

Zur Rheinisch-Westfälischen Städtebahnfrage Köln—Dortmund.

Von o. Professor Dr. Ing. Louis Jänecke, Reichsbahnoberrat a. D.

Einleitung: Sonderheiten der Städtebahn — Anlagekapital — Verkehr — Einnahmen — Fahrplan — Ausgaben — Schluß.

Einleitung: Sonderheiten der Städtebahn.

Eine der interessantesten und wirtschaftlich bedeutungsvollsten Fragen, die zur Zeit Eisenbahn und Wirtschaftskreise und vor allen Dingen natürlich die Bevölkerung des Rheinisch-Westfälischen Industriegebietes beschäftigt, ist die Frage der Bauwürdigkeit der Rheinisch-Westfälischen Städtebahn (Abb. 1).

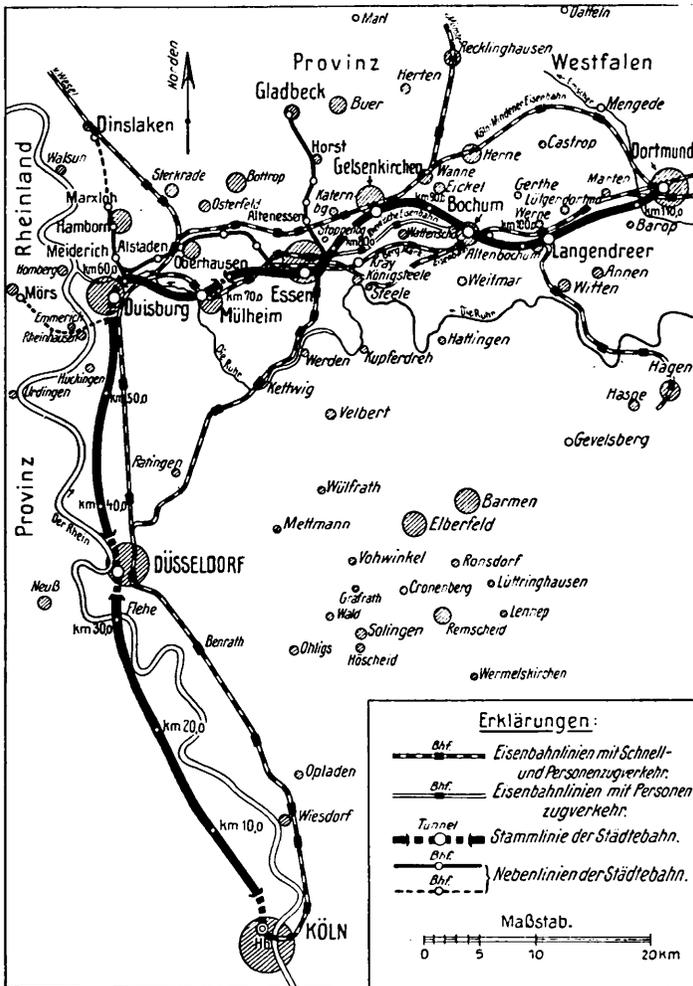


Abb. 1. Übersichtsplan der geplanten Städtebahn.

Linienführung, technische Grundlagen, Fahrplangestaltung usw. können aus den zahlreichen Veröffentlichungen als bekannt vorausgesetzt werden. Hier sei daher nur noch auf einige der wichtigsten Sonderheiten der Städtebahn hingewiesen, die sie einerseits von den Schnellbahnen in den Großstädten und andererseits von den Fernbahnen unterscheidet.

Die Städtebahn hat keine Tariffreiheit. Sie darf keine billigeren Tarife haben als die Reichsbahn. Diese Abhängigkeit der Schnellbahn von der Tarifbildung der Reichsbahn ist um so wichtiger für ihre Verkehrsbelastung, als im Industriegebiet für den Ortsverkehr kein Ausnahmetarif wie

in Berlin besteht. Die Abhängigkeit der Städtebahn von der Tarifbildung der Reichsbahn ist somit von entscheidender Bedeutung für den Verkehr und die Wirtschaftlichkeit der Bahn. Auch der Fortfall der vierten Klasse bei der Städtebahn — sie führt nur die zweite und dritte Klasse — spielt eine große Rolle in der Beurteilung der Verkehrsabwanderung zur Städtebahn.

Ein Anreiz zur Benutzung der Schnellbahn kann daher nur durch eine größere Beschleunigung der Züge, Verdichtung des Zugverkehrs und Schaffung eines starren Fahrplanes erreicht werden. Die Studiengesellschaft für die Städtebahn hat dies natürlich auch erkannt und plant die bisher nirgends dauernd durchgeführte Höchstgeschwindigkeit von 130 km in der Stunde zwischen Köln und Duisburg. Auch auf den übrigen Strecken zwischen Duisburg und Dortmund und auf den Nebenlinien sind sehr hohe Geschwindigkeiten vorgesehen. Weiter ist ein starrer Fahrplan mit 1/2ständiger Zugfolge zwischen Köln und Duisburg und mit 1/4ständiger Zugfolge auf den übrigen Strecken entworfen.

Um eine möglichst große Reisegeschwindigkeit zu erreichen, ist die Zahl der Stationen auf der Hauptlinie Köln—Dortmund auf weniger als die Hälfte der bei der Reichsbahn vorhandenen Bahnhöfe, auf neun, eingeschränkt. In den Städten ist im Gegensatz zu Stadtschnellbahnen und zur Reichsbahn immer nur der Bau eines einzigen Bahnhofes beabsichtigt. Auf der 58 km langen Strecke Köln—Duisburg liegt also nur ein Bahnhof Düsseldorf und auf der 55 km langen weiteren Hauptstrecke von Duisburg nach Dortmund sind nur sechs Bahnhöfe angenommen. Im Gegensatz dazu finden wir auf den 54 km der Nebenlinien alle 2 bis 3 km Bahnhöfe.

Durch die große Entfernung der Bahnhöfe auf der Hauptstrecke ergibt sich eine durchschnittliche Reiselänge von 24 bis 25 km. Sie ist doppelt so lang wie auf dem fast dreimal ausgedehnten Netz der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen und der Hoch- und Untergrundbahn in Berlin. Eine einfache Fahrkarte dritter Klasse kostet daher bei dieser großen Reiselänge und dem wesentlich höheren Tarif als in Berlin 1,20 R. H., also sechsmal so viel wie auf den Schnellverkehrsmitteln der Hauptstadt.

Die Städtebahn läuft auf lange Strecken parallel oder in unmittelbarer Nähe der Reichsbahnlinien her. Von den Nebenbahnlinien abgesehen werden also im allgemeinen keine neuen Siedlungsgebiete erschlossen. Die Schätzungen des Abwanderungs- und Neuverkehrs sind dadurch sehr erschwert. Auch der Umstand, daß sich beim Bau der Bahn in gewisser Hinsicht zwei Interessengruppen gegenüberstehen, nämlich die Städte, die die Bahn wünschen, und der Bergbau und die Reichsbahn, denen sie unerwünscht und unnötig erscheint, ist für eine unparteiische Wirtschaftsberechnung ungünstig.

Die drei großen je in ihrer Art wertvollen Arbeiten von Giese, Kemmann und der Studiengesellschaft und viele andere Schriften bekannter Fachleute, wie Heisterbergk, Wentzel usw. über die Frage der Städtebahn weisen daher große Abweichungen in der Verkehrsberechnung

und Wirtschaftlichkeit der Bahn auf. Während bei der Berechnung des Anlagekapitales, 340 bis 400 Millionen *R.M.*, die Unterschiede noch in erträglichen Grenzen bleiben, sehen wir bei der Berechnung des zu erwartenden Verkehrs und der Einnahme (20 bis 36 Millionen Fahrgäste und 24 bis 40 Millionen *R.M.*) große Unterschiede. Die errechneten jährlichen Aufwendungen bleiben dagegen wieder mit 30 bis 33 Millionen *R.M.* jährlich ziemlich gleich.

Im folgenden soll nun versucht werden zu diesen Unterschieden, besonders in der Verkehrs- und Einnahmehberechnung, Stellung zu nehmen.

Anlagekapital.

In Anpassung an die übrigen Veröffentlichungen wollen wir uns zunächst der Höhe des Anlagekapitals zuwenden. Die Studiengesellschaft und Kemmann rechnet mit 340 Millionen *R.M.*, Giese veranschlagt dagegen das Anlagekapital auf 400 Millionen *R.M.* (Zusammenstellung 1).

Zusammenstellung 1.

Titel	Gegenstand	Anlagekosten in Mill. <i>R.M.</i>	
		Hauptlinie Köln-Dortmund	Nebenlinien
1	Grunderwerb	38,000	29,580
2	Erdarbeiten	17,000	17,410
3	Einfriedigungen	0,500	0,335
4	Wegeübergänge (Unter- und Überführungen)	10,000	10,245
5	Durchlässe und größere Brücken . . .	12,400	11,930
6	Untergrund- und Tunnelstrecken . . .	66,000	9,480
7	Oberbau	17,000	10,650
8	Elektrische Zugförderungsanlagen . .	5,800	2,290
9	Sicherungs- und Fernmeldeanlagen . .	3,800	2,260
10	Bahnhöfe	2,200	2,610
11	Betriebsbahnhof und Werkstätten . .	2,100	0,435
12	Außerordentliche Anlagen	1,300	1,060
13	Fahrzeuge	8,300	3,355
	Summe der Titel 1—13 . .	184,400	101,640
14	Insgemein	11,200	6,690
15	Verwaltungskosten	6,300	3,960
	Summe der Titel 1—15 . .	201,900	112,290
16	Bauzinsen	17,600	8,210
	Summe der Titel 1—16 . .	219,500	120,500

Für jemanden, der nicht die Entwürfe und genauen Veranschlagungen kennt und z. B. auch nicht weiß, wie teuer 1 m³ Bodenbewegung und 1 t Eisenkonstruktion eingesetzt sind, ist es natürlich außerordentlich schwierig, die Kosten genau zu bestimmen.

Allgemein will mir aber nach den Erfahrungen, die ich beim Bau der 1926/27 gebauten Neubaulinie Heerstraße—Charlottenburg gemacht habe, scheinen, als wenn 1,85 Millionen *R.M.* für einen Kilometer zweigleisige Strecke bei den großen baulichen Schwierigkeiten der Städtebahn, den beiden Rheinbrücken und 20 km Tunnelstrecken reichlich wenig sind.

So sind 75 Millionen *R.M.* für Wegeunter- und Überführungen, Durchlässe und Brücken, die beiden Rheinbrücken und die vielen Unter- und Überführungsbauwerke, Futtermauern nicht viel. Auch 8% der Ausgaben für Oberbau sind sehr wenig. Abstell- und Nebengleise sind anscheinend sehr einfach geplant. Beim Schwächen der Züge von sechs auf vier oder zwei Wagen werden aber, da nur ein Triebwagen an jedem Ende des Zuges vorgesehen,

Rangierarbeiten nötig und Umlauf- und Abstellgleise gebraucht. Die Kehrgleise können also nicht stumpf enden.

Die Kosten der Bahnhofsanlagen betragen 4,8 Millionen *R.M.* Ohne genaue Kenntnis der Entwürfe läßt sich die Zahl natürlich nicht nachprüfen. Bei dem Bahnhofsentwurf von Duisburg (vgl. Werbeschrift der Rheinisch-Westfälischen Städtebahn) fällt auf, daß für die beiden Strecken nach Oberhausen und Hamborn nur ein Ausfahr-gleis vorgesehen ist. Hier und bei anderen Bahnhöfen können daher bei genauerer Durcharbeitung der Entwürfe noch manche Wünsche auftreten, die zu befriedigen natürlich Geld kosten wird.

Hiervon abgesehen halte ich allgemein die ungewöhnliche Einschränkung der Zahl der Stationen, besonders in den Großstädten, für einen großen Mangel. Meiner Ansicht nach ist es unbedingt nötig, wenn der Zweck der Schnellbahn überhaupt erfüllt werden soll, daß die Zahl der Stationen erhöht wird. Beim Bau und Betrieb werden dadurch aber natürlich höhere Kosten entstehen.

Die Sicherungs- und Fernmeldeanlagen sollen 6 Millionen *R.M.* kosten. Dabei sind für die 185 km lange Strecke selbsttätige Streckenblockung, Lichtsignale und in den Bahnhöfen Fahrschautafeln geplant, und der elektrische Betrieb erfordert natürlich sehr umfangreiche und teure Anlagen für den Schwachstromschutz. Nach den Erfahrungen, die wir bei den Kosten für die selbsttätige Streckenblockung bei der Stadtbahn und für den Schwachstromschutz gewonnen haben, scheint mir die Summe von 6 Millionen *R.M.* für alle diese Arbeiten auf der 185 km langen Strecke sehr niedrig.

Auch die Veranschlagung der Kosten der Werkstatt und des Betriebsbahnhofs mit 2,5 Millionen *R.M.* ist gering, um so mehr als die Werkstatt für zwei verschiedene Wagenarten ausgebaut werden muß. Daß zwei Wagenarten, eine für die Hauptstrecke und eine für die Nebenlinien, an sich betrieblich sehr unzweckmäßig sind, wird später noch besprochen werden.

Die Ausgaben für Wagenzüge werden auch von Kemmann für unzureichend erklärt. Bei Besprechung des Fahrplanes wird nachgewiesen werden, daß auch die Kosten für die Wagenzüge und ihre Zahl nicht ausreichend sind.

Bei Titel 14 (Insgemein) stehen 18 Millionen *R.M.* zur Verfügung. Da aber noch gar nicht feststeht, welche Auflagen im Planfeststellungsverfahren gemacht werden und außerdem die Löhne und der Bauindex steigen, so scheinen 18 Millionen *R.M.* hierfür zu niedrig.

Bei der Veranschlagung der Bauzinsen fällt auf, daß sie in der Denkschrift der Studiengesellschaft mit 26 Millionen *R.M.* eingesetzt sind, in einem Werbeschreiben der Rheinisch-Westfälischen Städtebahn dagegen mit 33 Millionen *R.M.* 26 Millionen *R.M.* scheinen also auch der Studiengesellschaft selbst zeitweilig zu niedrig gewesen zu sein.

Alles in allem halte ich die Veranschlagung der Studiengesellschaft in vielen Punkten für sehr angreifbar. Reserven für besondere Auflagen bei der Planfeststellung, Steigerung der Löhne, Vermehrung des Wagenparkes, Ausbau der Bahnhöfe, erhöhte Ausgaben für unvorhergesehene Anforderungen bei Durchkreuzung des Senkungsgebietes stehen meiner Ansicht nach nicht zur Verfügung. Ich möchte daher glauben, daß man einen Zuschlag zum Anlagekapital von wenigstens 10% machen müßte, so daß es sich auf mindestens 380 Millionen *R.M.* stellt.

Verkehr.

Der für die Städtebahn für das dritte Betriebsjahr geschätzte Verkehr schwankt bei den verschiedenen Bearbeitern zwischen 20 und 36 Millionen Fahrten im Jahr (Zusammenstellung 2). Die Größe des Verkehrs ist aber für die Wirt-

Zusammenstellung 2.
Verkehr der Städtebahn im 3. Betriebsjahr.

Be- arbeitungen	Bahn- länge km	Anlagekapital Mill. RM.			Abwanderungsverkehr in den Jahren 1925 oder 1926										Ver- kehrs- zuwachs von 1925/26 bis 1933		Verkehr im Jahre 1933							
		Aktienkapital	Obligationskapital	Gesamtkapital	Von der Reichsbahn						Gesamt- abwanderung	Von Straßenbahn u. Omnibussen	Von Privat- Kraftwagen u. Motorräder	Im ganzen	Mill. Reiselänge km	Abwanderungs- verkehr	Neu- verkehr		Gesamtverkehr					
					Grund- verkehr	Übergangs- anteil	Wickl. Ab- wanderung, Haupt- u. Zusatzverkehr	Zusatzverkehr in voriger Spalte beträgt		Gesamt- abwanderung							Von Straßenbahn u. Omnibussen	Von Privat- Kraftwagen u. Motorräder		Im ganzen	Mill. Reiselänge km	Abwanderungs- verkehr	Neu- verkehr	
								Mill. Fahr- ten	%														Mill. Fahr- ten	%
Giese	164,5	200	200	400	20,4	47,5	9,7	10	0,95	10,66	1,5	—	12,16	24	26	3,2	15,4	30	4,6	20				
Studien- gesellschaft	185,6	170	170	340	21,21	53,7	11,41	30	3,42	14,83	4,15	—	18,98	24,5	21	3,98	22,96	42	9,6	32,56				
Kemmann .	185,6	170	170	340	21,21	50	10,6	25	2,66	13,26	3,5	0,9	17,66	24,5	20	3,531	21,2	70	14,8	36				
Verfasser .	185,6	190	190	380	21,21	40	8,5	20	1,7	10,2	2,5	—	12,7	24,5	16	2,1	14,8	50	7,4	22,2				

schaftlichkeit der Städtebahn von entscheidendem Einfluß. Es ist daher nötig, auf die Berechnung des Verkehrs etwas genauer einzugehen. Kemmann berechnet zunächst in Anlehnung an die Verkehrsentwicklung der Rheinuferbahn den gesamten Verkehr der Hauptstrecke Köln—Dortmund und dann nach besonderen statistischen Annahmen aus der Fahrtenzahl auf den Kopf der Bevölkerung die Fahrten auf den Nebenlinien. Dagegen gehen die Studiengesellschaft und Giese von dem Grundverkehr der Reichsbahn auf der Hauptstrecke aus. Unter Grundverkehr versteht man dabei den Verkehr von und zu den wichtigsten Reichsbahnstationen, die zugleich Schnellbahnstationen sind. Von dem Grundverkehr werden Übergangsteile auf die Städtebahn errechnet und hiernach der auf die Städtebahn entfallende Verkehr gefunden. Zu dem so ermittelten Übergangsverkehr werden Zuschläge gemacht für Ortsverkehr, für Abwanderungsverkehr von Straßenbahn- und Omnibuslinien, für Abwanderung von Kraftwagen und für Verkehrssteigerung bis zum dritten Betriebsjahr. Zu dem so gefundenen gesamten Abwanderungsverkehr von allen jetzigen Verkehrsmitteln tritt ein Neuverkehr hinzu, der erst durch die Vorzüge und Verkehrsverbesserungen der Städtebahn sich entwickelt. Der von Kemmann durchgeführten Verkehrsberechnung unter Anlehnung an die Verkehrsermittlung der Rheinuferbahn vermag ich mich nicht anzuschließen, obwohl diese Berechnungsart zunächst durch ihre Einfachheit etwas Gewinnendes für sich hat. Die Verhältnisse bei der Rheinuferbahn liegen meiner Ansicht nach hinsichtlich des Abwanderungs- und Neuverkehrs wesentlich anders als bei der Städtebahn. Zunächst sind die wirtschaftlichen Verhältnisse, unter denen sich die Rheinuferbahn von 1905 bis 1913 zur Zeit des höchsten wirtschaftlichen Aufschwunges Deutschlands entwickelte, ganz anders als heute beim Bau der Städtebahn, wo die Wirtschaftsverhältnisse zum wenigsten noch ungeklärt sind. Weiter fallen zwei Punkte auf, in denen sich die Rheinuferbahn und die Städtebahn wesentlich unterscheiden, die für die Verkehrsentwicklung, die Abwanderung und den Neuverkehr von größter Bedeutung sind. Die Rheinuferbahn hat von Anfang an und auch heute noch billigere Tarife als die Reichsbahn, während die Städtebahn die gleichen Tarife einführen muß, die auf den Reichsbahnstrecken im Ruhrgebiet erhoben werden. Außerdem ist bei der Rheinuferbahn die Zahl der Stationen im Verhältnis der Zahl der Reichsbahnstationen wesentlich vermehrt, während bei der Städtebahn gerade das Gegenteil der Fall ist (vergl. Abb. 2). Bei der Städtebahn tritt ein Stationsschwund auf der Hauptstrecke Köln—Dortmund auf über die Hälfte ein. Die Rheinuferbahn hat dagegen auf den Endstrecken in Köln und Bonn

straßenbahnartigen Charakter, also nicht allein zahlreichere Stationen, sondern auch einen einfacheren Fahrkartenverkauf im Zuge. Hieraus ergibt sich eine nicht unerhebliche Zeitersparnis gegen die Fahrt auf der Reichsbahn. Die günstige Entwicklung der Rheinuferbahn und ihr großer Neuverkehr sind daher zum Teil durch besondere Umstände zu erklären, die bei der Städtebahn nicht zutreffen (wirtschaftlicher Aufschwung Deutschlands, billigere Tarife, Vermehrung der Stationen, Kauf und Prüfung der Fahrkarten im Zuge). So wertvoll besonders für Studienzwecke also auch die von Kemmann durchgeführte Berechnung des Verkehrs auf der Städtebahn ist, so kann ich sie als Grundlage für die Verkehrsberechnung der Städtebahn doch nicht übernehmen.

Ich möchte vielmehr versuchen in Anlehnung an die Schriften der Studiengesellschaft und von Giese vom Grundverkehr ausgehend den gesamten Verkehr auf der Städtebahn im dritten Betriebsjahre zu errechnen.

Bei Berechnung des Grundverkehrs sind Giese und die Studiengesellschaft von den im Jahre 1925 insgesamt verkauften Fahrkarten von den Stationen der Städtebahn und ihrer Nachbarorte ausgegangen. Um festzustellen, wie groß der Anteil der an der Städtebahn gelegenen Stationen am gesamten Verkehr der Orte ist, hat die Reichsbahn besondere Zählungen in der Zeit vom 14. bis 20. Juli 1925 und vom 27. Februar bis 3. März 1926 vorgenommen. Hierbei sind einmal die nach allen Richtungen und außerdem die nach den wichtigsten Stationen der Städtebahn verkauften Fahrkarten gezählt, getrennt nach Fahrkartensorten und Wagenklassen. Aus dem Verhältnis der nach den Stationen der Städtebahn verkauften Karten zur Gesamtzahl aller verkauften Fahrkarten auf den einzelnen Stationen ergab sich der Anteil der Schnellbahn am Gesamtverkehr, der „Grundverkehr“, der für die Abwanderung auf die Städtebahn in Frage kommt. Leider ist für einige der wichtigsten Stationen, für Köln, Essen und Duisburg die Zahl der nach allen Richtungen verkauften Fahrkarten nicht festgestellt, so daß hier der auf die Städtebahn entfallende Prozentsatz aller Fahrkarten z. T. geschätzt (Köln 16%) oder durch besondere Umrechnungen nach den in den einzelnen Monaten verkauften Fahrkarten errechnet werden mußte. Die Ermittlung der Größe des Grundverkehrs bietet also schon aus diesem Grunde an einzelnen Stellen Angriffspunkte. Er ist wahrscheinlich eher zu hoch als zu niedrig ermittelt, da die Übergangsteile (Köln 16%) z. T. sehr hoch eingesetzt sind. Weiter dürfte der Ansatz deshalb höher sein als die Wirklichkeit, weil nicht nur der Verkehr nach den Stationen der Schnellbahn, sondern auch nach den Nachbarorten der Schnellbahn berücksichtigt wurde. Bei Düsseldorf

wurde also nicht nur der Verkehr nach Mülheim-Ruhr, sondern auch nach Mülheim-Eppinghofen und Mülheim-Styrum in Rechnung gestellt, obwohl bei der Städtbahn nur eine Station vorhanden ist, und nicht wie bei der Reichsbahn drei Bahnhöfe. Es ist aber nicht anzunehmen, daß alle Reisenden, die bisher von Köln nach den drei Bahnhöfen der Reichsbahn fahren, auch später nach dem einen Bahnhof der Städtbahn reisen werden. Gegen die Ermittlung der Fahrtenzahl und das Verhältnis der Zahl der Fahrten auf Einzelkarten zu den Fahrten auf Zeitkarten kann man weiter einwenden, daß ein Teil der Zählung in die Mitte des Monats Juli fällt, also in eine Zeit, wo verhältnismäßig wenig Monatskarten gekauft werden, während ein anderer Teil der Zählung im Gegensatz dazu im Anfang des Monats März ausgeführt wurde, also in einer Zeit, wo viele Monatskarten gekauft werden. Weiter ist zu berücksichtigen, daß bei den Monatskarten allgemein mit 60 Fahrten im Monat und bei den Wochenkarten mit 12 Fahrten gerechnet wurde, obwohl bei den weiten Entfernungen, die ein Teil der Reisenden und besonders die späteren Fahrgäste der Städtbahn zurücklegen, 60 Fahrten im Monat und 12 Fahrten in der Woche zu viel sind. Bei den Verkehrszählungen in Berlin wurde festgestellt, daß auf kurze Fahrten (10 km) die Zahl der Fahrten bei Monatskarten über 60 liegt, bei weiteren Entfernungen (20 bis 30 km) dagegen auf 45 bis 35 und bei Wochenkarten auf 10 bis 11 Fahrten zurückgeht. Genaue Aufklärung über die Verkehrsverhältnisse im Ruhrgebiet und die Be-

nutzung der Monatskarten würde erst wie in Berlin eine Verkehrszählung geben (vergl. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1925, Heft 51). Trotz dieser Bedenken, die dafür sprechen, daß der Grundverkehr zu hoch errechnet wurde, soll von der von der Studiengesellschaft ermittelten Fahrtenzahl von 21,2 Millionen für den Grundverkehr ausgegangen werden. Dagegen wollen wir den Überganganteil des Grundverkehrs auf die Städtbahn, den die Studiengesellschaft mit 53,77 %, Giese mit 47 % und Kemmann mit 50 % ermittelt haben, an einem besonderen Beispiel, am Verkehr des Bahnhofs Essen, nachprüfen.

Die Unterlagen für die Errechnung des Überganganteiles bilden die von der Reichsbahn veranlaßten besonderen Verkehrszählungen, wobei in den bestimmten Zeitabschnitten die Fahrkartensorten und -klassen nach den späteren Stationen der Städtbahn und ihren Nachbarstationen ermittelt wurden. Die vorstehende Zusammenstellung zeigt für die Zeit vom 27. Februar bis 3. März, welche Fahrkartenarten von Essen nach den Stationen und Nachbarstationen der Schnellbahn verkauft wurden. Für den Übergangsverkehr zur Schnellbahn rechnen dabei die Studiengesellschaft, Giese, Kemmann und Verfasser mit folgendem Abwanderungsverkehr für die einzelnen Fahrkartenarten.

Entscheidend für die Abwanderung zur Städtbahn oder für den Verbleib der Fahrgäste bei der Reichsbahn sind die Zeit- und Geldersparnisse. Dabei darf man nicht nur an die

Zusammenstellung 3.

Verkaufte Fahrkarten von Essen Hbf. nach Stations- und Nachbarorten der Schnellbahn.

1	2	3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15	
		von Essen Hbf. nach		Einzelfahrkarten einschl. Arbeiter-Rückfahrkarten		Sonntagsfahrkarten		Monats- und Teilmonatskarten		Schüler-Monatskarten		Arbeiter-Wochenkarten		Verkaufte Fahrkarten zusammen		Ausgeführte Fahrten											
		1.-3. Kl.	4. Kl.	2.u.3. Kl.	4. Kl.	2.u.3. Kl.	4. Kl.	3. Kl.	4. Kl.	3. Kl.	4. Kl.	in 5 Tagen	im Jahr	in 5 Tagen	im Jahr												
1	Köln Hbf., Deutz u. Mülheim	762	212	28	44	2	—	1	0	—	—	1049	76577	1298	94754												
2	Düsseldorf Hbf., Bilk und Derendorf	1306	757	47	116	12	2 + 5	0	1	47	2293	167389	4003	292219													
3	Duisburg Hbf. Meiderich Süd und Ruhrort	1814	2328	53	41	17	6 + 5	2	1	69	4336	316528	6868	501364													
4	Mülheim, Eppinghofen und Styrum	1389	1600	19	46	13	3 + 5	1	1	44	3121	227833	4877	356021													
5	Gelsenkirchen Hbf. und Bismarck	1661	1645	—	—	14	5 + 13	1	1	44	3384	247032	5484	400332													
6	Bochum, Nord u. Präsident	1824	1543	—	—	5	1 + 8	1	0	56	3438	250974	4699	343027													
7	Langendreer	152	124	—	—	1	—	—	—	1	278	20294	348	25404													
8	Dortmund Hbf.	1137	702	44	108	1	1 + 3	1	—	16	2013	146949	2605	190165													
9	Oberhausen	213	507	—	—	6	1 + 5	—	—	9	741	54093	1398	102054													
10	Hamborn	113	194	—	—	1	0 + 3	—	—	8	319	23287	553	40369													
11	Gladbeck Ost u. West . .	92	166	—	—	6	0 + 1	—	—	3	262	19126	324	23652													
12	Verkaufte Fahrkarten in 5 Tagen . .	10463	9778	191	355	72	19 + 48	7	4	297	21234	—	—	—													
13	im Jahr . .	763799	713794	13943	25915	5256	1387 + 3501	511	292	21681	—	1550082	—	—													
14	Ausgeführte Fahrten in 5 Tagen . .	10463	9778	382	710	4320	2580	420	240	3564	—	—	32457	—													
15	im Jahr . .	763799	713794	27886	51830	315360	188340	30660	17520	260172	—	—	—	2369361													
16	in % . . .	32,25	30,10	1,20	2,20	13,30	7,95	1,30	0,75	10,95	—	—	—	100													
nach der Studiengesellschaft:																											
17	Übergangssätze in % . .	100	15	100	15	80	10	80	10	5	—	—	—	—													
18	Überganganteile in %*)	32,25	4,51	1,20	0,33	10,64	0,80	1,04	0,07	0,55	—	—	—	—													
nach Verfasser:																											
	Übergangssätze in % . .	75	15	75	15	50	10	50	10	5	—	—	—	—													
	Überganganteile in %**)	24,25	4,51	0,90	0,33	6,65	0,80	0,65	0,07	0,55	—	—	—	—													

*) Überganganteil = 51,29%.

**) = 38,91%

eigentliche Fahrzeit einschließlich der Zeit für das Umsteigen denken oder nur an die Fahrkosten auf der eigentlichen Städtebahn oder der Reichsbahn, sondern man muß den gesamten Zeitaufwand von der Wohnung bis zur Arbeitsstätte einmal bei Benutzung der Reichsbahn und einmal bei der Fahrt mit der Städtebahn und die gesamten Fahrkosten einschließlich etwaiger Benutzung der Zubringerlinien (Straßenbahn und Auto) in Vergleich stellen. Es kommt also zu der Fahrzeit noch die Zeit für den Zu- und Abgang zum Bahnhof und die Wartezeit auf den Zug (Zugfolge) hinzu. Neben Zeit und Geld spielen, besonders außerhalb des Berufsverkehrs, auch die Bequemlichkeit der Reisenden auf der Fahrt, ausreichende Sitzplätze, gute Beleuchtung und Heizung der Züge bei der Wahl des Verkehrsmittels eine gewisse Rolle.

Zusammenstellung 4.

Verkehrsarten	Übergangssätze K in Hundertteilen der Grundverkehrsbestandteile			
	Giese	Studien-gesellschaft	Kemmann	Verfasser
Verkehr I. Klasse:				
Einzelfahrkarten . . .	100	100	85	75
Verkehr II. Klasse:				
Einzelfahrkarten . . .	100	100	85	75
Sonntagsfahrkarten .	100	100	90	75
Monatskarten für				
Erwachsene . . .	50	80	80	50
Kinder	50	80	80	50
Verkehr III. Klasse:				
Einzelfahrkarten . . .	100	100	85	75
Sonntagsfahrkarten .	100	100	90	75
Monatskarten für				
Erwachsene . . .	50	80	80	50
Kinder	50	80	80	50
Verkehr IV. Klasse:				
Einzelfahrkarten . . .	15	15	20	15
Sonntagsfahrkarten .	15	15	25	15
Monatskarten für				
Erwachsene . . .	5	10	10	10
Kinder	5	10	10	10
Arbeiter- wochenkarten .	5	5	5	5

Wie groß ist nun für die von Essen abfahrenden Reisenden der Zeitgewinn bei Benutzung der Städtebahn? Nach der Berechnung der Studiengesellschaft ergeben sich folgende Fahrzeitunterschiede bei Benutzung der Städtebahn und Reichsbahn:

Zusammenstellung 5.

Fahrzeiten der Schnellbahn im Vergleich zur Reichsbahn von Essen.
(Nach der Berechnung der Studiengesellschaft.)

Fahrzeiten in Minuten	Köln	Düsseldorf	Duisburg	Mülheim	Essen	Gelsen- kirchen	Bochum	Langen- dree	Dortmund
Reichsbahn	103	52	25	14	—	27	17	29	43
Schnellbahn	47	28	14	7	—	6	13	20	29

Kemmann und Pforr zeigen an Hand der Fahr-diagramme, daß für die Städtebahn diese Fahrzeiten theoretisch möglich sind. Ich bezweifle dies nicht, möchte aber

doch zu bedenken geben, daß die Züge noch nicht im Betriebe dauernd gelaufen sind und daß diese außergewöhnlich hohen Geschwindigkeiten noch nirgends dauernd erprobt wurden. Auch steht das Gewicht der Wagenzüge, solange sie noch nicht gebaut sind, nicht genau fest und die Dauerleistung der Motoren ist noch nicht erwiesen. Weiter ist noch folgendes zu berücksichtigen: Kemmann berechnet bei einer Geschwindigkeitsverminderung von 100 auf 20 km bei einer 1000 m langen Störungsstrecke eine Fahrzeitverlängerung von $3\frac{1}{2}$ Minuten. Nun werden kleinere Störungen und Unregelmäßigkeiten im Betriebe schon mit Rücksicht auf die Bergschäden nicht zu vermeiden sein. Außerdem müssen bei der nur 10jährigen Lebensdauer des Oberbaues jährlich 18,5 km umgebaut werden. Die Strecke von Köln bis Düsseldorf ist aber 113 km lang. Es kann daher sehr leicht eintreten, daß mehrere Störungsstellen und Umbaustellen auf dieser Strecke zusammentreffen. Die theoretisch wohl möglichen Fahrzeiten scheinen mir daher für den Dauerbetrieb bei den ungewöhnlich hohen Geschwindigkeiten zu günstig. Bei einem Vergleich der Fahrzeiten der Städtebahn mit der Reichsbahn ist außerdem zu berücksichtigen, daß die Reichsbahn durch Beschleunigung der Züge und außerdem durch Elektrisierung der Strecken sehr leicht in der Lage ist, die Fahrzeiten zu verbessern, um so mehr als ihr von Essen nach Düsseldorf eine im Vergleich zur Städtebahn 6 km kürzere Strecke über Kettwig zur Verfügung steht, auf der die Züge überhaupt nicht, also auch nicht in Mülheim und Düsseldorf, zu halten brauchen. Endlich darf man nicht vergessen, daß die schnellen Fahrten bei der Städtebahn z. T. durch eine, wie schon erwähnt, viel zu weitgehende Einschränkung der Stationen erkaufte wurde. Auf der Strecke Köln—Dortmund hat die Städtebahn nur halb so viel Bahnhöfe wie die Reichsbahn. In den großen Städten gibt es immer nur einen Bahnhof. Statt der drei Bahnhöfe in Mülheim finden wir nur einen. Die Reisenden, die jetzt von den später fallenden Bahnhöfen abfahren, haben also künftig einen längeren Zuweg zum Bahnhof. Der von der Studiengesellschaft angegebene Zeitgewinn von Essen nach Mülheim (7 Minuten) wird daher beim Bahnhof Mülheim-Styrum durch den längeren Zu- und Abgang zum Bahnhof aufgezehrt. Beim Vergleich der Fahrzeiten sind also zu den eigentlichen Fahrzeiten noch Zuschläge für Unregelmäßigkeiten sowie Zu- und Abgang zum Bahnhof hinzuzurechnen. Auch darf man nicht vergessen, daß die Reichsbahn, wie gesagt, durch Elektrisierung und Beschleunigung der Züge den errechneten Vorsprung weiter ausgleichen kann.

Wie steht es nun mit den Fahrkosten? Die Städtebahn darf keine niedrigeren Tarife einführen als die Reichsbahn. Nur die Schnellzugzuschläge fallen bei ihr fort. Bei den Monatskarten rechnet sie mit 25 Fahrten im Monat, während die Reichsbahn je nach der Entfernung 25 bis 18 Fahrten ansetzt. Sonntagsfahrkarten werden gleichmäßig zu $\frac{2}{3}$ der gewöhnlichen Einzelkarte berechnet. In Zusammenstellung 6 wird der Vergleich der Städtebahn und der Reichsbahn gezeigt.

Bei den Einzelkarten sind die Fahrpreise in der 2. und 3. Klasse gleich, bei den Fahrten in der 4. Klasse der Reichsbahn dagegen um 30% billiger. Die durchschnittlich zurückgelegte Entfernung ist durch die verschiedenen Bearbeiter zu 24 bis 25 km errechnet. Die Monatskarten sind bei dieser Entfernung bei der Reichsbahn nicht unwesentlich billiger als bei der Städtebahn, da eine geringere Fahrtenzahl in Rechnung gestellt wird. Die Monatskarte 4. Klasse kostet bei der Reichsbahn fast nur die Hälfte von einer Monatskarte 3. Klasse bei der Städtebahn. Die Unterschiede im Fahrpreise der Zeitkarten verschieben sich je nach den auf der Städtebahn zurückgelegten Strecken. Beim Hauptbahnhof Essen kosten die Zeitkarten bei einer Fahrt nach Mülheim und Gelsenkirchen ziemlich gleich viel, bei Fahrten nach Duisburg und

Bochum sind sie bei der Städtebahn 5 bis 10% und bei Reisen nach Düsseldorf und Köln um 30% teurer als bei der Reichsbahn.

Zusammenstellung 6.
Vergleich der Fahrpreise.

Verkehrsarten	Klasse	Reichsbahn	Städtebahn
Einzelkarten	2.	7,5 Pf.	7,5 Pf.
	3.	5 „	5 „
	4.	3,3 „	— „
Sonntagsfahrkarten	2.	5 Pf.	5 Pf.
	3.	3,3 „	3,3 „
	4.	2,2 „	—
Monatskarten (24 km Reiselänge)	2.	36,20 M	45,00 M
	3.	24,20 „	30,00 „
	4.	16,00 „	—
Schülerkarten (24 km Reiselänge)	2.	18,10 M	22,50 M
	3.	12,10 „	15,00 „
	4.	8,00 „	—
Arbeiterwochenkarten	4.	20% der Monatskarte 3,20 M	—

Wir sehen also, daß bei Einzelkarten die Tarife auf weite und nahe Entfernungen bei der Städtebahn und Reichsbahn gleich hoch sind, bei Zeitkarten dagegen steht dem Zeitgewinn auf weite Entfernungen der höhere Preis für eine Zeitkarte gegenüber.

Wie dürfte sich hiernach die Abwanderung beim Bahnhof Essen nach den verschiedenen Stationen und Nachbarorten der Hauptstrecke gestalten? Nach Köln ist der Fahrzeitgewinn natürlich am größten. Dagegen ist die Zahl der Züge auf der Hauptstrecke der Städtebahn und auf den Reichsbahnliesen nach Duisburg gleich groß. Die Städtebahn verläuft parallel den bestehenden Bahnen. Berücksichtigt man ferner, daß auch Züge auf der 6 km kürzeren Strecke von Essen über Kettwig verkehren, so ist die Zugzahl, also die Fahrgelegenheit bei der Reichsbahn sogar größer als bei der Städtebahn. Außerdem hat die Reichsbahn es natürlich auch in der Hand, die Zugzahl und die Fahrgeschwindigkeiten durch Einlegung weiterer Schnellzüge und durch Beschleunigung und Elektrisierung der Strecken zu verbessern. Weiter ist zu berücksichtigen, daß in Köln die Städtebahn nur einen Bahnhof hat, die Reichsbahn dagegen drei. In der Abbildung 2 sieht man gleichzeitig wie günstig die Rheinuferbahn durch ihre fünf Bahnhöfe den Verkehr bedient. Bei dem einen Bahnhof der Städtebahn ist aber nicht anzunehmen, daß z. B. die Fahrgäste von Köln nach Mülheim zunächst mit der Städtebahn nach Köln und dann mit der Straßenbahn nach Mülheim fahren. Der von Giese und der Studiengesellschaft angenommene Übergang sämtlicher Fahrgäste mit Einzelkarten (100%) von der Reichsbahn zur Städtebahn scheint mir daher zu günstig. Auch die vorsichtigere Schätzung von Kemmann (85%) halte ich bei den guten Zugverbindungen von Essen nach Köln für zu hoch, denn eine Zugfolge von einer halben Stunde, wie sie auf der Städtebahn zwischen Köln und Duisburg vorgesehen, übt auch bei einem starren Fahrplan keine so große Anziehungskraft aus, daß alle Fahrgäste zu dem neuen Verkehrsmittel übergehen würden. Der starre, nicht auf die Verkehrsschwankungen am Tage Rücksicht nehmende Fahrplan mit 1/2stündiger Zugfolge wird daher auch bei der kürzeren Fahrzeit nur eine beschränkte Anziehungskraft ausüben. Mir erscheint daher ein Übergangsverkehr von 75% bei den Einzelkarten auch bei Verbesserung

des Fahrplanes (1/4stündiger Zugfolge) sehr reichlich! Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß die Reichsbahn durch Verbesserung ihres Fahrplanes diesen Übergangsteil leicht noch weiter herabdrücken kann.

Für die Einzelkarten 4. Klasse von Essen nach Köln halte ich eine Abwanderung aus der 4. Klasse von 15% für ausreichend, da die Einzelkarte der Städtebahn um 30%, rund 1 R.M., teurer ist, um so mehr als bei den Reisenden der 4. Klasse die Zeit meist keine so große Rolle spielt wie bei den Fahrgästen der höheren Klassen. Bei den Monatskarten ist der Anreiz zur Benutzung der Städtebahn noch wesentlich geringer als bei den Einzelkarten. Hier kostet eine Fahrkarte auf

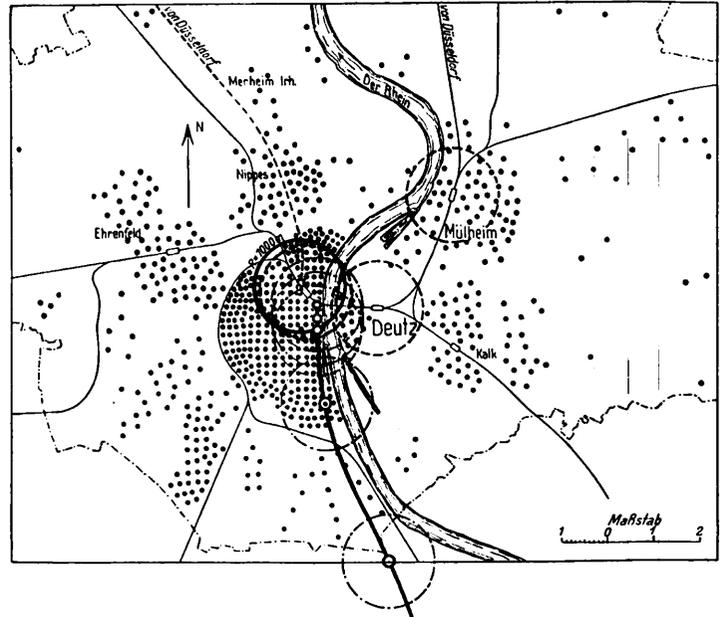
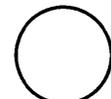


Abb. 2. Wohnbevölkerung von Köln. Ein Punkt stellt 1000 Einwohner, der stark gestrichelte Linienzug die Linienführung der geplanten Städtebahn dar.

Erläuterungen zu Abb. 2.

-  1 km großes Einflußgebiet des Bahnhofs der Städtebahn.
-  1 km großes Einflußgebiet der drei Bahnhöfe der Reichsbahn.
-  1 km großes Einflußgebiet der fünf Haltestellen der Rheinuferbahn.
-  Rheinuferbahn.

der Reichsbahn 8 bis 12 R.M. weniger als bei der Städtebahn, da bei der Reichsbahn 18, bei der Städtebahn 25 Fahrten gerechnet werden. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß 60 Fahrten im Monat auf eine Monatskarte auf der 24 km langen Strecke höchst fraglich sind. Nach den Erfahrungen auf den Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen halte ich 30 bis 40 Fahrten für wahrscheinlicher. Schon aus diesen Gründen müßte die Fahrtenzahl wesentlich herabgedrückt werden. Läßt man die Fahrtenzahl bestehen, so wird (von den Monatskarteninhabern 1. bis 3. Klasse) bei den teureren Tarifen höchstens ein Übergang von 40 bis 50% eintreten. Bei den Monatskarten 4. Klasse ist der Fahrpreisunterschied so groß, daß nur 5 bis 10% zur Städtebahn übergehen würden.

Für die Fahrgäste von Düsseldorf liegen die Verhältnisse ähnlich wie in Köln. Bei Verbesserung und Beschleunigung der direkten Linie Düsseldorf—Essen über Kettwig wird der Zeitgewinn der Städtebahn ganz erheblich herabgedrückt. Welch große verkehrliche Bedeutung die Fahrplanverbesserungen auf der direkten Strecke Essen—Kettwig—Düsseldorf haben können, zeigt ein Vergleich mit dem Personenverkehr Berlin—Potsdam. Der weit überwiegende Teil der Fahrgäste von Berlin nach Potsdam benutzt nämlich, nach den durch die Verkehrszählung gefundenen Zahlen, die vom Potsdamer Fernbahnhof ausgehenden ohne Aufenthalt nach Potsdam durchfahrenden Vorortzüge und nicht die öfter haltenden, einen Umweg über Wannsee machenden Wannseezüge. Ebenso würden meiner Ansicht nach auch die Bewohner von Essen, schnell ohne Aufenthalt über Kettwig nach Düsseldorf durchgeführte Züge den mehrfach haltenden

marck auf die Städtebahn übergehen, scheint mir bei den weiten Entfernungen der jetzigen Reichsbahnstation von der späteren Haltestelle der Städtebahn und den günstigen Fahrgelegenheiten auf der Reichsbahn (s. Abb. 3) mehr als unwahrscheinlich.

Bei den Reisenden von Essen nach Bochum, Langendreer und Dortmund ist der Zeitgewinn dagegen wieder wesentlich geringer als bei Gelsenkirchen, und auch die Zugverbindungen sind nicht günstiger als bei der Reichsbahn. Die Abwanderung dürfte also hier in mäßigen Grenzen bleiben um so mehr, als die Zeitkarten von Essen nach Dortmund auf der Reichsbahn wieder erheblich billiger sind als auf der Städtebahn.

Alles in allem halte ich den Überganganteil von den einzelnen Kartenarten wie ihn Zusammenstellung 4 angibt für wahrscheinlich. (Bei Einzelkarten 1. bis 3. Klasse

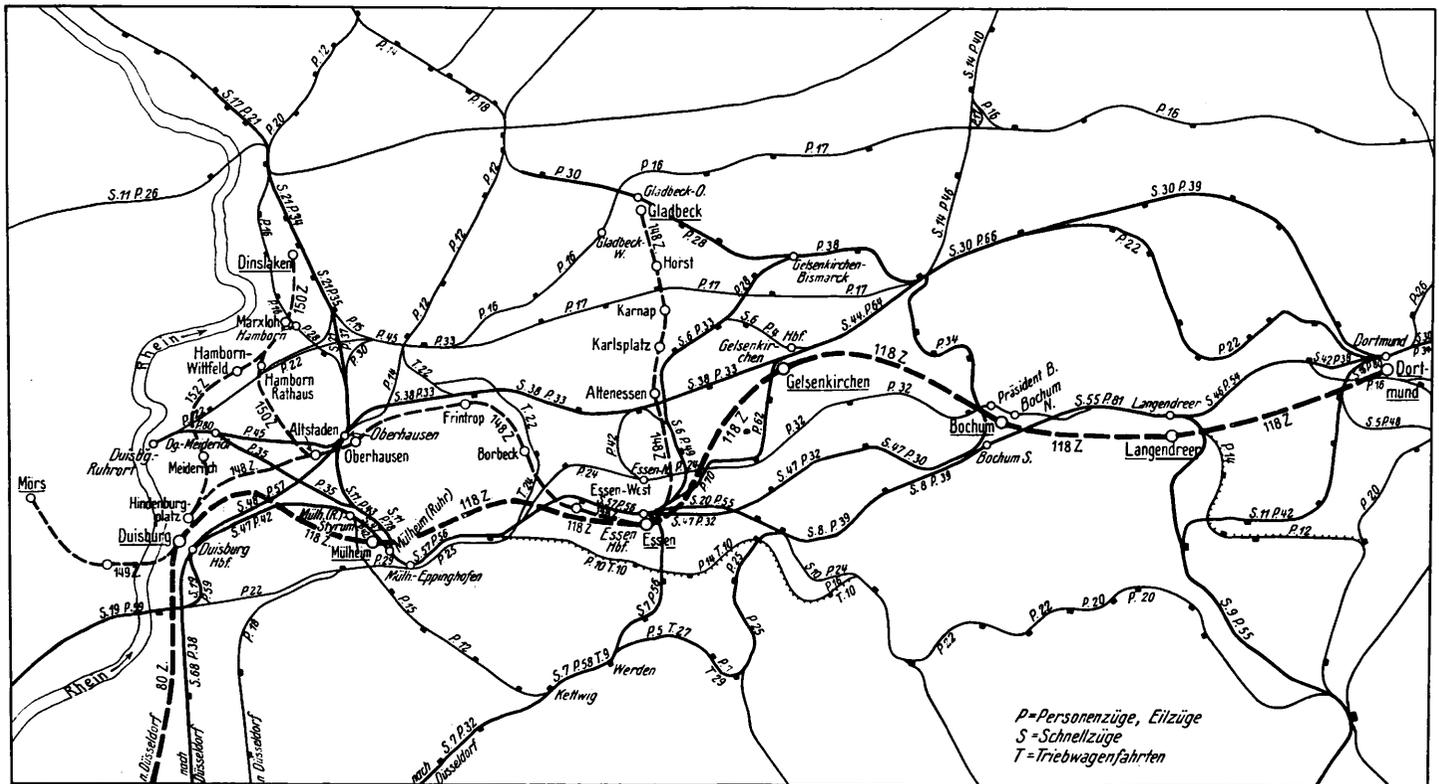


Abb. 3.

Zügen der Städtebahn vorziehen, um so mehr als bei der 6 km längeren Strecke der Städtebahn die Fahrt z. B. auf Einzelkarte dritter Klasse auf der Städtebahn 33 Pf. teurer ist. Bei Fahrten von Essen nach Duisburg ist die Zugzahl die gleiche und der Zeitunterschied zwischen Reichsbahn und Städtebahn gering. Dafür ist aber auch bei Zeitkarten der Tarifunterschied kleiner. Ebenso wie bei Köln und Düsseldorf wird auch hier die Verminderung der Stationen ungünstig auf die Benutzung der Städtebahn einwirken, (s. Abb. 3). Das gleiche gilt bei den Fahrten nach Mülheim, wo 2 Stationen fortfallen mit einem fast ebenso starken Verkehr wie nach dem einen Bahnhof, der bei der Städtebahn bestehen bleibt. Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Fahrten wird der Verkehr von Essen nach Gelsenkirchen Hbf., Hamborn und Gladbeck durch die Städtebahn wesentlich verbessert. Die Fahrgelegenheit (Zugzahl) ist fast doppelt so groß wie bei der Reichsbahn und auch der Zeitgewinn ist durch die kürzere Linie wesentlich günstiger. Die Abwanderung zur Städtebahn wird hier also hinter der von der Studiengesellschaft und Kemmann angegebenen kaum zurückbleiben. Ob dagegen Reisende von Gelsenkirchen-Bis-

75%, 4. Klasse 15%, Monatskarten 2. bis 3. Klasse 50%, 4. Klasse 10% und Arbeiterwochenkarten 5%.)

Daraus ergibt sich für Essen Hbf. ein Abwanderungsverkehr von noch nicht 40% (Zusammenstellung 3) statt der von der Studiengesellschaft errechneten 53%. Bei entsprechender Berechnung des Übergangverkehrs für die übrigen Stationen würde man ähnliche geringe Übergangsteile finden. Allgemein ist daher von mir mit 40% Übergang gerechnet. Bei genauer Nachprüfung des Übergangsteiles von den Nachbarorten, also von den Stationen der Reichsbahn, die bei der Städtebahn keine Haltestelle erhalten, würden sich wahrscheinlich noch größere Abstriche ergeben als bei Essen, denn daß z. B. von Köln—Mülheim 54,6% der Reisenden später mit der Städtebahn fahren sollten, scheint mir bei dem Fortfall dieses Bahnhofes und der weiten Entfernung von dem einzigen in Köln geplanten Bahnhof mehr als unwahrscheinlich. (Abb. 2.)

Zu dem Übergangverkehr von der Reichsbahn zur Schnellbahn von den Stationen und Nachbarorten der Schnellbahn kommt noch der Verkehrsanteil an dem übrigen Personenverkehr der Reichsbahn im inneren In-

dustriegebiet und der Durchgangsverkehr. Der innere bisher nicht erfaßte Verkehr macht nach den Angaben der Studiengesellschaft 9.02 Millionen Fahrten aus. Für eine Abwanderung des Verkehrs von den Seiten-, Zwischenorten und kleinen Stationen der Schnellbahn sprechen die Verkehrsverbesserungen, die der Bahnhof Gelsenkirchen und manche Orte in der Nord-Südrichtung durch die Städtebahn nach Gladbeck, Dinslaken und durch die neue Bahn über den Rhein nach Mörs erhalten. Auch die im Gegensatz zu den Hauptstrecken dichtere Lage der Stationen auf den Nebenlinien begünstigt die Verkehrsabwanderung. Vergessen darf man aber nicht, daß die drei Neubaulinien nur einem kleinen Teil des dichten Verkehrsnetzes der Reichsbahn im Industriegebiet Konkurrenz machen. Den 25 Stationen der Städtebahn mit 300 Verkehrsbeziehungen stehen 80 Stationen der Reichsbahn mit zehnfachen Verkehrsmöglichkeiten gegenüber. Vielen der Bahnlinien der Reichsbahn wird die Städtebahn überhaupt keinen Abbruch tun. Auch der Umstand, daß die Städtebahn eine besondere Gesellschaft bildet, für die die Fahrkarten der Reichsbahn nicht gelten, und zu deren örtlich von den Reichsbahnstationen entfernt liegenden Bahnhöfe die Reisenden erst einen mehr oder minder langen Weg zurücklegen müssen, wenn sie die Reichsbahn und dann die Städtebahn benutzen wollen, sowie der Zeitverlust beim Fahrkartenkauf (die Städtebahn hat keine Übergangsfahrkarten zur Reichsbahn) sprechen gegen einen starken Verkehrsübergang. Bei diesen Erschwernissen und Unbequemlichkeiten bei der doppelten Gepäckabfertigung halte ich eine größere Abwanderung von der Reichsbahn auf die Städtebahn nicht für wahrscheinlich. Die Studiengesellschaft rechnet mit 30%, Giese mit 10% und Kemmann mit 25% Zusatzverkehr. Die Schätzung dieses Verkehrs ist zum großen Teil Gefühlssache. Ich möchte glauben, daß 20% Übergangsverkehr ausreichend sind.

Demnach ergibt sich ein Gesamtabwanderungsverkehr von der Reichsbahn von 10.2 Millionen Fahrgästen (s. Zusammenstellung 2). Einen zuverlässigen Überblick über die wahrscheinliche Abwanderung von der Reichsbahn zur Städtebahn würde man erhalten, wenn man ähnlich wie in Berlin beim Stadt-, Ring- und Vorortverkehr durch eine Verkehrszählung die Verkehrsverhältnisse genauer feststellte.

Wir kommen nun zum Abwanderungsverkehr von der Straßenbahn und den Omnibuslinien. Die Studiengesellschaft sagt mit Recht, daß eine Abwanderung im größeren Umfange nur von den Straßenbahn- und den Omnibuslinien bei den Nebenlinien zu erwarten ist, die eine schnelle und bessere Verbindung schaffen als die Reichsbahn. Die Stammlinie läuft im allgemeinen parallel zu den bestehenden Reichsbahnlinien und die Stationsentfernung beträgt hier durchschnittlich 9.15 km, während die Straßenbahnreisenden nur kürzere Strecken zurücklegen. Hier ist also keine große Abwanderung zu erwarten. Die Nebenlinien erschließen dagegen zum Teil ein neues Verkehrsgebiet und stellen besonders in nordwestlicher Richtung bessere Verkehrsverbindungen her. Auch liegen bei ihnen die Stationen nur 1 bis 2 km voneinander entfernt. Trotzdem darf man nicht zu günstig urteilen, denn man soll nicht vergessen, daß die Straßenbahn- und Omnibuslinien bei der dichten Lage der Haltestellen für den Fahrgast viel Zeitersparnis bringen, da die Zeit für den Zu- und Abgang sehr gering ist und auch der Fahrkartenverkauf im Wagen erfolgt. Ein Überganganteil von 60 bis 90% für die Straßenbahn und 60% für die Omnibuslinien, wie die Studiengesellschaft (Zusammenstellung 26 der Ertragsberechnung der Studiengesellschaft vom März 1927) annimmt, scheint mir daher zu hoch. Ob und wie weit die Tarife außerdem bei der Städtebahn und Straßenbahn verschieden sind und auf die Abwanderung einen Einfluß haben, ist mir nicht bekannt. Giese errechnet einen Fahrpreis bei

der Straßenbahn von 4,7 Pfennigen für 1 km und von 5.38 Pfennigen bei der Städtebahn. Die Fahrten auf der Städtebahn wären demnach 15% teurer. Hiernach würden auch die Tarife einer starken Abwanderung entgegenstehen.

Im übrigen kommen die verschiedenen Arbeiten zu folgenden Übergangszahlen: Giese rechnet 1.5 Millionen Fahrten (auf 24 km Reiseweglänge bezogen), die Studiengesellschaft 4.15 Millionen und Kemmann 3.5 Millionen. Ich möchte mich auf der mittleren Linie halten und 2.5 Millionen Fahrten einsetzen, da ich, wie gesagt, die Annahme der Studiengesellschaft für zu günstig halte, aber doch auch nicht verkenne, daß die Nebenlinien große Anziehungskraft ausüben werden und hier wahrscheinlich Straßenbahn und Omnibuslinien in größerem Umfange Verkehr fortnehmen werden, der sich allerdings nur auf kurzen Strecken bewegt.

Während Giese und die Studiengesellschaft einen Verkehrszuwachs aus der Abwanderung des Kraftwagenverkehrs nicht herleiten, rechnet Kemmann mit einem Zuwachs von 0.9 Millionen Fahrten. Dem vermag ich mich nicht anzuschließen. Zunächst ist bekannt, daß die Omnibuslinien und der Kraftwagen von der Reichsbahn einen großen Verkehr abziehen. Es ist berechnet worden, daß im letzten Jahre die Reichsbahn hieraus einen Verlust von 100 Millionen *ℛ.* im Personenverkehr erlitten hat. Es wäre daher im Gegenteil nicht unwahrscheinlich, daß die Städtebahn aus der weiteren Entwicklung des Kraftwagenverkehrs sogar einen Verlust haben könnte. Kraftwagen üben eine große Anziehungskraft aus, da man unmittelbar von der Wohnung ohne Zeitverlust für Zu- und Abgang zum Bahnhof, ohne Fahrkartenkauf jederzeit nach seiner Arbeitsstätte fahren und von dort nach Erledigung der geschäftlichen Angelegenheiten ohne Zeitverlust wieder zurückkehren kann. Die Kraftwagen sind daher der Städtebahn mit ihren wenigen Stationen gegenüber so sehr im Vorteil, daß ich an eine Heranziehung von Fahrgästen, die Kraftwagen benutzen, nicht glaube.

Wir kommen nun zu der Ermittlung der Verkehrssteigerung bis zum Jahre 1933, dem dritten Betriebsjahre der Städtebahn. Wie sich der Verkehr in den nächsten Jahren entwickeln wird, kann heute niemand voraussagen. Auf jeden Fall wird man bei weitem nicht mit der Entwicklung vor dem Kriege rechnen können, bei der in der Zeit von 1900 bis 1913 eine jährliche Verkehrszunahme von 7% erfolgte, während in der Zeit von 1913 bis 1926 z. B. auf der Rheinuferbahn der Verkehr jährlich nur um 1% stieg. Giese rechnet für die Zeit von 1926 bis 1933 mit 26% Verkehrssteigerung, Kemmann mit 20% und die Studiengesellschaft mit 21% (1927 mit 2%, 1928 mit 2.5%, 1929 mit 3%, 1930 mit 3.5%, 1931 mit 4%, 1932 mit 4% und im ersten Halbjahr 1933 mit 2%). In den Jahren 1926 und 1927 ist keine Verkehrssteigerung eingetreten. Bei diesem Stillstand des Personenverkehrs und bei der Unsicherheit der allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse in Deutschland scheint mir daher eine Verkehrszunahme von 20% bis zum Jahre 1933 zu hoch. Die für 1927 gerechneten 2% Verkehrssteigerung fallen nach der wirklichen Verkehrsentwicklung schon fort und für die nächsten Jahre möchte ich nicht glauben, daß sie bis zu 4% im Jahre, wie die Studiengesellschaft annimmt, steigen wird. Es sind daher von mir 16% Verkehrssteigerung bis zum Jahre 1933 eingesetzt, wobei ich natürlich wiederholen muß, daß die wirkliche Zu- oder Abnahme des Verkehrs ganz und gar von der wirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands abhängt.

Der Neuverkehr ist von Giese zu 30%, von der Studiengesellschaft zu 40% und von Kemmann zu 70% angesetzt worden. Giese errechnet den Neuverkehr bei der Verkehrsentwicklung der Schwebelbahn Elberfeld—Vohwinkel. Er findet eine Zunahme von 6.18% jährlich und 30% bis zum

dritten Betriebsjahr. Die Studiengesellschaft ist bei Bestimmung des Neuverkehrs von der Einwohnerzahl im Gebiet der Schnellbahn ausgegangen und hat drei Fahrten auf den Kopf der Bevölkerung im Jahre als Verkehrssteigerung, somit 40%, eingesetzt. Kemmann stützt seine Annahme für den Neuverkehr auf die Verkehrszunahme der Rheinuferbahn und errechnet hieraus 70% Neuverkehr. Bei den in der Einleitung kurz geschilderten Eigenheiten der Städtebahn und den heutigen ganz anders gearteten Wirtschaftsverhältnissen wie vor dem Kriege ist es außerordentlich schwer, ein vergleichsfähiges Verkehrsunternehmen zu finden. Die Verhältnisse bei der 13 km langen Schwebebahn lassen sich meiner Ansicht nach ebenso wenig auf die Städtebahn übertragen wie die Verkehrsentwicklung der Rheinuferbahn, die in ihrem Auslauf in der Stadt Köln und Bonn einen straßenbahnähnlichen Charakter hat und billigere Tarife als die Reichsbahn erhebt. Die Annahme der Studiengesellschaft mit drei Fahrten auf den Kopf der Bevölkerung ist zu allgemein, um als Beweis für die zu erwartende Verkehrssteigerung zu gelten. Ich verkenne nicht die großen Werkkräfte verbesserter Verkehrsverhältnisse, besonders wenn sie mit billigeren Tarifen zusammentreffen wie bei der Rheinuferbahn oder der von Kemmann erwähnten Überlandbahn Mailand—Varese. Sonst halte ich aber Vergleiche mit ausländischen Bahnen immer für sehr angreifbar, da die Verkehrsverhältnisse, die Tarife usw. in fremden Ländern doch meist ganz anders sind als bei den heimischen Bahnen. (Vgl. Verkehrstechnische Woche 1926 Heft 14 „Die Londoner Untergrundbahn“.) So läßt sich z. B. die von Kemmann erwähnte Brightonbahn nicht mit der Städtebahn vergleichen. Die Brightonbahn ist eine Vorortbahn wie die Wannseebahn, die durch die Elektrisierung und die kürzeren Fahrzeiten den Omnibuslinien viel Verkehr fortgenommen hat und die Besiedlung der Vororte außerordentlich begünstigte. Wie weit auch eine Tarifänderung bei der Verkehrssteigerung mitwirkte, ist mir nicht bekannt. Die Städtebahn läuft dagegen zum größten Teil parallel zu bestehenden Linien und erschließt, von den Nebenlinien abgesehen, keine neuen Siedlungsgebiete. Auch der Stationsschwund und die Preise für Zeitkarten auf weitere Entfernungen, die bei der Städtebahn wesentlich höher liegen als auf der Reichsbahn, sind für Verkehrssteigerung ungünstig. Um sich ein Bild von dem zu erwartenden Neuverkehr zu machen, wollen wir uns einmal der Frage zuwenden, welche Verkehrsverbesserungen die Städtebahn bringt. Das Gebiet, das sie durchläuft, ist dicht mit Bahnen überzogen. Hinsichtlich der Tarife ist diesen Linien gegenüber festzustellen, daß hier bei den Einzelkarten keine Änderung eintritt. Im allgemeinen kann Neuverkehr also nur durch Beschleunigung der Züge und Verdichtung des Fahrplanes auf den der Reichsbahn parallel laufenden Linien gewonnen werden. Im übrigen wird der Städtebahn dort Neuverkehr zuströmen, wo neue bessere Verkehrsbeziehungen geschaffen werden. z. B. durch den günstigeren Anschluß von Gelsenkirchen an die Bahnhöfe Essen und Bochum und durch den Bau der bisher fehlenden Nord-Südverbindung Essen—Gladbeck, Duisburg—Dinslaken und durch die Strecke Duisburg—Mörs. Linien, die aber natürlich auch jeder Zeit von der Reichsbahn gebaut werden können. Auf diesen Linien kann sich wohl, wie Kemmann annimmt, bei gutem Fahrplan sehr bald ein Neuverkehr von 70% entwickeln. Aber die Fahrgäste auf den Nebenlinien legen im allgemeinen nur kürzere Strecken zurück. Auf weite Entfernungen wird sich dagegen ein Neuverkehr in dem Umfange wie ihn Kemmann annimmt, nicht einstellen. Denn bei einem halbstündigen Fahrplan sind die Verkehrsverbesserungen auf der Strecke Duisburg—Köln trotz der Beschleunigung der Züge nicht so wesentlich. Verpaßt bei der Städtebahn jemand in Köln den Zug, so

muß er 25 Minuten auf den nächsten Zug warten, während auf der Reichsbahn zwar unregelmäßiger aber z. T. viel dichter, den Verkehrsschwankungen entsprechend, die Züge abfahren. Dann fallen bei der Städtebahn eine Reihe wichtiger Bahnhöfe fort. Weiter sind die Tarife für Zeitkarten auf längere Entfernungen nicht unwesentlich teurer als bei der Reichsbahn. Endlich darf man nicht vergessen, daß eine einfache Fahrkarte dritter Klasse bei einer durchschnittlichen Reiselänge von 24 km 1,20 *ℛ.* kostet, Hin- und Rückfahrt also 2,40 *ℛ.*. Zwei bis drei Mark mehr als bisher auszugeben, wird sich aber mancher überlegen. Der Neuverkehr wird im übrigen wie die allgemeine Verkehrssteigerung in erster Linie von der ganzen wirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands und besonders des Industriegebietes abhängen. Hier zu prophezeien möchte ich mir aber bei den widersprechenden Ansichten der Wirtschaftsführer versagen. Um indes nicht zu ungünstig zu rechnen und da ich Kemmann an sich zustimme, daß Verkehrsverbesserungen auch im großen Umfange verkehrsteigernd wirken, will ich auf kürzere Strecken mit einem Neuverkehr über 50% und auf weitere Entfernungen mit einem unter 50% liegenden Neuverkehr rechnen, im Durchschnitt also 50% Neuverkehr einsetzen. Insgesamt würde hiernach der Städtebahn ein Verkehr von 22 Millionen Fahrten zufallen (s. Zusammenstellung 2). (Übergangsverkehr 12,5 Millionen Fahrten, Zusatzverkehr 1,7, von Straßenbahn und Omnibus 2,5, Verkehrszuwachs 2,1 und Neuverkehr 7,4, insgesamt 22,2 Millionen Fahrten.)

Einnahmen.

Die mittlere Fahrgeldeinnahme ist von Giese zu 4,87 Pf./km, von der Studiengesellschaft zu 4,62 Pf./km und von Kemmann zu 4,5 Pf./km errechnet. Da wesentliche Verschiedenheiten nicht bestehen, so sei der Berechnung, um bei dem geringeren Anteil an Zeitkartenfahrten nicht zu ungünstig zu rechnen, sogar 5,0 Pf./km zugrunde gelegt. Auch die mittlere Reiselänge weicht bei den einzelnen Untersuchungen nicht wesentlich voneinander ab. Giese findet einen 24 km, die Studiengesellschaft 24,5 und Kemmann auch 24,5 km langen, durchschnittlichen Reiseweg. Ich habe beim Bahnhof Essen den durchschnittlichen Reiseweg nachgeprüft und etwas niedriger gefunden, was an sich ja ganz natürlich ist, da die Reisewege von Köln und Düsseldorf entsprechend größer sind. Es ist daher die mittlere Reiselänge von 24,5 km von mir übernommen. Die jährliche Einnahme der Städtebahn im Jahre 1933 würde sich demnach auf 24 Millionen Fahrten mal 5,00 Pf./km mal 24,5 km Reiselänge, rund 27,2 Millionen *ℛ.* errechnen. Hierzu treten noch Nebeneinnahmen von vielleicht 0,3 Millionen *ℛ.*. Es ergibt sich also eine Gesamteinnahme von 27,5 Millionen *ℛ.*

Fahrplan.

Bevor wir auf die Betriebskosten eingehen, scheint es mir nötig, zu dem von der Studiengesellschaft aufgestellten Fahrplan kurz Stellung zu nehmen. Der Fahrplan sieht auf der Hauptstrecke Köln—Duisburg halbstündige Zugfolge und auf dem Streckenabschnitt Duisburg—Dortmund, von den Stunden zwischen 10 und 16 abgesehen, $\frac{1}{4}$ stündigen Verkehr vor. Auf den Nebenlinien folgen sich die Züge den ganzen Tag über in Abständen von $\frac{1}{4}$ Stunde. Gegen diese Fahrplanbildung sind grundsätzliche Bedenken geltend zu machen. Einmal will es nicht recht natürlich erscheinen, daß man die Nebenlinien so wesentlich besser behandelt als die Hauptlinien. Besonders die Zugverbindungen auf der Strecke Köln—Düsseldorf sind sehr ungünstig. Hier sollen den ganzen Tag über nur alle halben Stunden Züge verkehren, obwohl nach der Streckenbelastung (Abb. 4) der Verkehr zwischen Köln und Duisburg ebenso stark ist wie auf der Strecke Mülheim—

Dortmund, wo man von den Mittagsstunden abgesehen, alle $\frac{1}{4}$ Stunden einen Zug hat. Auch mit Rücksicht auf den Übergangsverkehr von den Nebenlinien auf die Hauptstrecke ist diese Einschränkung der Zugzahl unerwünscht, da sich daraus lange Übergangszeiten ergeben. Im übrigen erscheint auch die im Fahrplan vorgesehene Einschränkung des Fahrplanes zwischen Duisburg und Dortmund in den Mittagsstunden nach der Verkehrsbelastung unbegründet (Abb. 5). Die Abb. 5 zeigt die nach den Verkehrszählungen von Essen zu den verschiedenen Tagesstunden abgefahrenen Reisenden, und den geplanten Fahrplan. Auch wenn die spätere Belastung der Städtebahn nicht ganz der Abbildung entsprechen sollte, so dürfte doch eine wesentlich andere sich nicht ergeben. Auch die von Kemmann gebrachte Abb. 22 zeigt ähnliche Tagesschwankungen. Sie läßt gleichfalls erkennen, daß eine Einschränkung des Zugverkehrs während der Stunden 10 bis 16 z. T. verkehrlich nicht begründet ist.

fährt und sich keine zu langen Zu- und Abgangszeiten zum Bahnhof ergeben. Halbstündige Zugfolge bietet an sich noch keinen großen Anreiz zur Benutzung der Bahn. Muß man eine halbe Stunde auf den nächsten Zug warten (oder beim Übergang von der Nebenstrecke auf die Hauptstrecke eine Viertelstunde), so geht der Vorteil der schnelleren Fahrt zum großen Teil verloren. Die Schnellbahnen verdanken ihre Beliebtheit nicht allein der größeren Fahrgeschwindigkeit, sondern nicht weniger der dichteren Zugfolge und günstigen Lage zum Verkehr. Statt eines $\frac{1}{2}$ stündigen Fahrplanes halte ich daher auch schon aus allgemeinen Verkehrsgründen eine dichtere, wenigstens $\frac{1}{4}$ stündige Zugfolge auf der Hauptstrecke für unbedingt nötig und ebenso dringend wie eine Vermehrung der Haltestellen in der Stadt Köln usw. Nur so kann die Städtebahn im großen Umfang auf Neuverkehr rechnen. Der dichtere Fahrplan wird natürlich auch mehr Zugkilometer und Wagenzüge erfordern. Nebenbei möchte ich bei Besprechung des Fahrplanes noch erwähnen, daß ich es aus Gründen des Betriebs und des Verkehrs für einen großen Fehler halten würde, wenn man auf den Haupt- und Nebenstrecken verschiedene Wagenarten mit verschiedenen lichten Räumen wählen sollte, um an Anlagekosten zu sparen. Hierdurch wird der Wagenübergang von der Haupt- zur Nebenstrecke ein für allemal unmöglich gemacht. Der späteren Verkehrsentwicklung und Betriebsführung, die man heute doch nicht so genau übersehen kann, würden dadurch starke Fesseln auferlegt. Eine solche Beschränkung des Betriebes würde sich später sicher einmal rächen.

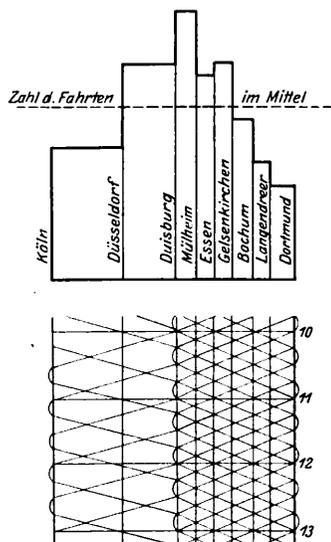


Abb. 4. Streckenbelastung. zeigt ähnliche Tagesschwankungen. Sie läßt gleichfalls erkennen, daß eine Einschränkung des Zugverkehrs während der Stunden 10 bis 16 z. T. verkehrlich nicht begründet ist.

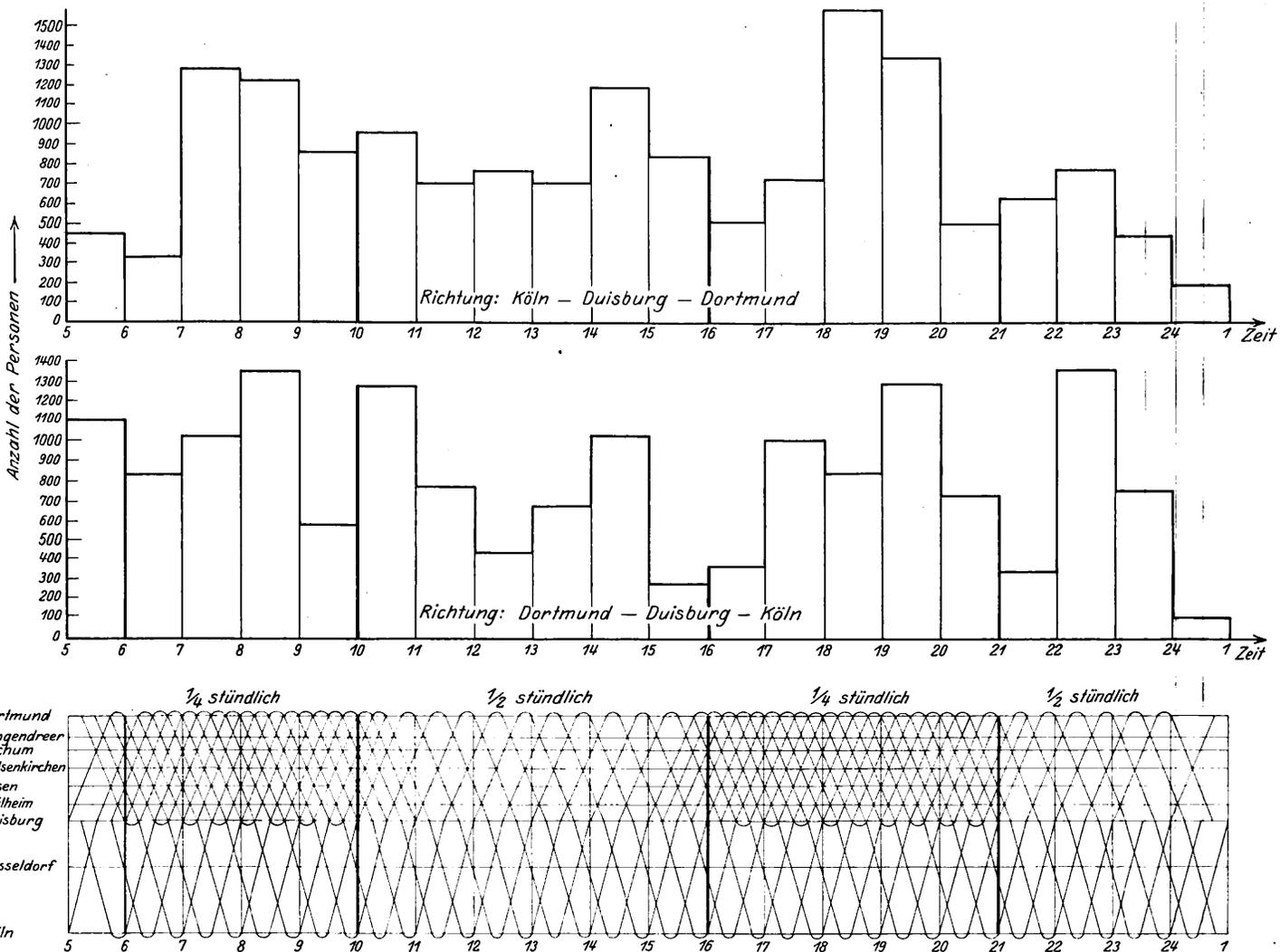


Abb. 5. Verkehrsbelastung.

Beim Schnellverkehr kommt es nicht nur darauf an, schnell zu fahren, sondern ebenso wichtig ist es, daß man oft

Im engen Zusammenhang mit dem Fahrplan steht die Platzausnutzung. Sie hängt einmal vom Verkehr und dann

von der Fahrplangestaltung ab. Wir sahen, der Fahrplan paßt sich auf der Hauptstrecke der Verkehrsbelastung sehr schlecht an. Denn es ist nicht einzusehen, weshalb auf der Strecke Köln—Duisburg bei gleichem Verkehr wie auf den Streckenabschnitten Duisburg—Dortmund nur halb so viel Züge verkehren. Ebenso ist die Einschränkung des Zugverkehrs auf der Strecke Duisburg—Dortmund in der Mittagszeit verkehrlich nicht begründet. Bei diesem Fahrplan würden zwischen Köln und Duisburg, also gerade dort, wo die Fahrgäste längere Strecken zurücklegen müssen und die Nachfrage nach Sitzplätzen besonders groß ist, die Züge überfüllt sein, und viele Leute stehen müssen, während auf der Strecke Duisburg—Dortmund, auf der die Stationsentfernung wesentlich kürzer ist, für den gleichen Verkehr doppelt so viel Plätze angeboten werden.

Die Verkehrskurven auf den Nebenstrecken, die bisher noch nicht aufgestellt sind, werden wahrscheinlich größere Schwankungen aufweisen als auf den Hauptlinien. Streckenbelastung und Verkehrsschwankungen am Tage werden bei der dichten Stationslage mehr den Charakter einer Stadtschnellbahn annehmen und größere Unterschiede auf den einzelnen Streckenabschnitten und zu den verschiedenen Tageszeiten aufweisen. So wird z. B. bei Zügen von Dinslaken über Essen nach Gladbeck der Verkehr vom Endpunkte Dinslaken aus wie bei jeder Schnellbahnlinie von geringerer zu stärkerer Belastung ansteigen, zwischen Oberhausen und Essen seine Höchstbelastung erreichen und von dort bis Gladbeck wieder abnehmen. Ebenso werden die Tagesschwankungen auf den Nebenstrecken bei der dichten Stationsfolge durch den Berufsverkehr in größerem Umfange beeinflußt als auf der Hauptstrecke. Aus beiden Momenten wird sich eine ungünstige Platzausnutzung ergeben.

Giese rechnet auf allen Strecken im Durchschnitt mit 25 %, die Studiengesellschaft mit 30 %, und Kemmann mit 33 % Platzausnutzung. Ich möchte glauben, daß die Studiengesellschaft, auch wenn sie ihren Fahrplan entsprechend ändert, zufrieden sein kann, wenn sie eine Platzausnutzung von 30 % erreicht.

Ausgaben.

Die Betriebsausgaben zerfallen erstens in die eigentlichen Betriebskosten, zweitens in die Steuern und Abgaben, drittens in die Rücklagen und viertens in den Kapitaldienst. Die Betriebskosten sind von Giese nach den wagenkilometrischen Ausgaben anderer Bahnen zu 90 Pf./km geschätzt. Von der Studiengesellschaft ist eine genaue Aufstellung über die persönlichen und sachlichen Ausgaben gemacht. Kemmann

hat sich dieser Berechnung angeschlossen und auch ich möchte von den von der Studiengesellschaft angegebenen Ausgaben ausgehen.

Allgemein fallen in der Berechnung die ziemlich niedrigen Verwaltungskosten und die verhältnismäßig geringen Ausgaben für Unterhaltung und Bewachung der Bahnanlagen und Unterhaltung der Fahrzeuge auf. Besonders die Ausgaben für Oberbau werden bei den zu erwartenden höheren Aufwendungen für Bergschäden, für Unterhaltung der selbsttätigen Streckenblockung, ferner (bei der starken Abnutzung des Oberbaues) für die im Betriebe auszuführenden Umbauarbeiten nicht ausreichen, denn die Studiengesellschaft rechnet nur mit einem Kopf Unterhaltungsbedarf auf den Streckenkilometer, während bei der Reichsbahn durchschnittlich doppelt soviel Kräfte nötig sind.

Ein großer Teil der Ausgaben hängt im übrigen natürlich von der Ausgestaltung des Fahrplanes ab. Wie bereits dargelegt halte ich aber eine Vermehrung der Züge für notwendig. Führt man diesen dichteren Fahrplan ein, so werden natürlich auch Zug- und Wagenkilometer und damit auch die Kosten um etwa 15 % steigen.

Giese hat für das dritte Betriebsjahr 11,5 Millionen *R.M.* Betriebsausgaben und 90 Pf. für den Wagenkilometer errechnet, die Studiengesellschaft 9,2 Millionen bzw. 62,5 Pf. je Rechnungswagenkilometer und Kemmann 9,7 Millionen bzw. 65,5 Pf. Die gegen die Ausgabe bei der Studiengesellschaft etwas erhöhten Zahlen bei Kemmann kommen durch die von Kemmann für nötig gehaltene Erhöhung der Unterhaltungskosten für die Bahnanlagen und Fahrzeuge zustande. Mit Rücksicht auf die vorstehenden Ausführungen möchte ich die kilometrischen Ausgaben von Kemmann übernehmen, halte aber eine Erhöhung der Wagenkilometerzahlen um 15 % für nötig. Danach ergeben sich bei 65,5 Pf. auf den Wagenkilometer rund 11,1 Millionen *R.M.* Betriebsausgaben.

Die Steuern und Abgaben sind bei den geringeren von mir errechneten Einnahmen natürlich auch niedriger als bei der Studiengesellschaft. Sie sind mit 6 Millionen *R.M.* eingesetzt.

Die Rücklagen dürften wenigstens ebenso hoch sein, wie sie bei der Studiengesellschaft angenommen wurden, nämlich 2,25 Millionen *R.M.*

Die Verzinsung des Anlagekapitals steigt bei dem höheren früher errechneten Anlagekapital auf 13,3 Millionen *R.M.* Die Zusammenstellung 7 zeigt, wie sich hiernach die Einnahmen und Ausgaben im Vergleich zu den übrigen Schätzungen stellen würden. Während die Studiengesellschaft und Kemmann einen Überschuß von mehreren Millionen *R.M.* im dritten Betriebsjahre finden, schließt meine überschläg-

Zusammenstellung 7.

Bearbeiter	Verkehr Mitt. Pers.-km	Einnahmen				Betriebsleistung		Betriebsaufwand					Betriebsüberschuß	Betriebszahl	Sonstige Aufwendungen			Gesamtaufwendungen	Wirtschaftsergebnis	
		Mittlere Einnahme auf das Pers.-km	Betriebs-einnahme	Nebeneinnahmen	Gesamteinnahmen	Platzausnutzung	Betriebsleistung	Betriebskosten		Steuern einschließlich Reparationsbelastung	Gesamtbetriebsaufwand	Verzinsung der Schuldverschreibung			Rücklagen		Reinüberschuß (— oder +)		Dividende auf das Aktienkapital	
								Betrag	auf das Wagenkm						Eruenerungs-fonds	Sonstige Fonds				
																				Mill. R.M.
Giese	480,0	4,87	23,4	0,6	24	25	12,80	11,50	90	5,50	17,00	6,40	72,6	18,00	—	—	35,0	—	11,0	—
Studiengesellschaft	798	4,62	36,87	0,63	37,5	30	14,9	9,3	62,5	8,525	17,825	19,045	48,3	11,9	1,775	0,475	32,0	+	5,5	3,2
Kemmann	882	4,5	39,70	0,30	40,0	33 ¹ / ₃	14,8	9,7	65,5	9,21	18,91	20,79	47,6	11,9	1,900	0,585	33,3	+	6,7	3,94
Verfasser	544	5,0	27,2	0,30	27,5	30	17,0	11,1	65,5	6,00	17,10	10,4	62,3	13,3	1,775	0,475	32,65	—	5,15	—

liche Berechnung mit einem Fehlbetrag von 5,15 Millionen *R.M.* ab. Das wirtschaftliche Ergebnis ist also, obgleich in vielen Punkten andere Annahmen gemacht wurden als bei Giese, im Endergebnis gleich ungünstig.

Schluß.

Bei der wirtschaftlichen Würdigung der Zahlen über die Einnahmen und Ausgaben ist noch zu berücksichtigen, daß bei der Berechnung von Giese, der Studiengesellschaft, Kemmann und mir von vornherein nur mit Verzinsung des halben Anlagekapitales gerechnet wurde. Außer unverzinsten 190 Millionen *R.M.* würden also bei einem Defizit von 5,15 Millionen *R.M.* noch etwa 70 Millionen zinslos angelegt erscheinen.

Ich verkenne nicht manche Vorzüge und Verkehrsverbesserungen, die die Städtebahn bringen würde, glaube aber doch, daß es sich Deutschland bei den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen nicht erlauben kann, 260 Millionen *R.M.*

kirchen mit Essen und Bochum, drittens den Bau dringend notwendiger Nord-Südverbindungen und viertens die Elektrisierung wichtiger Bahnlinien. Giese hat ausgeführt, daß die Strecken im Industriegebiet noch einen 30% stärkeren Verkehr ohne Schwierigkeiten bewältigen können. Die von den Reichsbahndirektionen durchgeführten Rationalisierungsarbeiten im Güterverkehr des Industriegebietes, bei denen ganze Verschiebehahnhöfe stillgelegt wurden, und die zur Zeit noch im Fluß befindlichen wichtigen Arbeiten (vgl. Marx, Verkehrstechnische Woche 1927 Heft 42) zeigen, daß man die Leistungen der Bahnhöfe bei den bestehenden Anlagen noch wesentlich steigern und wirtschaftlicher gestalten kann. Allein durch solche Maßnahmen lassen sich aber doch die Druckpunkte und Engpässe des Verkehrs im Industriegebiet nicht aus der Welt schaffen. Ohne bauliche Änderungen wird es nicht abgehen.

Bevor man aber zu solchen Bauten schreitet, sollte man den Personen- und Güterverkehr im rheinisch-westfälischen

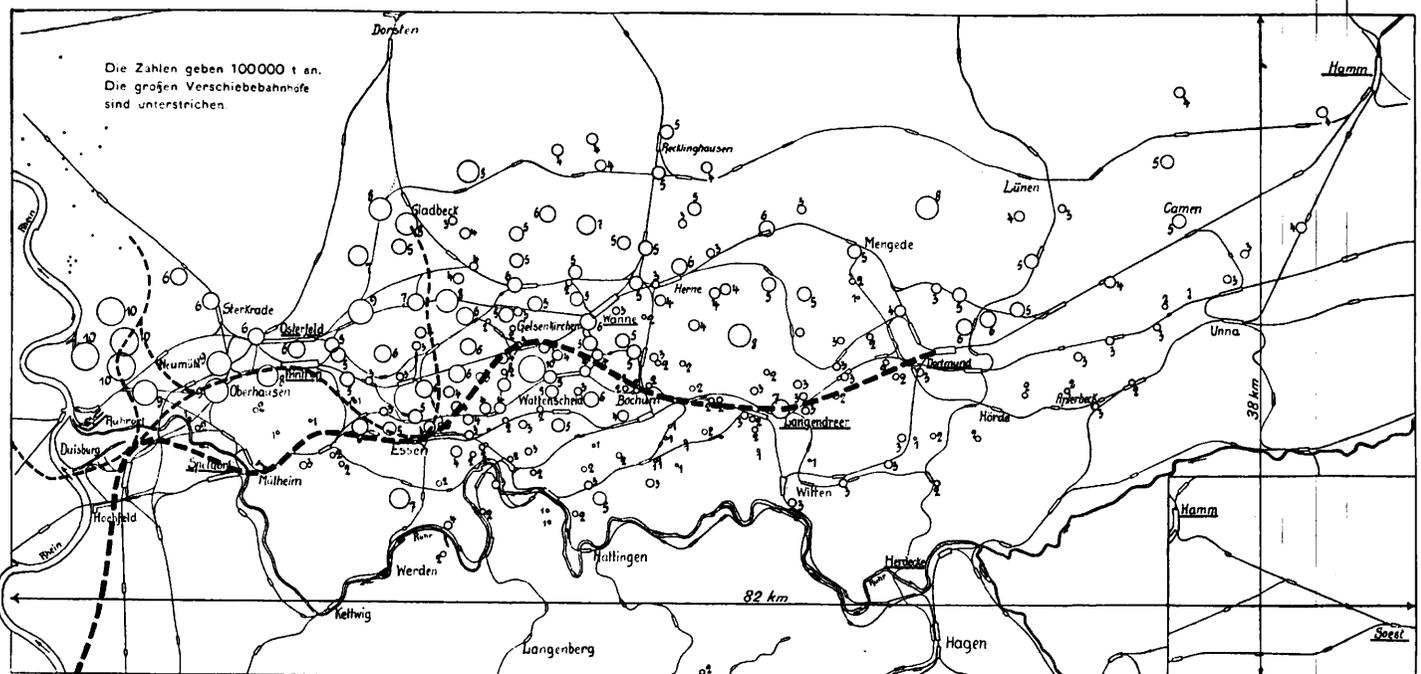


Abb. 6. Förderung an Steinkohle im Ruhrgebiet 1912.

zinslos auszugeben. Auch kann man doch über die warnenden Stimmen erster Wirtschaftsführer z. B. über die Äußerungen des Vorsitzenden des Reichsverbandes der deutschen Groß- und Überseehandlung Dr. Ravené, der vor einem zu großen Optimismus warnt, nicht vorübergehen.

Ich möchte aber diesen Aufsatz nicht mit einem negativen Ergebnis schließen. Der so lebhaft vorgetragene Wunsch nach dem Bau der Städtebahn entspringt dem Bedürfnis nach besserer Bedienung des örtlichen Personenverkehrs im Industriegebiet. Bei der außerordentlich großen wirtschaftlichen Bedeutung von Rheinland und Westfalen und der Wichtigkeit, den dortigen Güterverkehr, aber ebenso auch den Personenverkehr gut zu bedienen, wirft sich daher die Frage auf, ob man nicht, wenn die Städtebahn unwirtschaftlich ist, in anderer Weise, nämlich durch Maßnahmen der Reichsbahn eine gleiche oder ähnliche Verkehrsverbesserung erreichen kann. Tarifierabsetzungen möchte ich hier ausschalten, da sie ebenso wie der Bau der Städtebahn der Reichsbahn die Mittel nehmen würden, die notwendigen Bauten durchzuführen. Aus den Arbeiten der Studiengesellschaft kann man mehrere sehr wertvolle Anregungen herauschälen, nämlich erstens die Trennung des Personen- und Güterverkehrs durch den Bau besonderer Gleise für den Personenverkehr, zweitens die bessere Verkehrsverbindung von Gelsen-

Industriegebiet möglichst genau studieren. Die Kenntnis der Zahl der verkauften Fahrkarten und die sonstigen bisherigen Erhebungen über den Personenverkehr reichen hier nicht aus. Man sollte, wie man auf meine Anregung hin bei der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahn und später in Altona-Hamburg getan hat, wirkliche Verkehrszählungen durchführen. (Vgl. Verkehrstechnische Woche 1925 Heft 17.) Hieraus würde man die Stärke des Verkehrs, die Verkehrswege, die Benutzung der Zeitkarten, die Belastung der einzelnen Strecken und die Schwankungen zu den einzelnen Tagesstunden genauer sehen können. So gut wie diese Verkehrszählungen in Berlin durchführbar waren, müssen sie auch im rheinisch-westfälischen Industriegebiet möglich sein. Die so durch besondere Verkehrszählungen gefundenen Verkehrsbänder würden zeigen, wo eine Trennung von Personen- und Güterverkehr unbedingt nötig ist und wo neue Linien von Norden nach Süden und zum besseren Anschluß einzelner Orte (Gelsenkirchen) gebaut werden müssen. Neben der Schaffung genauer Unterlagen über den Personenverkehr müßten auch über den Güterverkehr eingehende Erhebungen gemacht werden. Hier bestehen zweifellos durch die Ausnutzung des Lochkartenverfahrens sehr wertvolle Angaben über die Zahl der auf den einzelnen Strecken gefahrenen Züge und Zugkilometer usw. Auch über die Be-

während Schaffung neuartiger Sonderprüfmaschinen und einheitlich geregelter Prüfverfahren Rechnung getragen werden.

Eine Grundbedingung für alle Stoffprüfungen ist aber, daß durch die Prüfung auch das eigentliche Wesen, das heißt jene Merkmale eines Stoffes voll und richtig erfaßt werden, die für dessen Gebrauchswert von ausschlaggebendem Einfluß sind, da andernfalls die Erprobungen, selbst mit den genauesten Prüfmaschinen, zur bloßen Formsache werden und das Materialprüfungswesen hierdurch bei Erzeugern und Verbrauchern in Mißkredit kommen könnte. Gerade die Regelung des rechtlichen Verhältnisses zwischen Erzeugern und Verbrauchern mag viel dazu beigetragen haben, daß in den Liefervereinbarungen und insbesondere in den Lieferbedingungen öffentlicher und sonstiger großer Körperschaften nicht immer solche Prüfverfahren vorgeschrieben werden, die der Beanspruchung und dem Verhalten der betreffenden Stoffe bei der Verwendung angepaßt sind, sondern daß sehr häufig noch solchen Prüfverfahren der Vorzug gegeben wird, welche an und für sich d. h. unbekümmert um den Verwendungszweck ein anscheinend einwandfreies, weil mit den geringsten Schwankungen behaftetes Prüfergebnis liefern.

So werden beispielsweise Zerreiß-, Druck- und Biegefestigkeit für viele Baustoffe als Gütemaßstab mit vereinbarten Mindestwerten vorgeschrieben, trotzdem die Fachleute sowohl aus den praktischen Betrieben, als auch aus den Materialprüfungsanstalten der Großherzeuger und Verbraucher schon lange erkannt haben, daß Bau- und Werkstoffe nicht ausschließlich nach den Ergebnissen der Festigkeitsprüfungen (Zerreiß-, Druck-, Biege-, Schlagproben usw.) beurteilt werden dürfen, da man aus diesen allein nur unzureichende oder gar unzutreffende Schlüsse betreffs der Eignung für bestimmte Verwendungszwecke ziehen würde.

Dies gilt nun in erster Linie für jene Stoffe, die im Betriebe sich selbst und die mit ihnen in Berührung kommenden Stoffe mehr oder weniger abzunutzen und zu verformen vermögen, wodurch schwere Betriebsschäden und Geldverluste verursacht werden. Ähnliches gilt auch betreffs des Bearbeitungswiderstandes von Stoffen und der Schneidefähigkeit von Werkzeugen, welche seit den Taylorschen Versuchen die Fachwelt immer von neuem beschäftigen und gerade so wie der Abnutzungswiderstand und die Angriffsschärfe aus den theoretischen Festigkeitsziffern allein nicht beurteilt werden können. Hinsichtlich des Verschleißes von Eisenbahnschienen sei da insbesondere auf die hervorragende Betätigung des Baudirektors Wilhelm Ast der Nordbahn Wien auf den Kongressen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen und des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik hingewiesen und an die aufsehenerregenden Mitteilungen Asts auf den Kongressen von Stockholm (1897) und Budapest (1900) über das ganz eigenartige Verhalten von Schienen im Betriebe bezüglich der Abnutzung und der Brüchigkeit erinnert.

In Stockholm berichtete Ast, daß im Bereiche der Nordbahn Schienen einer Strecke, die im Jahre 1886 verlegt, also nur 10 bis 12 Jahre in der Bahn gelegen und von 80,5 Mill. Bruttotonnen befahren worden waren, sehr große Abnutzungen (bis 9,3 mm in der Höhe, bis 7,8 mm seitlich) gezeigt hatten, während Schienen einer anderen unter ganz gleichen Verhältnissen beanspruchten Strecke, die schon 1877, also zehn Jahre vorher, verlegt waren nach zwanzigjähriger Betriebsdauer und von 102 Mill. Bruttotonnen befahren, nur sehr wenig (bis max 1,9 mm) abgenutzt waren und auch sonst ein tadelloses Aussehen zeigten, trotzdem beide Schienen die gleichen Zerreißfestigkeiten (von 44 bis 55 kg/mm²) aufwiesen. Ast sagte damals über diesen Fall: „Wider Erwarten gaben die Zahlenwerte der Zerreißprobe, der Härtebestimmung

sowie der chemischen Analyse nicht die gewünschten Anhaltspunkte für die Beurteilung dieser beiden in ihrem praktischen Verhalten so verschiedenen Schienenlieferungen. — ja man könnte aus den vorangeführten Ziffern eher die Schlußfolgerung ziehen, daß das nicht bewährte Material das bessere sei.“

In Budapest berichtete Ast über einen Eisenbahnunfall bei Wagram, der durch den Bruch einer Schiene verursacht worden war, die in viele Stücke zersplitterte und von den Sachverständigen deswegen als glashart bezeichnet worden war, in Wirklichkeit sich aber bei der Untersuchung der einzelnen Teile auf Zerreißfestigkeit als sehr weich mit nur 51 bis 53 kg/mm² Zerreißfestigkeit und 22 bis 32% Dehnung herausgestellt hatte. Ast hatte später auch erklärt: „Im Bereiche der Nordbahn kommen alljährlich gegen 1000 Schienenbrüche vor. Einzelne haben auch schwere Unfälle im Gefolge gehabt. Sie betreffen hauptsächlich das ältere Material, während das neuere zumeist stark deformiert wird, der Stahl fließt ab. Das muß anders werden!“

Diese besonders auffälligen Erscheinungen die ganz in der gleichen Weise auch bei den Österreichischen Staatsbahnen beobachtet wurden, sind nun erst durch unsere Innsbrucker Laboratoriumsversuche aufgeklärt worden, die schließlich gezeigt haben, daß der Verschleißwiderstand (Widerstand gegen Abnutzung und Verformung) von der Zerreißfestigkeit und Kugeldruckhärte unabhängig ist und daß weiter in länger befahrenen Schienen ganz namhafte Eigenspannungen bis zu 2000 kg/cm² entstehen, die die Brüchigkeit der alten phosphorreichen Bessemerstahl-Schienen erklären.

Man versuchte damals allerdings, diesen Erscheinungen mit Hilfe der Ätzproben bei dreitägiger Ätzung der Schienen mit Salzsäure auf den Grund zu kommen, was sich jedoch bald als ungeeignet erwies. Ast selbst sagte hierüber bereits in Stockholm (1897): „Diese Ätzprobe wie sie hier bei den oben angeführten Erprobungen zur Anwendung kam, so primitiv sie sein mag, gestattet immerhin einen Blick in das Gefüge des Materials, sie erhebt sich aber nicht über das Niveau einer informativen Vorprüfung.“

Diese Art Ätzprobe bei dreitägiger Ätzung in Salzsäure wurde einige Jahre darauf durch die streng wissenschaftlichen metallographischen Untersuchungsmethoden völlig überholt, ein Jahrzehnt nach ihrer Veröffentlichung auf dem Kongresse in Kopenhagen (1906) von den ersten Autoritäten, wie Martens und Heyn (Berlin), entschieden abgelehnt und in der Folge auch vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen wieder gänzlich verlassen.

Im Hinblick auf die großen Schäden, die im Eisenbahnbetrieb infolge der unzulässig hohen Abnutzungen an Schienen, Radreifen, Bremsklötzen, Lagern usw. verursacht wurden, hat das Materialprüfungs- und Versuchslaboratorium der Österreichischen Staatsbahnen in Innsbruck seit dem Jahr 1911 eingehende Studien und Versuche sowohl im praktischen Betrieb, als auch in seiner Versuchsanstalt angestellt und im Laufe der Jahre eigene Prüfverfahren und eine eigens hierfür gebaute Prüfmaschine zum Gleiten von Metall auf Metall erdacht, mit welchen das Wesen des Verschleißes ebenso treffend erfaßt wird, wie etwa die Wetterbeständigkeit von Steinen durch die Frostproben und dergl.

Der seinerzeitige Vorstand des Departements für Eisenbahnoberbau im österreichischen Eisenbahnministerium, zur Zeit Baudirektor der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen Dr. techn. Ferdinand Trnka hat für diese Versuche von Beginn an großes Interesse bekundet und sie auf das wirksamste gefördert. Über seinen Auftrag erhielt das Innsbrucker Laboratorium von den anderen Staatsbahndirektionen und sämtlichen Eisenwerken Alt-Österreichs Versuchsstoffe zugewiesen, an dem die Zuverlässigkeit des neuen Verfahrens erprobt wurde.

Die Innsbrucker Versuche erstrecken sich auf die Erprobung des Abnutzungs- und Bearbeitungswiderstandes von Stoffen für Bauzwecke und für Maschinen, der Güte von Werkzeugstählen und Werkzeugen, der Schmierfähigkeit von Ölen usw., wobei zum Großteil nach ganz neuen Prüfungsverfahren gearbeitet wird. Im folgenden sollen nur die Ergebnisse der Abnutzungsprüfungen mitgeteilt werden, und zwar in dem gleichen Wortlaut wie sie Verfasser in seinem Berichte auf dem Kongreß des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik vorgetragen (am 14. September 1927 in Amsterdam) hat.

II. Vortrag über „Prüfung der Abnutzung“.

Bei den Versuchen der Bundesbahndirektion Innsbruck wurde festgestellt, daß durch bloßes Gleiten von Stahl auf Stahl, Eisen, Metallen oder Steinen bei mäßigen Gleitgeschwindigkeiten und Anpreßdrücken ganz namhafte Abnutzungen und Verformungen entstehen können, welche bei nicht verschleißfesten Stählen bis auf 1 mm Tiefe in der Minute gehen.

Durch den Verschleiß, d. i. durch Abnutzung und Verformung der Stoffe wird der Widerstand gegen Bruch infolge von Kerbwirkungen und Eigenspannungen außerordentlich herabgesetzt und die Kräftewirkung wegen des schlechten Zusammenpassens sehr erhöht, so daß die aus Bruchfestigkeit und Beanspruchung errechnete bzw. die tatsächlich vorhandene kleinere Sicherheit zum Teil oder auch ganz verloren geht und die verschlissenen Gegenstände dann wirklich reißen, brechen, zerdrückt und zermürbt werden, wenn sie nicht rechtzeitig aus den Betrieben ausgebaut werden.

Abb. 1 zeigt Schienen nach etwa zwölfjähriger Liegedauer im Arlbergtunnel, wie sie am Schienenkopf abgenutzt und verformt und auch an der Auflagerstelle des Schienenfußes kerbartig ausgescheuert wurden, so daß diese Oberbaustrecke wegen zahlreicher Schienenbrüche ausgewechselt werden mußte.

Bei den auf Verschleiß beanspruchten baulichen und maschinellen Anlagen*) ist die Sicherheit und das verlässliche Arbeiten der Betriebe, deren Lebensdauer sowie die Kosten für Betriebsführung, Erhaltung und Erneuerung vorwiegend von dem größeren oder geringeren Verschleißwiderstand der verwendeten Bau- und Werkstoffe abhängig.

Obwohl seit Jahrzehnten bekannt ist, daß der Verschleißwiderstand durch Festigkeit und Härte nicht gekennzeichnet ist und darum seit Bauschinger natürliche und künstliche Gesteine und ähnliche Baustoffe bezüglich des Abnutzungs-widerstandes eigens geprobt und gewertet werden, bestellt und liefert man die weit wichtigeren Baustoffe für Schienen, Radreifen, Bremsklötze, Lager, Bagger, Zerkleinerungs- und Mahlvorrichtungen usw. noch immer nur nach der Bruchfestigkeit und Kugeldruckhärte, was zur Folge hat, daß die Lieferwerke den höchsten Anforderungen an Festigkeit entsprechen und der Verschleißwiderstand dabei häufig sogar noch geringer wird. Das kommt daher, weil die für den Verschleiß wesentlichen Faktoren nicht klar erfaßt werden konnten.

Man suchte ganz vergebens nach irgendwelchen eindeutigen Beziehungen zwischen Zerreißfestigkeit, Fließgrenze, Dehnung, Kontraktion, Kugeldruckhärte usw. und den Verschleiß-eigenschaften, denn bei der Erprobung der vorangeführten Festigkeitseigenschaften können die für den Verschleiß maßgebenden Faktoren gar nicht erfaßt und berücksichtigt werden.

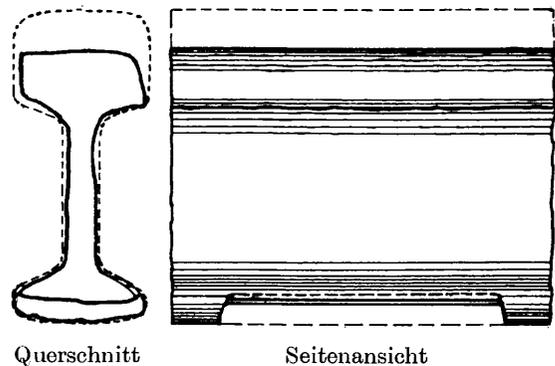
Chemische Zusammensetzung und metallographisches Aussehen können wohl verschiedenartige Verschleiß-eigenschaften

*) Ähnliches gilt auch für die Gegenstände des täglichen Gebrauchs wie Kleider, Schuhe usw.

besser erklären, aber auch nicht eindeutig und sicher angeben.

Verschleißwiderstand und Angriffsschärfe sind genau zu erprobende spezifische Güteeigenschaften eines Werkstoffes, deren ziffernmäßige Gütewerte, ebenso wie für die Schmierfähigkeit eines Schmiermittels, naturgemäß nur relativ mit Bezug auf gewisse nachstehend angeführte Verschleißfaktoren gelten.

- Beschaffenheit der Oberfläche (rauh, geschliffen, poliert usw.).
- Vorhandensein von Schmier- oder Scheuermitteln (auch Nässe, Schmutz, Staub usw.).
- Chemische Einwirkung schädlicher Gase, Wässer u. dergl.
- Gleitgeschwindigkeit beim Gleiten, Rollen, Stoßen usw. (wichtigster Verschleißfaktor).
- Spezifischer Druck (weniger ausschlaggebend als die Gleitgeschwindigkeit).
- Temperatur.



Form Ib	Voller Querschnitt	Verminderter Querschnitt	Verminderung in %
Querschnittsfläche	60 cm ²	33,9 cm ²	43,5
Trägheitsmoment	1455 cm ⁴	555 cm ⁴	61,8
Widerstandsmoment	175 cm ³	81 cm ³	53,7

Abb. 1. Schienenabnutzung im Arlbergtunnel im Jahre 1925.

Die Hauptanforderungen an eine Verschleißprüfmaschine sind:

1. Einstellung für gleitende und rollende + gleitende Reibung mit beliebigem Verhältniswert des Gleitens (Schlupfes) ohne oder mit Verwendung von Schmiermitteln (der maßgebende Verschleiß entsteht durch das Gleiten).

2. Ziffernmäßige Gütewerte für den Widerstand des zu prüfenden Stoffes gegen Abnutzung und Verformung bei verschiedenartigen dem Verwendungszweck möglichst angepaßten Verschleißfaktoren gemäß a—f.

3. Ziffernmäßige Gütewerte für die Angriffsschärfe eines Werkstoffes auf andere Stoffe bei verschiedenartigen Verschleißfaktoren gemäß a—f, da nur Angriffsschärfe und Verschleißwiderstand zusammen, praktisch verwendbare Güteeigenschaften liefern.

4. Selbsttätige Aufzeichnung der Abnutzung des Prüfstückes und des Angriffes auf andere Stoffe, da nur so die Eigenschaften 2 und 3 zuverlässig erfaßt und beurteilt werden können.

5. Bestimmung und selbsttätige Aufzeichnung der Reibungsarbeit (besonders wichtig bei geschmierten Stoffen auch zur Erprobung der Schmierfähigkeit).

6. Der Verschleißversuch soll bei ungeschmierten Stoffen möglichst auf eine Abnutzungstiefe von 1 mm, keineswegs aber unter 0,1 bis 0,2 mm durchgeführt werden können,

da andernfalls vorwiegend die Oberflächenbearbeitung geprüft wird.

7. Der Verschleißversuch soll an jeder beliebigen Stelle der Oberfläche und des Querschnittes möglich sein, um Unterschiede bei gehärteten, vergüteten, geschweißten oder an und für sich ungleichmäßigen Werkstoffen festzustellen.

8. Der Verschleißversuch soll in wenigen Minuten durchgeführt werden können, damit er als Kontrollprobe in den Werken und als Abnahmeprobe verwendet werden kann.

9. Der Verschleißversuch soll stets gleichmäßige Werte mit kleinen mittleren Fehlern ergeben.

10. Nebst dem Verschleiß soll auch der Bearbeitungswiderstand ermittelt werden können, da diese beiden inniger miteinander zusammenhängen als mit der Festigkeit oder Härte.

Schleifmittels (Sand) zwischen Blechscheibe und Prüfstück bedient.

Überdies haben sich seit 1912 nebst den schon vorher bekannt gewesenen Forschern und Instituten noch weitere hervorragende Fachleute wie Diehl, Filié, Frémont, Heathcote, Hurst, Kühnel, Lukasczyk, H. Meyer, Piwowarsky, Roß, E. H. Schulz, Stanton u. a. mit der Frage des Verschleißes und der Verschleißprüfung beschäftigt. Bezüglich der Ergebnisse wird auf die einschlägige Literatur verwiesen.

Der allgemeinste Vorgang der Verschleißprüfung und die dabei festzustellenden Verschleißgütwerte eines Werkstoffes sollen an der unter 4 beschriebenen allen Hauptanforderungen entsprechenden Abnutzungsprüfmaschine Bauart Spindel an Hand der Abb. 2, 3, 4 und 5 kurz erläutert werden.

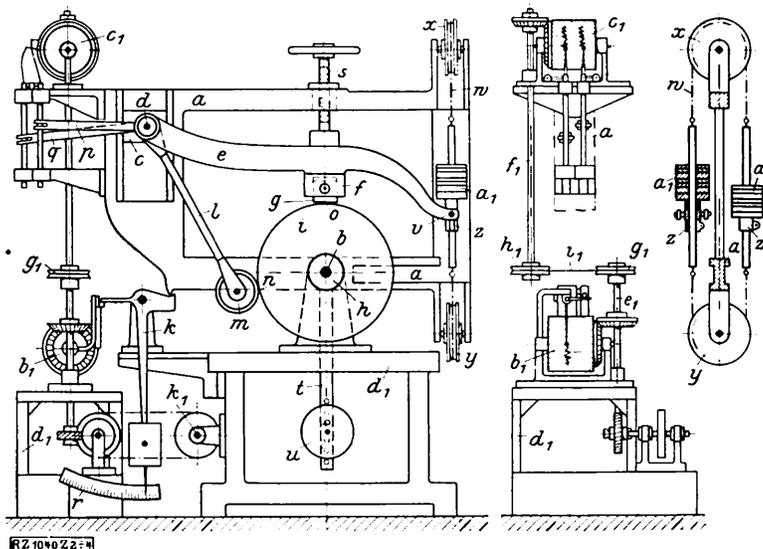


Abb. 2. Abnutzungsprüfmaschine. Bauart Spindel. Übersichtszeichnung.

Erklärung für die Prüfmaschine von Spindel zu Abb. 2.

- a Rahmen um den Mittelpunkt der Welle b schwingend,
- b Gleitscheibenwelle.
- c verstellbarer Schlitten.
- d Achse des Probestückträgers e und des Fühlhebels l für die Abnutzung der Gleitscheibe,
- g Probestück,
- i Gleitscheibe.
- k Pendelwaage.
- p, q Zeiger für die Hebelausschläge e und l,
- s Schraube um Hebel l bei Werkzeugproben festzulegen,
- t Gewichtsausgleich des Rahmens,
- a₁ Belastungsgewichte für den Probenhebel,
- b₁ c₁ Aufzeichentrommeln,
- e₁ f₁ g₁ h₁ Antriebsübertragung für Trommel c₁.

Abnutzungsprüfmaschinen und Verfahren seit dem Kongreß in New York.

1. Bauart Scheibbe, bei welcher das Prüfstück mit Karborundumscheiben geschliffen wurde (bei konstanter Reibungsarbeit ohne Aufzeichnung der Abnutzung).

2. Bauart Amsler der Gebrüder Amsler in Schaffhausen, bei welcher zwei mit Federdruck angepreßte Zylinder mit 10 mm Breite aufeinander rollen, wobei durch den Unterschied in den Durchmessern der Zylinder auch ein teilweises Gleiten eintritt. Als Gegenrolle dient ein glatter gehärteter Stahlzylinder oder ein zweites Versuchsstück. Die Reibungsarbeit kann aufgezeichnet werden, die Abnutzung dagegen nicht.

3. Bauart Fuchs el der Firma Mohr & Federhaff in Mannheim, welche ähnlich arbeitet wie die Amsler Maschine, jedoch dahin verbessert wurde, daß der Anpreßdruck hydraulisch erfolgt.

4. Bauart Spindel der MAN. Nürnberg, bei welcher zumeist Stahl auf Stahl langsam gleitet oder mit beliebig einzustellendem Schlupf rollt, wobei mit beliebigen Anpreßdrücken, Gleitgeschwindigkeiten und Temperaturen mit und ohne Verwendung von Schmiermitteln gearbeitet werden kann. Bei der wichtigsten Prüfart schleift eine Blechscheibe ein Kreissegment in das Prüfstück ein, wobei Abnutzung des Prüfstückes und der Scheibe sowie die Reibungsarbeit selbsttätig aufgezeichnet werden.

5. Prüfverfahren von Brinell, der ebenso wie bei der Prüfmaschine Bauart Spindel mit einer Blechscheibe ein Kreissegment in den Versuchskörper einschleift, jedoch nicht mit Metall auf Metall arbeitet, sondern sich eines eigenen

Prüfvorgang.

Mit der MAN.-Prüfmaschine, Bauart Spindel, können erprobt werden: der Abnutzungs- und Bearbeitungswiderstand, die Schmierfähigkeit von Schmierölen, die Güte von Werkzeugen*).

Für die Erprobung des Abnutzungswiderstandes wurden mehrere Versuchsanordnungen ausgebildet, von denen die nachfolgenden näher beschrieben seien. Das Probestück wird mit einer ebenen Fläche versehen, die an den Umfang einer umlaufenden etwa 1 mm dicken kreisrunden Stahlscheibe von 280 bis 320 mm Durchmesser mit meßbarem Druck von gewöhnlich 5 kg angepreßt wird. Diese Scheibe wirkt wie ein zahnloses Sägeblatt. Sie schleift aus dem Versuchsstück einen segmentförmigen Ausschnitt heraus und wird dabei selbst abgenutzt. Die Versuche werden gewöhnlich fortgesetzt, bis der Schliff 1 mm Tiefe erreicht hat. Das Verhältnis des aus dem Probestück ausgeschliffenen Rauminhalts zur Schleifzeit bzw. zum Schleifweg gibt das Maß für die Abnutzbarkeit des Werkstoffes; das Verhältnis des Inhalts der kreisringförmigen Abnutzung der Scheibe zum Schleifweg gibt das Maß für die Gegenwirkung des Probestücks auf die Schleifscheibe. Die umgekehrten Werte der angeführten Verhältniszahlen stellen Güteziffern für die „Verschleiß-(Abnutzungs-)Festigkeit“ und „Schonfestigkeit“

*) Vergl. Spindel in Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Nr. 46, 1922, S. 1071 und Nr. 12, 1926, S. 415, in Sparwirtschaft (AWB Ausschuß für wirtschaftliche Betriebsführung) 1926, Heft 2 und 3 in Zeitschrift des Österr. Ing.- und Arch.-Vereins 1926, Heft 11 und 12 und in Tonindustriezeitung 1926, Heft 70, 73 und 78.

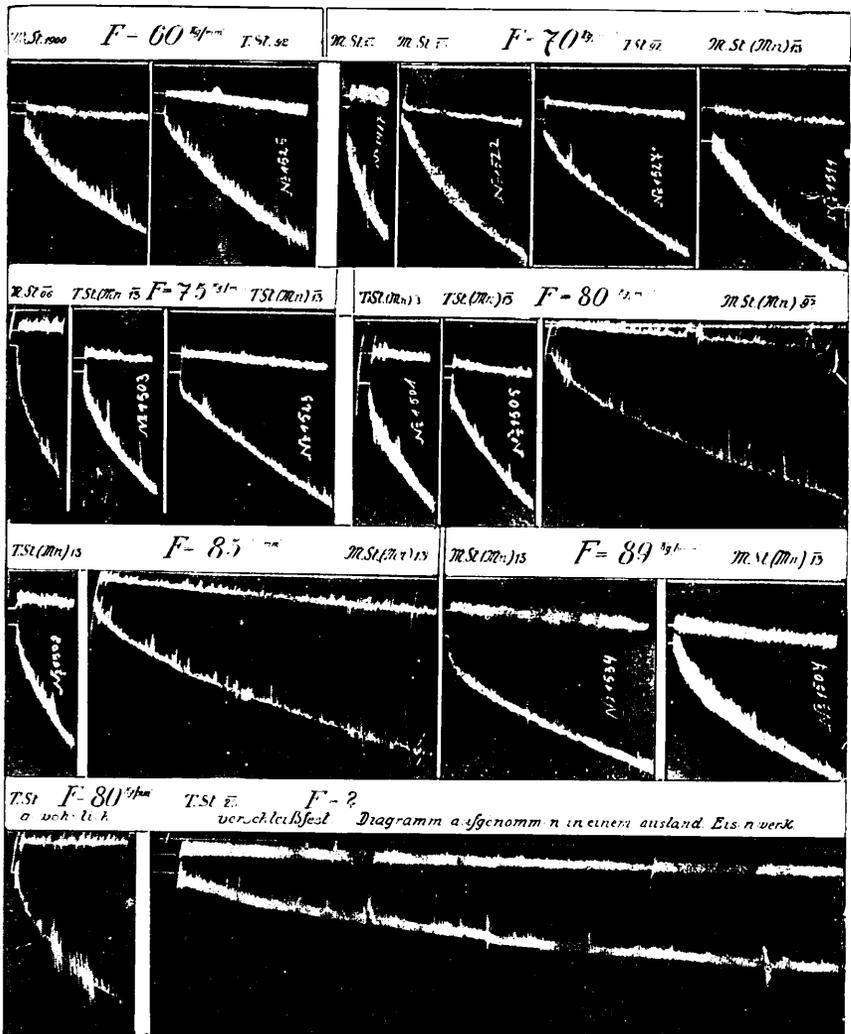


Abb. 9. Abnutzungsschaubilder von Schienen mit einer Zerreißfestigkeit $F = 60-89 \text{ kg/mm}^2$ aus dem Betriebe und aus den Eisenwerken. Kurze Abszissen bedeuten kleinen Verschleißwiderstand, lange Abszissen großen Verschleißwiderstand.

a) Proben aus dem Betriebe

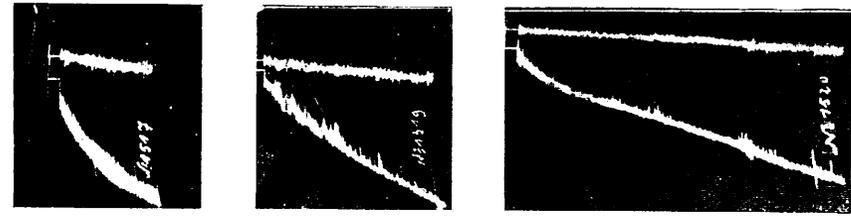


Abb. 1. Lokomotivradreifen Jg. F. kg/mm^2 . Abb. 2. Tenderradreifen Jg 1904 Kohlenstoffhalt F. 32.7 kg/mm^2 . Abb. 3. Lokomotivradreifen Jg 1907, Siliciumstahl, F. $71 \frac{1}{2} \text{ kg/mm}^2$

b) Proben aus einem Stahlwerke

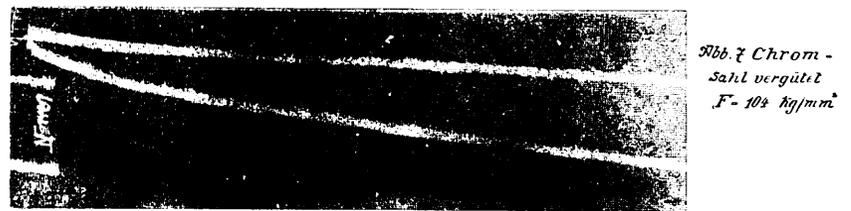
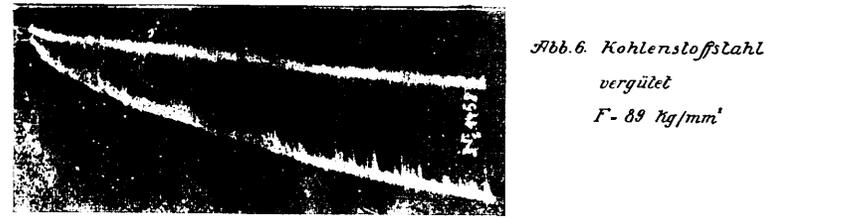
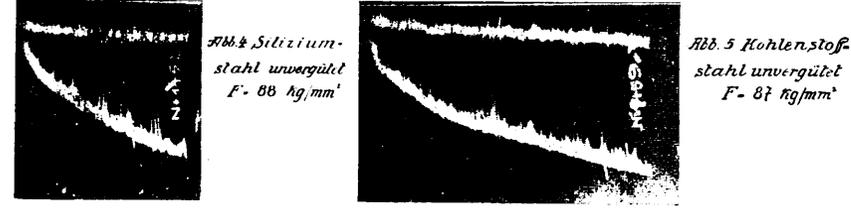
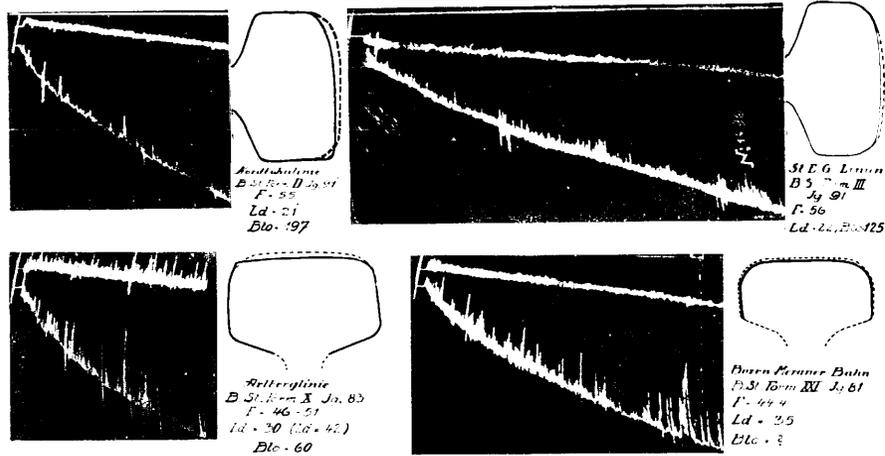


Abb. 6. Kohlenstoffstahl vergütet F. 89 kg/mm^2 . Abb. 7. Chromstahl vergütet F. 104 kg/mm^2

Abb. 10. Abnutzungsschaubilder von Radreifen. Kurze Abszissen bedeuten kleinen Verschleißwiderstand, lange Abszissen großen Verschleißwiderstand.

F = Zerreißfestigkeit in kg mm², Ld = Liegedauer in Jahren, Bto = Millionen Bruttotonnen
 a) Schienen guter Verschleißfestigkeit und kleiner Zerreißfestigkeit.



b) Schienen schlechter Verschleißfestigkeit und hoher Zerreißfestigkeit

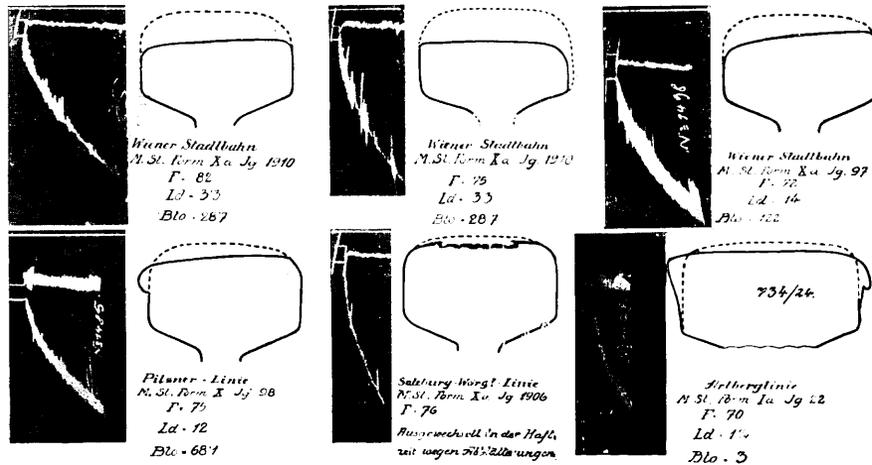
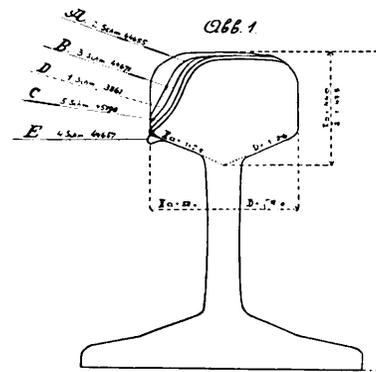


Abb. 7. Abnutzungsschaubilder von Schienen aus dem Betriebe. Kurze Abszissen bedeuten kleinen Verschleißwiderstand, lange Abszissen großen Verschleißwiderstand der Schienen.

R = Bogenhalbmesser, ct = Steigung, G = Gefälle, Bto = Bruttotonnenmillionen, Ld = Liegedauer.

Querschnitte der Versuchsschienen, gezeichnet nach 5mm starken Abschnitten der Versuchsstücke



Sämtliche Schienen aus dem gleichen Bogen R = 284m und ct = 12.5‰

Schienen A, B, C und E
 N. St. Form Xa, Jahrgang 1912,
 Ld = 45 Monate, Bto = 19⁵
 Schiene D, M. St. Form D, Jg. 1897
 vorher schon gelagert in R = 1517, Gf. 3.3‰, Bto = 200
 Ld = 15 Jahre, Höhenabnutzung = 1.5 mm
 in Versuchsstücke gelagert, R = 284m, ct = 12.5‰
 Ld = 37 Monate, Bto = 16⁰

	Zerreißfestigkeit	Normal	Kern-	Wäsen-	Kapitzone
A	185	82	84	86	87
D	801	84	81	81	81
B	821	82.4	82.0	88.7	
C	689	64	72	75	
E	656	65	64	69	

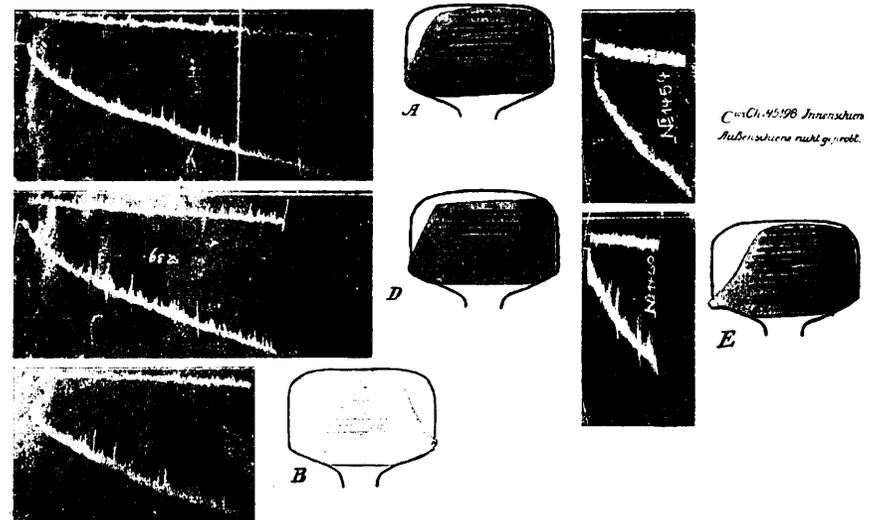


Abb. 8. Abnutzungsschaubilder von Schienen einer eigens eingerichteten Versuchsstrecke. Kurze Abszissen bedeuten kleinen Verschleißwiderstand, lange Abszissen großen Verschleißwiderstand der Schienen.

eines Werkstoffes dar. Aus diesen beiden Güteziffern wird, wie schon bemerkt, auf die eigentliche „Verschleißgüte“ des betreffenden Stoffes geschlossen.

A = spezifische Abnutzung des Probestückes in mm^3 ,

B = spezifische Abnutzung der Schleifscheibe in mm^3 ,

$\frac{1}{A} = V$ = Verschleißfestigkeit des Probestückes,

$\frac{1}{B} = S$ = Schonfestigkeit des Probestückes, so ist

$A + B = \frac{1}{V} = \frac{1}{S} = \frac{S + V}{S \cdot V}$ = Abnutzung von Probestück und Scheibe und

$\frac{1}{A + B} = \frac{S \cdot V}{S + V} = G$ = Verschleißgüte des Probestückes,

G kann auch nach verschiedenen anderen Grundsätzen ermittelt werden.

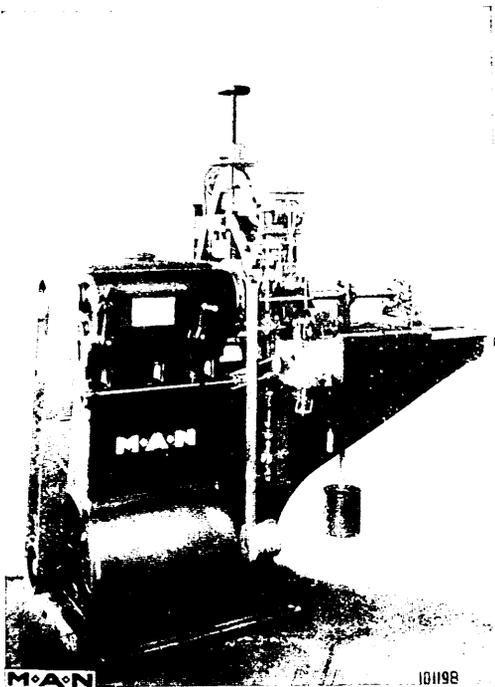


Abb. 3. Abnutzungsprüfmaschine Bauart Spindel.

Mit der MAN.-Prüfmaschine Bauart Spindel kann mittels einer eigenen Ergänzungsvorrichtung die Prüfung von Eisen, Stahl und Nichteisenmetallen auch auf rollende Reibung mit jedem beliebigen Maß des Gleitens (Schlupf) vorgenommen werden, ohne daß die Rollen zwangsweise angetrieben und mit Durchmessern von bestimmtem Verhältnis hergestellt werden müssen, wobei die Abnutzungen der aufeinander rollenden Körper nicht gewogen, sondern selbsttätig aufgezeichnet werden. An einer 10 mm starken Rolle können mindestens drei Verschleißversuche durchgeführt werden.

Die Abb. 7, 8, 9 und 10 auf Seite 35 und 36 zeigen die ausgezeichnete Übereinstimmung der Prüfergebnisse auf dieser Abnutzungsprüfmaschine mit dem Verhalten von Schienen und Radreifen im Betriebe.

Aus Abb. 7 sieht man, daß bei den Schienen die im Betriebe als besonders verschleißfest befunden worden sind, sich diese hohe Verschleißfestigkeit auch bei den Abnutzungsproben zeigt und umgekehrt. Die Abnutzungsdiagramme sind an Schienenstücken aufgenommen, die uns vom ehemaligen österreichischen Eisenbahnministerium aus dem Betriebe der Linien der ehemaligen Nordbahn, der ehemaligen Staatseisenbahngesellschaft und der altösterreichischen Eisenbahndirektionen zugewiesen worden sind, bzw. aus dem Bereiche

der Eisenbahndirektion Innsbruck von der Arlbergbahn und von der Bozen—Meranerbahn stammen. Am interessantesten sind die drei unteren Abnutzungsdiagramme der Abb. 7 von Schienen, welche sich trotz einer Zerreißfestigkeit von 70 bis 76 kg/mm^2 im Betrieb stark verformt haben, davon die zwei letzten während der fünfjährigen Haftzeit durch Abfließen und Ausbrechen des abgeflossenen Materials und die letzte*) schon nach etwa eineinvierteljährigem Betriebe. Alle derartigen leicht verformbaren Schienen und Radreifen zeigen auf der Abnutzungsprüfmaschine einen sehr kleinen Verschleißwiderstand.

Aus Abb. 8 ist zu ersehen, daß unsere Versuche auf der Abnutzungsprüfmaschine die Abnutzung im Betrieb auch dann richtig anzeigen, wenn die höhere Widerstandskraft gegen Abnutzung mit der höheren Festigkeit zusammenfällt. Unsere Schleifversuche haben also durchaus nicht etwa die

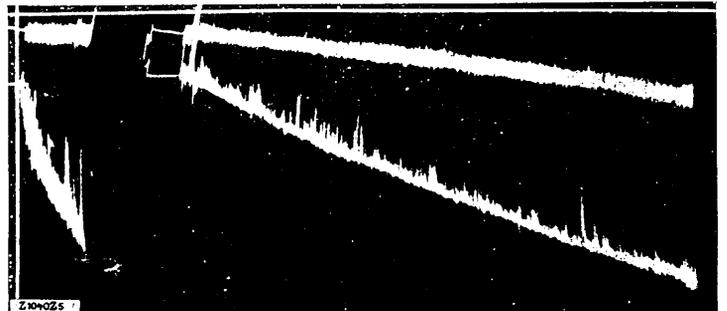


Abb. 4.

Abb. 5.

Abnutzungschaubilder von Schienen mit verschiedenem Verschleißwiderstand.

Abb. 4. Siemens-Martin-Stahl-Schiene ($76 \text{ kg}/\text{mm}^2$ Zerreißfestigkeit) mit geringem Verschleißwiderstand.

Kurze Abszisse bedeutet gleiche Abnutzung in kurzer Schleifzeit, also geringen Verschleißwiderstand.

Abb. 5. Bessemer-Stahl-Schiene ($55 \text{ kg}/\text{mm}^2$ Zerreißfestigkeit) mit hohem Verschleißwiderstand.

Lange Abszisse bedeutet gleiche Abnutzung in langer Schleifzeit, also hohen Verschleißwiderstand.

Abszissen: Schleifzeit und Umdrehungen der Schleifscheibe $1 \text{ mm} = 14 \text{ s} = 8 \text{ Uml.}$

Obere Kurven:

Abnutzung der Schleifscheibe allein

Untere Kurven:

Abnutzung der Schleifscheibe und des Schienenbaustoffes zusammen

} $1 \text{ mm} = 0,04 \text{ mm}$
Abnutzungstiefe.

Eigentümlichkeit, daß sie gerade Baustoffe mit kleiner Zerreißfestigkeit als verschleißfest erscheinen lassen. Auf Abb. 8 sind die Ergebnisse einer vom ehemaligen österreichischen Eisenbahnministerium auf der Strecke Pilsen—Dux eigens angelegten Oberbauversuchsstrecke dargestellt, die den Zweck hatte, die Ergebnisse des Betriebs mit jenen unserer Abnutzungsprüfungen zu vergleichen. Diese Schienen wurden in einem Bogengleise von $R=284 \text{ m}$ und einer Steigung von $12,5 \text{ ‰}$ verlegt und mußten nach $3\frac{3}{4}$ Jahren wegen zu großer Seitenabnutzung der schlechtesten Schiene E ausgewechselt werden. Man sieht die gute Übereinstimmung zwischen den Abnutzungen im Betrieb und den Ergebnissen der Verschleißprüfung auf unserer Abnutzungsprüfmaschine.

Wie aus Abb. 9 zu ersehen ist, haben unsere Prüfungen weiter ergeben, daß die Martin- und Thomasstahlschienen von ungefähr 60 bis 90 kg Zerreißfestigkeit je nach ihrer chemischen Zusammensetzung und der Güte der Herstellung sehr verschieden in der Verschleißfestigkeit sein können, daß aber die

*) Diese Schienenneulagestrecke wurde auch vom Ausschuß 21 des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik besichtigt.

Verschleißfestigkeit von der Zerreißfestigkeit tatsächlich unabhängig ist. Wir sehen beispielsweise, daß Martin- und Thomasstahlschienen mit nur 60 kg/mm^2 Zerreißfestigkeit ähnlich hohe Verschleifestigkeiten aufweisen können, wie selbst Schienen mit 89 kg/mm^2 Zerreißfestigkeit und einem Manganengehalt bis $1,4\%$, während es in allen Festigkeitsbereichen Schienen von niedriger und höherer Verschleißfestigkeit gibt.

Einen ausgezeichneten Abnutzungswiderstand im Betrieb wie auf der Prüfmaschine weisen die am Kopf gehärteten Schienen auf, während die unter 2 und 3 angefuhrten Prüfmaschinen gehärtete Schienen ebenso wie andere hochverschleifeste Sthle (12%iger Manganstahl, Akrit usw.) unerklärlicherweise als nicht verschleißfest angeben.

Ähnlich wie bei Schienen ist auch das Verhalten von Radreifenbaustoff, wie aus Abb. 10 zu ersehen ist. Das schlechteste Diagramm stammt von einem neuen Lokomotivreifen, der während der Haftzeit die bekannten Abltterungen zeigte, während die beiden rechtsstehenden besseren Diagramme von bewhrteren älteren Radreifen mit 52 kg/mm^2 von einem Tender und mit $71,4 \text{ kg/mm}^2$ Zerreißfestigkeit von einer Lokomotive herrühren.

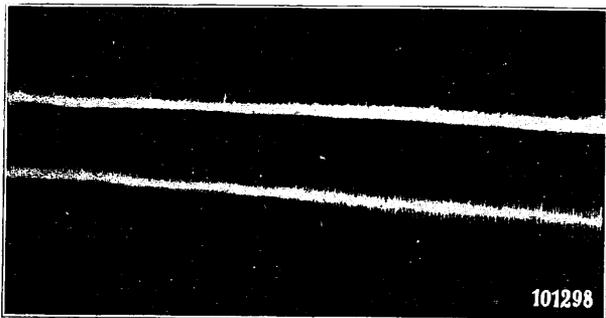


Abb. 6. Abnutzungsschaubild einer Siemens-Martin-Stahl-Schiene bei der Erprobung auf rollende Reibung mit 10 v. H. Gleitung (Schlupf).

Abszissen: Schleifzeit und Umdrehung der Schleifscheibe } $1 \text{ mm} = 100 \text{ s}$
 $1 \text{ mm} = 250 \text{ Uml.}$
 Ordinaten: }
 Obere Linien: Abnutzung der Schleifscheibe } $1 \text{ mm} = 0,04 \text{ mm}$
 Untere Linien: Abnutzung der Schleifscheibe + Abnutzung der Prfrolle } Abnutzungstiefe

Abb. 11 zeigt uns das verschiedene Verhalten des Oberbauschottermaterials gegen Abnutzung, das selbstverständlich ebenso wie beim Stahl auch nicht von der Druckfestigkeit abhängt.

Das für Schienen, Radreifen und Oberbaustoffe Gesagte gilt in gleichem Maße für alle Stoffe, die im Betrieb mit oder ohne Schmiermittel auf Abnutzung beansprucht werden. Es sei da insbesondere auf die Eisen- und Stahlmaterialien für Zerkleinerungsvorrichtungen, Bagger usw. hingewiesen.

Zusammenfassung.

1. Die Verschleißeigenschaften eines Werkstoffes sind technisch und wirtschaftlich sehr bedeutungsvoll und daher unbedingt zu erproben.

2. Der Widerstand gegen Abnutzung und Verformung sowie die Angriffsschärfe können durch die normalen Festigkeitsprüfungen nicht eindeutig erfaßt, sondern nur auf eigenen Verschleiprfmaschinen festgestellt werden, welche gewissen Hauptanforderungen entsprechen müssen.

3. Mit der Verschleißprüfung bei nur gleitender Reibung kann der Widerstand eines Materials gegen Abnutzung und Verformung beim Gleiten, Rollen und mäßigem Stoßen zuverlässig festgestellt werden. Das Rollen wirkt dabei zumeist nur verschleihemmend.

4. Die maßgebenden Abnutzungen und Verformungen treten bei kritischen Gleitgeschwindigkeiten unter entsprechendem Druck auf, welche für jeden Werkstoff anders sind. Die Verschleigren bei verschiedenen Gleitgeschwindigkeiten sind Verschleikonstante des betreffenden Stoffes. Gewöhnliche Eisen- und Stahlmaterialien im gehärteten und ungehärteten Zustand haben zumeist niedrige kritische Gleitgeschwindigkeiten bei etwa 10 bis 30 m/Min.; 12 bis 14%ige Mangansthle haben hohe kritische Gleitgeschwindigkeit zumeist bei über 100 m/Min., wo sie dann weniger verschleißfest sind als gewöhnliche Sthle.

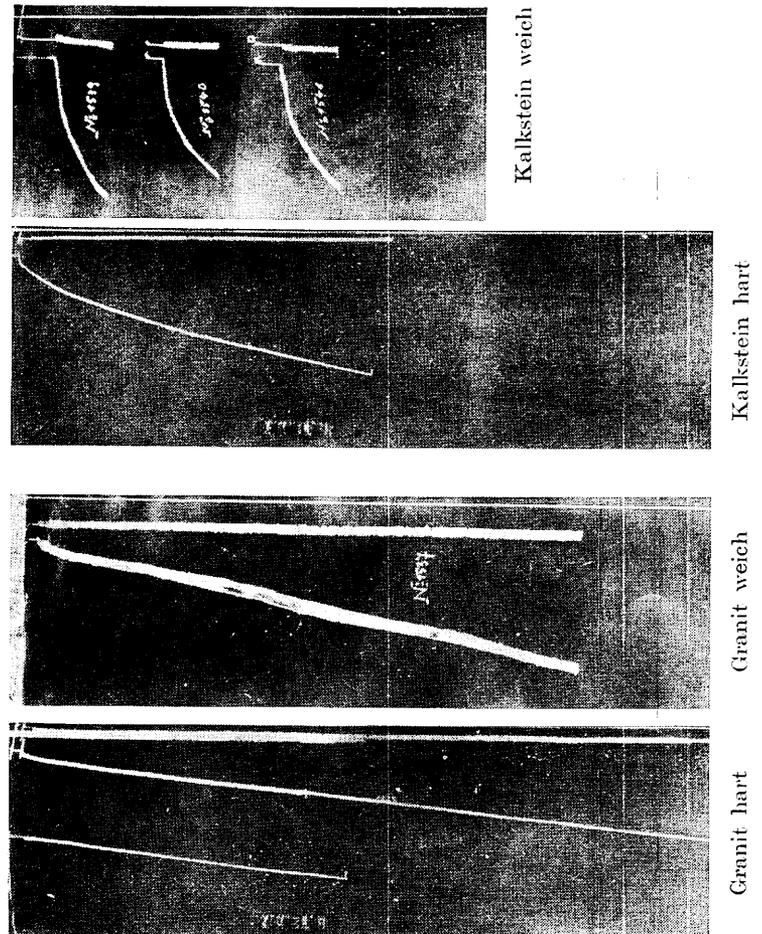


Abb. 11. Abnutzungsschaubilder von Eisenbahn-Oberbauschotter. Abszisse: Schleifzeit und Umdrehungszahl der Schleifscheibe.

Ordinate: Abnutzung von Probestück (unten) und Schleifscheibe (oben).

Kurze Abszissen bedeuten kurze Schleifzeit, also kleinen Verschleißwiderstand, lange Abszissen lange Schleifzeit, also großen Verschleißwiderstand.

5. Die Prüfung auf Verschleißfestigkeit und die Erzeugung von Werkstoffen mit den gewünschten Verschleißeigenschaften muß dem jeweiligen Verwendungszweck ebenso angepaßt werden, wie die Schmierfähigkeit eines Schmieröles, für welche die Gleitgeschwindigkeit ebenfalls eine Hauptrolle spielt.

6. Die Verschleißprüfung ungeschmierter Sthle für Schienen und Radreifen bei 20 bis 30 m/Min. Gleitgeschwindigkeit und 10 bzw. 5 kg Anpreßdruck ergibt eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den Prüfergebnissen auf der Spindelmaschine und in den Eisenbahnbetrieben, so daß diese, auch im Deutschen vereinbarten Gren für die Spindelmaschine, als Norm für Schienen- und Radreifenmaterial empfohlen werden können.

Anlässlich der dem Vortrag folgenden Diskussion wurde vom Vortragenden noch besonders festgestellt:

Die Versuche bei der Bundesbahndirektion Innsbruck mit den Werkstoffen für Schienen, Radreifen, Bremsklötze usw. erstrecken sich bis zum Jahre 1911 und haben hier eine vollständige Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen im Betrieb und der Abnutzungsprüfmaschine der beschriebenen Bauart ergeben. Der Baustoffausschuß des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen unter Direktor Fillié sowie der Deutsche Verband für die Materialprüfung der Technik Ausschuß 21 unter Oberrat Füchsel haben mit planmäßigen Vergleichsversuchen über das Verhalten im Betrieb und auf den Abnutzungsprüfmaschinen erst begonnen, weswegen dasselbst ein abschließendes Urteil noch nicht vorhanden sein kann. Die beiden vorgenannten Ausschüsse haben jedoch im Bereich der Bundesbahndirektion Innsbruck Schienen beichtigt, die trotz der festgestellten Zerreißfestigkeit von 70 bis 76 kg/mm² einen auffallend großen Verschleiß hinsichtlich Abnutzung und Verformung aufwiesen. Die in Gegenwart der genannten Ausschüsse durchgeführte Verschleißprüfung an den aus der beanstandeten Oberbaustrecke entnommenen Schienen

Maschine beschäftigt und auf Grund der gewonnenen Ergebnisse im Kopf gehärtete Schienen hergestellt, welche sowohl auf der Prüfmaschine, als auch im Betrieb anlässlich der probeweisen Verwendung bei der Deutschen Reichsbahn, Gruppenverwaltung Bayern, einen sehr hohen Widerstand gegen Abnutzung zeigten*). Sehr interessante Versuche wurden auf der gleichen Maschine auch von der Deutschen Reichsbahn, Gruppenverwaltung Bayern, durch Herrn Reichsbahnoberrat Schönberger in Nürnberg an geschweißten Schienen durchgeführt, die ergeben haben, daß die Verschleißfestigkeit an der Schweißstelle sogar etwas höher geworden ist, welche Ergebnisse durch die Versuche bei der Bundesbahndirektion Innsbruck bezüglich der in ihrem Bereiche durchgeführten Schienenschweißungen bestätigt worden sind (Abb. 12). — Weitgehende Vergleichsversuche mit den verschiedenartigsten Werkstoffen werden auch im Materialprüfungslaboratorium des Eisenbahnzentralamtes Berlin von Reichsbahnrat Dr. Kühnel**) durchgeführt. Es ist zu erwarten, daß diese Versuchsstelle eine weitere Klärung in die Frage der Abnutzungsprüfung bringen wird. Professor Piwowsky-Aachen hat auf dem Kongreß in Amsterdam sehr überraschende Mitteilungen gemacht über die

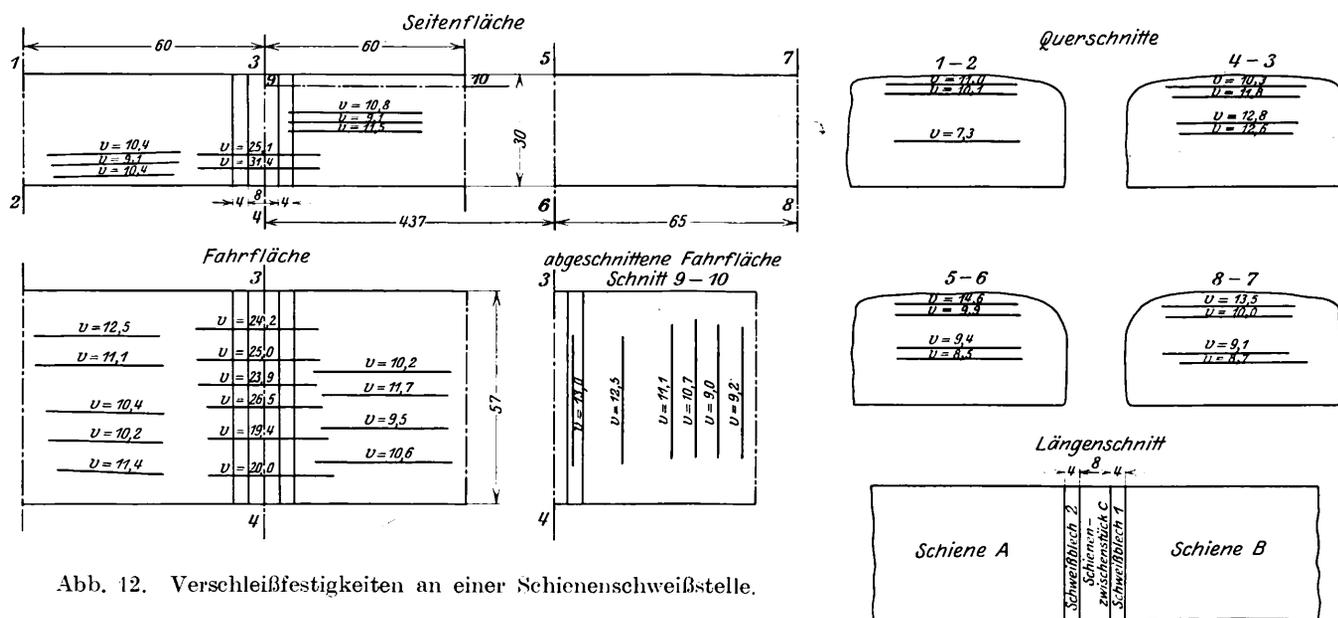


Abb. 12. Verschleißfestigkeiten an einer Schienenschweißstelle.

hat ergeben, daß diese auch auf der Abnutzungsprüfmaschine Bauart Spindel einen äußerst geringen Abnutzungswiderstand zeigten und daß insbesondere der geringe Widerstand gegen Verformung durch dieses Prüfverfahren sehr gut gekennzeichnet wird. Wie in Österreich durch Baudirektor Dr. Trnka wurden diese Verschleißversuche im Reiche durch Geheimrat Halfmann und Direktor Fillié besonders gefördert.

Eingehende Versuche mit der genannten Abnutzungsprüfmaschine wurden auch schon vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute durch Dr. Ing. E. H. Schulz und F. Lange der Dortmunder Union durchgeführt, deren Ergebnisse im Werkstoffausschuß Bericht Nr. 90 veröffentlicht sind. Die Berichtserstatter kommen auf Grund ihrer eingehenden Versuche an dieser Prüfmaschine zu folgenden grundsätzlichen Ergebnissen:

„Die Streuungen der Versuchswerte bei Wiederholung von Versuchen unter gleichen Bedingungen halten sich in mäßigen Grenzen. Werkstoffe, deren hoher Widerstand gegen Abnutzung praktisch bekannt ist, zeigen entsprechendes Verhalten auch auf der Spindel-Maschine im teilweisen Gegensatz zu Prüfungsergebnissen auf Maschinen, die mit rollender Reibung arbeiten.“

Sehr eingehend hat sich auch die Maximilianshütte in Rosenberg (Oberpfalz) mit der Abnutzungsprüfung auf dieser

ausgezeichnete Übereinstimmung der Ergebnisse auf der Abnutzungsprüfmaschine Bauart Spindel mit den (bei verschieden hohem Phosphorgehalt hergestellten) neuen Gußeisensorten verschieden hoher Verschleißfestigkeit. Piwowsky kam hierbei zu dem gleichen Schlusse, wie wir bei der Bundesbahndirektion Innsbruck, daß Festigkeit und Kugeldruckhärte nicht nur für Stahl, sondern auch für Gußeisen keinen Maßstab für die Größe des Verschleißwiderstandes bilden.

Zu ähnlichen Ergebnissen, wie die Bundesbahndirektion Innsbruck, ist auch Professor Frémont-Paris gekommen, der ebenfalls festgestellt hat, daß die Zerreißfestigkeit eines Schienenstahls kein Maßstab für dessen Verschleißwiderstand bildet und daß die große Abnutzung durch Verunreinigungen im Stahl hervorgerufen wird.

Es ist ein Irrtum, daß die Abnutzungsprüfungen mit den Prüfmaschinen, welche gehärtete und geschliffene Stahlrollen verwenden, den Betriebsverhältnissen irgendwie an-

*) Vergl. Vortrag Direktor O. Pilz „Wege zur Verbesserung des Schienenbaustoffes“ Stahl und Eisen 1927, Heft 40, Abb. 13.

**) Auf der Werkstofftagung in Berlin hat Dr. Kühnel berichtet, daß Schienenstähle gerade im Bereiche von über 70 bis 85 kg/mm² Zerreißfestigkeit verminderten Verschleißwiderstand zeigen und hierbei jene Fachleute, welche die Festigkeit als Maßstab für den Verschleißwiderstand nehmen, ausführlich widerlegt.

gepaßt wären, denn der bei dieser Prüfmart erhaltene stark oxydierte Abnutzungsstaub, die häufigen Riffelbildungen und schließlich die ungünstigen Prüfergebnisse bei anerkannt hoch verschleißfesten Werkstoffen haben mit dem Betrieb gar keine Beziehung, während die Schleifspäne, die Gratbildungen und die Verschleißwerte auf der Spindelmaschine den im Betrieb erhaltenen gleichen. Es ist ein Irrtum, daß für die Kaltreckung an der Prüffläche mindestens Stunden erforderlich wären, denn auf der Spindelmaschine wird die Kaltreckung, ja selbst die im Betrieb auftretende Grat- und Bartbildung schon nach einigen Minuten erhalten. Übrigens wurde die Kaltreckung der verschiedenartigen Prüfstoffe bei der Prüfung auf der Spindelmaschine im vorangeführten Bericht 90 von Dr. E. H. Schulz in den metallographischen Bildern 9 bis 15 eigens dargestellt.

Bei den Innsbrucker Verschleißversuchen wurden auch alle üblichen Festigkeitsprüfungen, chemischen Analysen, metallographischen Aufnahmen usw. durchgeführt, doch konnten die durch Jahre gesuchten eindeutigen Beziehungen zwischen diesen Prüfergebnissen und dem Verschleißwiderstand nicht gefunden werden, weil der für die Verschleißprüfung maßgebendste Faktor, nämlich die Gleitgeschwindigkeit

in den üblichen Festigkeitsprüfungen überhaupt nicht vorkommt. Deswegen müssen eben unmittelbare Verschleißprüfungen bewerkstelligt werden, die einfacher und rascher durchzuführen sind als eine Zerreißprobe.

Zum Schluß seien noch einige auch in die Literatur eingedrungene Irrtümer widerlegt:

Es ist ein Irrtum, daß der Abnutzungsvorgang auf der Spindelmaschine ein bloßes Abschleifen mit Stahlstaub sei und daß deswegen dieses Prüfverfahren die Eigenheit hätte, Schienenstähle mit kleiner Zerreißfestigkeit als verschleißfest erscheinen zu lassen. Richtig ist vielmehr, daß bei dieser Abnutzungsprüfung durch Gleiten ein Verformen (Kaltrecken) und ein Ab- bzw. Ausbröckeln der Stahlkörner, geradeso wie im Betrieb, eintritt und daß, wie aus Abb. 8 zu ersehen ist, die Prüfmaschine auch Stähle mit geringer Zerreißfestigkeit als nicht verschleißfest und mit hoher Zerreißfestigkeit als verschleißfest anzeigt: überdies hat ein Fachmann wie H. Meyer der Thyssenwerke in Hamborn für „gewisse“ auf der Spindelmaschine geprobte Stähle sogar eine direkt parallele Beziehung zwischen Zerreißfestigkeit und Verschleißwiderstand gefunden und hierüber auf der Werkstofftagung in Berlin berichtet.

Buchbesprechungen.

„Aluminothermie“, 5. Band der „Chemie und Technik der Gegenwart“ herausgegeben von Dr. Walter Roth in Cöthen, Verlag von S. Hirzel in Leipzig, 1925. Ladenpreis: geheftet 10.— M., gebunden 12.— M.

Der erste Abschnitt enthält einen Überblick über die Geschichte der Aluminium-Herstellung; in diesem Abschnitt werden besonders die Arbeiten und Verdienste Wöhlers besprochen, der zuerst das Metall dargestellt hat. In den folgenden Abschnitten werden die Grundlagen der Aluminothermie, die Wärmebilanz und die wichtigeren Zweige der aluminothermischen Technik geschildert. Besonders eingehend sind die Fragen der Schweißungen

von Straßenbahnschienen, Eisenbahnschienen und Werkstücken behandelt.

Das Studium des Buches, das wohl zu den besten Werken dieser Fach-Literatur gehört, ist den in Bahn- und Werkstattbetrieben stehenden Ingenieuren aufs wärmste zu empfehlen; es wird auch denjenigen Ingenieuren, die sich mit diesem Schweißverfahren bereits befaßt haben, wegen der Gründlichkeit und Vielseitigkeit des Inhaltes Neues und Wissenswertes bieten.

Der Verfasser des Buches ist der Bruder des verstorbenen Professors Dr. Hans Goldschmidt, des ersten Schöpfers auf diesem Gebiete der Technik. Sörger.

Verschiedenes.

Die 4. Tagung der Studiengesellschaft für Rangiertechnik *) (Stugera)

fand am 20. mit 22. Oktober 1927 in Heidelberg unter dem Vorsitz von Professor Dr. Ing. Blum statt. Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft war durch Reichsbahndirektor Dr. Ing. Tecklenburg vertreten.

Der erste Teil der Tagung war dem Verschiebebahnhof Mannheim gewidmet. R. O. R. May, Karlsruhe, schilderte kurz die derzeitige bauliche Anlage, erläuterte die einzelnen Betriebsvorgänge und wies auf die Möglichkeit einer Verbilligung des Betriebes durch Mechanisierung der Zugbildung hin. Anschließend legte R. O. R. Müller, Karlsruhe dar, wie durch den Ausgang des Krieges eine Umwälzung in den Betriebsanforderungen eingetreten ist und erläuterte einen von der R. B. D. Karlsruhe erstellten Umbauentwurf, der diesen neuen Erfordernissen Rechnung tragen soll. Während dieser Entwurf die bisherige Anordnung noch beibehält und nur einzelne Gruppen vergrößert, soll in einem weiteren Entwurf die vollständige Umgestaltung behandelt werden. Die wirtschaftliche Seite beleuchtete R. R. Ruß. Er wies an Hand von analysierenden Betriebsaufnahmen die technischen und betrieblichen Nachteile des Verschiebebahnhofes Mannheim (Südhälfte) im Vergleich mit Hamm (Westostrichtung und mechanisierte Ostwestrichtung) nach. Danach verhalten sich die Hauptumstellkosten dieser Bahnhöfe wie 58:40:26 Rpf. pro Wagen. Die reinen Umstellkosten belaufen sich nach der Wirtschaftsstatistik vom

Juni 1927 auf 0.94 RM, nach Einrechnung aller Kosten für Zinsendienst usw. auf 3.19 RM für den Wagen. — An die Vorträge schloß sich eine rege Aussprache an, an der sich u. a. Professor Dr. Ammann, Direktor bei der Reichsbahn Emrich, Direktor Simon-Thomas, Utrecht, Professor Dr. Pirath und R. R. Dr. A. Baumann beteiligten. Am nächsten Tag folgte eine eingehende Besichtigung des Verschiebebahnhofes Mannheim.

Von allgemeinerer Bedeutung war der Vortrag des R. R. Dr. Ing. Baumann, Berlin, über „Kosten und Zeitaufwand bei Zugbildungen im Güterverkehr“ *). Baumann zergliedert die Kosten in drei Teilbeträge: Bearbeitungskosten, ortsfeste Kosten und Wagenvorhaltungskosten, von denen jeder durch drei Faktoren beeinflußt wird, nämlich von der Bahnhofbelastung, die von der wirtschaftlichen Konjunktur abhängt, von der Zugstärke und der Gruppengröße, welche durch Organisationsmaßnahmen auf den günstigsten Stand gebracht werden können. Diese Einflüsse werden eingehend begründet und in Diagrammen dargestellt. Dabei ergibt sich eine günstigste Wagenzahl von 40—50, während für größere Züge wieder eine Steigerung der Einheitskosten eintritt. Diese geht aber in der Minderung der Zugförderungskosten unter. Durch geeignete organisatorische Maßnahmen kann jedoch die günstigste Wagenzahl erheblich gesteigert werden. Am Schlusse empfiehlt der Vortragende aufs wärmste die Vervollkommnung der technischen Verständigungseinrichtungen.

Am 22. Oktober fanden vor der Mitgliederversammlung die Vorträge der Sonderausschüsse statt. Sp.

*) Verkehrstechnische Woche 1927, Heft 46 und 47.