beobachtungstage festgestellten mittleren Verlustzeiten für Behinderung durch Unterbrechungen (T_u), durch Beidrücken (T_b) und durch sonstige Arbeiten (T_s) in Minuten.

Der mit 9,5 erweiterte Quotient auf der rechten Seite der Gl. 9) gibt im Zähler die ideelle Länge aller ablaufenden Wagen und im Nenner die ideelle Länge eines Wagens an, wenn während der Zeit $\left[\frac{T_u + T_z}{T} \cdot 24\right]$ Stunden abgedrückt würde.

$$T_{n21}' = 1440 - T_{v21} \cdot 60 = 1440 - \left(\frac{T_u + T_b + T_s}{T} \cdot 1440 + \frac{B}{s_b} \cdot t_z\right) = 1440 \cdot \frac{T - (T_u + T_b + T_s)}{T} - \frac{B \cdot t_z}{s_b} = 1440 \cdot \frac{T_u + T_z}{T} - B \cdot \frac{t_z}{s_b} \dots \dots \dots 13)$$

Für Geschwindigkeitsstufen innerhalb der in Betracht kommenden Grenzen kann für die Verwertung ausreichend genau angenommen werden, daß die aus den Beobachtungsergebnissen gemittelte Summe der Verlustzeiten $T_u + T_b + T_s$ unabhängig von v_o ist, zumal Auswertungsergebnisse z. B. für Rangierbahnhof Basel nach Abb. 16 erkennen lassen, daß bei zwischen 2,6 bis 3,3 km/h schwankenden Zerlegegeschwindigkeiten die Streuung bei der Bezugsgröße $\frac{T_u + T_b + T_s}{100} =$ Zeitverbrauch für 100 Wagen nicht bedeutend und ein bestimmtes gesetzmäßiges Verhalten der Bezugsgrößen nicht erkennbar ist. Die verschiedenen Werte $\frac{T_u + T_z}{T}$ berechnen sich bei veränderlicher Zerlegegeschwindigkeit und unter Bezugnahme auf die Gl. 3) bis 6) allgemein nach:

$$\frac{0,57 \frac{W}{v_o} + T_z}{0,57 \frac{W}{v_o} + T_v} = \frac{0,57 \cdot W + v_o \cdot T_z}{0,57 \cdot W + v_o \cdot T_v}$$

Beispiel:

Für das Teilgebiet Süd-Nord des Rangierbahnhofs Offenburg ergab sich aus den Zeitaufnahmen:

$W_m = 1122$ Wagen, $T_z = n \cdot t_z = 32 \times 2 = 64$ Min. und $T_u + T_b + T_s = 214$ Min. Es folgen die Werte für: T_n aus Gl. 1) B' aus Gl. 6), B aus Gl. 9) und T_{n21}' aus Gl. 13). Die einzelnen

Ein Beweis für die Richtigkeit der Gl. 9) liegt in folgender Entwicklung:

$$B = \frac{(24 - T_{v21}) \cdot v_o \cdot 1000}{9,5} = \frac{24 \cdot 1000 \cdot v_o}{9,5} - \frac{T_{v21} \cdot v_o \cdot 1000}{9,5}$$

Da $T_{v21} = 24 - T_{n21}$ ist, folgt:

$$B = \frac{24 \cdot 1000 \cdot v_o}{9,5} - \frac{(24 - T_{n21}) \cdot 1000 \cdot v_o}{9,5} = T_{n21} \cdot \frac{1000 \cdot v_o}{9,5} \dots \dots \dots 10)$$

d. h. Zahl der Wagen $\frac{\text{wirkliche Länge aller in der Nutzzeit } T_{n21} \text{ abgedrückten Wagen}}{\text{wirkliche Durchschnittslänge eines Wagens}}$

Ein Vergleich der Werte für B nach Gl. 9) und für die angenäherten Leistungsgrenzen B' lehrt, daß die besondere Behandlung der Zwischenzeiten nicht nur theoretisch gerechtfertigt ist, sondern auch eine praktische Bedeutung hat.

Die im Zähler des Quotienten auf der rechten Seite der Gl. 9) enthaltene Verhältniszahl $\frac{T_u + T_z}{T}$ entspricht unter

Berücksichtigung der Gl. 3) dem Verhältnis $\frac{T - (T_u + T_b + T_s)}{T}$.

Sie kennzeichnet den leistungsmindernden Einfluß der Verlustzeiten. Sie schwankt, je nachdem es sich um eine ungünstig oder günstig arbeitende Ablaufanlage handelt, etwa zwischen 0,5 und 0,8. Setzt man hierin $T_u + T_b + T_s = 0$, was bedeutet, daß außer den Zwischenzeiten keine Verlustzeiten T_u, T_b und T_s auftreten, so erhält man die entsprechende Leistungsgrenze B_z , bei der als Verlustzeit nur die Zwischenzeit berücksichtigt wird:

$$B_z = \frac{2526 \cdot v_o}{1 + \frac{1,754 \cdot t_z \cdot v_o}{s_b}} \dots \dots \dots 11)$$

Wenn beim Ablaufvorgang auch die Zwischenzeiten wegfallen würden, wird $t_z = 0$ und es folgt:

$$B_n = 2526 \cdot v_o \dots \dots \dots 12)$$

Aus den Gl. 10) und 8) folgt die Nutzzeit T_{n21}' in Minuten

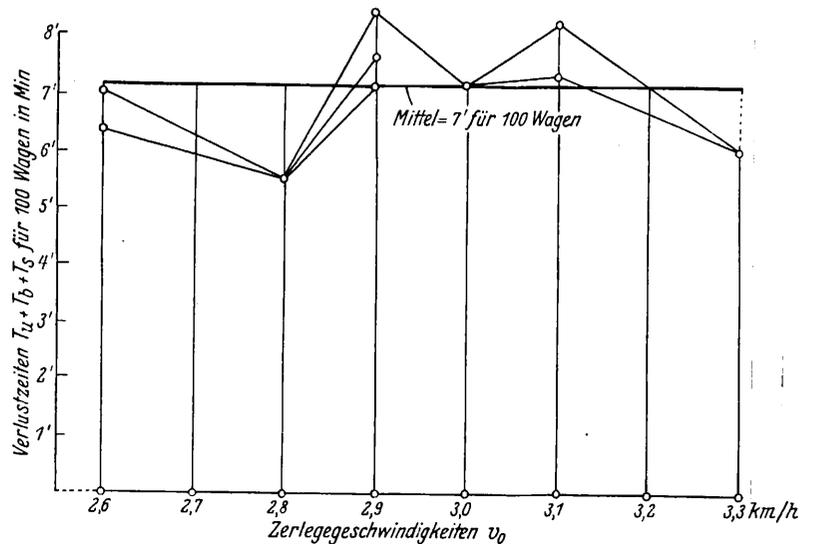


Abb. 16. Verlustzeiten $T_u + T_b + T_s$ und Zerlegegeschwindigkeit v_o (Basel).

Werte wurden in Zahlentafel 8 für die Geschwindigkeiten 1 bis 6 km/h zusammengestellt und in Abb. 17 teilweise zeichnerisch dargestellt. Spalte 9 der Zahlentafel 8 läßt erkennen, daß eine besondere Behandlung der Zwischenzeiten nicht nur theoretisch gerechtfertigt ist, sondern auch notwendig wird, da sich innerhalb der praktischen Zerlege-

geschwindigkeiten v_0 für die Praxis ins Gewicht fallende Leistungszuschläge zur angenäherten Leistungsgrenze B' der Ablaufanlage, und zwar bis zu 15,5% ergeben.

4. Die von einer minderleistungsfähigen Anlage abhängige Leistungsgrenze B_m der Ablaufanlage.

Bei Ermittlung der Leistungsgrenze B der Ablaufanlage nach Gl. 9) wurden nur die leistungsmindernden Einflüsse berücksichtigt, die mit dem eigentlichen Ablaufvorgang unmittelbar zusammenhängen und durch die Verlustzeiten T_z , T_u , T_b und T_s ausgedrückt werden. Unberücksichtigt dagegen blieb der Einfluß der der Ablaufanlage vorgeschalteten und

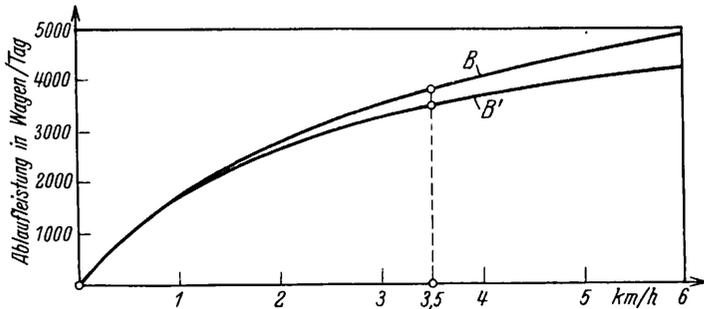


Abb. 17. Leistungsgrenzen B und B' bei sich ändernder Zerlegegeschwindigkeit v_0 (System Süd-Nord-Offenburg).

nachgeordneten Bahnhofsteile und der Strecken, die unter Umständen nicht genügend leistungsfähig sind, um den auf sie entfallenden Leistungsanteil aus B reibungslos zu verarbeiten. Daraus folgt, daß nach Ermittlung der Leistungsgrenze B zu untersuchen ist:

1. welche Leistungsanteile am Grenzwert B von den einzelnen der Ablaufanlage vorgeschalteten und nachgeordneten Anlagen zu übernehmen sind, und
2. welche dieser Anlage infolge ihrer geringen Leistungsfähigkeit den Grenzwert B am stärksten beeinflusst.

Die Leistungsgrenze der Ablaufanlage, die der schwächsten Stelle des Rangierbahnhofs oder seiner Zu- und Abfuhrstrecken anteilmäßig entspricht, ist die abhängige Leistungsgrenze und wird mit B_m bezeichnet.

Zu den vorgeschalteten Anlagen zählen die Zufuhrstrecken, die Einfahrgruppe sowie die Abdrück- oder Ausziehgleise. Zu den nachgeordneten Anlagen rechnen die Gleise der Richtungsgruppe des durchgehenden Verkehrs, die Sammelgleise der Richtungsgruppe für die Wagen der Zusatzanlage oder bei zweiseitigen Anlagen die Gleise der Eckverkehrswagen, ferner die Stationsgruppe, die Zusatzanlagen, die Ausfahrgruppen und die Abfuhrstrecken.

Zahlentafel 8.

Verbrauchswerte und Leistungsgrenzen B' und B bei sich ändernder Zerlegegeschwindigkeit v_0 unter Anlehnung an die Verhältnisse des Rangierbahnhofs Offenburg (Anlage Süd-Nord).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
v_0 km/h	T_n min	$T_n + T_z$ min	T min	$\frac{T_u + T_z}{T}$ Sp. 3 : Sp. 4	$\frac{T_n}{T}$ Sp. 2 : Sp. 4	B' Wagen	B Wagen	$\frac{B}{B'} \cdot 100$ %	T_{n24}' min
1	640	704	918	0,767	0,697	1760	1760	100,0	1004
2	320	384	598	0,642	0,535	2710	2800	103,3	798
3	214	278	492	0,564	0,435	3290	3510	106,7	667
3,5	183	247	461	0,536	0,397	3510	3810	108,2	621
4	160	224	438	0,511	0,365	3690	4060	111,0	577
5	128	192	406	0,473	0,315	3980	4490	112,8	513
6	107	171	385	0,444	0,278	4210	4860	115,5	463

Die für die weitere Untersuchung notwendige Kenntnis von der Verteilung des gesamten Wagenaufkommens im Rangierbahnhof auf die Einzelanlagen ergibt sich aus Erfahrungen sowie aus statistischen Aufzeichnungen, die über längere Zeiträume geführt werden. Hiernach steht die Leistung einer Bahnhofsanlage auch bei Verkehrsschwankungen, d. h. bei den verschiedensten Leistungsstufen in einem festen Verhältnis zur Leistung der Ablaufanlage.

Die Verhältniszahlen aus der Summe der Leistungen einer Einzelanlage geteilt durch die Summe der entsprechenden Ablaufleistungen werden ermittelt aus vorhandenen und laufend geführten, oder aus einmalig durchzuführenden statistischen Aufzeichnungen. Zweckmäßig verwendet man Tagesergebnisse mit starkem Verkehr oder Monatstreffnisse, die Höchstleistungen darstellen. Auf diese Weise werden Zufälligkeiten, die in den einzelnen Tagesergebnissen liegen können, durch Bildung von Durchschnittswerten aus zahlreichen Tagesergebnissen ausgeglichen. Um einen Begriff von der verhältnismäßigen Verteilung zu geben, sind in Zahlentafel 9 Jahresergebnisse des Rangierbahnhofs Basel zusammengestellt:

Zahlentafel 9.

c-Werte des Rangierbahnhofs Basel.

Jahr	c_a	c_f	c_k	c_h	c_p
1927	0,896	0,572	0,304	0,003	0,017
1928	0,900	0,583	0,299	0,003	0,015
1929	0,909	0,564	0,327	0,004	0,014
1930	0,910	0,577	0,316	0,003	0,014
1931	0,910	0,572	0,321	0,006	0,011
1932	0,920	0,580	0,320	0,010	0,010

c_a ist die Verhältniszahl für den gesamten Wagenausgang; c_f , c_k , c_h und c_p gelten für den Wagenausgang aus den Ausfahrgruppen F, K, E und P (Gleis für Wagen nach Palmrain). Wenn man berücksichtigt, daß es sich hier um einen Grenzbahnhof handelt, der großen Verkehrsschwankungen und wechselnden Eingriffen in die Betriebsweise unterliegt, so ist die Feststellung, daß die ablaufenden Wagen während einer Reihe von Jahren ungefähr verhältnismäßig am Wagenausgang beteiligt sind, bemerkenswert.

Bezeichnet man allgemein die aus den statistischen Aufzeichnungen gewonnenen Verhältniszahlen für die einzelnen Anlagen mit c_1, c_2, c_3 usw., so ergeben sich mit Bezug auf die Leistungsgrenze B der Ablaufanlage entsprechende Leistungsanteile: $c_1 \cdot B, c_2 \cdot B, c_3 \cdot B$ usw. Trägt man die Werte über der Abszissenachse für die Ablaufleistung B auf und verbindet den Nullpunkt mit den Endpunkten der über B aufgetragenen Ordinaten, so ergibt sich für die Ablaufleistung B ein kennzeichnendes Verteilungsbild nach Abb. 18.

Da im allgemeinen nicht bekannt sein dürfte, welche Anlage die Ablaufleistung am stärksten drosselt, ist grundsätzlich jeder Bahnhofsteil sowie jede Zu- und Abfuhrstrecke zu untersuchen, ob sie die aus B errechneten Leistungsanteile $c_1 \cdot B, c_2 \cdot B, c_3 \cdot B$ usw. innerhalb eines vollen Betriebstages von 24 Std. und bei ausreichendem Einsatz von Betriebsmitteln reibungslos verarbeiten können. Hierbei empfiehlt es sich, die Leistungsfähigkeit der Anlagen in der Reihenfolge des Produktionsvorgangs also vom Einlauf bis zum Ausgang der Wagen zu untersuchen. Man kann diese Untersuchung entweder theoretisch unter Zugrundelegung von Bearbeitungsstunden (Zugstunden) führen oder dafür besondere Betriebs-

planungen aufstellen, für die aus Zeitstudien gewonnene Bearbeitungsteilzeiten verwendet werden. Hierbei verdienen die auf die örtlichen Verhältnisse abgestellten Betriebsplanungen den Vorrang.

Zur sicheren Auffindung der Anlage, die die Leistungsgrenze B_m maßgebend bestimmt, stellt man in Anlehnung an Abb. 18 für die betreffenden Anlagen die Verlustwerte M_1, M_2 usw. fest und bildet die abgeleiteten Werte $\frac{M_1}{c_1}, \frac{M_2}{c_2}$ usw. Der aus dieser Gegenüberstellung gefundene Größtwert ist der für die Ermittlung der Leistungsgrenze B_m der Ablaufanlage maßgebende Leistungsverlust. Bezeichnet man allgemein die Verhältniszahl für die Anlage, die den größten Leistungsverlust

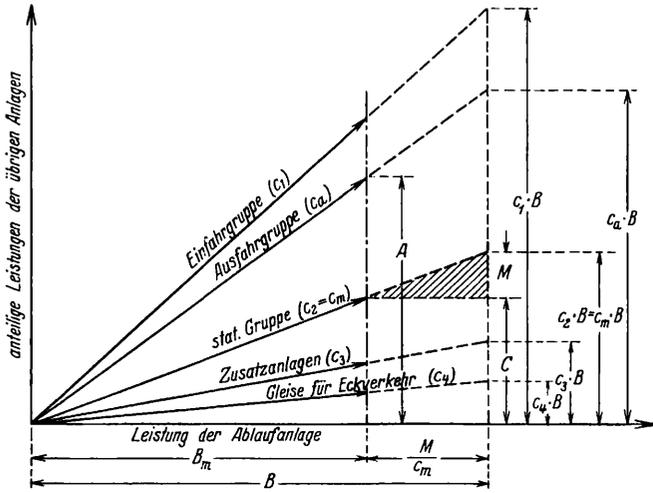


Abb. 18. Verteilung der Ablaufleistung in Wagen je Tag auf die einzelnen Bahnhofsanlagen.

verursacht, mit c_m und den entsprechenden Verlustwert mit M , so folgt die für die Gesamtanlage maßgebende Leistungsgrenze B_m der Ablaufanlage in Wagen je Tag:

$$B_m = B - \frac{M}{c_m} = \frac{C}{c_m} \dots \dots \dots 14)$$

$C = c_m \cdot B - M$ die Leistungsgrenze des minderleistungsfähigen Bahnhofssteiles ist.

5. Die Leistungsgrenze A des Rangierbahnhofs.

Da die verhältnismäßige Verteilung der Ablaufleistungen bei schwankender Belastung sinngemäß auch für die Ausfahrgruppe gilt, findet sich die Leistungsgrenze A des Rangierbahnhofs, ausgedrückt durch die von der Ausfahrgruppe ins Netz auslaufende Wagenzahl je Tag, zu:

$$A = c_a \cdot B_m = c_a \cdot \left(B - \frac{M}{c_m} \right) = c_a \cdot \frac{C}{c_m} \dots \dots 15),$$

worin c_a die Verhältniszahl für die Ausfahrgruppe bedeutet. Die Schlußform der Gleichung besagt, daß die Leistungsgrenze A des Bahnhofssteiles unmittelbar von der Leistungsgrenze des Bahnhofssteiles abhängt, der die Ablaufleistung B am stärksten drosselt. Unter der Bedingung, daß die der Ablaufanlage vorgeschalteten und nachgeordneten Anlagen die auf sie entfallenden Leistungsanteile übernehmen können — daß also ihre Leistungsfähigkeit gut auf die höchste Ablaufleistung B abgestimmt ist, hat man statt Gl. 15)

$$A' = c_a \cdot B \dots \dots \dots 16)$$

Diese wesentliche Bedingung wird aber namentlich von einem Teil der älteren Rangierbahnhöfe nicht erfüllt. An neuere, vor allem an geplante Anlagen sollte allgemein die Forderung gestellt werden, daß die der Ablaufanlage vorgeschalteten und nachgeordneten Bahnhofssteile die Ablaufleistung B nicht drosseln, weil es unwirtschaftlich ist, mit großem Aufwand hochleistungsfähige Ablaufanlagen zu beschaffen oder

zu betreiben, wenn die übrigen Anlagen nicht genügend leistungsfähig sind. Es kommt aber in vielen Fällen auch darauf an, während weniger Stunden hohe Ablaufleistungen zu haben, um den Wagenübergang zu beschleunigen und die Verkehrsspitzen zu bewältigen. In diesen Fällen können die nachgeordneten Bahnhofssteile für kleinere Leistungen bemessen sein als anteilmäßig (nach der größten Ablaufleistung beurteilt) von ihnen gefordert werden müßte, weil während der Zeit schwachen Verkehrszulaufes Ausgleichmöglichkeiten bestehen.

Da nach der Begriffserklärung für die Leistungsgrenze A mit Ausnahme der sonderbehandelten Wagen (diejenigen Wagen nicht mitzuzählen sind, die beim Durchlauf durch den Bahnhof die Ablaufanlage nicht befahren, erlangt die Verhältniszahl c_a im allgemeinen für „1“ einen Höchstwert. Für $c_a=1$ wird nach Gl. 15) und 16) $A = B_m$ oder $A' = B$. Der untere Grenzwert für c_a dürfte etwa bei 0,5 liegen. Wegen des auf die Ausfahrgruppe entfallenden Anteiles der die Ablaufleistung bedingenden Wagenzahl ist zu bemerken, daß ein Teil der Wagen mehr als einmal über die Ablaufanlage rollt. Ihre gesamte Belastung ist nach Abb. 14 $b = e + z + \ddot{u} + f$ bei zweiseitigen Anlagen und sinngemäß $b = e + z + f$ bei einseitigen. Setzt man für den Gleichgewichtsfall den Wageneingang e gleich dem Wagenausgang a , so folgt

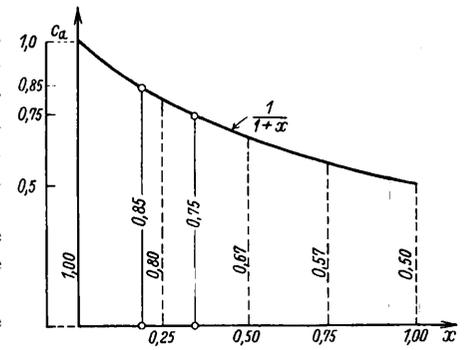


Abb. 19. c_a -Werte bei sich ändernder Zahl der Wagen für Zusatzanlagen und Eckverkehr.

ein Teil der Wagen mehr als einmal über die Ablaufanlage rollt. Ihre gesamte Belastung ist nach Abb. 14 $b = e + z + \ddot{u} + f$ bei zweiseitigen Anlagen und sinngemäß $b = e + z + f$ bei einseitigen. Setzt man für den Gleichgewichtsfall den Wageneingang e gleich dem Wagenausgang a , so folgt

$$c_a = \frac{a}{b} = \frac{a}{a + z + \ddot{u} + f} = \frac{1}{1 + \frac{z + \ddot{u} + f}{a}}$$

Setzt man das Glied $\frac{z + \ddot{u} + f}{a} = x$, so folgt weiter:

$$c_a = \frac{1}{1 + x} \dots \dots \dots 17)$$

Diese Gleichung läßt die Abhängigkeit des Wertes c_a erkennen von der Zahl der Wagen der Zusatzanlagen (z), des Eckverkehrs (\ddot{u}) sowie sonstiger Wagen (f), die mehr als einmal über den Berg laufen. Abb. 19 gibt die bildliche Auswertung für die Werte von $x = 0$ bis $x = 1,0$. Da c_a mit A verhältnismäßig ist, wird durch die Schaulinie gleichzeitig die Änderung von A mit x dargestellt.

Für die Werte $\frac{z}{a} = 0,165$ und $\frac{\ddot{u}}{a} = 0,171$, die als Mittelwerte aus den statistischen Aufzeichnungen aller größeren Rangierbahnhöfe der Reichsbahn ermittelt wurden, sowie für einen angenommenen Wert $f = 0,010$, folgt aus Gl. 17) für die einseitigen Rangierbahnhöfe

$$c_a = \frac{1}{1 + 0,165 + 0,010} \approx 0,85,$$

zweiseitigen Rangierbahnhöfe

$$c_a = \frac{1}{1 + 0,165 + 0,171 + 0,010} \approx 0,75.$$

Danach wird die am Wagenausgang beurteilte Leistungsgrenze der Rangierbahnhöfe dadurch, daß Wagen mehr als einmal ablaufen, bei einseitigen Bahnhöfen im Durchschnitt um 15% und bei zweiseitigen um 25% gekürzt.

Da der Einfluß der Verhältniszahlen $\frac{z}{a}$, $\frac{\ddot{u}}{a}$ und $\frac{f}{a}$ auf die Leistungsgrenze bereits durch die entsprechenden c-Werte mitberücksichtigt wird, genügt es im allgemeinen bei etwaiger Änderung der Verkehrsstruktur oder Betriebsweise die c-Werte allein zu ermitteln. Wird hierbei eine wesentliche Änderung einer der c-Werte festgestellt, so ist folgerichtig zu untersuchen, ob die Leistungsgrenze A neu festgesetzt werden muß.

Von Ausnahmefällen abgesehen wird eine Neufestsetzung in der Regel erst dann notwendig, wenn die Leitungswege für die Güterbeförderung und die Betriebsweise durch Organisationsmaßnahmen oder bauliche Veränderungen grundlegend und auf längere Dauer geändert werden.

D. Beispiele für die Ermittlung der Leistungsgrenzen.

1. Basel-Rangierbahnhof.

Am Hauptablaufberg A des Rangierbahnhofs Basel wurden von Juli 1929 bis September 1930 Arbeits- und Zeitstudien vorgenommen, die folgende Untersuchungsergebnisse lieferten:

Zahlentafel 10.

Untersuchungsergebnisse für die Ablaufanlagen des Rangierbahnhofs Basel.

1	2	3	4		6	7		
			Zahl	Stärke		T _u	T _b	T _s
Lfd. Nr.	Datum	Anzahl der abgelaufenen Wagen W	n	s	v ₀ km/h	min	min	min
1	4. 7. 29	2862	61	47	2,9	58	86	95
2	25. 7. 29	2596	59	44	2,6	41	48	93
3	22. 8. 29	2647	58	46	2,6	17	55	96
4	3. 9. 29	2485	58	43	2,8	13	38	87
5	28. 10. 29	2295	57	40	3,1	17	51	120
6	2. 12. 29	2635	61	43	3,1	34	26	132
7	5. 2. 30	2232	51	44	2,9	29	44	97
8	27. 3. 30	1927	48	40	3,0	13	24	101
9	16. 9. 30	2252	57	39	3,3	12	14	109
10	zus.	21931	510	386	—	234	386	930
11	i. Mittel	2437	57	43	2,9	26	43	103

Besondere Ablaufstudien und statistische Erhebungen lieferten als mittlere Zeitwerte v₀ = 3 km/h. t_z = 2 Min. und s_b = 50 Wagen. Aus Zeile 11 der Zahlentafel 10 folgt: W_m = 2437 Wagen, n = 57 Fahrten und T_u + T_b + T_s = 172 Min.

Nach Gl. 1) ist T_n = 0,57 $\frac{W_m}{v_0}$ = 463 Min. und nach Gl. 2) ist

T_z = n · t_z = 57 · 2 = 114 Min. Hieraus folgt T_n + T_z = 463 + 114 = 577 Min. und aus Gl. 3) T = 577 + 172 = 749 Min.

Bei $\frac{T_n + T_z}{T} = \frac{577}{749} = 0,771$ folgt die Leistungsgrenze B der Ablaufanlage in Wagen pro Tag nach Gl. 9):

$$B = \frac{2526 \cdot 3 \cdot 0,771}{1 + \frac{1,754 \cdot 2 \cdot 3}{50}} = 4820.$$

Für Ermittlung der Leistungsgrenze B_m ist zunächst zu untersuchen, ob die vier Zufuhrlinien des Rangierbahnhofs und die Einfahrgruppe leistungsfähig genug sind, um dem Hauptablaufberg täglich 4820 Wagen zuzuführen. Für die vier Zufuhrstrecken ist diese Frage zu bejahen, da es sich bei einer angenommenen mittleren Zugstärke von nur 40 Wagen um die Zuführung von $\frac{4820}{40} = 120$ Zügen handelt, die je Zufuhrstrecke

in einem Abstand von $\frac{1440}{120} \cdot 4 = 48$ Min. einfahren.

Bezüglich der Einfahrgruppe A ist folgendes anzuführen. Sie besitzt 13 Einfahrgleise. Nach örtlichen Erfahrungen kann mit einer durchschnittlichen Gleisbelegungszeit von 1,5 Std. bei einer Behandlungszeit von 1 Std. je Zug gerechnet werden. Jedes der 13 Einfahrgleise kann somit alle 1,5 Std. von neuem wieder belegt werden. Auf einem Gleis könnten innerhalb 24 Std. $24 : 1,5 = 16$ Züge und auf 13 Gleisen $16 \cdot 13 = 208$ Züge mit $208 \cdot 40 = 8320$ oder bei Zugstärken von 50 Wagen $208 \cdot 50 = 10400$ Wagen aufgenommen werden. Derartige Leistungen könnten z. B. erzielt werden, wenn von den 208 Zügen der vier Zufuhrstrecken anteilmäßig etwa 100 Züge aus Richtung Freiburg zulaufen würden. Hierbei müßten sich die Züge in einem Abstand von $1440 : 100 = 14,4$ Min. folgen, was bei der vorhandenen starken Belastung durch Reisezüge und Bündelung der Schnellzüge während längerer Tagesabschnitte nicht möglich ist. Es folgt hieraus, daß die Einfahrgruppe im Hinblick auf die Zahl der Zufuhrlinien und deren betriebliche Verhältnisse sowie auf die Leistungsgrenze der Ablaufanlage von B = 4820 zu reich bemessen ist: freilich darf nicht außer acht gelassen werden, daß die Einfahrgruppe bei stoßweisem Verkehr als zeitlicher Ausgleichbehälter zu dienen hat.

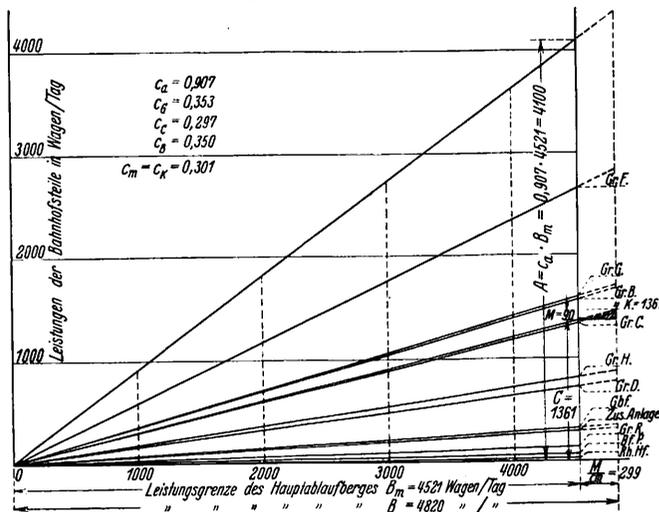


Abb. 20. Verteilung der Ablaufleistungen auf die Bahnhofsteile je Tag im Rangierbahnhof Basel.

Unter Verwendung der c-Werte, die aus laufend geführten Aufzeichnungen von 1927 bis 1932 ermittelt wurden, ergibt sich eine schematische Verteilung der Leistungen auf die nachgeordneten Bahnhofsteile nach Abb. 20. Der Grenzwert B = 4820 Wagen verteilt sich auf:

- Richtungsgruppe G mit $0,353 \cdot 4820 = 1700$
- „ C „ $0,297 \cdot 4820 = 1432$
- „ B „ $0,350 \cdot 4820 = 1688$

Die Untersuchung im einzelnen führt zu dem Ergebnis, daß alle*) der Ablaufanlage nachgeordneten Anlagen mit Ausnahme der Ausfahrgruppe K ihren Anteil von B übernehmen können.

In der Ausfahrgruppe K, deren Belastungsanteil $0,301 \cdot B = 1451$ Wagen beträgt, wären bei einer mittleren

*) Einzelne Richtungsgleise der Richtungsgruppe C, in denen die Schadwagen sowie die zugewiesenen Spezialwagen gesammelt werden, würden unter Voraussetzung einer verhältnismäßigen Zunahme bei einer Ablaufleistung von 4820 Wagen ihren Anteil nicht übernehmen können. Um bei Höchstbelastung eine Überfüllung dieser Gleise und damit eine Verminderung der Leistungsfähigkeit des Ablaufberges zu vermeiden, können jedoch die Schadwagen für die Ausbesserungsstellen in Haltungen und die noch verbleibenden Schadwagen für die Hilfswagenwerkstätte in der Gruppe D über die Ausfahrgruppe F, also nicht über den Ablaufberg behandelt sowie alle überschüssigen Spezialwagen in Richtung Freiburg abgefahren werden.

Zugstärke von 45 Wagen $1451:45 \cong 32$ Züge für Richtung Schweiz abzufertigen, d. h. jedes der drei Abfahrtsgleise würde arbeitstäglich etwa elfmal, und zwar jeweils innerhalb $24:11 = 2,18$ Std. belegt werden. Diese errechnete Standzeit von nur 2,18 Std. je Zug und Gleis reicht jedoch wegen der zolltechnischen Behandlung nicht aus. Hierzu kommt noch, daß auch die eingleisige Verbindungsbahn nach der Schweiz Basel Rbf.—Muttentz nur beschränkt aufnahmefähig ist. Bei Ausnützung aller Fahrmöglichkeiten können werktäglich auf dieser Strecke in beiden Richtungen etwa 38 Güterzugspare verkehren. Mit mindestens acht Zugpaaren, die werktäglich im Güterverkehr der SBB. direkt zwischen Muttentz und dem schweizerischen Rheinhafen und umgekehrt verkehren, wird man ohne weiteres rechnen müssen. Es verbleiben dann für den Übergangsverkehr Deutschland—Schweiz noch 30 Züge, die in der Gruppe K aufgestellt werden müßten. Bei den drei Gleisen der Ausfahrgruppe K ergibt sich eine Standzeit von $24:10 = 2,4$ Std. je Zug. Diese Zeit reicht für die Bildung und Aufstellung der Züge in Gruppe K aus. Sie verhindert auch Stauungen jeder Art, die sich zunächst in die Zollgruppe H und Richtungsgruppe G übertragen und schließlich von hier auf den Hauptablaufberg ausstrahlen könnten. Die Leistungsgrenze bei der Aufstellung und verkehrstechnischen Behandlung der Züge in der Ausfahrgruppe K dürfte im Hinblick auf die Aufnahmefähigkeit der eingleisigen Verbindungsbahn Basel Rbf.—Muttentz bei 30 neu zu bildenden Zügen erreicht sein. Es können also nicht 1451, sondern nur $1451 - (2,45) = 1361$ Wagen in der Gruppe K nach der Schweiz ausgehen. Bei $M = 2,45 = 90$ Wagen und einem Wert $c_m = 0,301$ folgt für diese Leistungsgrenze des Hauptablaufberges nach Gl. 14)

$$B_m = B - \frac{M}{c_m} = 4521$$

und damit für die Leistungsgrenze der Gesamtanlage in Wagen je Tag nach Gl. 15):

$$A = c_a \cdot B_m = c_a \cdot \left(B - \frac{M}{c_m} \right) = 4100,$$

wobei $c_a = 0,907$ ein nach Aufschreibungen in den Jahren 1927 bis 1932 ermittelter Durchschnittswert ist. Bei der Ermittlung wird vorausgesetzt, daß der Zoll ununterbrochen arbeitet, und daß die der Höchstleistung entsprechenden Betriebsmittel voll eingesetzt werden.

Die Ermittlung zeigt, daß die Leistungsfähigkeit der Verbindungsbahn Basel Rbf.—Muttentz für die Leistungsgrenze A des Gesamtsystems maßgebend ist. Sofern weder diese Abfuhrstrecke noch eine andere Bahnhofsanlage einen leistungsmindernden Einfluß auf die Ablaufanlage ausüben, könnte nach Gl. 16) eine Leistungsgrenze von $A' = 0,907 \cdot B = 4380$ Wagen erreicht werden, die die maßgebende Leistungsgrenze A um 6,8% übersteigt.

2. Rangierbahnhof Offenburg.

Bei zweiseitigen Anlagen ist es zweckmäßig, jede Richtung für sich zu betrachten.

Besondere Untersuchungen der Ablaufverhältnisse und Erhebungen aus der Leistungsstatistik des Rangierbahnhofs lieferten die für Berechnung der Verbrauchswerte T_n und T_z sowie der Leistungsgrenzen maßgebenden Durchschnittswerte: $v_o = 3,5$ km/h, $t_z = 2$ Min. und $s_b = 50$ Wagen. Für die Ermittlung der wirklichen Leistungen W und n sowie der Verlustzeiten $T_u + T_b + T_s$ wurden an den Hauptablaufanlagen B und F des Rangierbahnhofs Offenburg in den Jahren 1931 und 1933 Arbeits- und Zeitstudien ausgeführt, deren Auswertungsergebnisse in Zahlentafel 11 zusammengestellt sind.

Man erhält $W_m = 1166$ oder 1122 Wagen, $T_z = n \cdot t_z = 33 \cdot 2 = 66$ oder $32 \cdot 2 = 64$ Min. und $T_u + T_b + T_s = 300$ oder 214 Min. Aus Gl. 1) folgen $T_n = 190$ bzw. 183 Min. Bei

$$\frac{T_n + T_z}{T} = \frac{256}{556} \text{ bzw. } \frac{247}{461} = 0,460 \text{ bzw. } 0,536 \text{ folgt aus Gl. 9)}$$

die Leistungsgrenze B für das Richtungsgebiet

$$\text{Nord-Süd } B = \frac{2526 \cdot 3,5 \cdot 0,460}{1 + \frac{1,754 \cdot 2 \cdot 3,5}{50}} = 3270,$$

$$\text{Süd-Nord } B = \frac{2526 \cdot 3,5 \cdot 0,536}{1 + \frac{1,754 \cdot 2 \cdot 3,5}{50}} = 3810.$$

Die nähere Untersuchung zeigte, daß die Zufuhrstrecken die den Ablaufleistungen entsprechende Zug- und Wagenzahl leicht übernehmen können. Durch besondere Betriebsplanungen wurde ferner der Beweis erbracht, daß auch die Einfahrgruppen A und E die verstärkte Zugzahl aufnehmen können.

Zahlentafel 11.

Untersuchungsergebnisse für die Ablaufanlagen des Rangierbahnhofs Offenburg.

1	2	3	4		6	7		
			Zahl	Stärke		v_o	T_u	T_b
Lfd. Nr.	Datum	Anzahl der abgelaufenen Wagen W	n	s	km/h	min	min	min
Hauptablaufberg B (Nord-Süd)								
1	10. 12. 31	1114	38	29	2,4	3	124	167
2	8. 12. 31	1158	35	33	2,5	7	215	113
3	5. 12. 31	1332	32	42	2,4	17	152	95
4	30. 10. 31	1167	33	35	2,3	12	186	195
5	29. 9. 31	1178	33	36	2,3	2	127	76
6	17. 3. 33	1177	29	41	2,6	32	132	191
7	27. 4. 33	1038	29	36	2,5	1	119	128
8	zus.	8164	229	—	—	74	1055	965
9	i. Mittel	1166	33	35	2,5	11	151	138
Hauptablaufberg F (Süd-Nord)								
10	10. 12. 31	1150	34	34	2,3	8	116	64
11	8. 12. 31	1083	29	37	2,3	11	177	96
12	5. 11. 31	1212	34	36	2,4	6	110	105
13	30. 10. 31	1168	31	38	2,6	5	113	54
14	29. 9. 31	1160	34	34	2,3	20	78	75
15	27. 4. 33	961	32	30	2,6	2	121	120
16	zus.	6734	194	—	—	52	715	514
17	i. Mittel	1122	32	35	2,4	9	119	86

Um festzustellen, ob eine der den beiden Hauptablaufbergen nachgeordneten Anlagen die Leistungsgrenzen B zu drosseln vermag, ist die Leistungsfähigkeit jeder Einzelanlage unter Berücksichtigung des auf sie entfallenden Leistungsanteiles aus B zu untersuchen.

Nach Ermittlung der c-Werte verteilen sich die Ablaufleistungen auf die nachgeordneten Bahnhofsteile (Abb. 21) wie folgt:

Richtung Nord-Süd:	
auf Richtungsgleis B_1 (Wagen für die Umladehalle)	$0,1205 \cdot 3270 = 394$.
auf Richtungsgleis B_5 (Wagen für Ortsgüterbahnhof)	$0,0325 \cdot 3270 = 106$,
auf Richtungsgleis B_{13} und B_{14} (Eckverkehr Nord-Nord)	$0,2395 \cdot 3270 = 785$.
auf Sammelgleis für in der Stationsgruppe C nachzuordnende Wagen	$0,3675 \cdot 3270 = 1200$.
auf übrige Richtungsgleise mit Wagen für Eingruppenzüge	$0,2400 \cdot 3270 = 785$.

Richtung Süd-Nord:

auf Richtungsgleise mit Wagen für Eingruppenzüge	0,451.3810 = 1716,
auf Richtungsgleise für in Stationsgruppe C nachzuordnende Wagen	0,298.3810 = 1133,
auf Richtungsgleis F ₁₁ (Wagen für Umladehalle)	0,111.3810 = 417,
auf Richtungsgleis F ₁₀ (Eckverkehr Süd-Süd)	0,078.3810 = 297,
auf Richtungsgleis F ₂ (Wagen für übrige Zusatzanlagen)	0,062.3810 = 236.

Nach dem Verteilungsplan für die Ablaufleistungen würden auf die Stationsgruppe C 1200 Wagen entfallen. Bei einer mittleren Zugstärke von 55 Wagen müßten hier innerhalb 24 Std. insgesamt 22 Mehrgruppenzüge gebildet werden. In diese Arbeit hätten sich nach den Erfahrungen zwei Lokomotiven zu teilen, von denen die eine die Wagen für einen zu bildenden Zug aus den Richtungsgleisen der Gruppe B abziehen und an den Ablaufberg heranzufahren oder den fertigen Zug aus dem Ausziehgleis nach der Ablaufgruppe D verbringen könnte, während die andere einen Zug in der Stationsgruppe C selbst bildet. Für den Ablauf eines Zuges am Nebenablaufberg, die Nachordnung in der Stationsgruppe C sowie für das Durchdrücken der einzelnen Zugteile aus den Stationsgruppengleisen nach dem Ausziehgleis würden somit $1440:22 \cong 66$ Min. zur Verfügung stehen. Diese Behandlungs-(Zug)zeit ist erfahrungsgemäß für die Nachordnung eines Zuges in der Stationsgruppe ausreichend.

Die in der Richtungsgruppe B südlich anfallenden 785 Wagen für Eingruppenzüge würden arbeitstäglich die Bildung von $785:55 = 14$ Zügen erforderlich machen, d. h. es brauchte nur alle $1440:14 \cong 103$ Min. je ein Eingruppenzug aus den Gleisen der Richtungsgruppe B nach der Ausfahrgruppe D vorgezogen werden — eine Leistung, die ohne weiteres möglich ist.

In der Stationsgruppe G wären arbeitstäglich 1133 Wagen zu verarbeiten. Bei einer mittleren Zugstärke von 60 Wagen müßten hier $1133:60 = 19$ Züge gebildet werden. Unter der gleichen Voraussetzung, daß auch in Gruppe G zur Bildung der Mehrgruppenzüge zwei Lokomotiven eingesetzt würden, ständen für den Ablauf eines Zuges am Nebenablaufberg, für die Nachordnung in der Stationsgruppe selbst, sowie für das Durchdrücken der einzelnen Zuggruppen aus den Gleisen der Stationsgruppe nach dem Ausziehgleis $1440:19 \cong 76$ Min. zur Verfügung, die ebenfalls ausreichen.

Die in Richtungsgruppe F arbeitstäglich aufkommenden 1716 Wagen zur Bildung von Eingruppenzügen, und zwar von O- und G-Leerwagenzügen sowie von Durchgangsgüterzügen nach den Rangierbahnhöfen Karlsruhe und Mannheim würden den Abzug von rund 29 Eingruppenzügen mit durchschnittlich 60 Wagen aus den Gleisen der Richtungsgruppe F und deren unmittelbare Überführung in die Ausfahrgruppe H erforderlich machen. Zur Bildung eines Eingruppenzuges würden $1440:29 \cong 50$ Min. zur Verfügung stehen, die ausreichen, da in Wirklichkeit durchschnittlich etwa nur 35 Min. benötigt werden.

Die errechnete Höchstzahl von 190 zugewiesenen Wagen (Spezialwagen) könnten in den beiden Richtungsgleisen der Gruppe B infolge ihrer geringen Aufnahmefähigkeit nicht angesammelt werden. Um die hierdurch zu erwartende Drosselung der Ablaufleistungen bei Höchstbelastung zu vermeiden, wären als Entlastungsmaßnahmen die zugewiesenen leeren Wagen nach einem benachbarten Bahnhof (Appenweier) vorzuschieben, hier zu sammeln und von hier aus den in Betracht kommenden Zielbahnhöfen zuzuleiten.

Die Zahl der Wagen in den beiden Richtungsgleisen B₁₃ und B₁₄ auf die der Eckverkehr Nord-Nord ausgeschieden wird, beträgt als Anteil an dem entsprechenden Grenzwert B

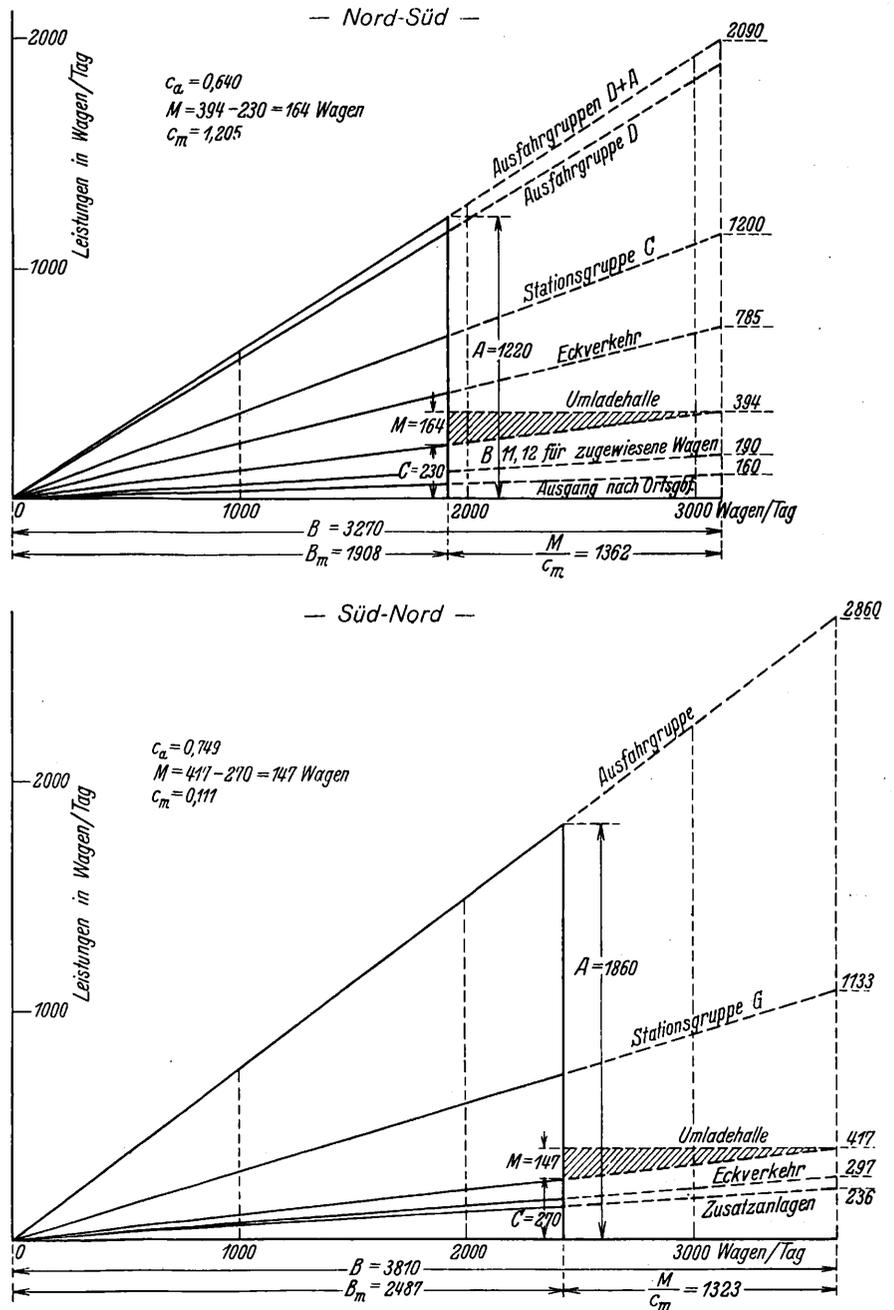


Abb. 21. Verteilung der Ablaufleistungen auf die Bahnhofsteile je Tag im Rangierbahnhof Offenburg.

785. Da stündlich mindestens eines dieser beiden Gleise abgezogen werden kann, was einer Leistung von $24.40 = 960$ Wagen entspricht und in Anbetracht der kurzen Rangierwege möglich ist, wird die Leistungsgrenze B der Ablaufanlage durch die Sammelgleise für den Eckverkehr nicht gedrosselt. Das gleiche gilt für das Gleis F₁₁, auf

das als Belastungsanteil nur 297 Wagen des Eckverkehrs Süd-Süd entfallen.

Die Zahl der für die Umladehalle in den Richtungsgleisen B_1 des Gebietes Nord-Süd und F_{11} des Gebietes Süd-Nord auszuscheidenden Wagen beträgt $394 + 417 = 811$ Wagen. Die Höchstleistung im Umladedienst bei 24stündiger Arbeitszeit und hierfür ausreichender Belegschaft wird auf 1500 t geschätzt. Bei 3 t mittlerer Auslastung der Güterwagen würde die Verkehrsleistung einer täglichen Höchstleistung von $1500 : 3 = 500$ Wagen entsprechen, die sich mit etwa 230 Wagen auf Nord-Süd (B_1) und mit 270 Wagen auf Süd-Nord (F_{11}) verteilen dürften. An der Umladehalle können also nicht 811, sondern nur rund 500 Wagen arbeitstäglich verarbeitet und

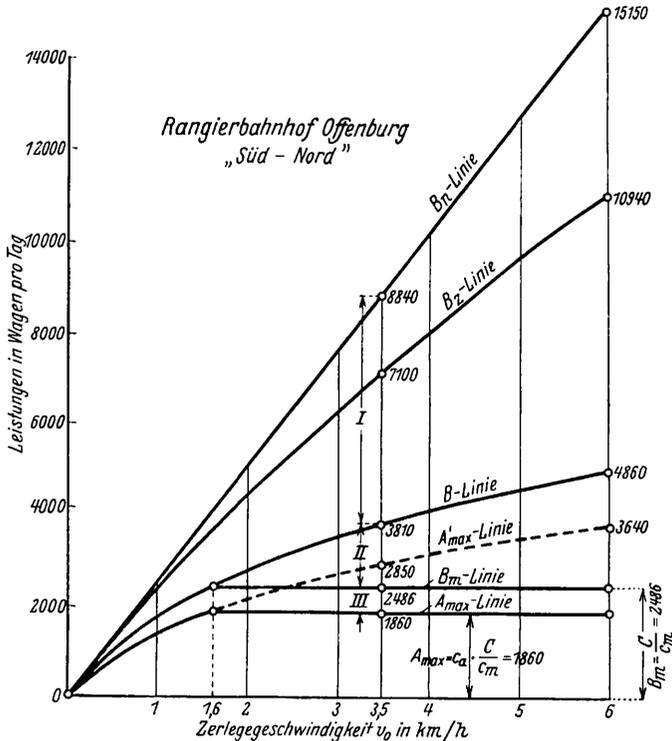


Abb. 22. Einfluß der Zerlegegeschwindigkeiten, Verlustzeiten und eines minderleistungsfähigen Bahnhofteiles auf die Leistungsgrenzen.

demzufolge bereitgestellt werden. Dabei ist angenommen, daß die an der Umladehalle bereitgestellten Wagen auch wieder beladen abgezogen und leere Wagen zur Bildung von Stückgutkurswagen nur in geringem Umfang bereitgestellt werden. Aus den errechneten Anteilen für die Gleise B_1 und F_{11} sowie aus den zulässigen Höchstleistungen für die Umladehalle ergeben sich nunmehr die M-Werte in Wagen je Tag

für Nord-Süd $M = 394 - 230 = 164$,
 „ Süd-Nord $M = 417 - 270 = 147$.

Sonach lassen sich bei $c_m = 0,1205$ und $0,111$ sowie $c_a = 0,640$ und $0,749$ die Leistungsgrenzen beider Teilgebiete nach Gl. 15) berechnen:

Nord-Süd $A = 0,640 \cdot \left(3270 - \frac{164}{0,1205} \right) = 1220$ Wagen/Tag

Süd-Nord $A = 0,749 \cdot \left(3810 - \frac{147}{0,111} \right) = 1860$ „

Gesamtanlage $A = 1220 + 1860 = 3080 \approx 3100$ „

Die verhältnismäßig geringe Leistungsfähigkeit der Umladehalle begrenzt somit die Leistungen beider Hauptablaufberge und damit die Leistung der ganzen Anlage. Um diese unerwünschte Drosselung bei Spitzenbelastung zu vermeiden, müßte der im Februar 1930 von Basel Rbf. und Freiburg Rbf. übernommene Umladeverkehr wieder dahin zurückverlegt

werden. In diesem Falle würde die Wagenzahl an der Umladehalle etwa um $\frac{1}{3}$ zurückgehen, wie aus der Statistik des Rangierbahnhofs zu ersehen ist. Im Jahre 1929 und noch im Januar 1930 machten die an der Umladehalle bereitgestellten Wagen nur 8 bis 10% des Wagenausgangs aus; vom Februar 1930 stieg der Umladeverkehr jedoch auf 15 bis 17% des Wagenausgangs an. Würde der Wagenanfall für die Umladehalle auch bei Höchstbelastung wie bis zum Januar 1930 einschließlich höchstens 10% des Wagenausgangs ausmachen, und würden gleichzeitig für die zugewiesenen Wagen die vorgeschlagenen Entlastungsmaßnahmen (Vorschieben nach Appenweier) in Kraft gesetzt, so könnten die Leistungsgrenzen B beider Ablaufanlagen also $3270 + 3810 = 7080$ Wagen und die Leistungsgrenze A' der Gesamtanlage von $0,64 \cdot 3270 + 0,749 \cdot 3810 = 4950$ Wagen erreicht werden. Da zur Zeit der Wagenausgang des Bahnhofs nur rund 68% von A beträgt, liegt für Entlastungsmaßnahmen kein Bedürfnis vor.

In Abb. 22 wird als Auswertungsergebnis der Untersuchung und der allgemeinen Gleichungen für das System Süd-Nord des Rangierbahnhofs Offenburg bei Zerlegegeschwindigkeiten $v_0 = 1$ bis $v_0 = 6$ km/h gezeigt, welchen Einfluß die Verlustzeiten am Ablaufberg und die geringe Leistungsfähigkeit eines nachgeordneten Bahnhofteiles auf die Leistungsgrenze A ausüben. Bei ununterbrochenem Ablauf — also ohne Verlustzeiten — ergibt sich nach Gl. 12) für die theoretische größtmögliche Leistung die B_n -Linie aus:

$$B_n = 2526 \cdot v_0.$$

Berücksichtigt man die Zwischenzeiten, so errechnen sich die entsprechenden Leistungen nach Gl. 11):

$$B_z = \frac{2526 \cdot v_0}{1 + \frac{1,754 \cdot t_z \cdot v_0}{s_b}}$$

Die Werte für die Leistungsgrenze B sind der Spalte 9) in Zahlentafel 8 zu entnehmen. Sie berücksichtigen nach Gl. 9) außer den Zwischenzeiten auch die übrigen Verlustzeiten T_u , T_b und T_s .

Unter Bezugnahme auf Abb. 18 und Gl. 14) ergibt sich die Leistungsgrenze C des Bahnhofteiles, der für die Leistungsgrenze B_m maßgebend ist, $C = (c_m \cdot B) - M$. Dieser Grenzwert wird durch steigende Ablaufleistungen nicht beeinflusst. Da

$$B_m = \frac{C}{c_m}$$

ist, gilt auch für B_m die gleiche Folgerung. Da B_m von den Werten B unmittelbar abhängt und daher unter keinen Umständen größer als B sein kann, wird für $B = 0$ auch $B_m = 0$. Von Null an steigen die B_m -Werte wie die B-Werte, d. h. die Schaulinien decken sich, und zwar bis zu dem Grenzwert $B = B_m = \frac{C}{c_m}$. Da von hier an B_m gleich bleibt, ist der weitere Verlauf der B_m -Linie als Parallele zur Abszissenachse festgelegt.

Die gleichen Überlegungen können für die A-Linie angestellt werden. Aus Abb. 18 und Gl. 15) folgt $A = c_a \cdot B_m = c_a \cdot \frac{C}{c_m}$. Für $B = 0$ ist $A = A' = 0$. Von Null wachsen die A- und A' -Werte nach Gl. 16), und zwar bis zum Grenzwert $A = c_a \cdot \frac{C}{c_m}$, um weiterhin unveränderlich zu bleiben.

Die sechs Schaulinien in Abb. 22 ergeben als Ganzes genommen ein lehrreiches Beispiel für die bedeutende Drosselung der Leistungsgrenze eines Rangierbahnhofs, der an sich eine genügend leistungsfähige Ablaufanlage besitzt. Als Ursache für die Drosselung kommen in Frage die verhältnismäßig großen Verlustzeiten beim Ablaufvorgang (I), die geringe Leistungsfähigkeit einer Zusatzanlage (II) und ferner die am gesamten Wagenablauf gemessene, verhältnismäßig große Zahl (III) von

Wagen, die mehr als einmal über die Ablaufanlage rollen. Die A'-Linie gibt bei sich ändernder Zerlegegeschwindigkeit den Verlauf der Leistungsgrenzen der Gesamtanlage, wenn alle vorgeschalteten und nachgeordneten Bahnhofsteile die entsprechenden Anteile aus den Ablaufleistungen B übernehmen würden. Es ist bemerkenswert, daß der Einfluß der Zerlegegeschwindigkeiten auf die Grenzwerte B und A' gegenüber den Werten für B_n und B_z nach und nach geringer wird, und daß ferner bei der geringen Leistungsfähigkeit der Anlagen für den Umladeverkehr es theoretisch und rein vom Standpunkt der Ermittlung der Leistungsgrenze A der Gesamtanlage nicht notwendig wäre, mit einer Zerlegegeschwindigkeit von mehr als 1,6 km/h abzurücken. Eine darüber hinausgehende Steigerung bis zur zulässigen, also maßgebenden Geschwindigkeit $v_0 = 3,5$ km/h hätte nur dann einen Sinn, wenn bei dem hierdurch erzielten schnelleren Arbeitstempo der Durchlauf der Wagen durch den Rangierbahnhof beschleunigt und der Betriebsaufwand wirtschaftlich bemessen werden kann.

3. Leistungsvergleich.

In Zahlentafel 12 sind die Endergebnisse für die Rangierbahnhöfe Basel und Offenburg gegenübergestellt. Bei Höchstbelastung und Voraussetzung, daß Art, Verteilung und betriebliche Durchführung der Aufgaben normalen Verhältnissen entsprechen, sind für die Leistungsgrenzen A nicht die Ablaufanlagen allein maßgebend, sondern für Rangierbahnhof Basel eine der Abfuhrstrecken und für Offenburg die zwischen die beiden Rangiergebiete eingeschaltete Umladehalle und ihre unzulänglichen Sammel- und Ladegleise.

Die Leistungsgrenze A für Basel liegt nur rund 15% unter B, da der leistungsmindernde Einfluß der Abfuhrstrecke und der Anteil der Wagen, die den Hauptablaufberg ein zweites Mal belasten, wesentlich geringer ist als für Offenburg, für den der entsprechende Hundertsatz 56% beträgt. Der Anteil der Wagen, die hier ein zweites Mal über beide Ablaufberge laufen, beträgt nach Spalte 7 der Zahlentafel 12 für Nord-Süd 36% für Süd-Nord 25% des gesamten Wagenablaufs. Andererseits könnte die Umladehalle nur einen geringen Belastungsanteil von dem gesamten und bei Höchstverkehr auf sie entfallenden Wagenzulauf übernehmen. Bemerkenswert sind ferner die den Ablaufleistungen B entsprechenden Nutzzeiten T_{n24} und die Verlustzeiten $T_{v24} = 24 - T_{n24}$. Während für diese theoretischen Ablaufleistungen in Basel von den 24 Std. eines Arbeitstages 15,3 Std. oder 64% zur Verfügung stehen, sinken die Nutzzeiten für Offenburg — Nord-Süd — auf 8,9 Std. oder 37%. Betrachtet man die größten und praktisch möglichen Ablaufleistungen B_m , so ermäßigen sich die Nutzzeiten weiter auf $T_{n24} \cdot \frac{B_m}{B}$. Es folgt, daß der der Leistungsgrenze A des Rangierbahnhofs entsprechende Ablauf für Basel: in 15,3 $\cdot \frac{4521}{4820} \cong 14,4$, für Offenburg: in 8,9 $\cdot \frac{1909}{3270} \cong 5,2$ Std. geleistet werden kann.

IV. Schlußfolgerung.

Die Leistungen der Rangierbahnhöfe sind nach Art und Umfang sehr verschieden. Als Ursachen kommen in Frage die immer anders gearteten betrieblichen Aufgaben, die Anlagen und Betriebsmittel sowie das verschiedenartige Verkehrsaufkommen. Bei der Vielheit und Mannigfaltigkeit der Leistungen empfiehlt sich daher eine klare Systematik und scharfe Erfassung der Leistungen, um für die Betriebs-

kontrolle sowie für Leistungs- und Kostenvergleiche einwandfreie Unterlagen zu bekommen. Bei Ermittlung der Leistungsgrenzen wird vorausgesetzt, daß alle in Frage kommenden Leistungen nach Art, Umfang und gegenseitiger Abhängigkeit bekannt sind.

Die verschiedenen Leistungsarten können nicht ohne weiteres auf einen Nenner gebracht werden. Allein die Endleistung ausgedrückt durch die Zahl der in das Netz ausgehenden Wagen läßt sich mit einer gewissen Berechtigung und unter Berücksichtigung des Darfverbrauchs bewerten. Die aus der Bewertung entwickelte „wirtschaftliche Rangordnung“ auf der Grundlage der Kosten für einen nach dem Darfverbrauch bewerteten ins Netz ausgehenden Wagen ist sachlich begründet. Die aus ihnen und dem Gesamtaufwand gewonnenen Kostenvergleichsziffern gestatten zweifellos eine zutreffendere Vergleichsmöglichkeit der Arbeitsweise der Rangierbahnhöfe untereinander als die nach dem Gesamtaufwand errechneten Kostensätze für den nicht bewerteten Wagen. Die Kostenvergleichsziffern können zwar — sofern das Bedürfnis besteht, den Betriebsvergleich zu vertiefen — zur laufenden Nachprüfung der Betriebsabwicklung verwendet werden, lassen aber für sich allein betrachtet nicht die Gründe erkennen, weshalb z. B. bei gleichen betrieblichen Aufgaben ein Bahnhof teurer arbeitet als der andere. Da die betrieblichen Verhältnisse

Zahlentafel 12.

Vergleich der Untersuchungsergebnisse.

1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11
Rangierbahnhöfe	B	B_m	A	A'	c_a	$\frac{(1-c_a)}{\%} \times 100$	v_0 km/h	T_{n24} %	h	T_{v24} %	h	T_{21} h
Basel	4820	4521	4100	(4370)	0,907	9	3,0	64	15,3	36	8,7	24
Offenburg	Nord-Süd	3270	1909	1220	(2004)	0,640	36	37	8,9	63	15,1	24
	Süd-Nord	3810	2486	1860	(2745)	0,749	25	43	10,4	57	13,6	24
	insgesamt	7080	4395	3100	(4749)	—	—	3,5	—	—	—	—

immer verwickelt sein werden, muß es Sonderuntersuchungen vorbehalten bleiben, die wirklichen Ursachen unwirtschaftlichen Arbeitens aufzuklären, und zwar durch eingehende Arbeits- und Zeituntersuchungen der vorhandenen Betriebsweise und durch einen systematischen Neuaufbau der wirtschaftlichsten Betriebsorganisation auf Grund der für die Auflösung und Bildung der Züge durch Fahr-, Wagenübergangs-, Zugbildungs- und Bedienungspläne festgelegten Aufgaben. Als Grundlage oder Voraussetzung einer wirtschaftlichen Betriebsorganisation ist die Kenntnis der Leistungsgrenzen des Bahnhofs und seiner einzelnen Bahnhofsteile unerlässlich.

Die hier vorgeschlagene Methode dient der Ermittlung der Leistungsgrenze eines Rangierbahnhofs für das Netz. Die Leistungsgrenze gibt Aufschluß über seine Inanspruchnahme bei Höchstbelastung. Bezieht man die tägliche Leistung auf die Grenzleistung, so erhält man eine für die laufende Betriebskontrolle wichtige Zahl, den Belastungsgrad, der über die jeweilige Ausnützung der Gesamtanlage Auskunft gibt.

Die Ermittlung der Leistungsgrenze ist im Sinn einer Nachkalkulation eine gründliche Arbeits- und Zeitstudie, die auf alle Bahnhofsteile sowie auf die Zu- und Abfuhrstrecken auszudehnen ist. Die Einführung von Bearbeitungszeiten (Zugstunden), die man auf theoretischem Weg oder aus Untersuchungen bei anderen Bahnhöfen als Zeitmittelwerte erhält, empfiehlt sich hierbei nicht, da die betrieblichen Verhältnisse des in Frage kommenden Rangierbahnhofs von denen eines Idealbahnhofs bzw. der Vergleichsbahnhöfe unter Umständen stark abweichen können. Vielmehr ist der zu untersuchende

Bahnhof mit allen seinen Anlagen gewissermaßen auf den Prüfstand zu heben.

Die Methode läuft — in gedrängter Form zusammengefaßt — darauf hinaus, die maßgebende Zerlegegeschwindigkeit v_0 und die Zwischenzeit t_z sowie die übrigen Verlustzeiten durch Unterbrechungen und Behinderungen am Ablaufberg auf Grund örtlicher Untersuchungen festzustellen. Unter Verwendung von Verhältniszahlen, aus denen sich die Leistungsanteile der in Frage kommenden Bahnhofsanlagen an den Ablaufleistungen ergeben, und die aus statistischen Aufschreibungen gewonnen werden, sowie nach Ermittlung der Bahnhofsanlage, die infolge ihrer geringen Leistungsfähigkeit die Leistung der Ablaufanlage am stärksten drosselt, kann schließlich die Leistungsgrenze der Gesamtanlage ermittelt werden.

Die Methode will — das sei besonders betont — keinen Anspruch darauf erheben, als ein rein theoretisches Problem behandelt zu werden. Sie will vielmehr dem praktischen Betrieb einen einfachen Weg der Ermittlung weisen. In dieser Beziehung erscheint es unnötig, dem für die praktischen Bedürfnisse ausreichend genauen Verfahren tief schürfende theoretische Untersuchungen zugrunde zu legen. Auch vom Standpunkt der Ermittlung der Leistungsmengen selbst, die nur unter Einsatz einer laufenden und daher kostspieligen Überwachung in allen Teilen zuverlässig sein kann, empfiehlt sich eine gewisse weise Zurückhaltung für eine weitergehende theoretische Behandlung des vorliegenden Problems im allgemeinen und der Verlustzeiten beim Ablaufvorgang im besonderen. Die praktische Anwendung der Methode für zwei Rangierbahnhöfe lehrt, daß ihre Leistungsfähigkeit gerade durch eine Anlage ungünstig beeinflusst wird, die in dem einen Fall als Abfuhrstrecke außerhalb der Anlage liegt, und die in dem andern Fall als Zusatzanlage zum mindesten für die eigentliche Zugbildung keine Bedeutung hat. Die geringe d. h. nicht auf die Leistungsgrenze der Ablaufanlage abgestimmte

Leistungsfähigkeit einer ihr vorgeschalteten oder ihr nachgeordneten Anlagen kann unter Umständen bedeutend sein. Wichtig ist ferner die Feststellung, daß die Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage auch dann für das Netz eine weitere zusätzliche Drosselung erfährt, wenn seine Ablaufanlage durch Wagen, die mehr als einmal über den Berg laufen, am Wagenausgang gemessen verhältnismäßig stark belastet wird. Hierzu gehören vorwiegend die Wagen der Zusatzanlagen und des Eckverkehrs. Der Einfluß der Zerlegegeschwindigkeit selbst wird innerhalb der praktischen Grenzen keinen so ausschlaggebenden Einfluß ausüben, wie zunächst zu erwarten ist.

Als Ausblick wäre noch zu sagen, daß bei Neuanlagen oder baulichen Veränderungen z. B. Mechanisierung des Ablaufbetriebes die Leistungsfähigkeit der einzelnen Anlagen gut aufeinander abzustimmen ist und ferner, daß bei Änderung der Leitungswege und der Verkehrsaufgaben insbesondere bei der Zusammenlegung von Rangierbahnhöfen Vorsicht insofern am Platze ist, als bisher untergeordnete und als genügend leistungsfähig bekannte Einzelanlagen dieser Bahnhöfe bei Höchstbelastung Leistungen zu übernehmen haben, denen sie nicht gewachsen sind, und damit die Leistungsgrenze der Gesamtanlage unerwartet stark herabsetzen können.

Für den praktischen Betrieb wäre anzuregen, daß bei der von Zeit zu Zeit notwendigen Durchleuchtung der gesamten Betriebsweise der Rangierbahnhöfe, die zunächst das Ziel hat, für die derzeitigen Leistungen den wirtschaftlichsten Betriebsaufwand festzustellen, gleichzeitig auch Untersuchungen über die Leistungsgrenzen der Einzelanlagen und der Gesamtanlage durchgeführt werden. Daraus ergeben sich wertvolle Hinweise auf die richtige Reihenfolge etwa beabsichtigter baulicher Veränderungen und eindeutige Richtlinien für die Entlastungsmaßnahmen, die in den Rangierbahnhöfen bei Höchstbelastung von längerer Dauer oder bei zufälligem Spitzenverkehr anzuordnen sind.

Bücherschau.

Elsners Taschenbuch für den bautechnischen Eisenbahndienst, herausgegeben in Verbindung mit den Beamten des gehobenen, mittleren bautechnischen Eisenbahndienstes. Dreizehnter Jahrgang 1935. Verlag und Eigentum: Otto Elsner, Verlagsgesellschaft m. b. H., Berlin S 42.

Schriftleitung und Verlag haben, ihrem bewährten Grundsatz folgend: wichtige Abschnitte des bautechnischen Eisenbahndienstes, der stets fortschreitenden Entwicklung entsprechend, alljährlich neu, ergänzt oder erweitert zu behandeln und zu veröffentlichen, in der vorliegenden 13. Auflage die Fernsprech- und Fernschreibanlagen an den Anfang des Taschenbuches gestellt. Wenn auch die Entwicklung dieser Anlagen noch nicht endgültig abgeschlossen ist, so ist z. B. die Umgestaltung der Fernsprecher auf den wahlweisen und selbsttätigen Anschlußbetrieb, dessen ständig zunehmende Einführung und Benutzung wichtig genug, um darüber den Beziehern des Taschenbuches einen für den Dienst brauchbaren, alles Neue erfassenden Überblick zu geben.

Auf dem Gebiet der Bahmunterhaltung sind u. a. die Richtlinien und „Bestimmungen über die Aussonderung“ eiserner Oberbaustoffe, sowie die vorläufigen besonderen „Bedingungen für die Schweißung von neuen und brauchbaren Schienen nach dem elektrischen Widerstandsverfahren“, in dem Abschnitt: Neue und verbesserte Gleisanordnungen sind u. a. die wichtigen „Richtlinien für die Befestigung von Wegübergängen in Schienenhöhe“, auf dem Gebiet des Hochbaues sind u. a. die „Richtlinien für die

zulässige Belastung des Baugrundes und die damit zusammenhängenden „Belastungsannahmen“ neu aufgenommen.

Besonders zu beachten und zu begrüßen ist, daß die Schriftleitung des Taschenbuches mit Genehmigung des Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine für die „Verdeutschung technischer Fremdwörter“ einen besonderen Abschnitt zur Verfügung gestellt hat.

Bach.

„Stahlbau-Profile“, DIN-Format A 5, 36 Seiten, 4. Auflage. Beratungsstelle für Stahlverwendung, Düsseldorf, Stahlhof. 1935. Bearbeitet von Dipl.-Ing. Martha Bürger, Düsseldorf.

Das Erscheinen der 4. Auflage spricht für den Inhalt dieses Heftes. In knapper Form ist für den Interessenten, besonders auch für den Stahlkonstrukteur, eine übersichtliche und umfassende Zusammenstellung aller für den Stahlbau wichtigen Profile gebracht worden. Auch die sogenannten „Leichtprofile“ aus Bandstahl, runde, nahtlose und vierkantige geschweißte Röhre aus Flußstahl in das Tabellenwerk sind aufgenommen worden. Das Heft enthält Auszüge oder Hinweise auf die neuesten amtlichen Bestimmungen, einschließlich denjenigen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, für genietete und geschweißte Stahlkonstruktionen. Diese erstrecken sich auf die gebräuchlichen Werkstoffe (Handelsgüte, Stahl 37, Stahl 52), ferner auf Belastungen und Beanspruchungen, Belastungen des Baugrundes, Feuerschutz usw.

Dr. Ing. e. h. Erlinghagen.

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

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

Als Herausgeber verantwortlich: Direktor bei der Reichsbahn Dr. Ing. Heinrich Uebelacker in Nürnberg. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von Carl Ritter G. m. b. H. in Wiesbaden.