

### Der großstädtische Eisenbahnverkehr im Dienste der Volkswirtschaft.

Von Reichsbahndirektionspräsident Dr. Remy\*).

Hierzu Tafel 12.

#### I. Großstädtischer Eisenbahnverkehr und Volkswirtschaft.

So gewiß der großstädtische Eisenbahnverkehr nur einen Teil des Schienenverkehrs darstellt, und als Teilverkehr, vielleicht lediglich bis auf den rein innerstädtischen Schnellverkehr, unlöslich mit dem allgemeinen Verkehr verbunden ist, so sehr verdient er in seiner Eigenart eine Betrachtung, weil sich sowohl nach der organisatorischen, der finanziellen wie nach der verkehrlichen, betrieblichen, tariflichen und baulichen Durchbildung Formen herausgebildet haben, die der Großstadt eigentümlich sind und nur im Hinblick auf diese Stätte gedrängter Menschenansammlung in dem letzten Jahrzehnt Ursache besonderer Untersuchungen

der Fläche nach (860 km<sup>2</sup>) ist es die größte der unter einheitlicher Verwaltung stehenden Weltstädte, umfaßt ein Gebiet annähernd so groß wie das der drei Hansestädte. Frankfurt a. M. würde, wenn es dem gleichen Ausdehnungsdrang wie im Westen über die Hemmungen der hessischen Landesgrenze hinaus im Osten und Süden hätten nachgeben können, an das Dalbergische Großherzogtum Napoleonischen Gedenkens erinnern haben.

Die Reichsbahn kämpfte in diesem verflochtenen Abschnitt weltstädtischen Überschwanges fast ausschließlich in der Abwehr. Eine Unzahl mit dem Beiwort „großzügig“ geschmückter Pläne mußte nur unter dem Zwang, ihre Unausführbarkeit,

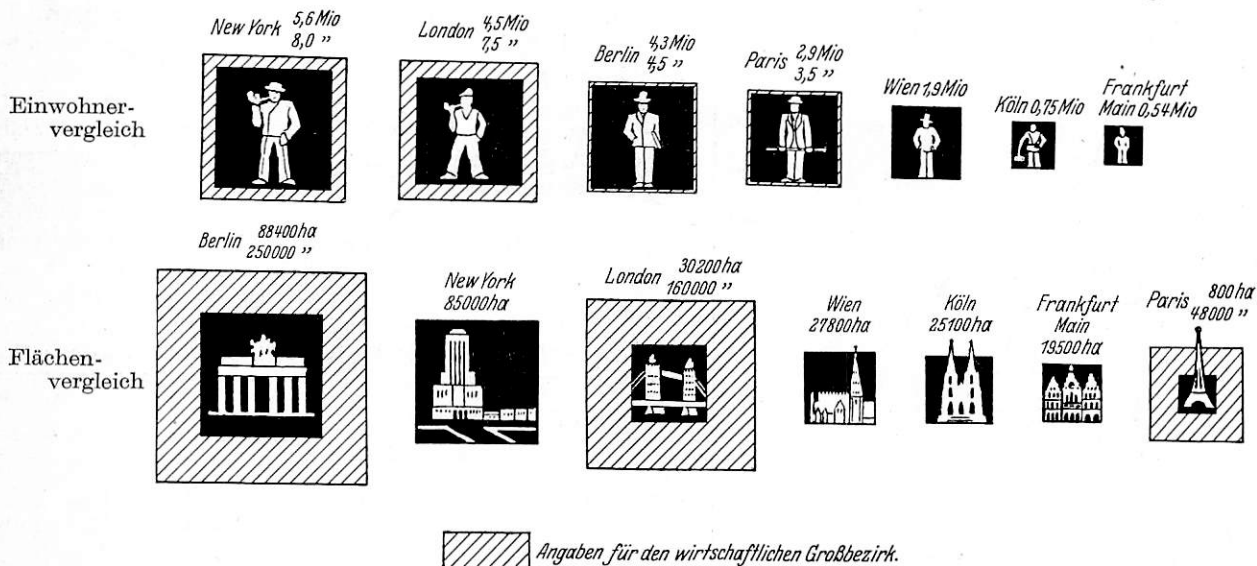


Abb. 1. Weltstädte und deutsche Großstädte.

bei der Betrachtung moderner Verkehrsfragen geworden sind. Er verdient diese Betrachtung um so mehr, als die Sehnsucht nach der Weltstadt in den Jahren des politischen Krisenabschnittes nach dem Weltkriege geradezu zu einer Krankheit geworden ist, eine Sehnsucht, die sich bei dem einzelnen Menschen in dem scheinbar unwiderstehlichen Drang geltend machte, in dem unpersönlichen Gewimmel der Großstadt unterzutauchen, bei den verantwortlichen Leitern dieser Großkommunen in dem Drang, räumlich dieser Sehnsucht immer weiter nachzugeben, die Städte zu Stadt-Staaten auswachsen zu lassen und bei aller Anerkennung der kulturellen Mission deutscher Städte den im Grunde wurzellosen Gebilden eine Bedeutung für den Staat anzudichten, die ihnen trotz statistischer Größe nicht zukommt, die sich völkisch nur nach der Verlustseite auszuwirken droht und die dem Bestande des Staates auch innerpolitisch und sozial gefährlich werden kann.

Berlin hatte (Textabb. 1) mit 4,5 Millionen in der Scheinblüte eine Bevölkerung annähernd so groß wie der Freistaat Sachsen (5 Millionen) oder die Provinz Westfalen (4,8 Millionen),

\*) Nach einem in der 5. Studienkonferenz der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft in Königsberg (Pr.) gehaltenen Vortrag.

wenn auch nicht technisch, so doch betriebswirtschaftlich und finanziell nachzuweisen, bearbeitet werden und zu Dutzenden wiederholte sich in der Geschichte der modernen Großstadtplanung das Spiel, daß unter einer überspannten Zielsetzung das Nächstliegende und Notwendigste nicht zustande kam, daß über Ausschußsitzungen, literarischem Zwiespalt, parlamentarischen Auseinandersetzungen in den Stadtverordnetenversammlungen die Zeit tatenlos verrann. Nur wo sich die Reichsbahn auf eigenem Boden bewegte und ihre Entschlüsse nicht von Kompromissen abhängig waren oder wo sie mit real denkenden Partnern arbeiten konnte, griff sie mit Glück gestaltend in den Gang der Dinge ein und lieferte damit den Beweis, daß sie über den großen Aufgaben des Fernverkehrs nicht die kulturell ebenso wichtige Pflege der Bedürfnisse der Großstadt vergessen hat. Sie brachte die Elektrisierung der Berliner S-Bahn und der Wanneseebahn in einer Planung von 230 Millionen RM zustande, sie elektrisierte in großzügigem Einvernehmen mit dem württembergischen Staat und der Stadt Stuttgart unter Aufgabe ehrgeiziger kommunaler Verkehrspläne den Stuttgarter Vorortverkehr, sie steht im Begriff, dem Ruhrgebiet, getreu ihrem Versprechen, das eine Fehlanlage von 340 bis

390 Millionen *RM* in einem neuen Schnellbahnunternehmen verhindern wollte, in einem Schnellverkehr neue verkehrliche Möglichkeiten zu schaffen, sie gestaltete den Münchener Vorortverkehr um und hieb den scheinbar unentwirrbaren Knoten bei der Planung der Nord-Süd-S-Bahn Anhalter Bahnhof—Stettiner Bahnhof in Berlin in einem taktisch günstigen Augenblick durch (Textabb. 2). Die Reichsbahn hat den Beweis erbracht, daß sie städtebaulichen Forderungen nicht verständnislos gegenübersteht.

## II. Die Stellung der Reichsbahn im großstädtischen Eisenbahnverkehr.

Ginge man lediglich von der Tatsache aus, daß räumlich in den Anlagen, gemessen an der beanspruchten Fläche, finanziell in der Höhe des angelegten Kapitals, verkehrlich

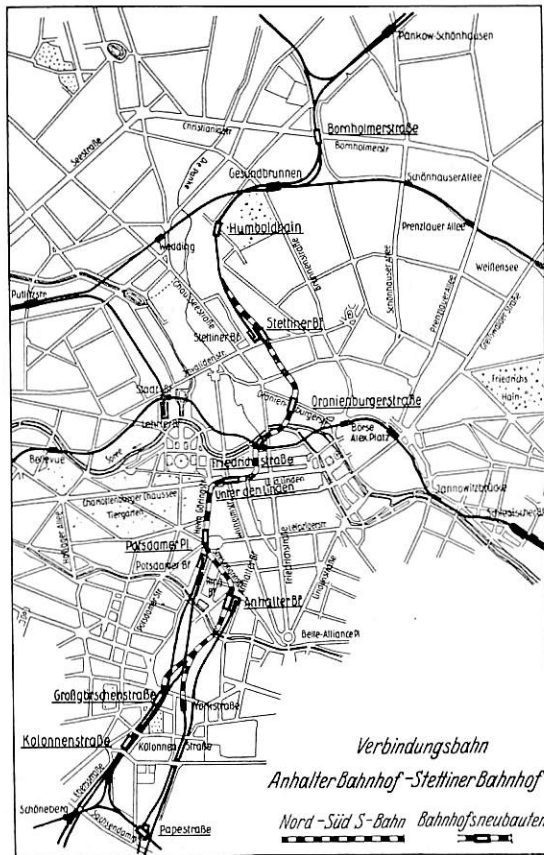


Abb. 2.

in der Größe der beförderten Massen an Gütern und Menschen die Reichsbahn einen überragenden Anteil an dem Verkehr einer Großstadt für sich in Anspruch nehmen darf, dann würde man dem Reichsbahnverkehr in dieser Betrachtung nicht nur den Vortritt lassen müssen, man könnte sich bei der Darstellung auf ihn vielleicht sogar beschränken.

In Berlin nimmt das Eisenbahngelände etwa 2% oder 1916 ha oder 8000 Morgen von der Gesamtfläche ein, der Bezirk Tiergarten stellt mit dem Lehrter, Potsdamer und Anhalter Bahnhof 10% seiner Fläche dem Eisenbahnverkehr zur Verfügung. In Köln beträgt die durch Privatbahnen und Reichsbahn eingenommene Fläche etwa 4,4% des Stadtgeländes, das Gelände der Reichsbahn allein etwa 3,9%, innerhalb des äußeren Ringes 8,9%. Der Anlagewert der Berliner Eisenbahnanlagen beläuft sich auf über 1 Milliarde Reichsmark.

Aber nur, wenn man den Gesamtverkehr, Fern- und Nahpersonen- und Güterverkehr ins Auge faßt, wäre diese Auffassung von der Gestaltung der Abhandlung einigermaßen

stichhaltig. Sie erleidet jedoch eine beachtliche Einschränkung, wenn man den Teil des Schienenverkehrs einer bevorzugten Betrachtung unterwerfen will, der im Rahmen unserer Gegenwarts- und Zukunftsbetrachtung über Wesen und Wert der Großstadt in den Nachkriegsjahren bei der Erörterung großstädtischer Verkehrsfragen im Vordergrund steht, nämlich den Nahpersonenverkehr. Denn nun tritt der Reichsbahnverkehr einem zahlenmäßig starken, teils überstarken Schienenverkehr anderer Verkehrsmittel, wie der Straßenbahn, kommunaler Vorortbahnen, Autobuslinien, von Hoch- und Untergrundbahnen gegenüber und es erhebt sich auch auf diesem Teilgebiet des Verkehrs die Schicksalsfrage nach dem Wettbewerb der Verkehrsmittel.

Daß es sich bei dem Bestreben der Reichsbahn, in diesem Wettbewerb zu bestehen, nicht um einen ungerechtfertigten Angriff, sondern lediglich um die technisch möglichst vollendete Ausübung einer Verkehrspflicht innerhalb des dem Reichsbahnverkehr zukommenden Rahmens handelt, beweisen etwa die beliebig herausgegriffenen Zahlen des Kölner Vorortverkehrs. In dem von den kommunalen und privaten Verkehrsmitteln bestrichenen Vorortgebiet Kölns mögen von 47 Millionen Fahrten jährlich schätzungsweise etwa 7 Millionen Fahrten auf der Reichsbahn, dagegen 28 Millionen auf sonstigen Schienenwegen und 11 Millionen im Autobus zurückgelegt werden. Ein solches Verhältnis oder Mißverhältnis wirft Fragen auf, deren Beantwortung durchaus nicht befriedigend für die bisherige Tätigkeit der Reichsbahn in ihrer Eigenschaft als Behüterin eines angemessenen Nahverkehrs auszufallen vermag. Dabei sind die 125 Millionen Fahrten auf der Straßenbahn im eigentlichen Stadtgebiet bei dem Vergleich ausgenommen. In Berlin erreicht die Beteiligung der Reichsbahn 30%, in Hamburg-Altona 28% des innerstädtischen und Vorortverkehrs (vergl. Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1.

Gesamtverkehr Berlins 1929 (Statistik der RBD Berlin).

Verkehrsmittel	Fahrten	
	in Millionen	in %
Straßenbahn . . . . .	929	38,6
Omnibus . . . . .	270	11,5
U-Bahn . . . . .	277	11,5
S-Bahn . . . . .	455	18,5
Kraftwagen und Krafträder . . . . .	250	10,4
Fahrräder . . . . .	225	9,4
Schiff . . . . .	3	0,1
Zusammen:	2400	100,0

Aber auch im Güterverkehr der Großstadt hat sich eine Entwicklung angebahnt, die einschränkend auf den Schienenverkehr der Reichsbahn wirkt.

## III. Die Großstadt und der Güterverkehr.

Die Betrachtung des Güterverkehrs fesselt nicht so sehr durch die Tatsache des Vorhandenseins und seiner Größe.

Gewiß ist ein Empfang von 17,7 Millionen Tonnen Gütern allein in Berlin im Jahre 1929 achtunggebietend, interessanter aber schon die Tatsache, daß zu Schiff im gleichen Jahre 9,3 Millionen Tonnen nach der Reichshauptstadt befördert wurden, daß in Köln in dem gleichen Jahre 4,4 Millionen Tonnen mit der Reichsbahn ankamen, auf dem Rhein aber, dem größten Binnenschiffahrtsweg Deutschlands mit 1,3 Millionen Tonnen verhältnismäßig weniger als in Berlin. Auch das Verhältnis des Empfanges zum Versand ist bezeichnend für die Stellung der Großstädte in der Volkswirtschaft, in Köln stehen den 4,4 Millionen Tonnen Empfang im Jahre

1929 2,3 Millionen Tonnen Versand gegenüber, in Berlin beträgt der Versand nur ein Drittel des Empfanges.

Man wird für Berlin den Beweis erbringen können, und in anderen Großstädten werden die Verhältnisse nicht sehr viel anders liegen, daß die für den Güterverkehr vorhandenen Anlagen für jeden heute noch denkbaren Verkehrszuwachs auf der Schiene ausreichen oder aber mit verhältnismäßig erträglichen Mitteln neu gestaltet und wenn nötig mechanisiert werden können. Der Güterverkehr fesselt daher viel mehr durch die Form der Durchführung. Wo sich der Güterverkehr einer großstädtischen Massensiedlung nähert, müssen die Güterzüge für die Verteilung der Güter nach Ortsgut und durchlaufendem Gut und für die Zustellung nach den einzelnen Güterbahnhöfen und Anschlüssen aufgelöst und in Teile zerlegt, umgekehrt für die Abfuhr der Fertigfabrikate der Güterveredelung wieder zur Abfahrt zusammengefaßt werden. Diese Verschiebebahnhöfe in ihrer Zahl und Leistungsfähigkeit richtig zu bemessen, sie in ihrer Lage zum Bahnnetz so zu verteilen, daß ein Kleinstmaß von Arbeit entsteht, ist eine Aufgabe, die so recht erst nach dem Kriege erfaßt worden ist. Die Stilllegung vieler Verschiebebahnhöfe, in ihrer ersten Anordnung nicht so sehr eine Folge verminderten Verkehrs als vielmehr einer betriebswissenschaftlich erfaßten Arbeitsteilung, ändert aber nichts an der teils geographisch und teils betrieblich ungünstigen Lage der noch in Betriebe gehaltenen Bahnhöfe.

Die um Berlin für einen Mittelpunkt von  $4\frac{1}{2}$  Millionen schaffender Menschen gruppierten sieben Verschiebebahnhöfe scheinen, wenn man von der teils veralteten Einzelanlage absieht, ein richtiges Maß abzugeben, man wird, um Raum zu schaffen, den einen oder anderen gelegentlich hinauschieben, man wird im Osten zwei Bahnhöfe einmal vereinigen. Anderwärts aber hat man sich unter dem Druck der vor dem Kriege beängstigend wachsenden Verkehrsziffern und unter einer gewissen Vernachlässigung der nur in zähem Kampf vordringenden betriebswissenschaftlichen Erkenntnisse zu Lösungen entschlossen, die nur in der Vermehrung der Bahnhöfe ihr Heil suchten. Köln hat bei 746000 schaffenden Menschen fünf große Verschiebebahnhöfe. Man sollte hier wie anderwärts ihre Zahl, wenn schon durchgreifende Veränderungen vorgenommen werden, nicht für unantastbar halten. Vielleicht muß sogar jede Überlegung nach einer Veränderung großer Bahnanlagen von dieser Erwägung ausgehen, ausgehen auch von der Erwägung, daß die Verschiebekosten heute je nach der mehr oder weniger vollendeten Anlage des Bahnhofs zwischen 21 und 73 Rpf. je behandelten Wagen schwanken und daher bei Neubauten bedeutende Ersparnisse erwachsen können.

Von den Verschiebebahnhöfen geht die Fahrt zu den Ortsgüterbahnhöfen. Soll man sie im Herzen der Stadt oder draußen anordnen? Sie werden in der Stadtplanung zwar störend empfunden. Der Gedanke, daß der nahe Weg von den Güterschuppen zum Empfänger oder vom Versender zu den Güterschuppen auch der billigste ist, wird oft mit dem Hinweis auf die einer künstlerischen Planung hinderlichen oder unter Umständen auf die Grundwert vermindernde Hemmungen abgelehnt. Daß auch auf diesem Gebiet in der Reichshauptstadt auf einem der schwierigsten Gebiete städtebaulicher Planung der richtige Weg schon vor 60 Jahren eingeschlagen wurde, beweist der Entschluß, daß man entgegen anderweitigen Vorschlägen an die Stadtbahn keine Güterbahnhöfe nach dem Londoner Muster angeschlossen hat, daß man dagegen die Ringbahn für die Verteilung des Berliner Güterverkehrs weitsichtig als Grundlinie annahm und damit einesteils eine gefährliche Anstauung des Güterverkehrs in der Innenstadt vermied, andererseits die Wege nicht unerträglich vergrößerte. Wenn diese Ringbahn noch nicht völlig in die

Bebauung hineingewachsen ist, so liegt das an der unglücklichen Bauordnung, die an Stelle einer gedachten landhausmäßigen Entwicklung die Mietskaserne setzte.

Wo aber ernstlich einmal, wie kürzlich in Berlin, die Verlegung eines Güterbahnhofs aus der Nähe des Geschäftsviertels droht, siegt sofort die kühle Vernunft über alle städtebaulichen Bedenken und in Köln geht bisher jede Planung von der Unantastbarkeit des besonders günstig zum Mittelpunkt der Stadt gelegenen Güterbahnhofs Gereon aus. Man sollte doch auch diesen Ausdruck neuzeitlichen Lebens nicht nur mit dem Blick des modernen Ästheten messen, in dem Leben und Treiben nicht nur den Straßenstaub und der Lärm empfinden, sondern sich lieber von dem Takt dieser nach der Uhrzeit ablaufenden Verkehrsmaschinerie fesseln lassen, der rastlosen Arbeit der Kolonnen.

Wo auch der Güterbahnhof hinverlegt wird, immer wird sich auch wieder um ihn ein, wenn auch nicht hochwertiges, aber mit ihm organisch verbundenes Wohnviertel von Menschen gruppieren, denen der Ortsgüterverkehr Stellung und Brot gibt, und auch in seiner neuen Lage wird er für feinnervige Empfindungen Gegenstand der Beschwerde werden.

Ein ausdrücklich zur Untersuchung dieser Frage eingesetzter Ausschuß Groß-Berlin hat sich vor Jahren eindeutig für die Beibehaltung der Güterbahnhöfe in ihrer heutigen Lage ausgesprochen und auch der Lastwagen ändert nichts an der Tatsache, daß die Kosten der An- und Abfuhr mit der Entfernung wachsen.

#### IV. Die Großstadt und der Fernpersonenverkehr.

Im Fernpersonenverkehr hat sich die großstädtische Verkehrsfrage in den letzten 15 Jahren zu den Fragen verdichtet

ob man der Großstadt einen oder mehrere Bahnhöfe geben soll,

ob man im Fernschnellverkehr auf Vorbahnhöfen halten soll,

ob man den Hauptbahnhof als einen Kopfbahnhof oder als einen Durchgangsbahnhof durchbilden soll,

ob man dem Drängen auf Verlegen der Personenbahnhöfe nachgeben soll.

Diese Fragen können heute dahin beantwortet werden:

1. Daß für fast alle deutschen Großstädte mit Ausnahme der Reichshauptstadt ein einziger Bahnhof als Hauptbahnhof die verkehrlich und betrieblich richtige Lösung ist.

2. Daß innerhalb der Nahverkehrszone Vorbahnhöfe im Zuge der in die Großstadt einmündenden Fernstrecken angelegt werden können, ohne gegen diesen Grundsatz zu verstoßen.

Während man bisher mit den schweren Schnellzügen jedes mehrfache Halten innerhalb des Großstadtbezirks zu vermeiden versuchte und die Verteilung des Verkehrs den innerstädtischen Verkehrsmitteln überließ, wird der schnell bremsende und schnell anfangende Triebwagen auch auf diesem Gebiet eine Änderung dieses betrieblichen Grundsatzes gestatten.

3. Daß der Kopfbahnhof bis anfangs der 90er Jahre die bevorzugte Lösung des Eisenbahnbauers und des Städtebauers zugleich war. Während die Stadtverwaltungen noch zäh an diesem Grundsatz festhielten, hatte sich bereits zehn Jahre später bei den Betriebsleuten die Einsicht von der betrieblichen und wirtschaftlichen Unterlegenheit des Kopfbahnhofs durchgesetzt.

Jedoch muß die Frage mit Rücksicht auf den elektrischen Betrieb und den Betrieb mit Triebwagen neuerlich untersucht werden. Eine solche akademische, umfassende Betrachtung müßte sich erstrecken

auf die Feststellung der Betriebskosten eines mit Dampf betriebenen Kopfbahnhofs,

auf die Feststellung der Minderkosten bei elektrischem Lokomotivbetrieb,

auf die Betriebskosten bei Betrieb mit elektrischen oder Verbrennungstriebwagen.

Die Kostenberechnung würde sich nicht nur auf den eigentlichen Betrieb, sondern auch auf die vereinfachte Durchführung der Gleisanlagen, des Abstellbahnhofs nebst den Lokomotiv- und Wagenschuppen und Reinigungsanlagen zu erstrecken haben.

Die Überlegungen werden nicht Theorie bleiben. Schon liegen für Köln Gedanken für eine Teillösung nach dieser Richtung vor, die man nicht von der Hand weisen kann, und die eingehender Untersuchung bedarf.

Ob man den Kopfbahnhof durch einen Durchgangsbahnhof im Verkehrsinteresse ersetzt, müssen die örtlichen Untersuchungen ergeben. Der Kopfbetrieb ist in Berlin bei einem Durchgangsverkehr von nur etwa 7% in der Ostwestrichtung, den regen polnisch-französischen Durchgangsverkehr eingeschlossen, und 3 bis 4% in der Nord-Südrichtung, die gegebene Lösung.

In Köln mögen 45% aller den Hauptbahnhof berührenden Reisenden durchfahren.

4. Daß die Veränderung der Bahnhofslage einen volkswirtschaftlich tiefgreifenden Umsturz in den Lebensbedingungen der Großstadt, namentlich der gewerblichen Anlagen rings um die alten Bahnhöfe hervorruft. Es fehlt auch hier noch eine Darstellung der wirtschaftlichen Folgen eines solchen Eingriffs in bestehende Verhältnisse. (Einen Ansatz dazu findet man in: Knöll, Bahnhöfe und Wirtschaft in Köln). Man könnte diese Folgen an praktischen Beispielen erläutern, denn ob sie der rein theoretischen Betrachtung zugänglich sind, müßte man untersuchen. Sie müssen auch unter dem Gesichtspunkte steigender und fallender Konjunktur und unter dem Gesichtspunkt der wirtschaftlichen Anpassungsstärke einer Großstadt an eine so tiefgreifende städtebauliche Veränderung betrachtet werden.

Der Einfluß einer dem Geschäftsmittelpunkt der Stadt entrückten Bahnstation muß aber auch billig nach den Wettbewerbsverhältnissen gewertet werden. Es muß versucht werden, die finanziellen Folgen des Hinausschiebens des Bahnhofs zahlenmäßig zu erfassen. Das Ergebnis wird für den Fernverkehr anders ausfallen als für den Nahverkehr.

Es ist in Berlin festgestellt worden, daß bei einer Verlegung des Potsdamer Bahnhofs im Umkreis von 500 m Halbmesser wirtschaftlich betroffen würden: Hotels mit 5000 Betten, Cafés mit 8000 Plätzen, Schankstätten mit 19000 m<sup>2</sup> Fläche, Lichtspielhäuser mit 5300 Plätzen, Theater und Konzerthäuser mit 5200 Plätzen. In Köln liegen 20% aller Hotels in dem Halbkreis von 200 m Halbmesser, mehr als 60% aller Hotels in einem Kreisabschnitt von 200 bis 700 m Halbmesser um den Hauptbahnhof, in diesem letzteren Abschnitt mehr als 50% aller Banken. Man kann auch nicht an dem Beispiel Wiesbadens vorbeigehen, dessen verlassene Bahnhofsflächen wohl niemals bebaut werden, und man muß sich der zögernden, über zwei Jahrzehnte hinziehenden Entwicklung des Kaiserstraßenviertels in Frankfurt a. M. erinnern in einem Zeitabschnitt steigender Konjunkturen und wird sich nicht an das Beispiel des glücklicheren Stuttgart halten dürfen, wo in der Tat, durch besondere Umstände begünstigt, dieser Ausbau gelungen erscheint.

Aus diesen Untersuchungen werden sich Gesichtspunkte dafür ergeben, ob man bei Umbauplänen nicht die alte Bahnhofslage beibehält, den Bahnhof über oder besser unter die Erde legt, lediglich die Betriebsanlagen hinauschiebt und damit von den Verkehrsanlagen trennt.

Bei dem Hinausschieben der Fernpersonenanlage muß auch volkswirtschaftlich gewertet werden, daß der verlängerte Weg nach dem verlegten Bahnhof mit einer Umgestaltung der Linienführung der städtischen Verkehrsmittel verbunden ist, in Berlin bei Hoch- und Untergrundbahnen unter sehr großen Opfern, und daß der verlängerten Fahrt mit den städtischen Schienenverkehrsmitteln oder mit dem Auto keine im Fahrpreis erkennbare Veränderung der Fernstreckenfahrt gegenüberzustehen pflegt. Daß dem verkürzten Fernstreckenweg betriebswirtschaftliche Ersparnisse entsprechen, ist kaum zu erwarten. Ob sich die neue Anlage billiger betreiben läßt als die alte, müßte vorsichtig beurteilt werden. Ideelle städtebauliche Werte einer solchen Verlegung werden sich kaum rechnerisch auswerten lassen und gerade deshalb häufig reale Überlegungen verdrängen.

Daß man auf den Anschluß an ein billiges, öffentliches innerstädtisches Verkehrsmittel an einem Bahnhof überhaupt verzichten könnte, weil der Fernfahrgast angeblich das Auto zur An- und Abfahrt benutze, ist eine jener Überspanntheiten, die die Zeit der Scheinblüte hervorbrachte. Denn in Berlin suchten auch in dieser ausgabefreudigen Zeit 65% aller mit Schnellzügen ankommenden Reisenden selbst unter ungünstigsten Verhältnissen das billige öffentliche Verkehrsmittel auf.

#### V. Großstadt und Nahpersonenverkehr.

Man wird den Begriff Nahpersonenverkehr teilen und unterscheiden müssen zwischen innerstädtischem Verkehr, Vorortverkehr und Nahverkehr als Nachbarschaftsverkehr.

Die Pflege eines innerstädtischen Verkehrs ist der Reichsbahn nur in Berlin und in Hamburg-Altona im Laufe der Entwicklung zugefallen (vergl. nachfolgende Zahlentafel 2 und Taf. 12). Sie pflegt ihn aber nur in zweiter Linie. Warum eine ähnliche Entwicklung in Städten nicht schärfer erkennbar eingetreten ist, bei denen die Durchquerung des Weichbildes durch die Fernstrecken vorhanden

Zahlentafel 2.

Fahrten auf den Kopf der Bevölkerung in Berlin (nach Remy).

Jahr	Im Gesamtverkehr	Im Stadt-, Ring- und Vorortverkehr	Jahr	Im Gesamtverkehr	Im Stadt-, Ring- und Vorortverkehr
1875	25	—	1921	346	144
1880	43	—	1922	349	177
1885	73	—	1923	273	151
1890	111	30	1924	316	121
1895	140	56	1925	359	104
1900	189	64	1926	357	90
1905	234	66	1927	384	91
1910	274	78	1928	423	97
1913	311	86	1929	447	103
1915	303	96	1930	379	103
1917	374	86	1931	328	95
1919	398	99	1932	287	85
1920	369	137	1933	277	82

Zum Vergleich		Mittlere Städte in der Hochkonjunktur	
London . . .	1927	483	Karlsruhe . . . 242
Wien . . . . .	1928	400	Darmstadt . . . 220
New York . . .	1927	554	Koblenz . . . . . 83
			Ulm . . . . . 56
			Tilsit . . . . . 25

und wie in Köln durch fünf hintereinanderliegende Bahnhöfe Mülheim, Deutz, Hauptbahnhof, West, Süd gegeben ist, oder warum diese an sich günstige Lage für einen innerstädtischen Verkehr keine entsprechenden Folgen gezeitigt hat, bleibt zu untersuchen. Einen rein innerstädtischen Verkehr zu suchen, ist nicht Aufgabe der Reichsbahn. Ihn aber da zu pflegen, wo er sich aus der baulichen Lage ergibt, scheint folgerichtig.

Der Vorortverkehr bedarf keiner Erklärung.

Der Nachbarschaftsverkehr ist der Verkehr zwischen benachbarten Großstädten. In Berlin gibt es einen solchen Nachbarschaftsverkehr nicht, wenn man nicht den Verkehr mit Stettin, Hamburg, Leipzig, Dresden als solchen bezeichnen will. Im übrigen gibt es in Berlin ähnlich wie in München eine deutliche Abgrenzung zwischen Stadt, Vorort und Land. Anders liegen die Verhältnisse im Ruhrgebiet und in Köln. In Köln wetteifert der Nachbarschaftsverkehr nach Düsseldorf, Krefeld, Rheydt, M.-Gladbach, Neuß, Düren, Aachen, Bonn mit einem ausgesprochenen Vorortverkehr, der eine deutliche Abgrenzung etwa in der Mitte dieser Entfernungen rings um Köln findet und von hier ab als Vorortverkehr die entgegengesetzte Richtung einschlägt.

Die wirtschaftliche Einstellung der Reichsbahn zu den Nahverkehrsfragen ist einfach. Die Reichsbahn arbeitet mit 60 bis 70% festen Kosten. In der Nähe der Großstädte sind diese Kosten nur durch Verdichtung des Verkehrs senkbar. Bis zu welchem Grade der Belastung zweigleisiger Strecken man dabei gehen kann, zeigen die in Berlin einmündenden Strecken, auf denen Fern- und Vorortbetrieb abgewickelt werden muß. Schnellzug, Fernpersonenzug-, Güterzug- und ein starker Vorortbetrieb haben dort in langjähriger Erfahrung zu Höchstleistungen in der wendigen Aufstellung von Fahrplänen und der pünktlichen Abwicklung des Betriebes geführt. Die Reichsbahn erbringt also den Beweis, daß sie höchste Forderungen im Nahverkehr zu befriedigen in der Lage ist.

Vernachlässigen kann die Reichsbahn diesen Verkehr nicht. Das von ihr gelegentlich geforderte Aufgeben dieses Verkehrs ist praktisch nicht durchführbar. Die Betroffenen würden sich wehren. Die kommunalen Wettbewerber haben sich in einem vielfach über die Bedürfnisse hinausgehenden Ausdehnungsdrang neben die Vorortlinien gelegt. Vielleicht hat man auch seitens der Staatsbahnen in einer Zeit der vermeintlichen Sättigung durch Fernverkehr, namentlich vor dem Kriege, nicht überall dieser Entwicklung die nötige Beachtung geschenkt. Auch von diesem Gesichtspunkte aus muß man die, absolut genommen als Verwaltungs-Großtat zu wertende Erziehung zum Erfolgsbetrieb nur begrüßen. Sie hat die Augen für drohende Entwicklungen geöffnet.

Dieser Nahverkehr kann mit dem schwerfälligen Dampfzug nicht bedient werden. Er verlangt kleine Einheiten, kurze Zugfolge, billigen Betrieb. Bei Massenverkehr kann Elektrisierung empfehlenswert sein. Der Triebwagen scheint im übrigen die gegebene Einheit zu sein. Ob es der Verbrennungstriebwagen, der Dampftriebwagen, der Holzkohletriebwagen sein wird, bleibe dahingestellt.

Die Betriebskosten sind hinreichend durchforscht, um die Grundlage für eine Beurteilung des Risikos zu geben. Wir wissen, daß der Betrieb mit Triebwagen je nach Pferdestärke und jährlicher Ausnutzungsmöglichkeit zwischen 20 und 61 Rpf. je nach Ausnutzung je Kilometer schwankt (Verzinsung des Anlagekapitals der Wagen, Betriebsstoffe, Betriebspflege, Unterhaltung, Erneuerung) und können auf Grund mehrjähriger Rechnungen annehmen, daß in Berlin eine Elektrisierung im allgemeinen 25% Ersparnisse bringt, die Verzinsung und Tilgung des Kapitals einbegriffen.

## VI. Die Großstadt und der Wettbewerb der Verkehrsmittel.

In dem gesamten Gebiet des Nahpersonenverkehrs und des Güterverkehrs tritt der Eisenbahn der Wettbewerb entgegen.

Im Güterverkehr handelt es sich in Ausnahmefällen um ein privates oder kommunales Schienenunternehmen, wie etwa in Köln die Köln-Bonner-Eisenbahn. Hier pflegen die Wettbewerbsgebiete abgegrenzt zu sein, wenn man auch hier bei früheren Konzessionierungen kommende Entwicklungen nicht ganz überschaut zu haben scheint. Härter stoßen die Interessen im Lastwagenverkehr aufeinander. Von Berlin gehen nach einer Zählung aus dem Jahre 1932 täglich 1400 Autos hinaus in die Weitzone, also jenseits 25 km. Eine genauere Statistik der Mengen und Frachtwerte fehlt leider. Pirath schätzt in Tonnenkilometern 1930 den prozentualen Anteil des Lastkraftwagenverkehrs vom Gesamtverkehr auf 2,2%, etwa  $\frac{1}{30}$  des Eisenbahnverkehrs. Für Berlin wird man wohl ebenso wie für Köln rechnen können, daß je nach der Einschätzung der Durchschnittslast im Empfang und Versand je 20 bis 30% des Reichsbahnverkehrs im Kraftwagen befördert werden.

Schwierig ist die Schätzung der Arten der Güter nach Massengut, mittel- und hochwertigem Gut. Pirath schätzt sie für 1929 zu 0%, 30 und 70%. Mögen 1933 an sich schon die Verhältniszahlen verschoben sein, im rheinischen Verkehr scheint bereits heute der Lastwagen auf kurze Entfernungen auch in den Massengutverkehr eingedrungen zu sein.

Im Personenverkehr hat sich zu dem Nahverkehr der Eisenbahn der Straßenbahn-Vorortverkehr, der Autobusverkehr, der Privatautovehikel und das Fuhrwerk gesellt. Welche Verschiebung der Großstadtverkehr innerhalb der Verkehrsmittel erlitten hat, ergeben die Vergleichszahlen für Berlin. Sie zeigen den gewaltigen Einfluß des Fahrrades, der Autodroschke und des Privatautos und geben den nötigen Hinweis auf die Zukunft. Denn 1929 wurden von etwa 2,5 Milliarden Fahrten 20% mit dem Kraftwagen (Privatpersonenwagen und Droschken) und mit dem Fahrrad zurückgelegt.

Beherrschend scheint die Tatsache, daß in anderen Großstädten der Nahverkehr unverhältnismäßig stärker von den Wettbewerbern der Reichsbahn beherrscht wird. Die Ursache liegt:

1. In der günstigeren Linienführung der kommunalen Verkehrsmittel, die sich, — wenn man von den Anfängen absieht, wo wie etwa in Berlin auch die ersten Straßenbahnen Vorortbahnen waren — von innen nach außen entwickelt haben und den Fahrgast aus dem Vorort in den Kern der Geschäftsstadt tragen.
2. In der baulichen Minderbeachtung der Bedürfnisse eines Nahverkehrs und in seiner starken Unterordnung unter die Gesichtspunkte des Fernverkehrs.
3. In der betrieblich rückständigen Behandlung der Bedürfnisse des Nahverkehrs.
4. In den tariflichen Bindungen.
5. In der ungehemmten Ausdehnung des Wettbewerbs kommunaler Verkehrsmittel und privater Unternehmungen im Autobusverkehr unter teils ungleichen Bedingungen.

Die Entscheidung über die Linienführung der Fernbahnen wurde kaum unter dem Gesichtspunkt des Nahverkehrs gefällt. Die Entwicklung war umgekehrt. An die Fernstrecke klammerte sich die Nahsiedlung an. Sie bedingte den Vorortverkehr. Diesen Vorortverkehr in die Stadt hineinzutragen hat man nur einmal bei dem Bau der Stadtbahn in Berlin folgerichtig durchgeführt. Bei anderen Städten ergaben sich bei Umbauten ähnliche Lagen, in Hamburg, in Dresden, in Köln. Sie sind aber nicht überall von derselben Bedeutung für die Entwicklung des Nahverkehrs auf der Reichsbahn

geworden. Die Ursache liegt nicht zum mindesten in der baulichen Behandlung der Bahnhofsanlagen. Ein Nahpersonenzug, den man nur mit Umwegen nach hunderten von Metern erreicht, belästigt durch Sperren und durch zu- und abströmenden Fernverkehr, mit ungünstig gelegenen Schaltern, bietet keine Anziehungskraft mehr, wenn man nur einen verhältnismäßig kurzen Weg auf der Schiene zurücklegen will. Wie vor vier Jahrzehnten begonnen wurde, beim Bau der Gleisanlagen das betriebliche Bedürfnis zugrunde zu legen, so muß nunmehr dem schnellen und bequemen Erreichen des Zuges die denkbar größte Aufmerksamkeit gewidmet werden. Der mit Zeitkarte und mit Einzelkarte von Reisebüros der Stadt versehene Reisende, der sein Gepäck ebenfalls in der Stadt abgefertigt hat, muß bestimmend für den Entwurf werden.

Die betriebliche und fahrplanmäßige Behandlung des großstädtischen Eisenbahnverkehrs muß im Nahverkehr unter dem Zeichen schneller Abfertigung, kurzer Aufenthaltsdauer, schneller Anfahrt, kurzer Bremsung, schneller Zugfolge, annähernd starren Fahrplans stehen.

Die Tarife müssen einen Ausgleich mit den sehr viel billigeren Fahrten der Wettbewerber suchen.

Der ungezügelter Ausdehnung des Wettbewerbs muß Einhalt geboten werden.

Das Flugzeug kann man in diesem Zusammenhang außer acht lassen. Es kommt nur als Wettbewerber im Fernverkehr in Frage. In Deutschland sind die Entfernungen nicht groß genug, um unter allen Umständen in der größeren Geschwindigkeit den Schlüssel für eine künftige Entwicklung zuungunsten der Reichsbahn zu suchen. Unbedingte Fahrplansicherheit, bequeme Fahrt, ruhige und ausgiebige Nachtfahrt bei Reisegeschwindigkeiten von 120 km sind ausgleichende Momente, die für eine Eisenbahnfahrt sprechen. Der Tarif ist eine Frage der Subventionierung der Luftfahrt.

## VII. Die Großstadt und die Verkehrsteilung der Zukunft.

Unter diesen Umständen ist um die Verkehrsteilung in der Großstadt seit einigen Jahren eine literarische Auseinandersetzung im Gange. Sie kann dahin charakterisiert werden:

1. Daß die Reichsbahn auf den rein innerstädtischen Verkehr niemals Anspruch erhoben hat.

2. Daß der Vorortverkehr einer vernünftigen Teilung unterliegen sollte, wobei der geschichtlich gewordene Anspruch der Reichsbahn wie auch der Vorortbewohner gesichert sein müßte.

3. Daß man den Nachbarschaftsverkehr der Großstädte als Teil des Fernverkehrs der Reichsbahn ganz überlassen sollte.

4. Daß der Güterverkehr durch die Übernahme des Lastwagenverkehrs im Weitverkehr einer betriebswirtschaftlich optimalen Lösung entgegensteuern wird.

In der Güterverkehrsfrage ist eine volkswirtschaftliche günstige Lösung überhaupt nur in dieser einseitigen Regelung des Verkehrs durch die Reichsbahn zu erwarten. Der Reichsbahntransport war bisher teurer wegen des hohen Anteils der festen Kosten. Er war beim Lastwagen scheinbar billiger, teils wegen des wilden Wettbewerbs mit Überanstrengung der menschlichen Arbeitskraft, teils wegen Vernachlässigung der Tilgung des Kapitals, in der Hauptsache wegen der Befreiung von der Beförderungspflicht. In dem Augenblick, wo man einen von der Schiene gänzlich losgelösten Verkehr mit dem Lastwagen im großen organisieren würde, müssen seine festen Kosten erheblich steigen, sie würden kaum hinter den festen Kosten des Schienenbetriebes zurückbleiben. Gegenüber dem heutigen wilden Zustand würden als zusätzlich erscheinen:

1. Eine verminderte Auslastung.
2. Ein Kostenanteil der Fahrbahn.
3. Die Beschränkung der Ausnutzung der menschlichen Arbeitskraft.
4. Ein Kostenanteil an der Sicherung des Betriebes.
5. Vermehrte Kosten für den Sammel- und Verteilerverkehr nebst Umladekosten.

Wenn man zunächst noch zweifeln mag, ob nun durch diese Kombination überhaupt eine Senkung der Transportkosten eintreten mag, so wird jedenfalls sicher eine Erhöhung nur bei einheitlicher Leitung tunlichst tief gehalten.

Im Nahpersonenverkehr hat die Reichsbahn nur in Berlin und Hamburg einen namhaften Anteil im innerstädtischen Verkehr erreichen können. Dennoch ist er auch in Berlin auf wenige Verkehrsbeziehungen beschränkt, der Schwerpunkt liegt selbst auf der Stadtbahn im Verkehr von den Vororten nach der Stadt und von der Stadt nach den Vororten. Daher muß man diesen Vorortverkehr der Reichsbahn da, wo sie ihn mit Erfolg gepflegt hat, belassen und darf ihn nicht verkümmern lassen. Man muß ihr auch die Möglichkeit lassen, diesen Verkehr möglichst tief in die Großstadt hinein zu tragen, denn die Motorisierung wird die Straßen bald verstopfen. Der Reisende kehrt dann zum Schnellverkehrsmittel zurück.

Der Nachbarschaftsverkehr ist mehr noch als der Vorortverkehr seiner Eigenart nach ein Fernverkehr. Bewältigt man ihn künftig mit schnellaufenden Triebwagen in kurzer Folge, dann liegt kein Grund vor, neue Verkehrsmittel einzusetzen, mit neuen Fahrbahnen, mit neuen festen Kosten. Die Autobahnen werden an dieser Lage nichts ändern. Sie berühren keine Zwischenorte einiger Bedeutung. Sie weichen ihnen aus. Einen Massenverkehr kann der Autobus nicht bewältigen. Hinsichtlich der Reisegeschwindigkeit wird im Reiseverkehr das Schienenschnellverkehrsmittel den Vorrang behalten.

Jedenfalls muß der Entschluß gefaßt werden, möglichst bald aus dem Stadium tastender Versuche nach Lösung der Verkehrsteilung herauszukommen und die Ziele in jedem einzelnen Falle abzustecken.

## VIII. Die Großstadt und die städtebauliche Verkehrsplanung der Zukunft.

Aus den besprochenen verkehrlichen und betrieblichen Forderungen lassen sich die Grundsätze für eine städtebauliche Verkehrsplanung der Zukunft ableiten. Sie werden besagen:

1. Nachdem die wegen ihrer Starrheit vorweg zu nehmende Disposition über die Wasserverkehrsanlagen getroffen ist, sollte man sich über die Zweckmäßigkeit der Belassung, Veränderung, Einschränkung der Zahl der Verschiebebahnhöfe klar werden. Die Notwendigkeit der Großstadtversorgung auf dem Wasserweg sollte man nicht aus der angeblich nicht ausreichenden Leistungsfähigkeit der Reichsbahn ableiten wollen (vergl. Textabb. 3).

2. Es muß die Frage entschieden werden, ob man eine Verlegung der Ortsgüterbahnhöfe ernstlich wünscht und wirtschaftlich verantworten zu können vermeint.

3. Es muß die Entscheidung fallen, ob man einen völligen Neubau der Hauptpersonenbahnhofsanlage wünscht oder ob eine Umgestaltung genügt.

4. Es muß im Rahmen solcher Umgestaltungen eine klare Sichtung der Verkehrsinteressen für Nah- und Nachbarschaftsverkehr folgen und man wird die Frage auf-

werfen dürfen, ob nicht einzelne bekannt schlecht wirtschaftende Straßenbahnen im Vorortbetrieb gänzlich zugunsten eines

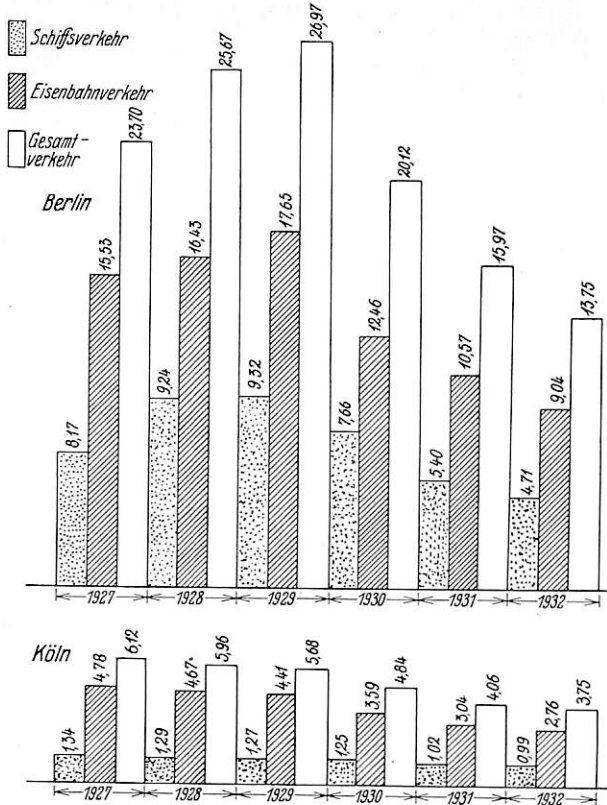


Abb. 3. Eisenbahn und Schiff im Großstadtverkehr. Güterempfang von Berlin und Köln 1927 bis 1932. Zahlen in Millionentonnen.

erneuerten Triebwagenbetriebes der Reichsbahn aufgegeben werden können.

### IX. Das großstädtische Verkehrsproblem als Teilproblem der Reichsbahn im dritten Reich.

Mit einem wohlgedachten technischen Plan hat sich die Reichsbahn dem Arbeitsbeschaffungsprogramm des dritten Reichs zur Verfügung gestellt. Man kann diesen Plan in seiner Auswirkung in zwölf Punkten fassen.

Die Reichsbahn will:

1. Den Schnelltriebwagen mit Hochgeschwindigkeiten für die Weilstrecken zwischen der Reichshauptstadt und den deutschen Großstädten und zwischen deutschen Großstädten untereinander einsetzen, so, daß Tagesverbindungen für Hin- und Rückfahrt mit mehrstündigem Aufenthalt am Ziel entstehen.
2. Den Triebwagen in den Nahverkehr der Großstädte zur Erzielung größerer Reisegeschwindigkeit und dichter Zugfolge einführen.
3. Den Triebwagen im Nebenbahnbetrieb an die Stelle des schwerfälligen, meist noch zur Güterbeförderung ausgenutzten Dampfzuges treten lassen.
4. Neue Lokomotiven für Hochgeschwindigkeiten zur Beförderung der schweren internationalen Schnellzüge bauen.
5. Die Elektrisierung der Strecken fördern, die für eine Umstellung des Betriebes geeignet sind.
6. Die Oberbau- und sicherungstechnischen Voraussetzungen für diesen Betrieb mit Hochgeschwindigkeiten schaffen.
7. Den Güterzugbetrieb beschleunigen.
8. Den Lastwagen in die Güterbeförderung eingliedern.

9. Für die neuen Betriebsmittel, Triebwagen und Lastwagen, die Ausbesserungswerke entsprechend umstellen.

10. Große Strecken- und Bahnhofsumbauten durchführen, wo die Verkehrs- und Betriebslage eine Kapitalanlage auch unter den veränderten Verhältnissen noch rechtfertigen.

11. Mit allem Nachdruck den großen Gedanken des Führers, den Bau der Reichsautobahnen verwirklichen und den Betrieb auf den Autostraßen organisieren.

12. Aufs neue ihre Mitarbeiter geistig umstellen und als überzeugt und freudig dienende Glieder in den Gedanken der nationalsozialistischen Staats- und Wirtschaftsführung einreihen.

Ein großer Teil der Bestrebungen zur technischen Erneuerung des Reichsbahnbetriebes wird in erster Linie den Großstädten zugute kommen.

Man wird dabei aber von der Überzeugung ausgehen müssen, daß die Rolle der Großstadt auch im dritten Reich noch nicht ausgespielt ist. Die Arbeit der Zukunft kann nicht in der Vernichtung der kulturellen Werte dieser Menschheitsschöpfung bestehen, sondern in der positiven Arbeit um die Besserung der Nöte und Beseitigung der Schäden. Daß die Großstädte vermöge ihrer hervorragenden geographischen Lage stets Anziehungspunkte für Handel, Verkehr und Industrie bleiben werden, wird nicht abwendbar sein, denn diesen Umständen verdanken sie ihr Dasein. Im übrigen ist auch die Reichsbahn nur Dienerin der Volksgemeinschaft und reiht sich auch hinsichtlich der Großstadtssiedlung dem völkischen Bedürfnis ein und unter.

Wenn daher das Bestreben vorliegt, durch den Schnelltriebwagen den Verkehr der Reichshauptstadt mit den deutschen Großstädten zu heben, die Entfernung zu kürzen, die Reisemöglichkeit zu vermehren, so erfüllt die Reichsbahn gerade mit diesem Bestreben eine Pflicht, die ihre Früchte in der seelischen Annäherung der Reichshauptstadt an die großen Landes- und Provinzstädte tragen wird. Die Ausdehnung dieses Schnelltriebwagenverkehrs auf den Verkehr zwischen den Landesstädten liefert das Gegengewicht gegen eine einseitige Hebung des Einflusses von Berlin. Die Einstellung des Triebwagens in den Vorort- und Nachbarschaftsverkehr wird die Wohnverhältnisse der Großstadt verbessern helfen und die Rivalitäten der Nachbarstädte mindern. Wo wirtschaftlich an Elektrisierungen gedacht werden kann, kommen die Annehmlichkeiten des rauchfreien Betriebes in erster Linie diesen Stätten gedrängter Siedlung zustatten. Daß die Gesamtheit der Arbeitsbeschaffung zuerst in unseren Großstädten Erleichterungen schafft, ist der Sinn des gewaltigen Programms, das aber nur von Segen sein kann, wenn die Kapitalanlage planmäßig erfolgt.

### X. Praktische Erkenntnis und akademische Synthese.

Aus den Verkehrszweifeln der Gegenwart sind die mit der Zukunft der Großstädte zusammenhängenden Fragen nur ein Ausschnitt. Ihre Behandlung soll die Verkehrswünsche des platten Landes durchaus nicht zurückdrängen. Im Gegenteil, sie verdienen dieselbe sorgsame und pflegliche Behandlung. Wenn etwa 10000 Siedlungen heute in Deutschland an die Eisenbahnen angeschlossen sind, warten noch weitere 40000 Siedlungen auf irgendeine Art regelmäßiger Bedienung. Wir stehen vor einem neuen Abschnitt der Entwicklung. Wie in organisatorischer Hinsicht das Jahr 1872 den tastenden Versuch nach einem Zusammenschluß der ersten Staatsbahnen zu einem Verwaltungsganzen bedeutete, das Jahr 1897 eine durchgreifende, in ihrem Aufbau mehr an die innere Verwaltung als an die Bedürfnisse einer

schlagfertigen Verkehrsverwaltung angelehnte Neuordnung brachte, das Jahr 1895, das große Jahr der Eisenbahnverwaltungsgeschichte, mit seiner Neugestaltung der Preußischen Staatsbahnverwaltung im Grunde einen Abschluß herbeiführte, das Jahr 1924 die innere Umstellung unserer Denkweise auf den wirtschaftlichen Erfolg unserer Arbeit einleitete — wie in bautechnischer Hinsicht etwa die Arbeit Grüttefiens in den 90er Jahren einen gewissen Abschluß der Auffassungen über große Bahnhofsbauten der Vergangenheit und die Überleitung in eine von den betriebswirtschaftlichen Ausgaben ausgehende Lösung der Folgezeit, erst zögernd, dann stürmischer, bedeutet — wie sich die Triebkraft bis zum Anfang dieses Jahrhunderts fast ausschließlich in der Entwicklung der Dampflokomotive bewegte, um — ich vermute ausgehend von einer viel zu wenig bekannten, um nicht zu sagen unbekanntem, grundlegenden und in ihrem Gehalt noch keineswegs veralteten Denkschrift Gleichmanns — sich dann der elektrischen Lokomotive und dem elektrischen Triebwagen zuzuwenden, so stehen wir heute an der Pforte zu einem neuen Zeitabschnitt. Er soll dem Triebwagen mit eigener Kraft auf der Schiene und der organisatorischen Eingliederung des Autos in den Reichsbahnbetrieb gehören. Wir wissen, wir stehen in einer Zeit tastenden Versuchs. Sie ist für unsere Generation, die in einer Zeit wohlgeordneter Verhältnisse im staatlichen und wirtschaftlichen Leben groß geworden ist, so wohl geordnet, daß man glaubte, ihr auf allen Lebensgebieten die geheimnisvollen Gesetze des Werdens ablauschen zu können, von dem Gefühl manchen Zweifels begleitet. Diese Schwierigkeiten aufzudecken und die Marschrichtung für die Zukunft zu suchen auf einem Teilgebiet unserer Arbeit, war der Zweck dieser Ausführungen.

Erdrückend ist die Masse der täglichen Kleinarbeit für den Leiter einer Verwaltung, in einer Zeit, die betont das einzelne Menschenschicksal in den Mittelpunkt der Dinge gestellt wissen will und ihm die Aufgabe stellt, den arbeitenden Menschen willig und überzeugend dienend in die Verwaltung und das Volk einzugliedern. Daß im grauen Alltag mit mancher unausbleiblichen Enttäuschung richtungsweisend die großen Fragen der Zukunft unserer Reichsbahn über uns stehen, verleiht der Tagesarbeit Halt und Freude. Sie kann aus dem praktischen Gefühl allein nicht geleistet werden. Sie bedarf der Hilfeleistung akademischer Gedankenarbeit. Große Fragen des Verkehrs aus dem akademischen Gedanken aufzunehmen, sei es in der Form geläuterter Zusammenfassung, tiefgestaltender Bücher, sei es in dem Versuch, Tagesfragen drängender Art an einem Wendepunkt vorläufig abschließend zu behandeln, bedeutet für den Verwaltungs-

beamten und Ingenieur Erholung, Sammlung, einen Ruhepunkt in dem hastenden Vorwärtsdrängen. Ob man sich an Wiedenfolds scharfsinnigen Ausführungen den Ausblick in die Zukunft der Tarife bilden will, ob man Blums straff zusammengefaßte neueste Darstellung über die Personen- und Güterbahnhöfe zum Leitstern für die Beurteilung großer Entwürfe in sich aufnimmt, ob man der Synthese der großen Verkehrszweifel in dem neuesten Pirathschen Buch nachspürt, ob man an einer Tagesarbeit Napp-Zinns einen Augenblick einen Halt in der brodelnden Gegenwart zu gewinnen sucht, immer bedeutet eine solche akademische Pause einen inneren Gewinn. Denn stets zeigen diese Arbeiten dem Verwaltungsmann die Dinge aus der wohltuenden akademischen Perspektive, sie gehen vom Großen, vom Überblick aus und weisen die Richtung in die Einzelheit. Diese Art der Betrachtung sollte von uns mit Willen nicht eingeschlagen werden. Unsere Arbeit geht von dem Tagesbedürfnis aus, das wir dem Menschen, dem Handel, der Industrie ablauschen wollen, wir suchen nach Einzellösungen und liefern die Steine zum Zusammenbauen.

Wer sich in stundenlanger Fahrt über die Braunkohlenfelder des Niederrheins mit ihren Häfen und elektrische Zentralen mit einem unserer Industrieführer verliert, wird gewiß nicht auf Verständnislosigkeit bei der Erwähnung der großen Wirtschaftsfragen stoßen, die die Neuordnung des Reiches stellt, aber mit unerbittlicher Zwangsläufigkeit münden sie in die Alltagsfrage des wirtschaftlichen Schaffens aus: Wird die Tonne Kohlen nach dem nächsten Umschlagplatz 5 *Rpf* billiger oder teurer befördert werden, wird man die Kilowattstunde  $\frac{1}{4}$  *Rpf* billiger oder teurer erzeugen können, gelingt es, neuen Absatz im Auslande zu werben? Unmerklich setzen sich diese Gedanken bei dem Verkehrsmanne um in Betriebskosten, in Zugförderungskosten, in Wettbewerbstarife und kreuzen sich mit den uns alle bewegenden Gedanken über die Schaffung eines zufriedenen und auskömmlichen Daseins des deutschen Volksgenossen. Daher sollten auch diese Ausführungen, ausgehend von der Tagesarbeit, aufgebaut werden aus diesem praktischen Gedanken heraus, da Praktiker und akademischer Lehrer bis zu einem gewissen Grad aus verschiedenen Welten sprechen und sprechen müssen, und der Verwaltungsbeamte aus seiner Alltagsarbeit heraus dem Leser mehr wird bieten können, als wenn er sich in einer Gedankenwelt versuchen würde, die eine Domäne der akademischen Lehrwelt ist und bleiben soll, aus dem Grundgedanken heraus, aus dem der praktische und der akademische Beruf sich auf das vollendetste ergänzen können: „Praktische Erkenntnis für die akademische Synthese“.

### Ausziehvorrichtungen im Oberbau eiserner Brücken bei den Sowjets.

Nach russischen Brückenvorschriften vom 24. September 1930 müssen alle Eisenbrücken von mehr als 60 m Tragweite Ausziehvorrichtungen in Zungenform über den beweglichen Auflagern haben. Fugen zwischen den Schienen sollen dann nicht bestehen. Man kann schweißen oder entsprechende Einlagen anbringen. Die neueren technischen Bedingungen für die Planung von Hauptbahnen vom Jahr 1932 schreiben Ausziehvorrichtungen nur für Brücken von über 100 m Tragweite vor. Es bestehen sonach zur Zeit zwei gültige, aber nicht miteinander sich deckende Vorschriften. Die Aufgabe dieser Ausziehvorrichtungen ist es, die Schienen von den Längskräften frei zu machen, die bei fester Schienenverbindung über dem beweglichen Auflager infolge der Einwirkung der Temperatur und der bewegten Last auftreten. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß die Schienen einen bedeutenden Überfluß an Zugfestigkeit und Längsbiegung besitzen und man kann mit den Tragweiten ruhig

bis 100 m gehen um so mehr, als es bei den Sowjetbahnen schon jetzt zahlreiche Brücken zwischen 60 und 100 m Tragweite gibt, die keinerlei Ausziehvorrichtungen besitzen. Damit soll übrigens nicht gesagt sein, daß bei den Sowjets nicht auch weitere Brückenöffnungen ohne Ausziehvorrichtung vorkommen. Anstände haben sich dabei bisher nicht ergeben. Das Sowjeteisenbahnwesen ist von einem Zustand abgeschlossener Entwicklung und Ordnung noch viel zu weit entfernt, als daß nicht auch auf dem Gebiete der Anwendung und Unterhaltung dieser Ausziehvorrichtungen Ungleichmäßigkeiten festzustellen wären. Da die bisherige Form der Ausziehvorrichtungen verschiedene Nachteile zeigte, wurde eine neue Form eines Universal-Temperatur-Ausgleiches ausgearbeitet, die zwei Zungen enthält und sich durch besondere Einfachheit auszeichnen soll.

Dr. Saller.



# Stand und Entwicklung der Verfahren zur Erforschung der Wirkungen bewegter Verkehrslasten auf Eisenbahnbrücken.

Von Reichsbahnrat Dipl.-Ing. W. Rosteck, Berlin.

## Inhalt:

- Einleitung — Statik und Dynamik im Brückenbau.
1. Die Stoßzahl „ $\varphi$ “.
  2. Eigenschwingung und Resonanz. — Periodische Kräfte, Einschwingvorgang, Beharrungszustand, Resonanz, Ausklingvorgang in Theorie (Schwingende Saite, schwingender Stab) und in Anwendung auf schwingende Brückengebilde.
  3. Arten von Eigenschwingungen. — Grund- und Oberwellen.
  4. Schwingungsebenen. — Hauptsächlichste Schwingungsebene bei Brücken gleich Ebene des Haupttragwerkes.
  5. Die verschiedenen Erregerkräfte von Brückenschwingungen. — „Triebtraddereffekt“. — „Timoshenko-Effekt“. — „Zimmermann-Effekt“. — „Stoßeffect“ durch Schienenlücken und unrunde Räder.
  6. Art der Messungen. — Durchbiegungen. — Optischer Durchbiegungsschreiber (Zeiss-Kulka-Gerät). — Dehnungen (Mechanische und elektrische Dehnungsmesser).
  7. Eigenschaften elektrischer Meßgeräte. — Empfindlichkeit. — Amplitudenabhängigkeit. — Frequenzabhängigkeit. — Hysterese-Erscheinungen. — Temperatureinflüsse.
  8. Prüfung und Eichung der dynamischen Meßgeräte. — Elektromagnetischer Schütteltisch. — Mechanischer Schütteltisch. — Optische Eichbank.
  9. Der Kohledehnungsmesser. — Kohlemikrophon. — Zweisäulengerät. — Einsäulengerät.
  10. Prüfung des Kohledehnungsmessers.
  11. Der elektromagnetische Dehnungsmesser. — Wirkungsweise. — Zweimagnetgerät. — Einmagnetgerät.
  12. Prüfung des elektromagnetischen Dehnungsmessers.
  13. Kondensator-Meßgerät.
  14. Ziel der weiteren dynamischen Untersuchungen an Brücken.
  15. Vorschlag für die Erforschung der dynamischen Wirkungen der Verkehrslast auf Eisenbahnbrücken durch Großzahlversuche.

Ausgangspunkt und Ziel aller dynamischen Messungen an Brücken bildet die immer dringender werdende Notwendigkeit, durch Versuche mit wissenschaftlicher Fragestellung in die dynamischen Zusammenhänge und Einflüsse einzudringen, die der Statiker mehr oder weniger bewußt mit dem Begriff der Stoßzahl „ $\varphi$ “ zu verbinden gewohnt ist. Nach den vielfachen Bemühungen, die in dieser Richtung gerade in den letzten Jahren angestellt worden sind, müßte es besonders nach Ansicht der Kreise, die sich mit den Problemen der Brückendynamik nicht ständig und unmittelbar zu beschäftigen haben, nunmehr an der Zeit sein, zumindest im großen Rahmen praktisch greifbare Erkenntnisse vorzuweisen. Für den Brückendynamiker bedeutet es dagegen schon viel, wenn es ihm gelingt, als äußeres Ergebnis dieser Bemühungen die Grundlage gefunden zu haben, auf der es möglich sein wird, planmäßige Versuche aufzubauen. Vielleicht kann es so — wenn auch nur schrittweise — gelingen, in die verwirrende Fülle dynamischer Einzelvorgänge einzudringen. Die Schwierigkeit liegt vor allem darin, daß die einzelnen Einflüsse sich überlagern und gegenseitig beeinflussen können. Umgekehrt bedarf es aber auch keiner besonderen Betonung, daß diese im Laufe der Zeit erkannten Teilgebiete ein weitgehendes Studium erfordert haben und noch künftig nötig machen werden. Auch bestehen bei den in der Hauptsache nur statisch zu denken gewohnten Brückeningenieurern über die Begriffe, mit denen bei der Lösung dieser Fragen gearbeitet werden muß, z. T. noch Meinungsverschiedenheiten. Die weiteren Ausführungen sollen daher, ohne allzusehr in theoretische Erörterungen einzutreten, den Weg andeuten, der vielleicht und hoffentlich beide Teile — Statiker und Dynamiker — zu einer gemeinsamen Entwicklungs- und Aufbauarbeit erfolgreich zusammenführt.

## 1. Die Stoßzahl „ $\varphi$ “.

Über die Entstehung der Stoßzahlen „ $\varphi$ “, wie sie in Taf. 3 der „Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken der Deutschen Reichsbahn (BE. 1934)“ (Abb. 1) zusammengefaßt sind, ist dort nichts ausgesagt. Es gehört auch nicht in den Rahmen einer Vorschrift, die ganz andere Zwecke verfolgt, auf die vielseitigen, im Fachschrifttum weit verstreuten Vorgänge, z. B. Melan 1893, zurückzugreifen, die bei der Entwicklung von Stoßzahlen von Bedeutung gewesen sind. Es ist heute noch ungemein schwierig, die einzelnen Einflüsse mit den Hilfsmitteln der Mathematik allein getrennt zu erfassen. Man könnte nun daran denken, diese Fragen in einer Erläuterung zur Berechnungsvorschrift ausführlicher zu behandeln; das hätte allerdings zur Voraussetzung, daß unsere Rechnungsmittel ausreichen, um die wirklichen dynamischen Vorgänge in und am Bauwerk mit

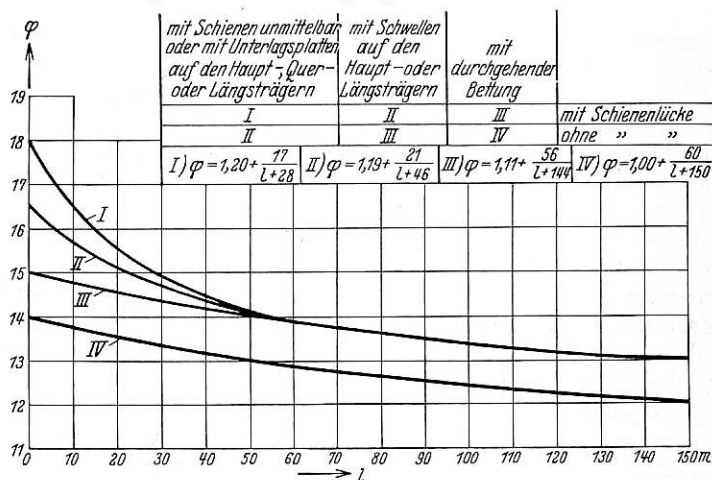


Abb. 1.

Stoßzahl  $\varphi$  bei Eisenbahnbrücken der Deutschen Reichsbahn.

ausreichender Genauigkeit zu erfassen. Nach Prof. Kulka und Reichsbahnoberrat Dr. Krabbe, Essen, besteht z. B. nur wenig Aussicht, die dynamische Beanspruchung selbst eines einfachen Trägers für eine darüber rollende Einzellast rein theoretisch, d. h. ohne Zuhilfenahme von Messungen, nur einigermaßen zutreffend zu ermitteln; dazu liegen eben die Verhältnisse, rein mathematisch gesehen, selbst in den einfachsten Fällen viel zu verwickelt. Mittelbar geht daraus hervor, daß die Wertangaben der Taf. 3 der BE. für die Stoßzahl  $\varphi$  nur mehr als Erfahrungswerte anzusprechen sind, die in der Hauptsache auf Beobachtungen und daran angeknüpften kritischen Betrachtungen fußen.

Was läßt sich nun aus den Werten rein praktisch herauslesen? Zunächst einmal ganz eindeutig eine größenmäßige Abnahme der Stoßzahlen  $\varphi$  mit wachsender Stützweite  $l$ . Während den kleinsten Stützweiten ( $\leq 0,5$  m) z. B. für den ungünstigsten Fall der Spalte I eine Stoßzahl  $\varphi = 1,8$  zugeordnet ist, beträgt für eine Stützweite von z. B. 60 m dieser Wert nur noch  $\varphi = 1,39$  und für eine Stützweite von 150 m nur noch  $\varphi = 1,30$ ; diesen Wert behält  $\varphi$  auch noch für größere Stützweiten bei. Die zwischen  $l = 0$  und  $l = 150$  m liegenden Werte verlaufen gesetzmäßig nach der im Kopf der Taf. 3, Spalte I, angegebenen Beziehung:

$$1) \dots \dots \varphi = 1,20 + \frac{17}{l+28} \text{ (Reichsbahn),}$$

die der von Melan 1893 aufgestellten allgemeinen Grundformel

$$2) \dots \dots \varphi = 1,12 + \frac{8}{l_1 + 10} \text{ (Melan)}$$

nachgebildet ist. Unter  $l_1$  versteht dabei Melan die maßgebende Belastungslänge für das betreffende Bauglied, die sich aus der statischen Einflußfläche ergibt. Die Reichsbahn rechnet dagegen z. B. für alle Glieder der Hauptträger mit einer gleichen Belastungslänge, nämlich gleich der Stützweite des Hauptträgers selbst. Die von Melan erstmals abgeleitete Formel kann aber rechnerisch nur als eine rohe Annäherung an die tatsächlichen dynamischen Einwirkungen gewertet werden. Der Größenordnung nach lassen sich die einzelnen Einflüsse z. Z. theoretisch noch nicht erfassen; eindeutige Messungen hingegen können noch nicht vorliegen, weil die Meßmittel vorläufig noch unzulänglich sind. Für den, der mit dynamischen Vorgängen nicht vertraut ist, bedeutet also die Reichsbahnformel zunächst nur, daß die Stoßzahl  $\varphi$  — gleiche Schienenlagerung und Stoßausbildung vorausgesetzt — von der Stützweite abhängt. Die Stoßzahl fällt mit steigender Stützweite. Die verschiedenen Brückenformen und Arten der Verkehrslasten bleiben jedoch unberücksichtigt.

Versuche der Schweiz sowie der Deutschen Reichsbahn, die einen ungünstigen Einfluß der Schienenstoßlücken erkennen ließen, veranlaßten nach einer Mitteilung in Heft 2 der „Bau-technik“ von 1925 die Deutsche Reichsbahn, die Tafel für die Stoßzahlen bei stählernen Eisenbahnbrücken auf solche mit und ohne geschweißte Schienenstöße auszudehnen. Im gleichen Zusammenhange wird in dieser Mitteilung folgendes zu der Frage der Stoßzahlen ausgeführt: „Mit voller Absicht sind — da es sich in der Regel um Vollwandträger handelt, bei denen die berechneten hohen Spannungen nur in der äußersten Faser auftreten — bei kleinen Stützweiten die verhältnismäßig niedrigen Stoßzahlen der ersten Auflage der BE. von 1922 beibehalten worden; bei großen Brücken soll an eine Änderung der verhältnismäßig großen Stoßzahlen erst herangegangen werden, wenn die eingeleiteten weiteren Versuche der Deutschen Reichsbahn zu einem greifbaren Ergebnis geführt haben.“ Auch für den mit diesem Stoff Vertrauten kann zunächst nur gefühlsmäßig aus diesen Ausführungen erkannt werden, daß in den im Kopf der Taf. 3 angegebenen

Formeln:  $\varphi = a + \frac{b}{1+c}$  nicht nur die Einflüsse einmaliger, sondern auch periodisch sich wiederholender Vorgänge enthalten sind. Dagegen scheinen die Erklärungen zu den einzelnen Spalten der Taf. 3 darauf hinzudeuten, daß nicht den periodisch wirkenden dynamischen Erregerkräften, sondern den örtlichen Einzeleinflüssen (Schienenlücken) die Hauptbedeutung zugemessen wird.

## 2. Eigenschwingung und Resonanz.

Wie sieht nun der Dynamiker diese Aufgabe? Dazu sagt Dr. phil. Späth, der Erfinder des „Schwingers“, mit dem nach Größe und Frequenz regelbare periodische Erregerkräfte, erzeugt werden können: „Der praktische Ingenieur fängt bei der Untersuchung eines dynamischen Vorganges dort an, wo er die maßgeblichen Einflüsse erwartet, unter bewußter Zurückstellung weniger wichtiger Erscheinungen. Es kann dabei keinem Zweifel unterliegen, daß die wichtigste Frage der Brückendynamik diejenige der Resonanzfähigkeit der ganzen Brücke oder auch deren Einzelteile sei.“ Späths Ausführungen gipfeln in dem Satz: „Wenn es die Erscheinung der Resonanz bei Brücken nicht gäbe, wäre die Frage des Stoßkoeffizienten schon längst gelöst.“ Reichsbahnoberrat Homann-München, führt im gleichen Zusammenhange in dem Buch „Mechanische Schwingungen der Brücken“\*) aus: „Bei der Erscheinung der Resonanz müssen wir einen

\*) Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft m. b. H. bei der Deutschen Reichsbahn, Berlin 1933.

Augenblick stehen bleiben, weil sie in erster Linie es ist, die dem Brückenbauer Veranlassung gibt, sich mit Schwingungen zu beschäftigen. Der Fall der Resonanz ist deshalb von so großer Bedeutung, weil mit den Schwingungsausschlägen die Beanspruchungen der Baustoffe wachsen.“ Zwischen den Vorschriften mit ihrer Betonung des Einflusses der Schienenlücken und den Anschauungen des Dynamikers über die Bedeutung der Resonanz besteht also ein Widerspruch. Es ist daher notwendig, zunächst auf die wichtigsten dynamischen Erscheinungen einzugehen, die die über die Brücke wandernden Lasten hervorrufen; dabei ist es zweckmäßig, von den einfachsten Schwingungsvorgängen auszugehen.

Eine besondere Bedeutung kommt hierbei der Eigenschwingung des Schwingungsgebildes zu. Erfahrungsgemäß ist die Eigenschwingungszahl eines Stabes um so größer, je kürzer er ist; umgekehrt muß also auch die Eigenschwingungszahl eines Stabes — gleiche Verhältnisse vorausgesetzt — um so kleiner sein, je länger er ist. Die Erfahrung lehrt weiter, daß ein Stab, der einmal angestoßen und dann sich selbst überlassen wird, um so schneller zur Ruhe kommt, je kürzer er ist. Ein kurzer Stab hat also eine kürzere „Ausklingzeit“ als ein langer, sonst gleicher Stab. Der Grund hierfür liegt darin, daß kurze Stäbe eine größere innere Dämpfung besitzen als lange. Erregt man einen Stab mit einer periodisch an- und abschwellenden Kraft, deren Größtwert konstant ist, so wird sich der dieser Kraft entsprechende Ausschlag nicht sofort in voller Endgröße einstellen, sondern es wird dazu eine bestimmte „Einschwingzeit“ erforderlich sein. Die Dauer dieser Einschwingzeit hängt ähnlich wie bei dem oben besprochenen Fall des Ausklings einer Stabschwingung von der inneren Dämpfung ab. Der Zustand, in dem der volle Ausschlag erreicht wird, heißt der „Beharrungszustand“ der Schwingungen.

Nunmehr betrachtet man den Fall, in dem die Frequenz der erregenden periodischen Kraft, d. h. die Erregerfrequenz, mit der Eigenfrequenz des erregten Stabes übereinstimmt und in dem ferner die periodische Kraft genügend lang auf den Stab einwirkt. Jetzt tritt, nachdem der oben beschriebene Übergangsvorgang, die Einschwingzeit, überstanden ist, ein Beharrungszustand besonderer Art ein, nämlich der bekannte Fall der „Resonanz“. Er ist äußerlich erkennbar an dem damit verbundenen Größtausschlag der Schwingungen. Die Größe dieses Ausschlages ist immer bedingt sowohl durch die Größe der erregenden periodischen Kraft als auch durch den Grad der inneren Dämpfung des erregten Stabes.

Das, was hier für einen einzelnen Stab gesagt worden ist, kann zunächst erst einmal ganz allgemein auf ein ganzes Tragwerk, das aus einzelnen Stäben zusammengefügt ist, übertragen werden.

Demzufolge würden also auch Brückentragwerke mit großer Stützweite im Resonanzfall einen entsprechend größeren Schwingungs-Endausschlag haben, weil sie schwächer als solche mit kleinen Stützweiten gedämpft sind. Bei den heutigen Fahrgeschwindigkeiten unserer Betriebsmittel würden also lange Brücken, bei denen eine ausreichende Einwirkzeit periodischer Kräfte zur Verfügung steht, theoretisch der Resonanzgefahr mehr ausgesetzt sein als kurze Brücken.

Praktisch allerdings ist die Resonanzgefahr bei langen Brücken nicht so groß, wie es nach dem vorhergehenden der Fall zu sein scheint; denn die Einschwingzeit ist bei langen Brücken wegen ihrer kleinen Dämpfung so groß, daß der Beharrungszustand nicht erreicht wird. Ferner sind Resonanzschwingungen gegenüber jeglicher Änderung der Erregerfrequenz sehr empfindlich; eine solche Änderung stört den Schwingungs- und damit den Aufschaukelungsvorgang. Mit solchen Störungen ist aber um so mehr zu rechnen, je länger

die Brücke ist; schon der meist unregelmäßige Abstand der Achsen eines Zuges ist z. B. eine solche Störungsquelle. Die Wahrscheinlichkeit, daß es überhaupt zur Resonanz kommen kann, wird daher nur sehr klein sein; infolgedessen vermindert sich auch die Resonanzgefahr.

### 3. Arten von Eigenschwingungen, Grund- und Oberwellen.

Weiterhin müssen die einleitenden Ausführungen über die Eigenschwingung von Schwingungsgebilden und über die Frequenzen der erregenden periodischen Kräfte noch grundsätzlich wie folgt erweitert werden:

a) Bisher war nämlich, um die Erklärung zu vereinfachen, immer nur von einer einzigen Eigenschwingung eines bestimmten Stabes oder eines bestimmten Schwingungsgebildes die Rede. Nun ist aber aus der Theorie der schwingenden Saite oder des schwingenden Stabes bekannt, daß ein jedes Schwingungsgebilde in mehreren Schwingungsformen mit verschieden hohen Eigenfrequenzen schwingen kann. Die Schwingungen mit der niedrigsten Frequenz heißen die Grundschwingungen, die mit höheren Frequenzen Oberschwingungen.

Wichtig ist hierbei, daß die weitaus größten Schwingungsausschläge in der Regel den Schwingungen mit den langsamsten Frequenzen zu eigen sind, also den Grundschwingungen.

Unsere Brücken sind nun aber Schwingungsgebilde, die einmal als Ganzes zu betrachten sind, zum anderen aber auch

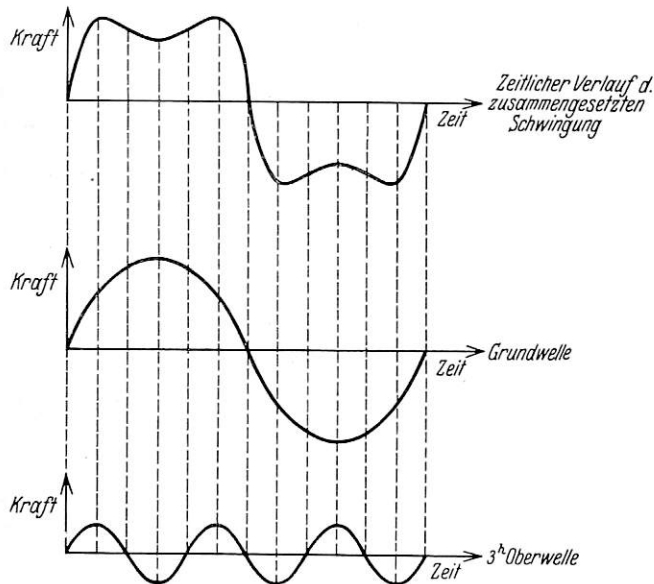


Abb. 2. Überlagerung periodischer Kräfte.

als eine Zusammensetzung von einer Gruppe von Einzelstäben. Die Tragwerke als Ganzes betrachtet, so lehrt die Erfahrung, haben nur eine Grundschwingung niedriger Frequenz, während ihre Einzelteile als schwingende Stäbe mit Grundschwingungen von höherer Frequenz anzusehen sind.

Selbstverständlich können sowohl das Tragwerk als Ganzes als auch seine einzelnen Teile in den ihnen eigentümlichen Oberschwingungen schwingen. Ferner kann das Tragwerk als Ganzes in einer Oberschwingung schwingen, während die einzelnen Teile in ihren Grundschwingungen schwingen. Da nun aber die Grundschwingung der einzelnen Stäbe in der Regel größer ist als die Grundschwingung des ganzen Tragwerks, so ist es möglich, daß die Grundschwingung eines einzelnen Stabes die gleiche Frequenz hat wie eine Oberschwingung des Gesamttragwerks.

Es ist also festzuhalten, daß die Eigenschwingung sowohl des Tragwerks als auch seiner einzelnen Stäbe Frequenzen verschiedener Höhe und die Oberschwingungen in der Regel kleinere Ausschläge als die Grundschwingungen haben.

b) Nun muß auch noch etwas über die erregenden periodischen Kräfte gesagt werden.

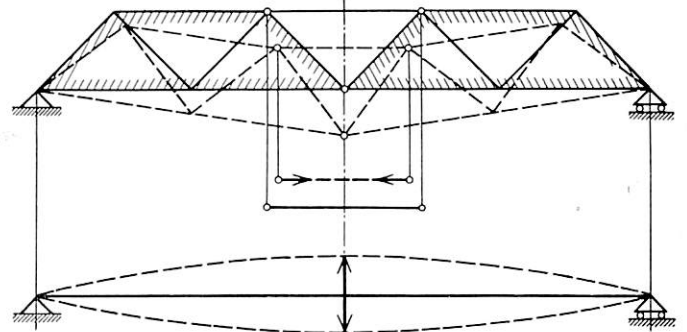
Eingangs war angenommen worden, daß die Kraft zeitlich einen einfachen sinusförmigen Verlauf hat. In der Regel sind, zeitlich betrachtet, dieser einfachen harmonischen Funktion noch andere harmonische Funktionen höherer Ordnung überlagert, so daß der zeitliche Kraftverlauf sich nach Abb. 2 ergibt.

Hiernach wird man sich also eine periodische Kraft hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufs aus periodischen Einzelkräften verschiedener Frequenzen zusammengesetzt vorstellen müssen.

Läßt man eine derartige zusammengesetzte periodische Kraft auf ein zusammengesetztes Schwingungsgebilde einwirken, das als Ganzes und in seinen Einzelteilen Eigenschwingungen verschieden hoher Frequenzen hat, so werden diejenigen Eigenfrequenzen entweder des ganzen Bauwerks oder nur der Teile erregt, die in der Nähe der entsprechenden Erregerfrequenzen der Kraft liegen. Z. B. wird bei niedrigen Erregerfrequenzen hauptsächlich nur das Gesamtbauwerk in Nähe der Resonanz kommen, die Einzelstäbe hingegen werden mehr oder weniger in Ruhe bleiben. Bei hohen Erregerfrequenzen aber wird das Gesamttragwerk vielleicht in Ruhe bleiben und die Einzelteile werden in ihren (hohen) Grundschwingungen erregt. Werden also die Geschwindigkeiten unserer Verkehrsmittel wesentlich geändert, so werden sich auch die auftretenden Schwingungsformen entsprechend ändern.

### 4. Schwingungsebene.

Die bisherigen allgemeinen Betrachtungen waren notwendig, um die Abhängigkeiten zwischen den Erreger- und den Eigenfrequenzen im ganzen Schwingungsgebilde und in seinen Einzelteilen zu veranschaulichen. Stillschweigend war dabei



Die beiden schraffierten Scheiben sind als starr angenommen.  
Abb. 3. Längsschwingungen eines Einzelstabes infolge von Querschwingungen des Gesamttragwerks.

allerdings, wenn man diese Anschauungen auf eine Brücke überträgt, nur an die Schwingungen in lotrechter Ebene gedacht, d. h. sowohl die erregenden Kräfte als auch die erregten Schwingungen treten nur in dieser lotrechten Ebene des Tragwerks auf. Diese Annahme soll auch weiterhin gelten, d. h. es sollen nur sogenannte Querschwingungen = Transversalschwingungen in der Ebene des Tragwerks behandelt werden.

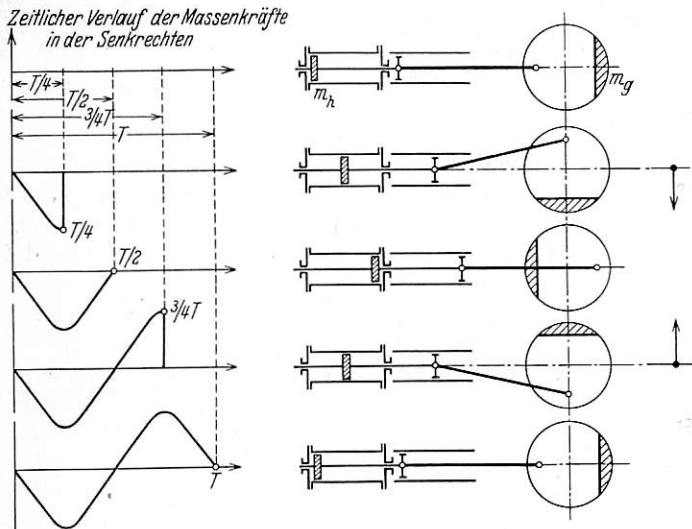
Nimmt man nun eine bestimmte Erregerfrequenz an, die das Gesamtbauwerk stark, die Einzelteile aber nur schwach erregt, so treten in diesen Einzelstäben zwar keine transversalen Stabschwingungen, sondern Schwingungsbeanspruchungen in ihren Längsrichtungen auf, die von den Schwingungen, d. h. den Formänderungen des Gesamttragwerks herrühren. Denn diese Schwingungen des Gesamttragwerks (Durchbiegungen) können ja nur zustande kommen, wenn das ganze Schwingungsgebilde seine Form ändert (Abb. 3). Zu jeder Formänderung gehören Verschiebungen der gegen-

seitigen Lage der Knotenpunkte. Knotenpunktverschiebungen sind aber gleichbedeutend mit Längenänderungen, d. h. mit Längsspannungen in den sie verbindenden Stäben.

Neben den Schwingungen der Brücken in lotrechter Richtung gibt es selbstverständlich noch eine Reihe anderer wichtiger Freiheitsgrade, wie z. B. in horizontaler Richtung oder in Richtung der Längsachse der Brücke. Außerdem kann die Brücke auch noch Drehungen um ihre Längsachse ausführen. Auf diese Schwingungsformen der Brücke ebenfalls noch näher einzugehen, würde im Rahmen dieses Aufsatzes viel zu weit führen und außerdem die Klarheit des Gedankenganges nur beeinträchtigen. Es werden daher bewußt nur die Formen der lotrechten Schwingungen der Brücke behandelt, weil sie die geläufigsten und wichtigsten Erscheinungen dieser Art sind. Damit sind die hauptsächlichsten Schwingungserscheinungen unserer Brückentragwerke erläutert.

5. Die verschiedenen Erregerkräfte von Brückenschwingungen.

Es muß nunmehr auf die Ursache dieser Erscheinungen, d. h. in Sonderheit noch auf die Entstehung der verschiedenen Erregerkräfte bei der Überfahrt eines Zuges über die Brücke eingegangen werden:



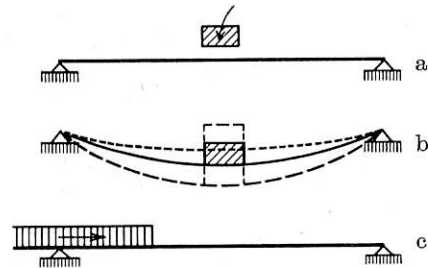
Die hin- und hergehenden Massen m<sub>h</sub> und die Schubstange sind durch eine entsprechende Gegengewichtsmasse m<sub>g</sub> am Triebrod ausgeglichen; hierdurch sollen die auf das Fahrzeug in der Waagerechten wirkenden Kräfte annähernd ausgeschaltet werden. An Stelle der waagerechten periodischen Massenkräfte treten jetzt aber lotrechte periodische Massenkräfte auf, die eine Brücke zu lotrechten Schwingungen anregen.

Abb. 4. „Triebrodereffekt“.

a) Eine periodische Kraft entsteht z. B. durch den sogenannten „Triebrodereffekt“ (Abb. 4). Die hin- und hergehenden Massen der Lokomotiv-Triebwerksteile verursachen eine waagerechte, periodische Beschleunigungskraft, die in der Regel durch Gegengewichte an den Triebrodern bis zu einem bestimmten Grade ausgeglichen wird. Die umlaufende Bewegung dieser Ausgleichsmassen hat aber ihrerseits eine Fliehkraft zur Folge, deren Größe bekanntlich verhältnismäßig dem Quadrat der Umdrehungszahl der Triebrodern ist. Der senkrechte Anteil dieser Kraft ist periodisch und regt die Brücke zu lotrechten Schwingungen an. Wichtig ist dabei allerdings, daß dieser Triebrodereffekt ortsveränderlich ist, da er nur bei fahrender Lokomotive entstehen kann. Wie schon früher erläutert, bedarf es einer gewissen Einschwingzeit bis zum Erreichen des Beharrungszustandes solcher periodischer Schwingungen. Daraus läßt sich aber gleichzeitig schon erkennen, daß dieser Beharrungszustand nur bei bestimmten

verhältnismäßig langen Brücken in Frage kommt, bei denen die Eigenfrequenzen in der Nähe der Frequenzen dieser erregenden Kräfte liegen, d. h. etwa zwischen 2 bis 6 Hz. Dies wären demnach Brücken mit Stützweiten zwischen etwa 40 und 100 m.

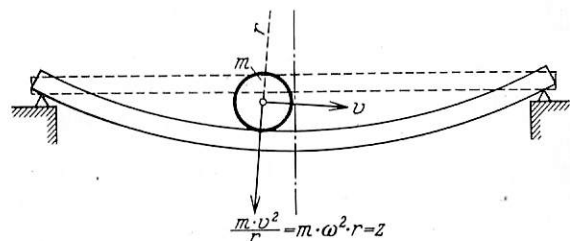
Um den reinen Fall der Resonanz zu erhalten, d. h. die Brücke zu Schwingungen im Beharrungszustand anzuregen, ist für Meßzwecke ein besonderer Schwinger (Bauart Späth-Losenhausen) hergestellt worden, der im Gegensatz zum bewegten Fahrzeug mit der Brücke fest verankert wird. Er liefert also im wesentlichen die Erregerart, die der Triebrodereffekt der Lokomotive entsprechen würde, wenn sie bei umlaufendem Triebwerk ortsfest wäre. Dieser Schwinger wird nun mit Vorteil zur Ermittlung der dynamischen Kennwerte der Brücke verwendet, d. h. in Sonderheit zur Bestimmung der Eigenfrequenz, der inneren Dämpfung, der schwingenden Masse usw.



a Die Brücke nimmt die Last auf. b Die Brücke hat die Last aufgenommen und schwingt eine gewisse Zeit um die neue statische Gleichgewichtslage. c Die Brücke gerät ähnlich wie nach a und b bei dem Eintreten der Last in Schwingungen. Unterschied gegen a und b: die Last ist hier ortsveränderlich.

Abb. 5. „Timoshenko-Effekt“.

b) Eine zweite Art der Erregung ist folgende: Beim Auffahren der Last auf eine Brücke biegt sich das Tragwerk durch und pendelt unter dem Einfluß dieser Last um eine neue statische Gleichgewichtslage, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß mit dem Fortschreiten der Last diese Gleichgewichtslage sich ständig ändert. Diese Wirkung, die je nach der Größe der Last und der Höhe der Fahrgeschwindigkeit die Brücke mehr oder minder stark zu Schwingungen anregt, ist unter dem Namen „Timoshenko-Effekt“ bekannt (Abb. 5).



Die Fahrbahn biegt sich unter dem Einfluß der Last mit der Masse m durch. Beim Befahren der krummen Bahn mit der Geschwindigkeit v entsteht eine zusätzliche Fliehkraft  $Z = m \cdot \omega^2 \cdot r$ .

Abb. 6. „Zimmermann-Effekt“.

c) Eine dritte Art der Erregung besteht darin, daß sich die Brücke unter der fahrenden Last durchbiegt; infolgedessen durchläuft der Schwerpunkt der Last in lotrechter Ebene eine gekrümmte Bahn. Dadurch tritt in der Biegeebene eine Fliehkraft

3) . . . . .  $Z = \frac{m \cdot v^2}{r}$

auf, deren lotrechter Anteil sich der statischen Last überlagert. Diese Wirkung heißt „Zimmermann-Effekt“ nach dem Geheimen Oberbaurat Dr. Zimmermann, der diesen Einfluß zuerst mathematisch dargestellt hat (Abb. 6).

Ebenso wie man den Triebradeneffekt allein durch einen ortsfesten Schwinger darstellen kann, ließe sich voraussichtlich der „Zimmermann-Effekt“ durch einen Einachswagen herbeiführen. Mit einem derartigen Einachswagen ermitteln z. B. die Schweizerischen Bundesbahnen statische Einflußlinien, namentlich bei verwickelten Systemen, die der Rechnung schwer zugänglich sind. Für die Untersuchung des „Zimmermann-Effektes“ wäre es allerdings notwendig, den Einachswagen mit einer Antriebsmaschine auszurüsten, die ihn zu hohen Fahrgeschwindigkeiten — etwa in der Größe unserer heutigen Betriebsmittel — befähigt. Um dabei Erschütterungen des Einachsers durch das Triebwerk möglichst zu vermeiden, würde es sich empfehlen, an Stelle einer Kolbenantriebsmaschine einen umlaufenden Motor, z. B. einen Elektromotor, zu verwenden.

Es muß aber berücksichtigt werden, daß man mit dem Einachser zunächst den „Zimmermann-Effekt“ nicht allein, sondern nur zusammen mit dem „Timoshenko-Effekt“ und der statischen Wirkung der Last erhält. Versuchstechnisch müßte man daher nach bekanntem Verfahren so viele Versuche machen, wie Unbekannte vorhanden sind (Überlagerungsgesetz).

d) Bei kurzen Brücken, deren Eigenschwingungszahl an sich erheblich höher liegt als die Schwingungszahl der erregenden Kraft, kommt, wie bekannt, eine Resonanzaufschaukelung nicht in Frage. Es ist dagegen zu vermuten, daß hier das

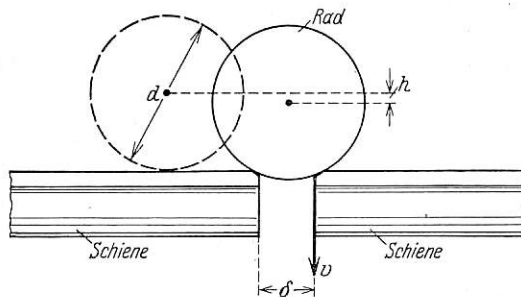


Abb. 7. Wirkung von Schienenlücken.

Verhältnis der Masse des Erregers zu der Brückenmasse von Bedeutung ist. Dieser Umstand ist namentlich bei einem Überfahren von Schienenlücken (Abb. 7) zu beachten. Hierbei fällt bekanntlich das Rad um einen bestimmten Betrag „h“, der gegeben ist durch die Entfernung der beiden Schienenenden  $\delta$  und den Raddurchmesser  $d$ . Der Radpunkt, der mit der nachfolgenden Schiene zuerst in Berührung kommt, besitzt beim Auftreffen eine bestimmte lotrechte Geschwindigkeit  $v$ , während das Schienenstück und das Bauwerk zunächst noch die Geschwindigkeit Null hat. Die Gesamtgeschwindigkeit von Rad und Schiene und damit bis zu einem bestimmten Grade auch die des Fahrzeugs und der Brücke haben unmittelbar nach dem Stoß eine neue Geschwindigkeit  $v'$ , die um so mehr in der Größenordnung von  $v$  liegen wird, um so größer die Radmasse oder die Masse des Fahrzeugs in Vergleich zu der Masse der Schiene oder der Brücke ist.

Ähnliche Erscheinungen und Wirkungen gehen auch von den Schlagwirkungen durch unrunde Räder aus.

Die beiden Erregerarten: Schlagwirkung beim Befahren von Schienenlücken und Schlagwirkung durch unrunde Räder haben folgendes gemein: Jede von ihnen stellt eine schnell entstehende und schnell wieder verschwindende Kraft dar, deren Größe erhebliche Werte annehmen kann. Hierdurch werden die Fahrbahnträger zu Eigenschwingungen angeregt, die in bestimmten, allerdings verhältnismäßig kurzen Zeiten abklingen. Die Schlagwirkungen infolge des Befahrens von Schienenlücken können sogar periodische Kräfte darstellen, wenn nämlich der Achsabstand der darüberrollenden Räder

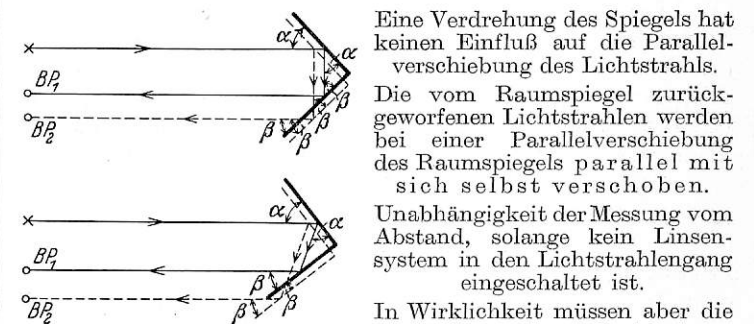
eines Zuges annähernd der gleiche ist. Die Schläge unrunder Räder sind natürlich auch periodisch. Bei den heute üblichen Geschwindigkeiten kann ihre Frequenz so liegen, daß die Hauptträger zur Resonanz erregt werden.

### 6. Art der Messungen.

Bei der Messung der bei der Überfahrt eines ganzen Zuges entstehenden Beanspruchungen kann man auf zweierlei Weise vorgehen.

a) Es kann die Durchbiegung, d. h. die elastische Linie eines Tragwerks in jedem Zeitpunkt durch geeignete Meßgeräte bestimmt werden. Von der elastischen Linie schließt man dann durch Rechnung auf die das Bauwerk belastenden Kräfte und von diesen auf die in den einzelnen Baugliedern wirkenden Spannungen zurück. Dieser Weg erscheint, wenn man nur die einzelnen Differential- oder Differenzgleichungen in Betracht zieht, von denen hierbei auszugehen ist, verhältnismäßig einfach. Die Auswertung dieser Gleichungen bietet aber sehr große Schwierigkeiten, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß ja verschiedene, die Rechnung vereinfachende Annahmen gemacht werden, die in Wirklichkeit nicht zutreffen, z. B. die Annahme gelenkiger Knotenpunkte sowie die Voraussetzung, daß alle Vorgänge sich nur in einer Ebene vollziehen.

Zur Bestimmung der elastischen Linie eines Tragwerks müssen bekanntlich die Durchbiegungen mehrerer Punkte



Eine Verdrehung des Spiegels hat keinen Einfluß auf die Parallelverschiebung des Lichtstrahls.

Die vom Raumspiegel zurückgeworfenen Lichtstrahlen werden bei einer Parallelverschiebung des Raumspiegels parallel mit sich selbst verschoben.

Unabhängigkeit der Messung vom Abstand, solange kein Linsensystem in den Lichtstrahlengang eingeschaltet ist.

In Wirklichkeit müssen aber die unter Umständen sehr kleinen Bewegungen vergrößert werden, so daß ein Linsensystem eingeschaltet werden muß. Dadurch wird man aber in der Größe und Schärfe der Abbildungen doch von der Entfernung zwischen Gerät und Raumspiegel abhängig.

Abb. 8. Wirkung des Raumspiegels beim Durchbiegungsschreiber nach Zeiss-Kulka.

gegeben sein. Es muß also, da es sich ja beim bewegten Fahrzeug um zeitlich veränderliche Vorgänge handelt, der Verlauf der Schwingungen an verschiedenen Stellen des Tragwerks aufgenommen werden.

Zur Sichtbarmachung und Aufzeichnung derartiger Vorgänge ist auf Vorschlag des verstorbenen Professors Kulka durch die Firma Zeiss ein optischer Durchbiegungsschreiber entwickelt worden. Dieses Gerät beruht auf folgender Grundlage: An verschiedenen Punkten des Tragwerks werden Spiegel befestigt, und durch ein Gerät wird die Bewegung dieser Spiegel aus größerer Entfernung photographisch aufgenommen, wobei sich der Film des Aufnahmeapparats mit einer bekannten Geschwindigkeit bewegt. Es ist so möglich, die Bewegung jedes Spiegels in jedem Augenblick zu bestimmen (Abhängigkeit der Bewegung von der Zeit). Für die Ausführung dieses Gedankens sind zwei Möglichkeiten vorgesehen:

a) Es werden sogenannte Tripelprismen verwendet. Diese Spiegel haben die Eigenschaft, ein auf sie auftreffendes Lichtbündel in der gleichen Richtung zurückzuwerfen und zwar unabhängig von der Winkelstellung des Spiegels zur Richtung des einfallenden Lichtstrahls (Abb. 8). Praktisch ist jedem Tripelprisma noch eine Linse vorgeschaltet, durch die der von einer Lichtquelle  $L$  ausgehende und von dem

Tripelprisma zurückgeworfene Lichtkegel parallel gerichtet wird. Das zurückgeworfene parallele Strahlenbündel trifft auf die Bildfläche der Aufnahmekammer. Einer Parallelverschiebung des Raumpiegels um  $\nu$  entspricht dann eine Verschiebung des Bildpunktes in der Kammer um  $\nu'$ . Die Größe der Verschiebung ist abhängig von der Entfernung  $E$  des Raumpiegels von der Kammer. Die Entfernung  $E$  muß also bei der Auswertung berücksichtigt werden (vergl. die im Heft 11 folgende Abb. 12).

$\beta$ ) An Stelle von Tripelprismen können auch Planspiegel verwendet werden. Vor jedem Planspiegel befindet sich eine Linse zur Gleichrichtung des vom Spiegel zurückgeworfenen Lichtstrahlenbündels. Das zur Kammer zurückkehrende, parallel gerichtete Lichtbündel trifft auf den Linsensatz der Aufnahmekammer und wird dort auf dem Film abgebildet. Einer Drehung des Planspiegels um den Betrag  $\varphi$  entspricht eine Verschiebung  $\nu'$  des Bildpunktes in der Aufnahmekammer;  $\nu'$  ist bei Verwendung von Planspiegeln unabhängig von der Entfernung. Eine Anpassung an die Entfernung ist hier also nicht notwendig (vergl. Abb. 13 im folgenden Heft).

Es ergibt sich demnach, daß durch Raumpiegel eine Parallelverschiebung von Brückenpunkten, durch Planspiegel dagegen eine Verdrehung der Tangenten an die entsprechenden Punkte der elastischen Linie gemessen werden kann.

Eine große Erschwernis besteht neben gewissen optischen Schwierigkeiten noch in der unangenehmen Beigabe, daß bei der Auswertung der Filmstreifen die Relativbewegung der Kammer und die Abbildung des Festpunktes von den eigentlichen Schwingungen abgezogen werden muß. Erst hierdurch erhält man die tatsächliche Bewegung der Meßpunkte.

b) Es liegt deshalb die Frage nahe, ob man nicht auf anderem Wege zu einwandfreien und gut auswertbaren Meßergebnissen kommen kann. Ein Mittel dazu besteht in der Entwicklung von Dehnungsmeßgeräten, aus denen man nach dem Hooke'schen Gesetz auf Spannungen schließt. Die Reichsbahn hat sich in erster Linie für diese Untersuchungsweise entschieden. Die Entwicklung geeigneter Dehnungsmeßgeräte wurde durch das Preisausschreiben der Deutschen Reichsbahn vom Jahre 1924 angeregt. Der Wettbewerb brachte aber seinerzeit keine einwandfreie Lösung dieser schwierigen Aufgabe. Die damals vorhandenen mechanischen Dehnungsmesser erwiesen sich bei näherer Untersuchung als zu träge, um raschen Schwingungen zu folgen. Es wurde daher versucht, nunmehr auf elektrischer Grundlage dynamische Brückenmeßgeräte zu entwickeln, bei denen eine entsprechend größere Trägheitslosigkeit vorausgesetzt werden kann.

### 7. Eigenschaften elektrischer Meßgeräte.

Die Meßanordnung besteht bei derartigen Geräten aus dem Geber an dem zu untersuchenden Bauteil, dem Empfänger, d. h. also dem Anzeigegerät und den Verbindungsleitungen zwischen diesen beiden Geräten. Allgemein gilt, daß alle elektrischen Verfahren zur Messung sehr kleiner Längenänderungen auf folgenden Grundgedanken beruhen: Durch Längenänderungen werden Änderungen elektrischer Widerstände hervorgerufen, durch die wiederum Änderungen des Meßstromes herbeigeführt werden.

Welche Anforderungen sind nun an derartige Meßgeräte im einzelnen zu stellen? Vor Beantwortung dieser Frage müssen folgende Begriffe erklärt werden:

- a) Empfindlichkeit,
- b) Amplitudenabhängigkeit,
- c) Frequenzabhängigkeit,
- d) Hystereserscheinung,
- e) Temperatureinflüsse.

a) Unter der Empfindlichkeit einer Meßanordnung versteht man das Verhältnis des angezeigten Wertes zu der Ursache der Anzeige. Es kommt also bei der Messung von Längenänderungen auf das Verhältnis des angezeigten Wertes zu der tatsächlich auftretenden Längenänderung an. Bei den elektrischen Dehnungsmessern werden die Längenänderungen durch das Gebergerät in Änderungen des elektrischen Stromes umgewandelt. Die Stromänderung allein wird als Meßstrom über eine Verbindungsleitung dem Empfänger, in unserem Falle einer Oszillographenschleife, zugeführt, die den Vorgang sichtbar macht. Bei einer Meßanordnung, die, wie hier, aus einem Geber und einem Empfänger besteht, ergibt sich die Empfindlichkeit der gesamten Anordnung aus den Einzelempfindlichkeiten des Gebers und des Empfängers. Sinngemäß würde man unter der Empfindlichkeit des Gebers das Verhältnis von Meßstrom zu Längenänderung verstehen. Unter der Empfindlichkeit des Empfängers versteht man dagegen das Verhältnis von Schleifenanzeige zu Meßstrom.

b) Grundsätzlich strebt man natürlich danach, zu einer bestimmten Längenänderung eine möglichst große Anzeige des Empfängers zu erhalten, d. h. man versucht, eine möglichst starke Vergrößerung der in der Regel sehr kleinen Längenänderungen zu erzielen. Der Maßstab der Vergrößerung, das ist die Empfindlichkeit, muß selbstverständlich innerhalb des erforderlichen Meßbereiches unveränderlich sein, gleichgültig, ob man eine große oder eine kleine Längenänderung mißt. Trifft dieser Fall nicht zu, ist also die Empfindlichkeit veränderlich, so spricht man bei Schwingungsvorgängen von einer Amplitudenabhängigkeit. Diese liegt also vor, wenn sich der Maßstab beim Übergang von einer Amplitude zu einer größeren oder kleineren ändert.

c) Ferner darf innerhalb des erforderlichen Meßbereiches der Maßstab, d. h. die Empfindlichkeit auch nicht abhängig sein von der Geschwindigkeit, mit der die Längenänderungen erfolgen. Verläuft z. B. eine dynamische Längenänderung nach einem zeitlichen Sinusgesetz, und setzt man voraus, daß diese Längenänderungen mit konstanter Amplitude, aber veränderlicher Schwingungszahl erfolgen, so muß die Schwingungswerte der Anzeige unabhängig sein von der Frequenz, andernfalls spricht man von einer „Frequenzabhängigkeit“.

d) Zu dem Begriff „Hysteresese“ mögen folgende Erläuterungen dienen: Bei Meßgeräten, namentlich bei schreibenden, wünscht man allgemein Anzeigen zu erhalten, die mit ihren Ursachen — im Falle der Dehnungsmesser also mit den Längenänderungen — im gleichen Verhältnis wachsen oder fallen, und zwar gleichgültig, ob man sich in positiven oder negativen Bereich der Ursache — bei Dehnungsmessern also im Zug- oder Druckgebiet — befindet. Trägt man die wirklichen Längenänderungen auf der waagrechten Achse und die gemessenen Anzeigen auf der lotrechten Achse eines rechtwinkligen Achsenkreuzes auf, so müssen die Anzeigewerte auf einer durch den Nullpunkt gehenden, je nach der Größe der Empfindlichkeit mehr oder weniger geneigten geraden Linie liegen. Es zeigt sich aber in Wirklichkeit, daß dieser Sollzustand von manchen Geräten nicht erreicht wird; an Stelle der Geraden tritt eine mehr oder weniger in sich geschlossene Kurve um die genannte Gerade als Längsachse. Aus der Abb. 9 sieht man, daß es bei der Messung einer Längenänderung nicht gleichgültig ist, ob man diese von einem niedrigeren oder höheren Wert aus mißt. Man erhält z. B. beim Vorwärtsgang für die Längenänderung  $x_2$  die Anzeige  $y_2$ , beim Rückwärtsgang dagegen die Anzeige  $y_4$ . Ein so arbeitendes Gerät wird also zweideutige Anzeigen liefern. Diese Erscheinung bezeichnet man mit „Hysteresese“, die bildliche Darstellung mit „Hystereseschleife“. Die von der

Hystereseschleife eingeschlossene Fläche ist ein Maßstab für die Güte des Geräts.

e) Die mechanischen Teile des Gebers können auch unerwünschten Längenänderungen durch Temperaturwechsel ausgesetzt sein, die sich den zu messenden Längenänderungen überlagern und dadurch Meßfehler verursachen. Auch der elektrische Widerstand des Gebers kann durch Temperaturunterschiede beeinflusst werden.

Über die Meßanordnung und die hierbei zu stellenden Anforderungen ist damit das Wesentlichste gesagt. Bevor aber die wichtigsten dynamischen Dehnungsgeräte beschrieben

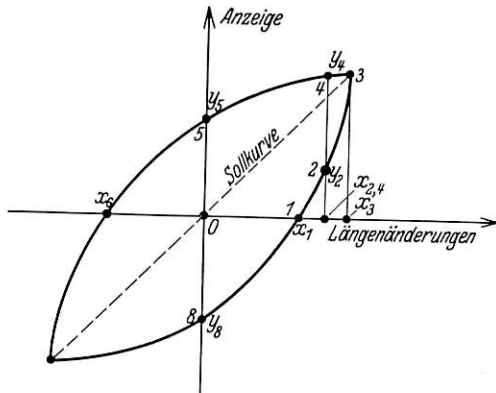


Abb. 9. Hysteresisschleife.

und kritisch betrachtet werden können, muß zunächst noch die Prüfung und Eichung der dynamischen Dehnungsmesser erörtert werden.

### 8. Prüfung und Eichung der dynamischen Meßgeräte.

Vor Verwendung aller dynamischen Meßgeräte zu bestimmten Messungen muß man sich natürlich über die eben beschriebenen Betriebseigenschaften (vergl. Abschnitt 7) klar werden. Vor allem müssen die Grenzen festgestellt werden, in denen die Geräte diese Bedingungen erfüllen. Um dies nachweisen zu können, müssen die Geräte auf einem Prüfstand unter möglichst betriebsgemäßen Bedingungen untersucht werden. Der Prüfstand muß so eingerichtet sein, daß die Längenänderungen und ihr zeitlicher Verlauf in absoluten Maßen („ $\mu = 0,001 \text{ mm}$ “ für die Längen und „sec“ für die Zeit) ausgemessen werden kann, da der Prüfstand auch zur Eichung der Meßgeräte dient.

Der Prüfstand der Deutschen Reichsbahn für dynamische Messungen besteht aus:

- a) einem elektromagnetischen Schütteltisch nebst Oszillographen;
- b) einem mechanischen Schütteltisch und für statische Messungen aus
- c) einer optischen Eichbank.

a) Mit dem elektrischen Schütteltisch können regelbare Längenänderungen bis zu  $\pm 1000 \mu$  in beliebiger, zwischen 300 Hz bis 15 Hz regelbarer Frequenz erzeugt werden. Der elektrische Schütteltisch (Abb. 10) ist beschrieben in:

1. dem Leitfaden „Mechanische Schwingungen der Brücken“, Verlag der Verkehrswissenschaftlichen Lehrmittelgesellschaft mbH., Berlin, 1933;
2. der Zeitschrift des VDI, S. 1559;
3. der Elektrotechnischen Zeitschrift, 1933, S. 257.

Da die zu messenden Längenänderungen außerordentlich klein sind, so müssen sie optisch vergrößert werden, um sie ausmessen zu können. Hierbei wird das Bild des Leuchtfadens einer elektrischen Glühlampe beobachtet, das sich bei der Schwingung des Tisches bandförmig verbreitert (Abb. 10).

Der Unterschied der Bildbreite des Leuchtfadens im bewegten und im unbewegten Zustand gibt die doppelte Größe der Schwingungswerte.

Diese Schwingungswerte wird mit einer Strichplatte in  $\mu$  ausgemessen, wobei auf dieser Strichplatte der Abstand von zwei Teilstrichen gleich

$1 \mu$  mal optische Vergrößerung ( $v$ ) der Einrichtung, also  $= 0,001 \cdot v$  in mm ist.

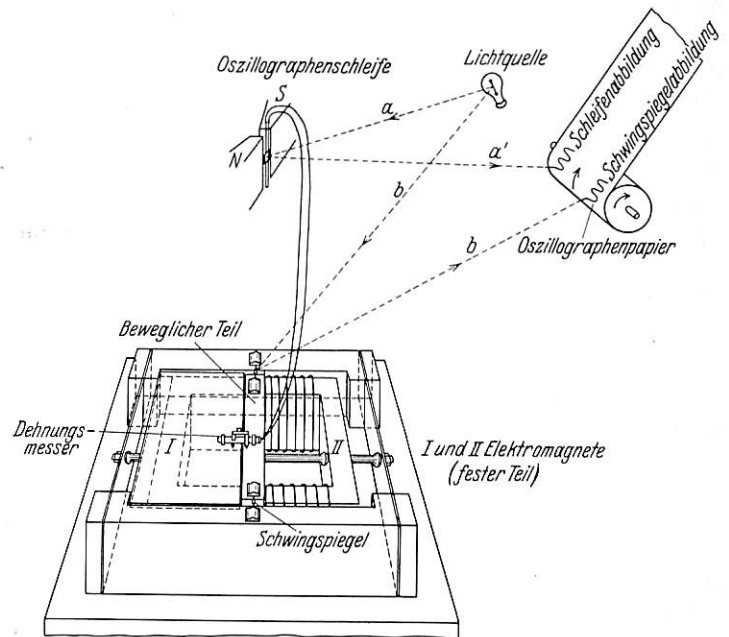


Abb. 10.

Dynamische Eichung eines Dehnungsmessers auf dem Schütteltisch.

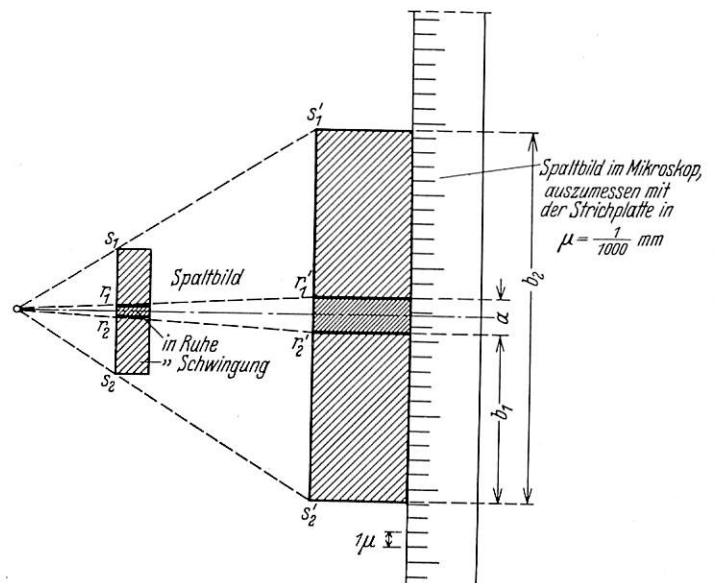


Abb. 11. Ausmessung der Bewegung des Schütteltisches.

Da indessen die Längenänderungen sehr rasch verlaufen, so daß Einzelheiten mit dem Auge nicht einzeln verfolgt werden können, so werden sie außerdem noch einmal in entsprechender Vergrößerung (vergl. Abb. 11 und außerdem Abb. 9 auf S. 1561 in der Z. des VDI, 1931) auf dem ablaufenden Filmstreifen eines Oszillographen abgebildet, auf dem auch die Anzeigen des zu eichenden Dehnungsmessers mit aufgenommen werden. Das Maß dieser Vergrößerung erhält man durch Vergleich der Schwingungswerte des Oszillographen mit der Schwingungswerte des Bildes des Leuchtfadens.

Ein Dehnungsmeßgerät ist demnach innerhalb der untersuchten Grenzen nur dann für dynamische Messungen ein-

wandfrei, wenn das Maß der Vergrößerung bei jeder Frequenz bis 300 Hz und bei jeder Längenänderung unverändert bleibt.

Neuerdings neigt man zu der Ansicht, daß der „Trieb-  
radeffekt“ eine wesentliche Ursache dafür ist, daß Eisenbahn-  
brücken zu Schwingungen angefacht werden. Der Trieb-  
radeffekt stellt aber eine periodische Kraft dar, deren Frequenz  
zwischen 2 bis 20 Hz liegt. Geht man von dieser Auffassung  
aus, so könnte man unmittelbar folgern, daß man sich mit  
Meßgeräten begnügen könnte, die Längenänderungen mit  
Frequenzen bis zu 20 Hz maßstäblich und zeitlich unver-  
zerrt wiedergeben. Dem muß aber entgegengehalten werden,  
daß es sich bei den zu messenden Längenänderungen nicht  
nur um Vorgänge niedriger Frequenz im Beharrungszustand,  
sondern in erster Linie um die gerade für Brücken so außer-  
ordentlichen wichtigen Einschwingvorgänge und ferner um  
Stoßwirkungen handelt. Bei diesen Bewegungsvorgängen  
ist besonders die richtige Aufzeichnung der ersten Spitze, die  
ja die höchste Beanspruchung liefert, von Wichtigkeit. Diese  
Spitze verlangt aber sehr kurze Einstellzeiten, d. h. geringe  
Trägheit der zu beschleunigenden Massen der Meßgeräte.  
Allgemein kann dazu gesagt werden, daß rasch verlaufende  
Vorgänge um so genauer wiedergegeben werden, je höher die  
Frequenz derjenigen stationären Schwingungen ist, die das  
Gerät noch richtig anzeigt. Auf Grund dieser Überlegungen  
wurde seinerzeit der elektromagnetische Schütteltisch für eine  
obere Frequenz von 300 Hz gebaut. Der untere Frequenz-  
bereich dieses Tisches liegt aus elektrischen Gründen etwa  
bei 15 Hz. Es lassen sich aber bei entsprechender Ge-  
schicklichkeit noch niedrigere Frequenzen erreichen (untere  
Grenze etwa 5 Hz).

b) Für den Bereich unter 15 Hz, der bei Brücken außer-  
ordentlich wichtig ist, wird für die dynamische Eichung  
außer dem elektrischen noch ein mechanischer Schütteltisch  
verwendet. Dieser mechanische Schütteltisch ist in dem

Bericht von Prof. Dr. Hort und Reichsbahnoberrat Hülsen-  
kamp beschrieben: Untersuchung von Spannungs- und  
Schwingungsmessern für Brücken, Verlag der Verkehrswissen-  
schaftlichen Lehrmittelgesellschaft mbH., Berlin, 1928, S. 33.

Die Messungen für diesen Bereich der niederen Frequenzen  
sind zur Zeit noch zurückgestellt worden, da es wünschenswert  
erscheint, die Beobachtungsgenauigkeit der Amplituden des  
mechanischen Schütteltisches zu steigern.

c) Für statische Messungen wird ferner noch eine optische  
Eichbank verwendet (vergl. Leitfaden „Mechanische Schwin-  
gungen“ usw., S. 61). Die optische Eichbank ist ein Gerät,  
mit dem statische Längen in absolutem Maß bestimmt werden  
können. Die kleinste meßbare Länge beträgt  $0,001\text{mm} = 1\mu$ ;  
abgelesen wird mit einem Mikroskop. Trägt man die Anzeigen  
des Dehnungsmessers in Abhängigkeit von den auf der  
optischen Eichbank gemessenen Längenänderungen in einem  
rechtwinkligen Achsenkreuz auf, so kann man nachweisen,

1. ob Anzeige und Längenänderungen verhältnisgleich und
2. ob etwaige Hystereserscheinungen (vergl. Abschnitt 7)  
des Dehnungsmessers vorhanden sind.

Bei diesen Untersuchungen kann auch der Fall auftreten,  
daß sich bei Wiederholung ständig andere Kurven ergeben.  
Die mit der optischen Eichbank erhaltenen Hystereseschleifen  
kommen indessen der Wirklichkeit noch zu wenig nahe, um  
daraus eindeutige Schlüsse für das Verhalten des Dehnungs-  
messers im Betrieb zu ziehen. Es soll deshalb durch weitere  
Versuche noch festgestellt werden, wie die Hystereseschleifen  
bei schwingenden Beanspruchungen verlaufen. Es ist be-  
absichtigt, zu diesem Zweck die Schwingung des Schüttel-  
tisches und die Schwingung der Oszillographenschleife auf  
zwei zueinander senkrechten Achsen auf photographischem  
Weg abzubilden, wodurch die dynamischen Hystereseschleifen  
unmittelbar erhalten werden können. (Schluß folgt.)

## Rundschau.

### Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

#### Neuere Brückenbauten.

Auf der Bahnlinie Algier—Oran wurden im vorigen Jahre  
zwei Eisenbetonbrücken durch Ing. Boussiron errichtet, die  
bemerkenswerte Einzelheiten aufweisen. Die Bou-Chemla-  
Brücke (Abb. 1) besteht bei 21 m Spannweite aus zwei neben-  
einander liegenden Trogträgern. Die Trägerhöhe beträgt nur  
 $\frac{1}{13}$  der Spannweite von 21 m durchgehend über die ganze Länge.

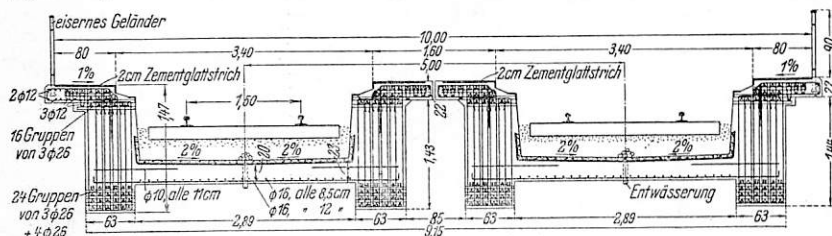


Abb. 1. Bou-Chemla-Brücke. Querschnitt: M 1:100.

Die Fahrbahntafel ist durch Querträger, deren Unterkante  
bündig mit der des Hauptträgers verläuft, in etwa quadratische  
Felder unterteilt. Die Hauptträgerbewehrung ist zu Paketen  
von je  $3 \times 26$  mm Rundeisen gebündelt. Hierdurch wird ein  
um 44% größerer Umfang als mit einem querschnittsgleichen  
Rundeisen von 45 mm Durchmesser erzielt, so daß größere Haft-  
spannungen entstehen als bei diesem.

Das andere Bauwerk, die Bou-Roumi-Brücke hat eine  
Spannweite von 37 m. Sie ist den eisernen Blechträgerbrücken  
mit untenliegender Fahrbahn nachgebildet. Zwischen Ober- und  
Untergurt ist eine Wand als Steg gezogen, deren Dicke zur  
Brückenmitte zu abnimmt. Die Wand ist durch senkrechte

Rippen ausgesteift. Durch Vermeidung einer Fachwerkbauweise  
wurde die hierbei schwierige Ausbildung der Knotenpunkte ver-  
mieden. Die Bewehrung der Brücke — wie die der vorerwähnten  
— ist äußerst einfach: es sind nur oben und unten Eisen vor-  
handen, aufgebogene Eisen wurden durch kurze Bügel ersetzt.  
Die Höhe des 85 cm breiten Obergurtes nimmt von 31 cm am  
Auflager auf 66 cm in Brückenmitte zu. Um die dort vorhandene  
Druckspannung von  $123\text{kg/cm}^2$  aufzunehmen, sind die  
Obergurte dort durch Spiralbewehrung verstärkt. Der  
Untergurt ist in Brückenmitte mit  $114 \text{ } \varnothing 26 = 605\text{cm}^2$   
bewehrt, die wie bei der vorerwähnten Brücke zu je  
 $3 \text{ } \varnothing 26$  mm gebündelt sind, und von denen 48 Eisen  
 $\varnothing 26$  mm bis zu den Auflagern durchlaufen. Alle Eisen  
endigen in der Zugzone ohne Verankerung.

Der Berechnung beider Brücken ist ein Lastenzug  
aus Lokomotiven mit sechs Achslasten von 20 t im  
Abstände von 1,50 m zugrunde gelegt. Das für die  
Bou-Roumi-Brücke maßgebende Moment betrug 2740 mt  
je Hauptträger, hiervon entfallen 70% auf das Eigen-  
gewicht. Die zulässigen Spannungen waren  $\sigma_b = 90$ ,  $\sigma_e =$   
 $= 1200\text{kg/cm}^2$ .

Zur Verbindung der Inseln Falster und Seeland hat die  
dänische Regierung den Bau zweier Brücken über den Stor-  
ström-Meeressarm zwischen den Inseln Falster und Masned und  
über den Masned Sund zwischen den Inseln Masned und Seeland  
einer englischen Firma übertragen.

Diese Brücken erhalten Fahrbahntafeln für eine eingleisige  
Eisenbahnstrecke und daneben für eine 6,15 m breite Straße  
mit auskragendem 2,65 m breitem Fußweg. Die Entfernung  
von Seeland nach Masned beträgt etwa 200 m, die von Masned  
nach Falster etwa 3200 m, so daß dies die längste Brücke von



Europa wird. Sie wird im ganzen 50 Öffnungen haben, davon 3 große Schiffsöffnungen. Zur Erzielung einer Durchfahrts-  
höhe von 29,00 m steigt die Brücke von beiden Enden zur Mitte  
im Verhältnis 1:150. Die mittlere Schiffsöffnungsöffnung hat etwa  
140 m, die äußeren haben je 105 m Lichtweite. Die Lichtweite  
der 47 Flutöffnungen beträgt zwischen 58 und 62 m.

Die Überbauten der Schiffsöffnungen sind versteifte  
Bogenträger von kastenförmigem Querschnitt, die der Flut-  
öffnungen Blechträger mit oben liegender Fahrbahn als Gerber-  
Träger. Beide Fahrbahntafeln werden in Beton ausgeführt, die

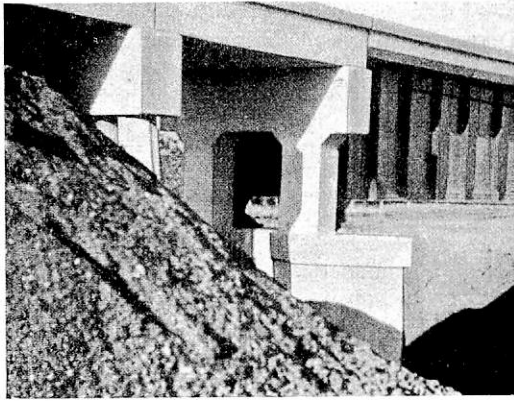


Abb. 2. Verbindung von Eisenbeton- und Stahlüberbau  
bei einer Wegunterführung.



Abb. 3. Eisenbeton-Steifrahmen als Widerlager für eine  
schräge Bahnbrücke.

für die Bahnlinie als Trog für durchgehende Bettung. Die Brücke  
über den Masnedesund besteht aus sechs Öffnungen von je  
30,5 m Stützweite, von denen eine Öffnung beweglich ist.

Die Ausführung der Brücken wird 30 000 t Stahl erfordern.

Bei einer 362 km umfassenden Linienverbesserung der  
Missouri-Pacific-Bahn, bei der zahlreiche schienenfreie Weg-  
kreuzungen gebaut wurden, wurden einige bemerkenswerte  
Betonbauwerke errichtet. Zwischen Delavan und Gypsum  
City wurden alle Brücken in Beton gebaut, ausgenommen die  
Brücken deren große Spannweite diese Bauweise nicht zuließ.  
Diese wurden als Walzeisen- oder als Blechträgerbrücken aus-  
gebildet. Es hat sich aber auch bei diesen Brücken als wirtschaft-  
lich erwiesen, die Seitenöffnungen in Beton auf Betonpfehljochen

herzustellen und nur die Hauptöffnungen mit Eisenüberbauten  
zu versehen. Die kürzeren Brücken, auch die mit eisernen Über-  
bauten, erhielten durchgehende Bettung in einem Betonrog,  
nur auf den langen Eisenüberbauten liegt das Gleis auf Brücken-  
schweller, doch ist auch hier für später die Anbringung von  
Betontrögen für durchgehende Bettung vorgesehen. Die Über-  
bauten der niedrigen Brücken sind teils auf Widerlagern aus  
Betonpfählen, teils auf Betonrahmen oder massiven Betonwider-  
lagern aufgelagert (Abb. 2 bis 4). Eine besondere bemerkenswerte  
Ausführung zeigt Abb. 2, hier ist die Kammermauer des Haupt-

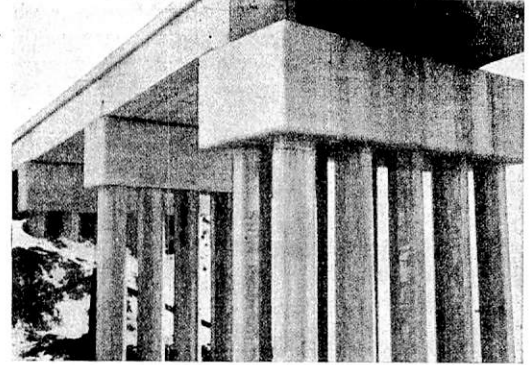


Abb. 4. Betonbalken auf Pfählen als Auflager der Fahrbahntafel.

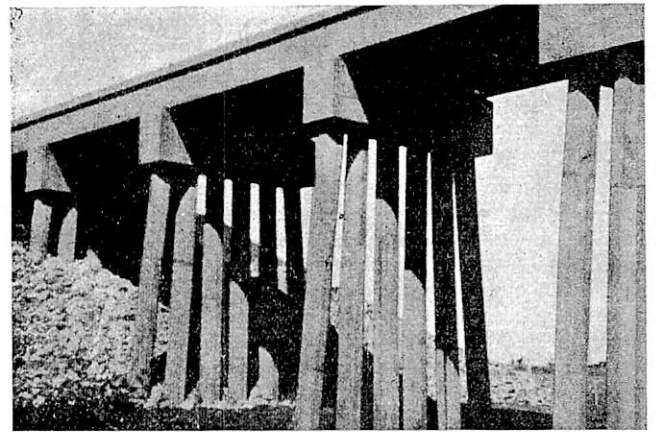


Abb. 5. Betonpfähle, die nach dem Rammen verlängert wurden.

träger-Widerlagers in einen Balken auf zwei Stützen aufgelöst,  
der die Fahrbahntafeln der Nebenöffnungen abstützt. Diese  
Ausführungsart erleichtert die Prüfung und Unterhaltung der  
Eisenüberbauten.

Eine weitere ungewöhnliche Ausführung zeigt Abb. 5. Die  
Betonpfähle der dargestellten Joche waren nach dem Ergebnis  
von Proberammungen bemessen worden. Bei der Herstellung  
der Joche stellte sich jedoch heraus, daß sie zu kurz waren,  
da der tragfähige Baugrund stellenweise viel tiefer lag, als bei  
dem Probepfehl. Um Zeitverlust zu vermeiden, wurden die  
Pfähle, nachdem sie auf die erforderliche Tiefe geschlagen waren  
und nachdem man die Bewehrung auf 75 cm Länge freigelegt  
hatte, durch Aufsetzen von Formen und Einbringen von Beton  
verlängert. Hierdurch wurden 30 Arbeitstage eingespart. Mf.

## Bücherschau.

**Dr. Ing. Carl Pirath, Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft.**  
Berlin: Julius Springer 1934, 253 Seiten. Preis geb.  
19,50 R.M.

Allgemeine Darstellungen des Verkehrswesens galten bisher  
vorwiegend als Arbeitsgebiet des Volkswirtschaftlers oder des Eisen-  
bahn-Verwaltungsbeamten, allenfalls des Verkehrs-Geographen.  
Es ist wohl das erstmal, daß ein Ingenieur das Verkehrswesen  
zusammenfassend behandelt. Wenn man den Unterschied der

Betrachtungsweise mit einem Worte kennzeichnen will, so kann  
man etwa sagen, daß es dem Volkswirtschaftler mehr auf die  
Begriffsbildung ankommt, während bei dem Ingenieur die Leistung  
und der Wirkungsgrad in den Brennpunkt der Entscheidungen  
treten. Damit soll kein Werturteil ausgesprochen sein. Auch  
Begriffe können ja lebendige Wirkungen ausstrahlen, ja selbst  
Macht entfalten. Und ohne strenge Begriffsbildungen kann auch  
keine technische Darstellung bestehen. Aber man gewinnt aus

dem Buche Piraths doch leicht den Eindruck, daß die ingenieurmäßige Darstellung unmittelbarer an den Schwerpunkt des Kräftefeldes heranführt, da sie die Dreieite „Wirtschaft, Verkehr und Betrieb“ gleichmäßig erfaßt.

Pirath beginnt mit einem kurzen, allgemein gehaltenen Abschnitt „Die Verkehrswirtschaft und ihre Bedeutung für die Allgemeinwirtschaft“. Aber schon in den nächsten beiden Abschnitten „Die Verkehrsbedürfnisse und die Ausdrucksformen des Verkehrs“ und „Das Verkehrsbild im heutigen Verkehrswesen“ wird die Darstellung stark technisch. Groß angelegt ist der vierte Abschnitt des Buches „Die betriebs- und verkehrswirtschaftlichen Grundlagen der verschiedenen Verkehrsmittel“, aufgebaut auf den Eckpfeilern Sicherheit, Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit. Zwei kurze, vielleicht etwas zu kurze Abschnitte „Wissenschaftliche Betriebsführung im Verkehrswesen“ und „Die organisatorischen Grundlagen der Verkehrsmittel“ schließen sich an. Mit anregenden Betrachtungen über das Gleichrichten — Pirath sagt die Synthese — der verschiedenen Verkehrsmittel im Dienste der Volkswirtschaft klingt das Buch verheißungsvoll aus.

Pirath erfaßt in großzügiger Behandlung das ganze Verkehrswesen: räumlich gesehen alle Weltteile, sachlich genommen alle Verkehrsmittel, den Riesendampfer wie das Flugzeug, die Fernbahn wie das Einzelfahrzeug des Kraftfahrers, ja selbst des Radfahrers. So wird sein Buch geradezu zu einer Fundgrube. Auch aus den bildlichen Darstellungen strömt eine Fülle von Erkenntnis. Kurz gesagt: Pirath hat ein voll ausgereiftes Meisterwerk in die Welt gestellt!

Dr. Ing. Bloss.

„VDI-Jahrbuch 1934“. Die Chronik der Technik. Format DIN A 5, XII, 189 Seiten. Berlin 1934, VDI-Verlag G. m. b. H. Broschiert 3,50 *R.M.*; für VDI-Mitglieder bis 31. März 1934: 1,50 *R.M.* später 3,15 *R.M.*

Seit dem Ende des Krieges hat die Entwicklung auf allen technischen Gebieten so rasche Fortschritte gemacht, daß der einzelne Ingenieur sich notgedrungen meistens nur noch auf sein eigentliches Fachgebiet beschränken muß. Und doch darf er andererseits auch wieder die Nachbarzweige und selbst entfernter liegende Gebiete nicht ganz vernachlässigen ohne in Gefahr zu geraten, allzu einseitig zu werden und sich von der allgemeinen Entwicklungslinie zu weit zu entfernen. Daher haben viele Ingenieure den Wunsch, sich in großen Zügen und ohne allzu großen Zeitaufwand auch über das eigentliche Fachgebiet hinaus zu unterrichten.

Aus diesem Bedürfnis heraus hat der Verein Deutscher Ingenieure schon vor zehn Jahren damit begonnen, alljährlich in der VDI-Zeitschrift eine gedrängte Rückschau über die Entwicklung der einzelnen Zweige der Technik in dem abgelaufenen Jahr zu geben. Die letzten Jahre des Niedergangs haben diese Arbeit nur vorübergehend unterbrechen können. Jetzt hat der VDI in frischem Vertrauen auf die neue Belebung der deutschen Wirtschaft diese Arbeit in verbesserter Form wieder aufgenommen und ein besonderes „Jahrbuch“ herausgegeben, in dem Fachleute über die Entwicklung auf ihrem Gebiet innerhalb des Zeitraums seit der letzten Rückschau im Jahre 1931 zusammenfassend berichten und die Entwicklungsrichtung zeigen.

Dem eigentlichen Eisenbahnwesen sind 10 Seiten des Buches gewidmet. Die Fragen des Lokomotivbaus (einschließlich der Diesellokomotiven) behandelt Meineke, die elektrische Zuförderung H. Schmitt, die Eisenbahnwagen G. Wiens, den Eisenbahnbetrieb W. Müller und die Werkstätten R. Tackert. Darüber hinaus werden aber auch in allen anderen Kapiteln Fragen behandelt, mit denen sich der Eisenbahntechniker heute befassen muß. Es mögen hier nur erwähnt werden die Abschnitte über die Schwingungslehre, die Thermodynamik, die Bau- und Werkstoffe, die Brennstoffe, die Kessel und Feuerungen, die verschiedenen Arten von Kraftanlagen, die Fragen der Fertigung und Organisation und schließlich als neuestes Sondergebiet der Straßenbau und das Kraftfahrwesen.

Die Anregungen, die das Jahrbuch gibt, kann der Leser, an Hand des nachgewiesenen Schrifttums vertiefen: in insgesamt 1600 Randbemerkungen sind 5500 Quellen erschlossen.

Bei dem verhältnismäßig geringen Preis kann das Jahrbuch jedem Eisenbahntechniker als geeignetes Hilfsmittel zur Beschaffung empfohlen werden.

R. D.

**Geschweißte Träger mit Nasenprofilen der Vereinigten Stahlwerke Aktien-Gesellschaft Dortmund Union.** Tabellen über die von der Dortmunder Union hergestellten Abmessungen, Gewichte, Widerstandsmomente usw. mit einer Einführung.

**Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbogen, 48. Auflage, von Sarrajin-Oberbeck-Höfer.** Berlin: Julius Springer 1934. Preis gebunden 6,— *R.M.*

Das altbewährte Taschenbuch trägt mit einigen Ergänzungen und Verbesserungen dem neuesten Stande Rechnung. Angeregt sei hiermit, die Tafel III bis auf 60 m Halbmesser herabzuführen, so daß auch Schnellsurbahnen voll erfaßt werden. Dr. Bl.

## Verschiedenes.

Von der Hauptverwaltung der DRG. geht uns eine von ihr erlassene Verfügung über die allgemeine Einführung der in Din 1350 und Beiblatt festgelegten Zeichen zu, die wir des allgemeinen Interesses wegen nachfolgend bekanntgeben:

„Die 4. Ausgabe des vor einiger Zeit an die Reichsbahndirektionen versandten Din-Blattes 1350 betr. Zeichen für Festigkeitsberechnungen ist entsprechend seiner Bezeichnung ursprünglich zur Festlegung der in technischen Berechnungen des Hoch-, Ingenieur- und Maschinenbaues innerhalb Deutschlands anzuwendenden Zeichen herausgegeben worden. Das Blatt enthält aber auch Zeichen und Bezeichnungen, die allgemein im Schriftverkehr und bei Herausgabe von Druckschriften und dergl. gebraucht werden. Ein Teil der Zeichen ist aus den vom Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen beratenen Din-Blättern 1301 bis 1304 in das Normenblatt 1350 übernommen worden. Für die Allgemeinheit wichtig sind die Zeichen für die Maßeinheiten, die allgemeinen mathematischen Zeichen (+, — usw.), sowie die Bezeichnung der Walzerzeugnisse (Formstahl, Bleche). Erwähnt seien ferner die Bezeichnung  $m^2$  für Quadratmeter (nicht  $qm$ ),  $cm^3$  für Kubikzentimeter (nicht  $ccm$ ), % für vom Hundert, die Bezeichnungen  $h$ ,  $m$  bzw.  $min$ ,  $s$  für Stunde, Minute, Sekunde und für die Uhrzeit.

Die Zeichen sind systematisch so aufgebaut, daß Strecken im allgemeinen mit kleinen lateinischen Buchstaben, Flächen und

Kräfte mit großen lateinischen Buchstaben und Beiwerte mit kleinen griechischen Buchstaben bezeichnet werden.

Die Zeichen sind vielfach erst nach langen Verhandlungen zwischen den maßgebenden Stellen unter Mitwirkung der Reichsbahn festgelegt worden und sind als „Normblatt“ zur Erzielung der Einheitlichkeit für das ganze Reichsgebiet maßgebend. Wo bei der Reichsbahn im Schriftverkehr — auch im nichttechnischen Dienst — Zeichen der genannten Art (insbesondere der Seiten 2 und 3 des Din 1350) gebraucht werden, sind daher in Zukunft allein die dort festgelegten Zeichen zu verwenden. Dies gilt insbesondere auch bei neuen Vorschriften und Bedingungen und beim Neudruck bestehender Vorschriften und Bedingungen.

In Druckschriften, die im übrigen — soweit wie möglich — in deutscher Schrift (Fraktur) herzustellen sind, werden für die etwa darin vorkommenden Bezeichnungen aus Din 1350 unter Beachtung der Fußnote 1 auf Seite 2 lateinische kursive bzw. gerade (senkrechte) Buchstaben verwendet.

Bei Festigkeitsberechnungen für die Reichsbahn sind bis auf weiteres die in der soeben erschienenen 3. Auflage der BE (Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken) enthaltenen Zeichen maßgebend, die mit Din 1350 übereinstimmen; die BE enthält über Din 1350 hinaus einige im Normenausschuß noch nicht endgültig angenommene Zeichen, die für die Allgemeinheit unwesentlich sind.“