

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LVI. Band.

Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich.
Alle Rechte vorbehalten.

8. Heft. 1919. 15. April.

Der wirtschaftliche Erfolg einer Gemeinschaft der deutschen Staatsbahnen*).

Beurteilung der Vorschläge von Kirchhoff.

Dr.-Ing. E. Biedermann, Charlottenburg.

Hierzu Auftragsungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel 16 und Abb. 1 bis 4 auf Tafel 17.

I. Vorbemerkungen.

Der langjährige Leiter der Finanzabteilung des preussischen Eisenbahnwesens, Exzellenz Kirchhoff, erhebt in einer wirtschaftlichen Darlegung**) seine Stimme zur Verwirklichung des Gedankens der Einheit in Verwaltung und Betrieb der staatlichen Eisenbahnen Deutschlands, um den großen Grundgedanken Bismarcks der Vereinheitlichung des deutschen Verkehrswesens unter dem Drucke der kriegswirtschaftlichen Lehren verwirklichen zu helfen. Dem Reiche sollen die politischen, seiner Bevölkerung die wirtschaftlichen Vorteile eines einheitlichen Großbetriebes des größten Verkehrsunternehmens der Welt zu Teil werden.

Die Vorschläge des Verfassers, eines der wenigen noch lebenden Zeugen der Verkehrspolitik Bismarcks, der den Stoff dieses schwierigen Gebietes mit seltener Sicherheit be-

*) Durch die Ereignisse des November 1918 ist vieles hierunter Gesagte überholt oder gegenstandslos geworden. Bei der Neuordnung aller Verhältnisse wird aber die des Eisenbahnwesens eine wichtige Rolle spielen, wofür die meisten hier vertretenen Gesichtspunkte ihre Bedeutung behalten.

**) „Die Reichsbahn“. Ein offenes Wort über die Eisenbahn-, Staats- und Reichs-Finanzen von Dr. iur. h. c. H. Kirchhoff, Wirklichem Geheimen Rat. Greiner und Pfeiffer, Stuttgart 1917.

Vor dem Kriege waren zwei Schriften des Verfassers aus den Jahren 1909 und 1911 erschienen, deren eine „Zur Neuordnung der preussischen Eisenbahn- und Staats-Finanzen“ die für eine solche Neuordnung entscheidenden Vorfragen untersucht: Extraordinarium und Anleihe; kaufmännische Abschreibung und Schuldentilgung; Ausgleichfond; die Bemessung der für andere Staatszwecke zu leistenden Eisenbahnüberschüsse. Die zweite eisenbahnpolitische Arbeit „Die deutsche Eisenbahngemeinschaft“ prüft an Hand der geschichtlichen Gewordenheit unserer bundesstaatlichen Eisenbahnnetze die Ausführbarkeit des Einheitplanes Bismarcks einer vollen deutschen Eisenbahngemeinschaft, deren geld-, volkswirtschaftliche und politische Vorteile. Als eine weitere Verfolgung des Gedankens, gleichzeitig als Richtigstellung einer Anzahl teils fachmännischer, teils laienhafter und aus engem kleinstaatlichem Geiste geborener Angriffe erscheint der im Kriegsjahre 1916 herausgegebene Leitfadens „Der Bismarck'sche Reichseisenbahngedanke, Reichsstelle für einheitliche Verkehrsleitung als vorläufige wirtschaftliche Notwendigkeit“. Ihnen schließt sich, ergänzend, berichtend, abwehrend, die letzte Schrift an.

herrscht, haben recht verschiedenartigen Widerhall bei den Behörden und in den gesetzgebenden Körperschaften der deutschen Eisenbahnstaaten gefunden. Neben warmer Unterstützung der Neuerung stehen abfällige Urteile, die teils auf Verteidigung und Erhaltung des Bestehenden, teils auf Zurückweisung der Vorschläge abzielen: am heftigsten sind die vom Verfasser geschätzten wirtschaftlichen Wirkungen umstritten. Den nicht immer von sachlichem Verständnisse getragenen Urteilen haben sich neuere Untersuchungen hinzugesellt, die bei dem, rein wissenschaftlicher Behandlung nur teilweise zugänglichen Gegenstände ebenfalls weit auseinandergehen.

Einem Eisenbahnfachmanne, der sich lange Jahre mit der Wirtschaft und Statistik der deutschen Bahnen beschäftigt hat, sei es nun gestattet, diesen Fragen an Hand einer statistischen Untersuchung näher zu treten. Dabei wird von den politischen, militärischen und unmittelbar volkswirtschaftlichen Segnungen für das deutsche Reich als solchem abgesehen, ohne damit das hohe Gewicht dieser »Imponderabilien« gering zu schätzen.

Kirchhoff nimmt zunächst in seinen Vorschlägen das Erbe Bismarcks, das Streben nach einer deutschen »Reichseisenbahn« auf, das seiner Zeit am Widerstande einiger süddeutscher Staaten, wohl in erster Linie Bayerns, scheiterte, und als dessen Folge die umfassende Verstaatlichung des preussischen Eisenbahnwesens anzusehen ist. Er zeigt, daß 1820 bis 1835 von den mittel- und kleinstaatlichen Ministern genau dieselben Gründe, wie Schutz der Souveränität- und Hoheit-Rechte, bessere Pflege der Sonderverhältnisse, gegen den Zollverein ins Feld geführt seien, die heute gegen die Vereinheitlichung des deutschen Eisenbahnbesitzes erhoben werden. Der verwaltungstechnische Einwand, die einheitliche Leitung eines so großen Unternehmens sei unmöglich, wird von ihm dahin widerlegt, daß »mit einer einzigen Spitze im Mittelpunkte, welche die großen für den allgemeinen Verkehr maßgebenden Gesichtspunkte, die Einheitlichkeit des Betriebes und die Beobachtung der Gesetze verwirkliche, sich ausgezeichnet volle Selbstständigkeit und Freiheit in den örtlichen Nebenstellen vertrage«, daß mit anderen Worten in einer geschlossenen Verwaltung die den örtlichen Bedürfnissen

entsprechende Teilung nicht nur möglich, sondern leichter durchführbar sei, als bei der heutigen Vielseitigkeit. Man kann allgemein der Behauptung zustimmen, daß eine einheitliche Verwaltung durch bessere Ausnutzung der Wagen, durch zweckmäßigeren, billigeren Bau der Bahnen, durch einheitlichere Bewirtschaftung der Netze größere Ersparnisse erzielen werde, als eine Mehrzahl kleinerer Einheiten. Der Vertreter der Neuerung hat nach dieser Richtung den Beweis für die Vorteile in dem Umfange angetreten, in dem er ohne tiefstes Eindringen in die außerordentlich umfangreiche vergleichende Statistik der einzelnen Staatsbahnnetze möglich war. Ein solcher Nachweis ist selbst auf der Grundlage des riesigen Ziffernwerkes der Reichseisenbahnstatistik nicht möglich, er ist auch von einem Einzelnen nicht zu erbringen, weil, wie der Verfasser ausdrücklich hervorhebt, nur ein aus den Hauptverwaltungen der einzelnen Netze geschaffener Fachausschuß*) in der Lage ist, die ziffernmäßigen Unterlagen zu beschaffen, die die amtliche Statistik für wichtige Einzelgebiete nicht bietet. Der Zusammenschluß der acht deutschen Eisenbahnverwaltungen Preussens, Bayerns, Sachsens, Württembergs, Badens, Mecklenburgs, Oldenburgs und der Reichslande zu einer Gemeinschaft wird befürwortet, deren Besitz vom Reiche für Rechnung der beteiligten Staaten nach Maßgabe der eingebrachten Anteile einheitlich zu verwalten und zu betreiben sei. Die Hauptverwaltung soll für diese »Reichsbahn« die völlig von einander zu trennenden Haushalte für Betrieb und Bau aufstellen und durchführen, wobei sie zu dem Bau gewisse Beiträge zu leisten hat. Die Betriebsrechnung soll nach den Grundsätzen kaufmännischer Abschreibung und Gebahrung unter Bildung stiller Rücklagen aufgestellt, Rücklagen für Erneuerung und Ausgleich sollen einbehalten werden, der Jahresüberschuß zwischen Einnahme und Ausgabe an die die Gründung bewirkenden Staaten im Verhältnisse ihrer verbenden Einlagen abgeführt werden. Im Rahmen dieser Gemeinschaft für Betrieb und Rechnung werden weitere Neuerungen im Einzelnen angestrebt, die auf gerechtere Verteilung der Lasten hinauslaufen und die Gegenwart vor zu hoher Belastung zu Gunsten der Zukunft bewahren sollen. An diese Umgestaltung knüpft sich die Erwartung, das ganze Netz werde entsprechend der Erhöhung seiner Leistung und in Folge der kaufmännischen Geschäftsführung nach dem Vor-

*) Auf S. 79 der Schrift wird gesagt: „Man leite doch die große Frage von der öffentlichen Diskussion hinüber in die systematische Behandlung durch eine aus berufenen Fachmännern zusammensetzende Kommission, in der auch Militärs und Parlamentarier Platz finden könnten. Dorthin gehört sie jetzt.“

Dazu ist zu berichten: Eine im Reichshaushaltsausschusse von den Mitgliedern der linksstehenden Parteien eingebrachte Entschließung an den Reichskanzler, dem Reichstage eine Denkschrift über die geld- und allgemein-wirtschaftlichen Wirkungen einer Vereinheitlichung des deutschen Eisenbahnwesens unter Einbeziehung der Rinnenwasserstraßen vorzulegen und zu diesem Zweck einen Fachausschuß aus sachverständigen Mitgliedern des Wirtschaftslebens, Parlamentariern, sachverständigen Beamten und Vertretern des großen Generalstabes zu bilden, wurde mit 15 gegen 13 Stimmen abgelehnt. Dagegen hat der preußische Verkehrsminister eine Denkschrift über die geldwirtschaftlichen Wirkungen der Vereinheitlichung zugesagt.

bilde eines einzelwirtschaftlichen Gewerbebetriebes höhere und stetigere Erträge für ihre Gründer ergeben, als zuvor.

II. Geldwirtschaftliche Wirkungen der Vereinheitlichung von Verwaltung und Betrieb der deutschen Netze.

So wenig es einem Zweifel unterliegt, daß ein staatliches Kleingebilde die Kosten der Verwaltung und Wirtschaft eines Landes verteuert,*) so wenig ist zu bezweifeln, daß ein einheitlicher Großbetrieb durch Herabminderung der allgemeinen Kosten billiger arbeitet, als viele Einzelbetriebe.

Die Ausbildung des Großgewerbes war das Kennzeichen der neuern Entwicklung, die Deutschland seit seinem Zusammenschlusse von 1870 durchgemacht hat.

Der Übergang von der landwirtschaftlichen zur großgewerblichen Erwerbstätigkeit hatte als ungewollten Nebenerfolg das schnelle Entstehen der Großstädte im Gefolge. Er war vor allem begleitet von der Herrschaft der Großbetriebe in den Zweigen gewerblicher Herstellung, in denen die Kraft- und Arbeit-Maschine, bei Zusammenfassung des Kapitals, ihre wirtschaftliche Überlegenheit über den Mittelbetrieb zum Ausdrucke bringen mußte. Das lehren die Zahlen der Berufs- und Gewerbe-Statistiken der drei Reichszählungen von 1882, 1895 und 1907, besonders in den großen Zweigen der Faserstoff-Gewerbe, des Bergwerk- und Hütten-Wesens, der Eisengießereien, Walzwerke, der Blech- und Maschinen-Fabriken, der Mühlen und Wagenbauanstalten, der Brauereien und Dampfmühlen, der Zucker-, Stärke- und Pappwaren-Fabriken, in den Elektrizitäts-Gewerben und den Verkehrsbetrieben, denn dieses Gesetz der wirtschaftlichen Überlegenheit des großen Betriebes über den mittlern trifft auch für die Verkehrsgewerbe, also für das Eisenbahnwesen zu. Höher als die Ersparnisse der Verwaltung sind hier die des Betriebes zu werten, die sich als Folge der Vereinfachung der örtlichen Leitung des Verkehrs, des Zugbetriebes, des Aufwandes an Angestellten und aus dem Wegfalle der Vergütung für die gegenseitige Benutzung der Fahrzeuge bei den Kosten der Abrechnung ergeben. Die Güterwagen-Gemeinschaft besteht zwar bereits, aber nur als Teil der geplanten Betriebsmittel-Gemeinschaft**), die Lokomotiven und Wagen aller Art einschließlichs des gemeinschaftlichen Werkstättenbetriebes einschließen sollte. In den Vorverhandlungen ist allerdings wiederholt darauf hingewiesen,

*) Die Verwaltung der 26 Gemeinden von Groß-Berlin, deren Zahl grade so groß ist, wie die der Einheiten im deutschen Reiche, arbeitet gewiß nicht billiger, als eine Einheitgemeinde Groß-Berlin. Das starke Anwachsen der Schulden der Gemeinden, das Ausgabe-wesen auf den Gebieten großstädtischen Hochbaues, des Ingenieurbaues, vor allem der Verkehrsanlagen bestätigt dies. Im Verkehrswesen haben die Mißstände, die das Fehlen großzügiger Einheitspläne bewirkt hat, zur Errichtung des Zweckverbandes geführt. Alle solche Mißstände drücken sich aber in zu hohen Ausgaben für wirtschaftlich nicht zu rechtfertigende Anlagen aus.

**) Die Ersparnis wurde damals wohl zu niedrig, mit 12 Millionen \mathcal{M} geschätzt. Das Schwergewicht der Vorteile einer vollen Betriebsmittel-Gemeinschaft liegt neben der Geldwirtschaft in der Beschleunigung des Wagenlaufes, der mit geringem Bestande dieselben Leistungen bewältigt. Eisenbahnminister v. B u d d e führte in der Sitzung des preußischen Abgeordnetenhauses vom 6. März 1905 über die damals geplante Betriebsmittel-Gemeinschaft zusammenfassend aus, daß der Zweck die Freizügigkeit der Lokomotiven und

dafs es überaus schwierig sei, das richtige Verhältnis für eine allgemeine Abrechnung zu finden, die sich auf die gefahrenen Achskilometer der Fahrzeuge stützen müsse, um dabei jedem Staate ohne Beeinträchtigung des andern gröfsere Ersparnisse,

als bisher sicher zu stellen. Das Scheitern der Gemeinschaft geht hauptsächlich auf die verschiedene Wertigkeit der Lokomotiven, Reise- und Güter-Wagen der Verwaltungen (Zusammenstellung I) zurück. Der Vergleich zeigt, dafs die preussisch-

Zusammenstellung I.
Die Fahrzeuge der fünf gröfsten deutschen Verwaltungen 1913.

Staat	der Reichs-Eisenbahn-Statistik: Tabelle, Spalte für die Unterziffer der Spalten 1 und 16																			Bemerkungen																						
	12,96			11,82+							11,84			11,85		11,86		12,4			13,9		14,26		12,5		13,10		14,27		15,29		15,46		13,8		14,25		14,39		14,49	
	Bestand Ende 1913			Beschaffung Millionen M				Auf 10km Betriebslänge kommen			Auf 1 Mill. Wagenachsen kommen			Lokomotiv für Lokomotive (Nutz-, Leerfahrt, Verschiebe- und Bahnhof-Dienst)		Durchschnittliche Stärke der Güterzüge (Wagenachskm: Zugkm)		Reisewagen-Achsen			Gepäck- u. Güter-Wagen-Achsen		Einer Güterwagen-Achse																			
	Lokomotiven und Triebwagen	Reisewagen	Gepäck- und Güter-Wagen	Lokomotiven und Triebwagen	Reisewagen	Gepäck- und Güter-Wagen	Zusammen	Lokomotiven und Triebwagen	Reisewagen	Gepäck- und Güter-Wagen	Lokomotiven und Triebwagen	Reisewagen	Gepäck- und Güter-Wagen	Lokomotiv	Achsen	Durchschnittliche Stärke der Güterzüge (Wagenachskm: Zugkm)	Achsen	Reisewagen-Achsen	1000 Achsen		Gepäck- u. Güter-Wagen-Achsen	Eigengewicht t	Ladegewicht t																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19																								
Preußen	22049	44304	503242	1302	722	1460	3485	5,53	34,38	265	0,88	19,22	59,1	42749	76	130363	1031	4,2	7,3																							
Durchschnittliches Alter	10,2			58,8	16,3	2,89	1000 M	Kosten der Einheit								17,3	Plätze auf 1 Achse																									
Bayern	2442	7281	57376	123	89	188	402	2,97	23,26	143	0,86	23,50	60,1	44685	71	18595	116	4,1	6,7																							
Durchschnittliches Alter	20,1			50,2	12,2	3,27	1000 M	Kosten der Einheit								18,4	Plätze auf 1 Achse																									
Sachsen	1493	4165	40777	82	57	113	252	5,21	38,58	292	1,02	22,10	89,0	41725	66	10721	83	3,7	6,5																							
Durchschnittliches Alter	19,8			55,0	13,7	2,76	1000 M	Kosten der Einheit								20,4	Plätze auf 1 Achse																									
Württemberg	829	2280	14635	40	29	48	117	4,06	29,95	149	1,10	22,22	65,4	47700	57	5963	30	4,0	7,0																							
Durchschnittliches Alter	16,4			48,2	12,7	3,28	1000 M	Kosten der Einheit								21,9	Plätze auf 1 Achse																									
Baden	852	2317	23395	53	32	75	160	4,65	33,49	261	0,80	18,95	64,4	51706	73	5682	48	4,1	6,8																							
Durchschnittliches Alter	17,8			62,1	13,8	3,20	1000 M	Kosten der Einheit								20,1	Plätze auf 1 Achse																									
Deutschland	29242	63587	678732	1663	980	2004	4680	4,98	32,05	241	0,89	19,86	60,9	43552	74	180109	1389	4,1	7,1																							
Durchschnittliches Alter	12,1			56,5	15,4	2,94	1000 M	Kosten der Einheit								17,9	Plätze auf 1 Achse																									

Zu Spalte 1: Das durchschnittliche Alter ist in Jahren auf den mittleren Jahresbestand berechnet, der etwas geringer ist, als die Zahlen der Spalte.

hessische Lokomotive im Durchschnitte ihrer vielen Bauarten mit 58800 M bei 10,2 Jahren durchschnittlichen Alters im Werte erheblich höher steht, als die der anderen vier Verwaltungen, ja selbst als die teuerere, aber fast doppelt so alte, schwere Lokomotivgattung Badens. Preussen, Hessen hat neuere, schwerere T. F.-Lokomotiven für die längeren und schwereren Zugeinheiten seiner Flachlandsbahnen und seines starken Güter-

Wagen innerhalb Deutschlands und damit die Vereinfachung und Beschleunigung des Verkehrs sei, wodurch eine wesentliche Verbilligung erreicht werde. Die Leerläufe der Güterwagen auf deutschen Eisenbahnen betragen nach seinen Mitteilungen jährlich 4 Millionen Achskilometer; die Vermeidung von nur 5 bis 6% dieser Leerläufe würde eine Ersparnis von 3,5 Millionen M jährlich liefern. Aber die Ersparnisse seien erheblich höher, zunächst durch den Wegfall der Prüfungen bei den Übergängen, dann durch Wegfall der Aufschreibung der Wagen auf den Binnenstationen, durch den Wegfall der Abrechnung der Wagenläufe durch Hunderte von Köpfen, die Vereinfachung des Betriebsdienstes beim Umladen und Umordnen, endlich durch die einheitliche Bauart der Fahrzeuge. An den Bauten in den Übergangsbahnhöfen, deren gesteigerter Verkehr Vergrößerungen und Erweiterungen erfordere, könne viel Geld gespart werden.

Aus dieser geplanten Betriebsmittel-Gemeinschaft ist schließlich am 1. April 1909 die Güterwagen-Gemeinschaft hervorgegangen; die Lokomotiven, die Reisewagen, die Werkstätten und die Kohlenbeschaffung sind aus der Gemeinschaft ausgeschieden,

verkehres. Diese Züge bestehen nach Spalte 15 durchschnittlich aus 76 Achsen, die mittlere Länge der Güterzüge erreicht in den anderen Verwaltungen nicht 70; noch ungünstiger stellt sich dieses Verhältnis für Preussen mit 24 : 20 bei den Reisezügen und mit 45 : 37 Achsen bei allen Zügen. Auch der mittlere Reisewagen Preussen-Hessens bildet nach Spalte 5 bei dem Preise von 16300 M eine wertvollere Einheit, als die der anderen Netze. Der durchschnittliche Güterwagen steht nach Spalte 6 umgekehrt: der preussisch-hessische kostet 2890 M, nur der sächsische ist mit 2760 M billiger, die übrigen sind teurer. Das wird durch das Vorherrschen des offenen Güterwagens in den kohlen- und erzreichen Gebieten Preussens, und in Sachsen durch die Kohlen bei Zwickau und die Einfuhr böhmischer Braunkohlen bedingt. Die Spalten 8 bis 10 zeigen weiter, dafs die Ausstattung des preussisch-hessischen Netzes mit Lokomotiven, Reise- und Güter-Wagen durchschnittlich beträchtlich stärker ist, als die der anderen Staaten; in Bayern sinkt sie auf fast 50% bei Lokomotiven und Güterwagen, auf 67% bei Reisewagen herab; die oberbayerischen und württembergischen Bahnen mit überwiegendem Reiseverkehre drücken nach Spalte 5 den Wert eines Reisewagens auf 12200 und 12700 M herab; in Sachsen hat das kleinbahnartige Nebenbahnnetz des Erzgebirges den Wert 13700 M zur Folge.

Die Spalten 11 bis 13 zeigen ein nahezu umgekehrtes Bild: der Bestand an 0,88 Lokomotiven auf 1 Wagenachskm wird von Bayern mit 0,86 fast erreicht, im Reise- und Güter-Verkehre sogar überholt, für Sachsen und Württemberg trifft das in noch höherem Maße zu, in Baden wird dies Ergebnis dadurch etwas verschleiert, daß sich die Güte der Ausrüstung mit Lokomotiven wegen der langen Schnellzugstrecken mit starkem und schwerem Durchgangsverkehre nach Spalte 4 in der geringern Zahl mit sehr hohem Preise von 62100 \mathcal{M} äußert; die Einheitkosten der Ausrüstung mit Reisewagen zu 13800 \mathcal{M} werden durch die seitlichen Nebenbahnen des Schwarzwaldes zwar herabgedrückt, halten sich aber immer noch erheblich über dem Stande von Württemberg und Bayern. Daraus folgt aber der für die Gemeinschaft sprechende Schluß, daß die Wirtschaft der Lokomotiven und Wagen für die Bewältigung des süddeutschen Reise- und Güter-Verkehres wegen Beschränktheits auf die engeren Grenzen durchaus genügend erscheint. Zwar verstärken die nach Spalte 14 auf eine Lokomotive entfallenden Leistungen wieder den Eindruck, die erhöhte Nutzung in Bayern, Württemberg und in Baden, in letzterm mit 51706 gegen Preußen und Sachsen mit 42000 und 43000 Lokomotivkm sei der Ausdruck einer schwächeren Versorgung des Betriebes mit Lokomotiven. Der erstern Gruppe von Betrachtungen, nach der Preußen über die stärkste, teuerste und beste Ausrüstung mit Fahrzeugen für die Einheit der Betriebslänge verfügt, scheint die Sorge entsprungen zu sein, bei voller Freizügigkeit auch der Lokomotiven und Reisewagen könnten diese wertvollen Bestände zu sehr von den süddeutschen Verkehrsgebieten aufgesogen werden, die in der Abgabe der älteren, der Ausbesserung bedürftigeren Lokomotiven und der billigeren Reisewagen keinen vollen Ausgleich böten. Das Abströmen der offenen, billigeren Kohlenwagen ist weniger zu befürchten, weil für sie in Bayern, Württemberg und Baden kein Bedürfnis vorliegt, Sachsen aber nach der Betriebslänge (Spalte 10) und nach der Einheit der Leistung (Spalte 13) noch stärker mit Güterwagen ausgerüstet ist. Diese Bedenken, die im preussischen Herrenhause angedeutet wurden, berücksichtigen nun allerdings nicht, daß weniger die Ausrüstung mit Fahrzeugen für die Einheit der Betriebslänge nach den Spalten 8 bis 10, als für die der Leistung nach den Spalten 11 bis 13 die Besorgnis des Abströmens begründet. Nur die Bedürfnisse des Verkehres können eine solche Anziehung bewirken, die aber in Wirklichkeit nach den Spalten 11 bis 13 nicht vorliegt. Diese statistischen Zusammenhänge sind hier eingehender behandelt, weil der Verfasser einer neuerdings erschienenen Untersuchung*), auf die wir noch in anderm Zusammenhange zurück kommen, die Beleuchtung dieser Frage allein auf die Zahlen der Spalten 8 bis 10 stützt, ohne die der Spalten 11 bis 13 zu seinen Schlußfolgerungen heran zu ziehen.

Spalte 17 in Beziehung zu Spalte 3 und das Verhältnis der Spalten 18 und 19 lehren, daß die süddeutschen Staaten Preußen im Übergange zu den wirtschaftlich günstigeren Güter-

*) „Die Reichseisenbahnfrage“, von Dr. W. H. Edwards, Göttingen. Jena 1917, G. Fischer. Nr. 10 des Verzeichnisses von Veröffentlichungen am Schlusse dieser Arbeit.

wagen hoher Ladegewichte von 15 bis 20 t bereits gefolgt sind. Im Ganzen ist die Ausrüstung der betrachteten Netze mit Fahrzeugen bis auf die etwas reichere und bessere Ausstattung Preußens mit Lokomotiven gleichwertig, daher besteht kein Anlaß zu Besorgnissen betreffs nachträglicher Verschiebung des Verhältnisses der Deckung. Die wirtschaftlichen Vorteile einer vollen Gemeinschaft aller Fahrzeuge liegen nach diesen Ausführungen in der Freizügigkeit und in der Gemeinsamkeit der Verwendung des ganzen Bestandes, die sich besonders an den Übergangstellen fühlbar machen. Sie führt zur Vermeidung von Leerläufen, zu größerer Einheitlichkeit in den Bauarten und zur Verbilligung der Beschaffung. Die Vorteile an Geldwert, für die die Erbringung eines scharfen Nachweises unmöglich ist, scheinen mit 1% der Betriebsausgaben, also mit 25 Millionen, von denen die kleinere Hälfte auf Besoldung und Löhne, die größere auf sächliche Ersparnisse der ordentlichen Ausgaben entfällt, nicht zu hoch veranschlagt.

Die Wirkung auf die Wirtschaft liegt indes nicht allein bei den Fahrzeugen. Die Untersuchung muß tiefer in den Vergleich der Wirtschaft und Geldbeschaffung bei den Einzelnetzen eindringen, und zwar für einen längern Abschnitt als ein Jahr, wie sie sich seit der Neuordnung in Preußen für den 20jährigen Zeitraum 1895 bis 1915 bietet.

Ein Jahr, etwa 1913, reicht für den Vergleich der Wirtschaft und Geldgebarung der Eisenbahnglieder nicht aus, weil die Werte eines Jahres erst durch ihre Stellung in der Schaulinie der Entwicklung ihre Bedeutung erhalten. Der Verlauf der Anlagekosten, der Betriebsziffer, oder der Längsentwicklung läßt erst aus dem Gesetze der Entwicklung einen Schluß auf die Gestaltung in der Zukunft zu. Ein Mangel der Untersuchungen von Dr. Edwards ist in der Beschränkung der vergleichenden Schlüsse auf die Werte von 1913 zu erblicken. Der Verlauf der Schaulinien wird zeigen, daß selbst die schwersten Lagen der Wirtschaft, wie der 1914 einsetzende Weltkrieg, auf Einnahme und Ausgabe eines Jahres bei den einzelnen Verkehrsgliedern Deutschlands sehr verschiedenartig einwirken. Betriebsziffer und Reinertrag können durch äußerlich nicht erkennbare Vorgänge oder Maßnahmen in den Einzelnetzen beeinflusst sein, was erst durch die Lage des Jahres in der Schaulinie erkennbar wird. Der Einfachheit halber ist die Untersuchung nur auf die fünf größten Netze Preußens, Bayerns, Sachsens, Württembergs und Badens ausgedehnt, deren Anlagekosten mit 17278 Millionen \mathcal{M} im Jahresdurchschnitte 1913 etwa 93,5% aller deutschen Staatsbahnen mit 18495 Millionen \mathcal{M} ausmachte. Der wichtigste Maßstab für die wirtschaftliche Gebarung eines Unternehmens ist dessen jährliche Rente z nach $z : 100 = (E - A) : K = (E : K) \cdot (1 - A : E)$, also die Verzinsung der Kosten K der Anlage durch den Rohüberschufs der Einnahme E über die Ausgabe A des Betriebes. In dieser Gleichung, deren Aufstellung von Tecklenburg stammt, zerlegt sich das Erträgnis in seine beiden, für die Beurteilung des wirtschaftlichen Gebarens entscheidenden Glieder, in die Einnahmeziffer $E : K$ und die Überschufsziffer $(1 - A : E)$. Ein Auszug dieser Werte aus der vom Reichs-Eisenbahnamt veröffentlichten »Statistik der deutschen Eisenbahnen« ist

schaubildlich auf den Tafeln 16 und 17 dargestellt*), und zwar zunächst die Betriebs- oder Linien- (57858 km) und die Gleis-Längen (122363 km) in den Abb. 1 und 2, Taf. 16; bei der Gleislänge sind die Gleise der Bahnhöfe, Anschlüsse und dergleichen (39270) von den durchgehenden Hauptgleisen (83093) zu unterscheiden; dann die Anlagekosten K im Durchschnitte der einzelnen Jahre (18880 Millionen \mathcal{M} nach Abb. 1 und 2 der Tafel 17). Der Bezug auf die Längen führt zu den Anlagekosten auf 1 km Betriebslänge (326800 \mathcal{M}) und auf 1 km Gleis (145000 \mathcal{M}) (Abb. 3 und 4, Taf. 16); weiter die Einnahme E , die nach Reise-Verkehr mit Gepäck (997 Millionen \mathcal{M}) einerseits, und nach Güterverkehr: Eil-, Expres-, Fracht-, Post-, Militär-, Dienst-Gut, Tieren, Leichen, Nebenerträge andererseits (2255 Millionen \mathcal{M}) zu trennen sind. Durch Hinzutritt der sonstigen Einnahmen, wie Überlassung von Bahnanlagen, Leistungen und Fahrzeugen an Dritte und verschiedener sonstiger Einnahmen ergibt sich die Betriebs-einnahme E (3507 Millionen \mathcal{M}), die die reine Einnahme aus dem Verkehre im Durchschnitte aller deutschen Bahnen um etwa 8% erhöht: ferner die Betriebsausgabe A (Abb. 1 und 2, Taf. 17), die mit 2458 Millionen \mathcal{M} in solche für Arbeit (1221 Millionen \mathcal{M}) und für Betriebstoffe (1237 Millionen \mathcal{M}) zu gliedern ist. Die Betriebziffer $A : E$ (Abb. 3 und 4, Taf. 17) folgt daraus für 1913 mit 70%, die Überschufsziffer $1 - A : E$ mit 30%; schließlich die Rente z aus dem Überschusse $\bar{U} = E - A$ (1049 Millionen \mathcal{M}) nach $z \% = \bar{U} : K$ (Abb. 1 und 2, Taf. 17) mit 5,72%.

Diese statistischen Grundlagen K , E , A , $\bar{U} = E - A$, $A : E$, $\bar{U} : E$ und $\bar{U} : K$ sind nach der Reichseisenbahn-Statistik auf den Tafeln 16 und 17 in Schaulinien dargestellt. Zu dieser Anordnung ist auszuführen:

Der Vergleich der fünf Netze wird dadurch gegeben, daß links die Schaulinien für Bayern und Sachsen, rechts die für Württemberg und Baden auf die für Preußen bezogen sind. Während die Rente z nach Nr. 4 der Abb. 1 und 2, Taf. 17, die Betriebziffer nach Nr. 5a und ihre Ergänzung zu 100% nach Nr. 5b (Abb. 3 und 4, Taf. 17) vergleichfähige Schaulinien geben, ist das bei den Werten der Anlagekosten, der Betrieb-Einnahmen und -Ausgaben nicht der Fall. Für die Nr. 1, 2, 3 (Abb. 1 und 2, Taf. 17) mußten die Werte innerhalb jeder Gruppe durch Zurückführung auf Verhältnisse vergleichbar gemacht werden, indem die Entwicklung der fünf Netze auf das Anfangsjahr 1895 = 100% bezogen ist. Nach dem Maßstab der Verhältnisse ist der Maßstab der Werte bestimmt. Die preussischen Anlagekosten $K = 6935$ Millionen \mathcal{M} sind nach 1 mm = 85,7 Millionen \mathcal{M} in der Anfangshöhe des Jahres 1895 = 100% gesetzt, ebenso die für Bayern mit 1229, für Sachsen mit 716, für Württemberg mit 520 und für Baden mit 467 Millionen \mathcal{M} nach 1 mm = 14,5, 8,9 — 6,43 und 5,8 Millionen \mathcal{M} . Die Anlagekosten sind der Anfangshöhe beigeschrieben. Nach diesen Maßstäben ist die Umrechnung der Werte von K auf % erfolgt, die also für jedes Bündel von Schaulinien einen gemeinsamen Maßstab haben. Diese Erläuterungen beziehen sich sinngemäß auf beide

Tafeln 16 und 17. Die kilometrischen Anlagekosten für 1 km sind an sich vergleichfähig.

Für diese Art der Auftragung der Schaulinien 1, 2 und 3 beider Tafeln ist das Anfangsjahr 1895 beliebig gewählt. Aber diese Wahl hat für die Entwicklung keine besondere Bedeutung, weil die Beziehung, die Neigung der Linien gegen einander, das Wesentliche ist. Die richtige Beziehung der Werte der Ausgaben zu den Einnahmen des Betriebes ist in den Schaulinien Nr. 5 der Betriebs- und Überschufs-Ziffern, die beider zu den Anlagekosten im Schaubilde Nr. 4 (Abb. 1 und 2, Taf. 17) der Rente z derart erfolgt, daß hier sowohl die zeitliche, wie die sachliche Entwicklung der Netze geeignet für Vergleiche, weil von jeder Voraussetzung befreit, erscheint. Die Schaulinien Nr. 1, 2 und 3 (Abb. 1 und 2, Taf. II) geben nach Tecklenburg Aufschluß darüber, auf welche Ursachen das verschiedene Verhalten der Betriebsziffern und der Renten der Netze zurück zu führen ist: ob auf zu hohe Anlagekosten, ob auf zu geringe Einnahme oder auf zu hohe Ausgabe. In diesen Ursachen kommen Größe, Lage, Gelände- und Boden-Verhältnisse, Eigenart der Volkswirtschaft und Verkehrsnetze der einzelnen Bundesstaaten zur Geltung, je nachdem sie überwiegend durchgehende Haupt-, örtliche Neben- und Klein-Bahnen besitzen.

Diese Unterlagen ermöglichen die folgenden Schlüsse.

Das Schaubild Nr. 4 (Abb. 1 und 2, Taf. 17), das der Deutlichkeit halber im zehnfachen Maßstabe von Nr. 5 aufgetragen ist, zeigt, daß sich die Rente der preussischen Bahnen, abgesehen von den Jahren 1901, 1908 des Niederganges und vom Jahre des Kriegsbeginnes 1914, das mit den folgenden von dieser Betrachtung ausgeschlossen ist, zwischen 6,5 und 7,0% bewegte, die Sachsens zwischen 4 und 5%, die Bayerns und Badens zwischen 3 und 4% lag und die Württembergs während der 20 Jahre kaum 3% erreichte. Diese Spannung zwischen Preußen und den übrigen Staaten hat sich im letzten Jahrzehnt verringert, indem die Rente in Preußen abnahm, sonst unverändert blieb, oder in Bayern und Sachsen sogar etwas stieg. Die Ursachen dieser verschiedenen Gebarung liegen nach Nr. 5b (Abb. 3 und 4, Taf. 17) darin, daß die eine Grundlage der Rente, die Überschufsziffer ($1 - A : E$), unter Berücksichtigung des zehnfachen Höhenmaßstabes der Nr. 4, nahezu deren Spiegelbild gibt, indem Bayern seit 1907 die preussischen Überschufsziffern erreicht, Sachsen sie seit 1907 unterschreitet: ähnliches gilt von Baden und auch von Württemberg. Zusammenstellung II stellt diese Entwicklung der Rente klar. In den Spalten 1 bis 3 und 4 bis 6 sind für die Jahre 1900 und 1912, die die Schaulinien der Taf. 17 als regelmäßige von Schwankungen der Wirtschaft unberührte erkennen lassen, die beiden Bestandteile der Rente und deren Vervielfältigung für die fünf Netze gegenüber gestellt. Die Spalten 7 bis 9 zeigen das Verhältnis von 1912 zu 1900. Während die preussische Rente nach Spalte 9 mit 1,0 auf gleicher Höhe verharrt, sind für die süddeutschen Staaten Erhöhungen von 20 bis 29% eingetroten. Nach Spalte 8 verschlechterte sich die preussische Überschufsziffer in den 12 Jahren von 100 auf 83%, der andere Bestandteil $E : K$ in Spalte 7 wuchs um 21%, was auch für die Eisenbahnen Bayerns und

*) Im Folgenden sind in Klammern die Zahlen für das deutsche Staatsbahnnetz am Schlusse des Jahres 1913 hinzugefügt.

Zusammenstellung II.
 Untersuchung der beiden Bestandteile der Gleichung
 $z = (E:K) \cdot (1 - A:E)$
 der Rente für die Jahre 1900 und 1912.

Bahnnetz		1900			1912			Steigerung Werte 1900=1,0		
		E:K	1— A:E	Rentz 1×2	E:K	1— A:E	Rentz 4×5	E:K	1— A:E	z
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Preußen	Verhältnis	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,21	0,83	1,0
	Wert	0,176	40,5	7,2	0,214	33,7	7,2			
Bayern	Verhältnis	0,70	0,67	0,47	0,69	0,89	0,61	1,20	1,11	1,29
	Wert	0,124	27,2	3,4	0,148	30,1	4,4			
Sachsen	Verhältnis	0,90	0,61	0,54	0,84	0,77	0,65	1,18	1,06	1,20
	Wert	0,160	24,7	3,9	0,181	26,2	4,7			
Württemberg	Verhältnis	0,55	0,73	0,40	0,54	0,86	0,48	1,21	0,97	1,20
	Wert	0,097	29,8	2,9	0,117	29,0	3,5			
Baden	Verhältnis	0,84	0,54	0,45	0,63	0,89	0,58	0,91	1,36	1,27
	Wert	0,149	22,0	3,3	0,136	30,0	4,2			

Württembergs zutraf. Bayern verdankt diese Besserung seiner Rohüberschüsse um 29% einer gleichzeitigen Hebung seiner Überschussziffer von 1,0 auf 1,11, während diese in Württemberg auf 0,97 sank; in Sachsen zeigten beide Bestandteile nach den Spalten 7 und 8 einen geringern Fortschritt. Die auffallend gute Entwicklung der badischen Rente mit 27% Zunahme beruht allerdings auf Täuschung, insofern ihre Ursache nach Taf. 17 in dem ungewöhnlich hohen Stande der Betriebsausgabe 1900 liegt, die ihrerseits gemäß Taf. I, Abb. 1 und 2, Nr. 1 bis 3 die Folge von Neubauten war.

Die Schaulinien der Taf. 16 bilden, wie dieses Beispiel zeigt, eine nötige Ergänzung für eine solche statistische Untersuchung, wie sie in Zusammenstellung II hier vorgeführt wurde, weil sich aufsergewöhnliche Vorgänge unmittelbar in diesen Schaulinien ankündigen, diese also vor Trugschlüssen Schutz bieten.

Durch Gesetz vom 1. X. 1902 war nämlich der 39 km lange Anteil der Main-Neckar-Bahn auf badischem Gebiete mit 9 Millionen \mathcal{M} in die preussisch-hessische Gemeinschaft unter Aufhebung des Ausschlusses vom 1. XII. 1896 aufgenommen. Dieser Vorgang beeinflusst die Schaulinien Badens zwischen 1900 und 1903, wozu noch der Niedergang von 1901 kommt.

In Bayern stört die Verstaatlichung der pfälzischen Bahnen 1909 und 1910 die Regelmäßigkeit, die mit 810 km Länge und 283 Millionen \mathcal{M} Erwerbspreis die Sprünge von 1908 bis 1910 erklärt.

In Zusammenstellung II ist noch die Beziehung der Spalten zu der = 1,0 gesetzten Spalte Preussens zu verfolgen. Nach Spalte 3 standen im Jahre 1900 die Renten aller süddeutschen Netze beträchtlich hinter der preussischen zurück; dies Verhältnis hatte sich 1912 noch nicht ausgeglichen. Nach Spalte 6 brachten die württembergischen Bahnen erst 48, die badischen 58, die Bayerns 61, die Sachsens 65% der Rente Preussens. Das beruht bei den vier süddeutschen Netzen auf den Werten von $E:K = 0,55$ in Württemberg, bis 0,84 in Sachsen, die nach Spalte 5 auch ungünstigeren Überschussziffern wirkten verstärkend. Lehrreich ist, daß die Überschussziffer, die für

Bayern, Württemberg und Baden fast gleichmäßig auf 90% der preussischen steht, in dem gewerblichen Sachsen wegen höherer Boden- und Stoff-Preise und Löhne auf 77% sinkt. Preussen bewahrten die ausgedehnten ländlichen Gebiete vor dieser Senkung, die der erschreckend hohen Steigerung der Ausgaben in Betrieb und Bau der Bahnnetze der großgewerblichen Gebiete entgegen wirkten.

Die Gebiete der Großgewerbe und der Gewinnung von Rohstoffen geben große Verkehrseinnahmen, nicht aber gleich hohe Überschüsse*), weil die Betriebsausgaben bei steigenden Preisen stärker gewachsen sind, als die Einnahmen. Dabei führen gleichzeitig die Erweiterungen und Ergänzungen der Bahnhöfe für Güter-, Verschiebe- und Reise-Verkehr zu starkem Anwachsen der Anlagekosten; beide Umstände drücken den Wert $E:K$ herab, das bestätigt das Verhältnis 77% für Sachsen in Spalte 5. Die früher zutreffende Anschauung, daß die höhere preussische Rente auf das rheinisch-westfälische und ober-schlesische Kohlen- und Eisen-Gewerbe zurückzuführen sei, hat sich später als unzutreffend erwiesen. Die stark gesteigerten Ausgaben, die die Schaulinie der preussischen Anlagekosten in die Höhe treiben (Nr. 1, Abb. 1 und 2, Taf. 17) sind in erster Linie durch die Deckung der Bedürfnisse des Güterverkehrs der Ausfuhrgebiete für Rohstoffe veranlaßt, die im Herbst Sturmfluten des Verkehrs erzeugen und Aufwendungen für Anlagen und Fahrzeuge bedingen, die in den anderen Teilen des Jahres nicht voll ausgenutzt werden. Diese Umstände, die der Haushalt erst im Zinsdienste empfindet, ohne die Herkunft zu erkennen, können die Gesundheit der Betriebsführung untergraben. Die neuere Rente der Eisenbahnen Sachsens bestätigt diese Auffassung deutlicher, als das für den gewerblichen Westen Preussens wegen seines Zusammenhanges mit den anders gearteten Gebieten möglich ist.

Nach Spalte 6 waren die Renten der süddeutschen Netze bis zur Gegenwart erheblich geringer, als die der preussisch-hessischen Gemeinschaft, nach Spalte 4 beruhte diese Wirkung vornehmlich auf den ungünstigeren Werten $E:K$. Das führt zu der Frage, ob im Vergleiche zu Preussen E zu gering, oder K zu hoch sei. Die Schaulinien Abb. 3 und 4 der Taf. 16 zeigen, daß die durchschnittlichen Anlagekosten aller bayerischen Staatsbahnen, auf die Betriebslänge bezogen, auch nach der Verstaatlichung der pfälzischen Linien am Schlusse des Jahres 1915 mit 265 000 \mathcal{M}/km geringer, die Sachsens mit 419 000 \mathcal{M}/km , Württembergs mit 418 000 \mathcal{M}/km , Badens mit 518 000 \mathcal{M}/km bis zu 53% höher waren, als die Preussens mit 339 000 \mathcal{M}/km . Nun bildet die Betriebslänge keinen einwandfreien Maßstab für die Baukosten eines Bahnnetzes, weil in ihr die Zahl der Gleise, die Art des Ausbaues, der Umfang der Bahnhöfe und die Art des Geländes nicht zum Ausdruck kommen. Daher sind in den unteren Schaulinien den Abb. 3 und 4, Tafel 16 die Baukosten für 1 km aller durchgehenden Gleise der Linien, zuzüglich der Nebengleise der Bahnhöfe, Anschlüsse und Verbindungen, den Kosten für 1 km Linie gegenüber gestellt.

*) Mit Ausnahme des Verkehrs zwischen Rheinland-Westfalen und Lothringen, weil den geschlossenen Kohlen- und Koks-Zügen der einen Richtung die Erzzüge der andern im Pendelverkehre mit voller Ausnutzung entsprechen. (Fortsetzung folgt.)

Über die Entstehung der Riffeln auf den Schienenfahrflächen.

F. Märtens, Ingenieur in Elberfeld.

Hierzu Zeichnung Abb. 9 auf Tafel 18 und Lichtbilder Abb. 1 bis 9 auf Texttafel A.

Die Entscheidung der Frage nach den Ursachen der Riffelbildung auf den Fahrflächen der Schienen ist schon lange umstritten, da es bei der Vielseitigkeit der mitwirkenden Umstände sehr schwierig ist, die wesentlichen aus den minder wirksamen auszusondern.

Als nicht durchschlagend ist etwa fehlerhafter Aufbau des Stoffes erkannt worden. Wohl ist besondere Härte des Stoffes an der Fahrfläche geeignet, die Riffelbildung zu erschweren, eine weiche Aufsenschicht mit starkem Gehalte an Ferrit, die durch ungünstige Abkühlung des Gufsblockes und durch starkes Entkohlen bei Überhitzung entstanden sein kann, aber geeignet, die Riffelbildung zu fördern; die wesentliche Ursache liegt jedoch in Kraftwirkungen, die durch Rauheit der Fahrfläche bei starken Walzschlieren (Abb. 1, Texttafel A) und durch riefige Oberfläche der Radreifen, namentlich an den Hohlkehlen eingeleitet werden, wie sie bei alten, zitterig arbeitenden Satzbanken am Werkstücke entstehen.

So wird besonders auf schwerem, wenig nachgiebigem Oberbaue mit harter Bettung schütterndes Fahren bewirkt, das sich mit steigender Geschwindigkeit verstärkt und Fahrzeuge und Schienen in Schwingungen versetzt, die un stetige Beanspruchungen der Schienen zur Folge haben; das gleichmäßige Rollen der Räder hört auf, sie werden zeitweise gleiten, stellenweise hüpfen. Die Schwankungen der Lagerdrücke übertragen sich auf die Achsen mit dem Ergebnisse »flageolette«-artiger Biegungen*). Die Radstände ändern sich dabei dauernd, die Achssätze schwingen seitlich nach beiden Richtungen aus und verschieben sich quer zur Fahrriichtung.

Dieses Schleifen und die Schwankungen des Druckes führen zu Verquetschungen des Stoffes an den Fahrflächen, wobei die Fließgrenze überschritten, die Schiene wellig wird. So entsteht beim Fortwirken dieser Verhältnisse allmählig eine deutliche Riffelung der Fahrfläche.

Hierzu kommt, daß sich die erhabenen Stellen von Unebenheiten flach drücken, daß der Stoff an diesen Stellen also härter wird, und diese ungleiche Härte durch Verschiedenheit der Abnutzung wieder zur Bildung von Riffeln führt. Schienen mit rauher Fahrfläche sollten daher nicht eingebaut werden.

Weiter muß das teilweise Schleifen der Räder auf den Schienen verhindert, also auf Gleichheit der Durchmesser der Räder jeder Achse gehalten werden. Das Schleifen tritt bei seitlichen Wagenschwingungen, besonders aber in Bogen wegen des längern Weges auf der Aufsenschiene auf. Der Achssatz wird im Bogen nach außen getrieben und das äußere Rad schleift, auf größerm Fahrkreise rollend, mit dem Spurrinne gegen die Kopfplanke der Schiene, wodurch sich die Reibkräfte plötzlich erheblich verstärken. Da der Seitendruck gegen die Schienen zudem schwankt, da ferner während der Fahrt im Bogen bei dauernd ruckweiser Änderung der Winkelstellung der Achsen auch Querverschiebungen auftreten, so entsteht Schleifen, nicht bloß längs, sondern auch

quer zur Schiene unter schneller Wechselfolge in der Drehgeschwindigkeit, mit der sich, entsprechend dem Unterschiede in den wirksamen Laufkreisen, fortlaufender Wechsel zwischen Schleifen und Rollen der Räder und als Folge davon das Entstehen von Riffeln auf den gebogenen Schienen verbindet. Der Verfasser hat das seitliche Schleifen der Räder gegen die Schienen am Verschleiß der Schienen nicht nur in Bogen, sondern fast stets, auch in graden Strecken, als Begleiterscheinung der Riffelbildung, besonders bei eingehender Beobachtung der Gleise von Straßenbahnen mit Rillenschienen, an der Abnutzung der Schienen feststellen können. Es lag dann meist Senkung des einen Schienenstranges vor, die Neigung des Wagens mit Seitenschwingungen, seitliches Pendeln, zur Folge haben mußte.

Zur Vermeidung von Riffelbildung muß also das seitliche Schleifen vermieden werden. Dazu ist Neigung der Lauffläche der Schienen das geeignetste Mittel. Bei breitfüßigen Schienen könnten die Unterlegplatten stärkere Neigung erhalten, Rillenschienen wären mit schräger Lauffläche zu walzen. Die Schienen müssen genau gerade, frei von Knicken und Bogen sein und dürfen bei der Zurichtung keine starken Richtdrücke erfahren haben, die den Stoff über die Fließgrenze beanspruchen, weil er sonst an diesen Stellen größere Härte aufweist.

Von großer Bedeutung für die Riffelbildung sind auch Ausbildung und Zustand der Stoßverbindungen. Unter den Schlägen der Räder an den Stößen geraten die Schienen und Fahrzeuge in starke Schwingungen. Abb. 9, Taf. 18 zeigt das Schwingen der Schienen, die mit dem Spannungsmesser bei langsamer Fahrt einer Lokomotive mit Tender aufgenommen sind. Die Schwingungen sind in den Längsmaßen erheblich verkürzt dargestellt. Die Meßstelle lag zwischen der fünften und sechsten Holzschwelle, also in genügendem Abstände vom befahrenen Stoße.

Die Stoßverbindung soll den Rädern schlagfreien Übergang ermöglichen, denn jede Unstetigkeit im Gleise kann zu Schwingungen als Ursache von Riffeln Anlaß geben, der bei stetiger Stützung der selbst frei von Schwingungen und Stößen laufenden Räder vermieden wird.

Diese Umstände werden durch das Folgende ergänzt. Die Drehung der Trieb- und Kuppel-Räder wird durch die Reibung unter Gegenwirkung an den Schienen in die Fortbewegung des Zuges umgesetzt, wobei die Reibung mit wachsender Fahrgeschwindigkeit abnimmt. Solange der Zugwiderstand beim Ziehen oder die dem Arbeitsvermögen des Zuges entsprechende Kraft beim Bremsen kleiner bleibt, als die Reibung an den Schienen, besteht rollende Reibung, bei der sehr geringe Längsbeanspruchung der Schienen eintritt. Anders Falles auch beim Festbremsen der Räder tritt gleitende Reibung auf, die den Schienenstoff in der Längsrichtung vor dem Rade staut und hinter dem Rade streckt.

Beide Arten der Reibung treten neben einander auf, wenn die Umfangsgeschwindigkeit der Räder beim Bremsen

*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 4. Mai 1918, S. 249: „Kritische Drehzahlen schnell umlaufender Wellen“.

auf kleinste Werte herabgesetzt wird. Unter gleitender Reibung wellt sich der Schienenstoff also auf und wird bei größeren Geschwindigkeiten faltenartig abgequetscht. Diese vorspringenden Falten sind durch Kaltrecken über die Elastizitätsgrenze gehärtet, bei weiterem Befahren nimmt die Härte durch das von den Rädern verursachte kalte Beiwalzen noch zu.

Die Riffelbildung wird so ausreichend erklärt. Der Verfasser hat bei früheren Untersuchungen*) in den Bergen der Riffeln napfartige Vertiefungen mit eingelagertem Schienenstoff und erheblich größeren Härten feststellen können, als in den Tälern.

Auf »die scheinbaren Schlüpfungen«, womit man die vorübergehenden Streckungen und Verkürzungen des Schienenstoffes unter dem Raddrucke der Räder bezeichnet, sei hier nur verwiesen**); von nebensächlichem Einflusse könnten auch diese sein.

Unter der nur in vereinzelt Fällen bei schwacher Riffelbildung statthaften Annahme, daß die Riffeln als Sinuslinie verlaufen und unter den erheblichen weiteren Einschränkungen, daß die Belastung der Achsbüchsen als unveränderlich zu betrachten ist und die wagerechten Beschleunigungseindrücke vernachlässigt werden, ist die Gleichung aufgestellt:

$$\text{Gl. 1) } \dots \dots P > \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} \cdot v^{2***}) \cdot r$$

worin P kg den ruhendem Raddruck, $M_1 \frac{\text{kg sek}^2}{\text{m}}$ die dem Schienendrucke S entsprechende Masse, $M_2 \frac{\text{kg sek}^2}{\text{m}}$ die Masse des schwingenden Oberbaues, r^m den Radhalbmesser, $v^{m/\text{sek}}$ die Fahrgeschwindigkeit bedeutet.

Wenn dieser Gleichung genügt ist, dann ist der Riffelpuls, oder die Zeit des Durchfahrens der Strecke von einem Riffelberge bis zum nächsten kleiner, als der Schienepuls oder die Zeit einer Schwingung der Schiene; damit ist die Bedingung zur Beseitigung der bestehenden Riffeln gegeben.

Wenn in Gl. 1) die rechte Seite die kleinere werden soll, so müssen die Größen M_1 , M_2 und v klein und r groß gehalten werden, danach müssen also Druck und Durchmesser der Räder groß gewählt werden. M_1 liegt aber in engen Grenzen fest, also muß M_2 klein gehalten werden. Nur ein leicht federnder Oberbau, der nicht zu hart auf der Bettung liegt, kann dieser Bedingung genügen.

Weiter besagt die Gl. 1), daß die Neigung zur Riffelbildung mit der Geschwindigkeit im zweifachen Verhältnisse zunimmt. Bei leicht federndem Oberbaue und bei kleinen Fahrgeschwindigkeiten ist Riffelbildung kaum zu befürchten. Der Schienenstoff kann bei geringer Geschwindigkeit vor dem Rade langsam ausweichen und seine alte Lage ebenso wieder einnehmen; Überschreitung der Fließgrenze und bleibende Zerrungen unterbleiben daher in der Regel, oder sie treten nicht besonders nachteilig in die Erscheinung, da sie gering bleiben.

*) Stahl und Eisen, 1913, Heft 28, S. 1139.

***) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Band 62, 1918, Nr. 11 bis 13, S. 145: „Die Beziehung zwischen Rad und Schiene“.

*) Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, 1918, Heft 32.

Anders werden die Verhältnisse bei größerer Geschwindigkeit. Das Arbeitsvermögen des Zuges wächst stark, kleine Unstetigkeiten im Gleise lösen starke Schwankungen im Fahrzeuge aus, die ihrerseits das Gleis weiter beunruhigen; je nachdem, ob sich die jetzt eintretenden Schwingungen von Gleis und Fahrzeug dämpfen oder häufen, werden die Einflüsse auf den Schienenstoff einsetzen. Sind die Störungen im Gleise mannigfaltig und schwer, so werden weder Gleis noch Fahrzeug zur Ruhe kommen, die Zerstörungen des Schienenstoffes an der Fahrfläche setzen ein, die Fließgrenze wird überschritten, der Baustoff der Schiene zerreißt an der Fahrfläche und wird stellenweise abgequetscht, stellenweise abgerissen und an Stellen, an denen der Zusammenhang mit der Schiene erhalten ist, von der Radlast in den Schienenstoff hineingepreßt. Geht ein leichter Wind über eine Wasseroberfläche, dann kräuselt sie sich ähnlich zu leichten Wellen, die mit der Windstärke wachsen und im Sturme überbrechen.

Durch das Vorhandensein der erwähnten Ablagerungen in den Riffelbergen*) ist zweierlei bewiesen: erstens, daß der Schienenstoff im Wellentale abgeschliffen sein muß, daß hier also Gleiten des Rades stattgefunden hat, zweitens, daß der im Tale abgeschliffene Stoff in den Berg eingewalzt ist, daß hier also Rollen des Rades stattfand. Die Unterschiede der Festigkeit des Schienenstoffes in Tal und Berg gaben eine weitere Bestätigung dafür. Kugeldruck- und Zerreiß-Proben ergaben im Berge erheblich höhere Festigkeit, als im Tale, was auf Überschreitung der Fließgrenze des Baustoffes und Stauchen im Berge hindeutet. Auch der weitere Schluss, daß das Rad auf den Berg hart aufsetzt, während es das Tal minder belastet, dürfte berechtigt sein, wobei der erhebliche Unterschied der Geschwindigkeit des Stoffes des Rades gegen den der Schiene bei gleitender gegenüber rollender Reibung beachtet werden muß.

Bestätigt wird dieser Vorgang durch Beobachtungen des Verfassers. In Bahnhofen fanden sich an Schienen vereinzelt ziemlich tief eingeschliffene Stellen, die als lange stumpfe Flecken auf der Fahrfläche deutlich hervortraten, an dem auslaufenden Ende des Fleckes trat eine erhabene Stelle durch besondern Glanz hervor. An solchen Stellen waren die langsam einfahrenden Züge durch Abbremsen eines Rades, wahrscheinlich eines Triebrades, zum Gleiten gekommen, eine vereinzelt Riffel entstand. Also findet ein gleichmäßiges Rollen und Gleiten zwischen Riffelberg und Tal wechselndes Rollen und Gleiten der Räder statt, was allgemein mit Schwingungen der Achsen, als Ursache oder Folge zusammenhängt.

Aber nicht alle Beobachtungen werden durch das bisher Angeführte erklärt. In gerader Strecke findet man auf gut verlegtem Oberbaue Stellen, an denen nur eine der beiden Schienen deutliche Riffeln aufweist; der Verfasser hat diese Beobachtung mehrfach bei Straßenbahnen gemacht. Auch hier waren an den geriffelten Stellen die neben den Riffeln fast allgemein auftretenden seitlichen vom Radkranze herrührenden, bogenförmigen Eindrücke festzustellen. Demnach müssen bei der Bildung der Riffeln auch seitliche Schrägstellungen der Radachsen eingetreten sein. Für diese müssen aber auf geraden

*) Stahl und Eisen 1913, Heft 28, S. 1139.

Abb. 1 bis 9. Über die Entstehung der Riffeln auf den Schienenfahrflächen.

Abb. 1. Schienen mit rauh gewalzter Fahrfläche.

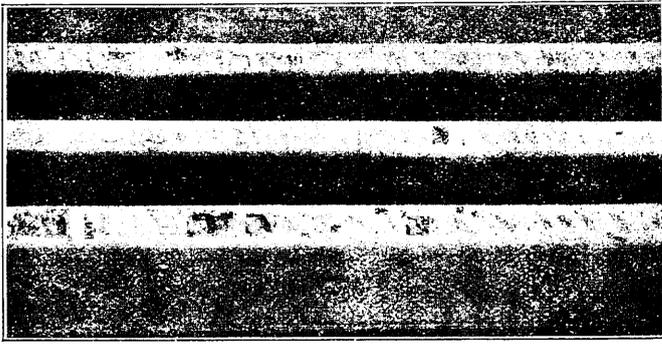


Abb. 2. Quetschungen der äußeren Stoffschichten beim Warmpressen in geschlossenen Preßformen mit kleinem Preßmundstück. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1918, Band 62, Nr. 20, S. 284, Abb. 15.

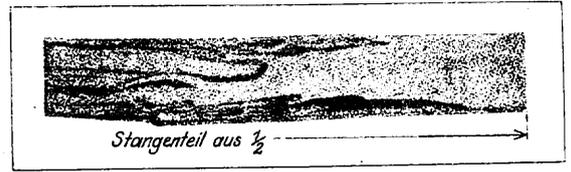


Abb. 4. Eine untersuchte Rillenschiene mit Riffelbildung. Nicht beanspruchte Stelle mit dem ursprünglichen netzförmigen Gefüge. 25-fach. Stahl und Eisen 1917, Nr. 44, Tafel 24, Abb. 18.

Abb. 3.

Abb. 3. Vorgang beim Abquetschen der Stoffschichten während des Pressens; der Verlauf ist ähnlich, wie bei der Bildung von Riffeln. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1918, Band 62, Nr. 20, S. 285, Abb. 20.

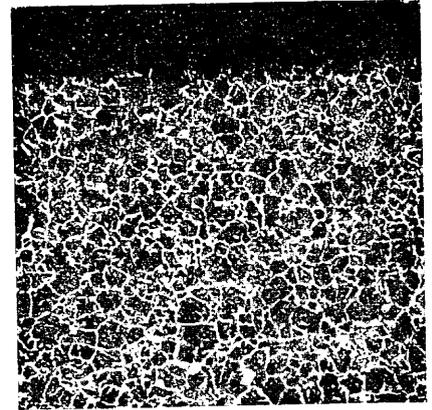
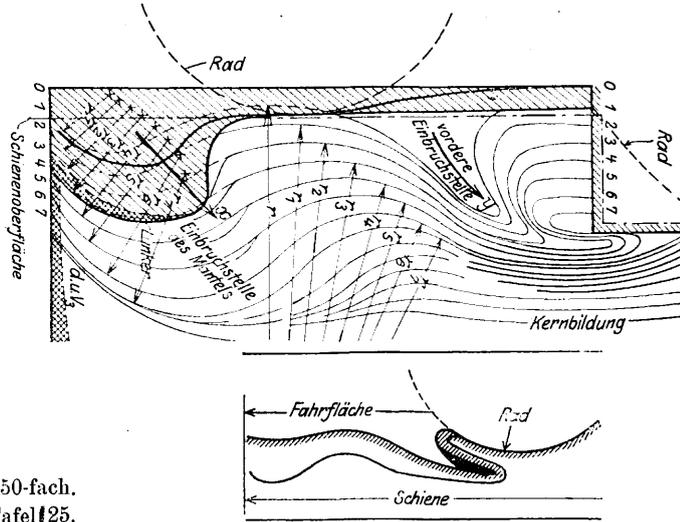


Abb. 5. Gefüge wie in Abb. 4, 50-fach. Stahl und Eisen 1917, Nr. 44, Tafel 25, Abb. 41.

Abb. 7. Gefüge im Riffelberge, 25-fach. Stahl und Eisen 1917, Nr. 44, Tafel 24, Abb. 25.

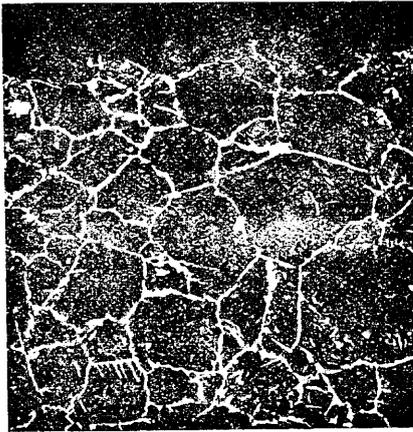


Abb. 6. Gefüge aus dem befahrenen Kopfe der untersuchten Schiene, 50-fach. Stahl und Eisen 1917, Nr. 44, Tafel 24, Abb. 22.

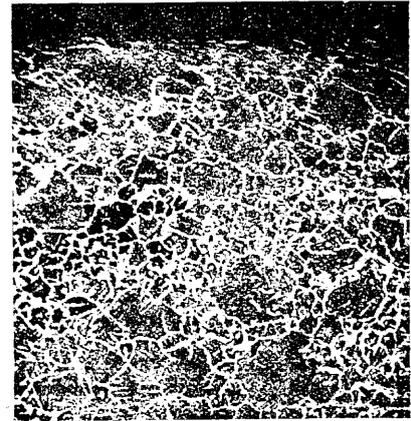
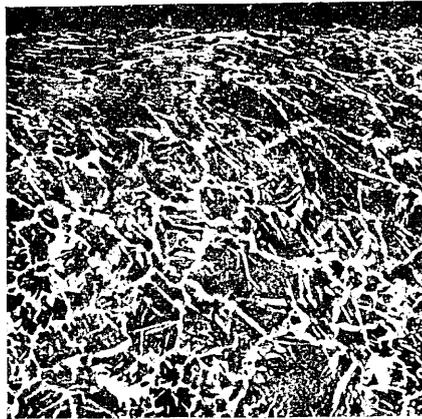


Abb. 8.

Abb. 9.



Abb. 8. Gefüge einer nicht befahrenen Stelle des Kopfes, 800-fach. Stahl und Eisen 1917, Nr. 44, Tafel 24, Abb. 23.



Abb. 9. Gefüge einer befahrenen Stelle des Kopfes, 800-fach. Stahl und Eisen 1917, Nr. 44, Tafel 24, Abb. 24.

Strecken besondere Ursachen vorliegen, aus denen die Riffelbildung allgemein abzuleiten ist.

Wenn durch äußere Ursachen ein Wagen in Längs- oder Seiten-Schwingungen gerät, wie das Schlingern sie ergibt, nehmen daran auch die Wagenfedern Teil und übertragen sie durch den Zapfen des Federbundes auf die Achslager. Mit diesen verschieben sich nun auch die Achssätze, wobei die Führleisten der Wagen zeitweise gegen die Gehäuse der Achslager schlagen und die Achssätze stoßweise verstellen. Sie geraten aus einer Schräglage in die andere, pendeln zwischen den Anschlägen des Lagergehäuses gegen die Achsgabeln und führen unter der Brems- und Schleif-Wirkung der Radkränze an den Schienen, je nachdem diese Bewegungen ein- und aussetzen, Roll- und Schleif-Bewegungen gegen die Fahrflächen der Schienen aus. Daß sich starke Stöße der Wagen auf die Achsschenkel übertragen, beweisen das Herausspringen der Lagerschalen bei Güterwagen über den Achsschenkeln, was die preussisch-hessische Verwaltung zu besonderer Ausbildung der Lagerschalen an den Abrundungen veranlaßte, und die Warmläufer, die vielfach durch die starke Reibung der Lagerschalen an den Hohlkehlen der Achsschenkel verursacht werden.

Man kann diese Verhältnisse durch Versuche nachprüfen, wenn man auf die beiden Achsen eines Wagens an einander gegenüber liegenden Stellen je eine Scheibe aufpreßt, über diese Scheiben Schleifen legt, die federnd mit einander verbunden sind, und den Federausschlag mißt und aufzeichnet. Die Vorrichtung muß so eingerichtet sein, daß sie auch die seitlichen Ausschläge der Achssätze mit feststellt.

Als Gegenmittel können starke Neigung der Lauffläche der Schienen und Anordnung von Spiel bei gleitender Verbindung zwischen Wagenfeder und Lagergehäuse statt der steifen mit Bundzapfen dienen. Weiter würde es sich empfehlen, den Spielraum zwischen Lagergehäuse und Gabelführung durch Zwischenstücke verstellbar einzurichten.

Hiermit findet auch die Beobachtung, daß die Riffeln ihre Lage ändern und wandern, ihre Erklärung, und daraus folgt die Notwendigkeit, die Bedingungen zu ändern, durch die die Bildung von Riffeln bei Verwendung gleichgebauter Fahrzeuge mit bestimmten Geschwindigkeiten veranlaßt wurde, indem sie Häufung der Schwingungen von Fahrzeug und Schienen ergaben. Wenn Riffeln auftreten, muß die Bauart der Fahrzeuge oder zeitweise die Geschwindigkeit geändert werden; bei amerikanischen Bahnen ist beobachtet, daß die Riffelbildung verschwand, wenn die Strecke mit anders gebauten Fahrzeugen befahren wurde.

Wenn der Puls der Riffeln kleiner gemacht wird, als der der Schienen, so tritt die Höchstbeanspruchung nicht mehr gleichmäßig in den Riffelbergen auf, sie wird teilweise in die Täler verlegt, die Riffeln verschwinden mit der Zeit und die Fahrfläche der Schienen wird glatt, weil nun eine andere Verteilung der höchsten Beanspruchungen eintritt.

Ein weiteres Mittel bietet die Verbesserung des Schienenstoffes, indem man die Laufflächen so hart macht, daß kein Überschreiten der Fließgrenze eintritt. Um aber nicht den Bestand der ganzen Schiene durch Sprödigkeit zu gefährden, wird man genügend tiefes örtliches Härten an der Fahrfläche

anstreben, wie man früher den Schienen aus Schweifeseisen Stahleinlagen für den Kopf gab.

In neuerer Zeit ist wieder der Versuch gemacht, Unterschiede im Baustoffe aus Seigerungen von Fosfor, Schwefel und Oxiden beim Erkalten des Blockes zur Erklärung der Riffelbildung heran zu ziehen*), was wohl nicht zu rechtfertigen ist, da diese Seigerungen bei dem von außen nach innen und von oben nach unten allmählich erkaltenden Blocke meist einen stetigen, sich über große Abstände erstreckenden Verlauf nehmen. Eher ist schon bei Benutzung sehr gezackter, oft zahnartig tief eingearbeiteter Blockwalzen die Möglichkeit gegeben, daß der Kernstoff, wie wiederholt an Knüppeln aus geriffelten Blockwalzen beobachtet ist, stellenweise tief in den Mantelstoff eingearbeitet wird, daß so bei geringer Abnutzung der Fahrfläche ein Baustoff wechselnder Härte zu Tage tritt und Riffelbildung durch ungleiche Abnutzung veranlaßt; aber auch das ist nicht wahrscheinlich, weil ja festgestellt ist, daß die Riffeln wandern, und weil bei der Riffelbildung zu große Kräfte in Frage kommen, als daß diese geringen Unterschiede in der Festigkeit Bedeutung haben könnten. Die weit bedeutungsvollsten äußeren Verhältnisse geben den Ausschlag, und wenn man die Umbildung im Gefüge des Schienenstoffes an den durch Riffelbildung gekennzeichneten Stellen (Abb. 6, 7 und 9, Texttaf. A) mit den Umlagerungen vergleicht, die beim Warmpressen entstehen**) (Abb. 2 und 3, Texttaf. A), so begründet die Übereinstimmung des Verlaufes der beanspruchten Fasern beim Warmpressen mit den Quetschungen an den geriffelten Schienen den Schluß, daß in beiden Fällen ähnliche äußere Einwirkungen tätig waren, wobei unter den beiden Fällen die Gewalt bei der kalt erfolgten Umlagerung des Schienenstoffes erheblich größer gewesen sein muß.

Die Abb. 4 bis 9, Texttaf. A enthalten Lichtbilder, die das Gefüge der Schienen und dessen Änderung bei der Bildung der Riffeln zeigen. Das Gefüge des Schienenkopfes zeigt Netzbau (Abb. 4 und 5, Texttaf. A) aus schwarzem Perlite mit diesen netzförmig umgebendem weißem Ferrite. Das Gefüge zeigt am Rande ebensovielen dunklen Stellen, wie an anderen Stellen, also gleichmäßigen Gehalt an Perlit; Entkohlung des Randes durch starke Erwärmung vor dem Walzen hat also nicht stattgefunden. Dagegen ist in Abb. 8, Texttaf. A der obere Rand heller, er besteht also in höherem Maße aus Ferrit, was auf oberflächliche Entkohlung hinweist.

Abb. 9, Texttaf. A zeigt im Schienenquerschnitte erhebliches Abschleifen des Stoffes, das durch starke Umlagerung gekennzeichnet ist. Da der Schliff einem Querschnitte entstammt, hat also hier rechtwinkelig zur Fahrriechung anhaltendes Gleiten der Räder stattgefunden. Hierdurch wird der Schluß bestätigt, daß die Räder bei Unstetigkeiten der Fahrt auch seitlich ausschwingen. Auch Bremsverzögerungen und Anfahrbeschleunigungen gehören zu den Unstetigkeiten, die auf Riffelbildung hinwirken.

*) Stahl und Eisen 1917, Nr. 44, S. 993; Deutsche Straßens- und Kleinbahn-Zeitung 1913, Nr. 15.

**) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1918, Band Nr. 20, S. 281.

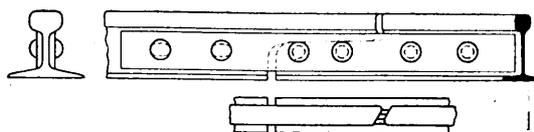
Die Wärme des Stabes beim letzten Stiche zu vergleichen, hat nur insofern Berechtigung, als von diesem die Glätte der Schienen abhängt. Man neigt daher zu der Annahme, daß eine Schiene, die die Walze mit hoher Endwärme verläßt, weniger Anlaß zu Riffeln bietet, als eine kälter gewalzte, weil die Oberfläche der erstern gleichmäßige Härte hat. Auch daß die Art der Erzeugung des Stoffes von Einfluß sein, daß Siemens-Martin-Stahl sich günstiger verhalten soll, als Bessemer- und Thomas-Stahl, ist von einigen Seiten behauptet. Die Erfahrung hat aber auch diese Annahme bisher, soweit dem Verfasser bekannt, nicht bestätigt. Gufsfehler an und in der Nähe der Oberfläche der Schienen sind je nach der Art der Erzeugung des Stoffes meist verschieden geartet; durch örtliche Fehler, die größere Ausdehnung annehmen, könnte die Riffelbildung eingeleitet werden.

Es ist also richtig, alle Fragen, die auf Eigentümlichkeiten des Stoffes Bezug nehmen, sofern nicht eine Bevorzugung harten Stoffes in Frage kommt, bei der Beurteilung der Bildung von Riffeln auszuschalten. Berechtigter sind die Versuche, die Bildung durch Verbesserung der Bauverhältnisse der Gleise und Fahrzeuge zu vermeiden. Hier kommt an erster Stelle die Ausbildung der Stofsverbindung in Betracht, damit hier der Anlaß zu Schwingungen der Fahrzeuge und Schienen fortfällt. Nach dem Urteile von Fachleuten genügt nur der schwebende Stofs in leichter Ausführung den Anforderungen. Es ist aber bisher nicht gelungen, eine Verbindung zu schaffen, die die Stofswirkung dauernd verhütet. Die lotrechte Verblattung der Schienen nach Haarmann und im Blattstofse hat sich wegen des an der Blattfuge entstehenden Grates, der die Schienen auseinander drückt und Brüche verursacht, als gefährlich erwiesen: diese Teilung würde sonst die zweckmäßigste Lösung abgeben. Mangels einer andern brauchbaren Lösung hat man dann bei den Breitfuß-Schienen in neuerer Zeit vom schwebenden Stofse abgesehen und für die Unterstützung des Stofses die eiserne Breitschwelle verwendet, die nur unvollkommen stopfbar ist, oder seine Zuflucht zu zwei verdübelten Holzschwellen genommen. Da man aber die Keil- oder Kammerlaschen, die mit Bolzen gegen Kopf und Fuß der Schiene verspannt werden, beibehalten hat, so ist auch diese Verbindung der Schwellen an den Stöfen nicht geeignet, die Fahrzeuge stofsfrei überzuleiten; dagegen besteht gegenüber dem schwebenden Stofse das harte Auffahren der Fahrzeuge, wodurch die Erschütterungen und Schwingungen verstärkt und die Schienen an den Enden in höherm Maße abgenutzt werden. Die Schienenenden mit Keillasche spielen nach wie vor gegen einander.

Die Verschraubung der Laschen zeigt dann die bekannten weiteren Nachteile. Versuche, ob eine Nietverbindung bei gutem und zweckmäßig gewähltem Stoffe der Niete Vorteile vor der Verschraubung hat, dürften sich empfehlen. Vorausichtlich würden die Laschen dabei fester anliegen und die Bewegungen der Schienenenden gegen einander aufhören.

Bessere Wirkung wäre vielleicht durch wagerechte Verblattung der Schienen mit schrägem Schnitte nach Textabb. 1 zu erreichen: freilich haben derartige Versuche bisher zu Brüchen der Blätter geführt.

Abb. 1.



Durch Verbesserung der Stöße der frei liegenden Breitfuß-Schienen würde der Zustand der Gleise erheblich gefördert. Bei den hart gelagerten Rillenschienen der Straßenbahnen tritt Riffelbildung trotz der geringern Geschwindigkeit der Fahrzeuge am häufigsten auf, ohne daß bisher geeignete Mittel gefunden sind, sie zu vermeiden oder zu beseitigen. Man läßt die Riffeln vielfach von Hand oder mit besonderen Maschinen abfeilen, erreicht aber damit nur vorübergehende Wirkung, denn sie kommen meist sehr bald an denselben Stellen wieder zum Vorschein. Erst wenn man in der Lage sein wird, die Verhältnisse so zu gestalten, daß den Ursachen der Riffeln, soweit sie nicht zu beseitigen sind, entgegen gearbeitet wird oder wenn an der Schienenfahrfläche ein genügend zäher und verschleißfester Stoff den nachteiligen Einwirkungen hinreichenden Widerstand entgegengesetzt, wird es gelingen, die lästige und für die Fahrzeuge schädliche Bildung von Riffeln zu verhüten*).

*) Einige weitere Veröffentlichungen über den Gegenstand sind die folgenden.

- 1) Die Druckschriften des Ausschusses für Riffeluntersuchungen. Darmstadt.
- 2) Druckschriften des Ausschusses für Riffeluntersuchungen. Köln 1916.
- 3) E. Meyer: Zur Klärung bedeutsamer Fragen im Straßenbahn-Oberbaue, besonders der Riffelbildung auf den Schienen. Berlin 1915. Verlag Hermann.
- 4) A. Busse: Die Riffelbildung auf den Schienenfahrflächen. Bericht Köln 1913.
- 5) Puppe: Über die Ursachen der Riffelbildung auf den Fahrflächen von Rillenschienen und Vignolschienen. Vortrag Düsseldorf vom 3. Februar 1912.

Rohrpost-Fernanlagen in Belgien, England, Frankreich und Italien.

Dr. Schwaighofer, Oberpostinspektor in München.

(Schluß von Seite 104.)

III. C) Die Rohrpost in Paris.

C. 1) Das Netz.

Die ersten Versuche eines Rohrpostbetriebes für Paris reichen bis 1854 zurück. Die 1865 angestellten Proben hatten guten Erfolg; die französische Verwaltung beschloß daher die sofortige Anlage einer ausgedehnten Stadt-Rohrpost.

Das erste Netz wurde 1866 und 1867 gebaut. Es ver-

band das Haupttelegrafnamt, Rue de Grenelle 103, mit der Börse, das Grand Hotel erhielt eine Zwischenstelle; die Länge ist 1 km gewesen. Hierauf wurden die Telegrafnamter Boissy—d'Anglas, Jean-Jacques-Rousseau, Louvre, Saint-Père einbezogen. Der Betrieb dieser Erstanlagen entwickelte sich so, daß die Vorteile dieser Art des Verkehrs sehr fühlbar wurden.

Paris hatte 1875 33 Ämter mit rund 25 km Fahrrohren für drei Kreisgruppen und zwei Einzelschlüssen*).

Wesentliche Erweiterungen sind seit 1899 ausgeführt; jetzt umfaßt die Rohrpost 350 km Fahrrohr mit 120 Verkehrsstellen und 200 Sendern. Die Speiseleitungen sind äußerst beschränkt; es bestehen hiervon 30 km von 100 bis 300 mm Weite.

C. 2) Verkehrs-Leistung, Gebühren, Kosten.

Bei der heutigen Entwicklung ist die Zugfolge meist 5 bis 10 min; auf der Linie zwischen Hauptpost und Börse 3 min. Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Züge ist 6 bis 7 m/sek; die Zahl der Züge betrug 1912 für Hin- und Rück-Verkehr zusammen rund 10 000 täglich, also 3 bis 4 Millionen mit 20 Millionen km jährlich. Die für die Umgebung oder für den Fernverkehr bestimmten Telegramme werden von den Aufgabebämtern zum Haupttelegrafenamte regelmäßig mit der Rohrpost gesandt, ebenso die von auswärts eintreffenden Depeschen an die Zustellanstalten; außerdem ermöglicht die Rohrpost das Befördern von Rohrpostbriefen und Rohrpostkarten im Postgebiete von Paris ohne erhebliche Steigerung der Kosten des Betriebes.

*) Das Hauptnetz verlief vom Hauptamte nach der Rue Boissy d'Anglas, ferner zum Grand Hotel, Rue des Capucines, zur Börse, nach der Avenue Napoleon, nach der Rue de Saint-Père und zurück nach dem Hauptamte mit 7188 m. Ein Nebennetz von 5424 m ging von der Börse nach der Rue J. J. Rousseau, zur Rue des Vieilles-Haudriettes, nach dem Chateau d'Eau zur Porte Saint Denis und zurück zur Börse. Ein zweites Nebennetz von 5193 m erstreckte sich von der Börse nach der Rue Lafayette, dem Montmartre, dem Nordbahnhofe, der Rue Sainte Cécile und zurück zur Börse. Dazu kamen der Strang von der Rue Boissy d'Anglas nach den Champs Élysées mit 1100 m und die Linie vom Hauptamte nach der Börse und zurück mit 6000 m.

Zur Erzeugung der Spannung wurden hauptsächlich Wasserbehälter benutzt, die wie Heronsbrunnen geschaltet waren, so in der Hauptstelle beim Theatre Français, dann Luftpumpen in Verbindung mit Turbinen nach Girard. Das für die Wasserbehälter erforderliche Wasser wurde dem Oureq-Kanale entnommen. Die Linien brauchten 3 bis 4 cbm/km Wasser. Auf jeden Rohrpostzug kamen zehn Büchsen mit je 40 Depeschen.

In „Armengauds Publication industrielle“ Band 23, S. 366, findet sich folgender Kostenvergleich für das Netz 1875:

Baukosten bei Umrechnung nach 1 Fr = 0,8 M	
für Lieferung und Verlegung der Rohre	468 000 M
für 33 Rohrpoststellen mit Maschinen und	
Zubehör	396 000 „
	zusammen 864 000 M
oder durchschnittlich 34 560 M/km bei 25 km Länge.	
Der Betrieb erforderte jährlich:	
10% Tilgung und Verzinsung	86 400 M
Hausmiete für 33 Rohrpoststellen	92 400 „
Erhaltung und Überwachung des Netzes	18 720 „
desgleichen für die 33 Ämter	31 680 „
3 Beamte und 8 Boten für jedes Amt	433 240 „
Wasserbedarf zur Betriebsluftherzeugung	238 140 „
	905 580 M
für allgemeine Verwaltung 10%	90 558 „
	996 138 M,

rund 1 Million Mark.

Bei täglich 15 000 verarbeiteten Depeschen zu 0,20 M Gebühr betrug der Rohertrag über 1 Million Mark, so daß trotz der verhältnismäßig hohen Kosten noch ein geringer Reinertrag blieb.

Die Zahl der unter Mitbenutzung der Rohrpost versendeten Eilbriefe und Eilkarten ist von rund 4,25 Millionen 1895 auf etwa 11 Millionen 1910 gestiegen, in 15 Jahren um fast 150%, die Bevölkerung des Rohrpostbezirkes stieg in der Zeit von 2,5 auf rund 3 Millionen, also nur um 20%. Mit den Telegrammen schätzte man in den letzten Jahren den Rohrpostverkehr von Paris auf 20 Millionen Sendungen; 20 bis 30% aller im Hauptamte verarbeiteten Telegramme und durchgehenden Depeschen werden mit der Rohrpost befördert.

Die Einnahmen betragen 1895 etwa 1,75, 1910 4 Millionen Mark, bei 2 Millionen Mark Betriebskosten ohne Tilgung und Verzinsung und 2,5 Millionen Mark 1910 im Ganzen.

Für Rohrpost-Briefe und -Karten sind die Gebühren im Ort- und Nachbarort-Verkehre 25 Pf. bis zu 7 g, 40 Pf. von 7 bis 15 g, 80 Pf. über 15 bis 30 g. Karten und Briefe mit Antwort oder Empfangsanzeige kosten in diesen Gewichtszonen 25 Pf. Zuschlag. 30 g sind das Höchstgewicht für alle Rohrpostsendungen, 11 × 14,5 cm die Höchstmaße*).

Die Baukosten für 1907 ohne Umbauten betragen für die Kraftanlagen 1 680 000 M, also bei 1000 PS rund 1700 M/PS, das Rohrnetz und die Sender kosteten 2 600 000 M, im Ganzen sind also fast 4,3 Millionen M oder etwas über 12 000 M/km zu rechnen.

Die überwiegende Verwendung begehrter Kanäle zum Rohrbetten führte zu beträchtlichen Ersparungen im Vergleiche zu anderen Großstädten Europas.

Die Kosten des Betriebes waren 1907 die folgenden.

Gehälter und Löhne im technischen Dienste	240 000 M,
Gehälter und Löhne für die Ämter, je 1600 M für 400	
Angestellte	640 000 M,
Zustellung, Verkauf der Briefe und Karten	800 000 M,
Betriebstoffe, Ausbesserung und Erhaltung der Ämter	
und Kraftwerke	360 000 M.

Die Kosten des technischen Dienstes und der Zustellung belaufen sich daher auf etwa 2 Millionen M, mit 10% Tilgung und Verzinsung, Miete und allgemeiner Verwaltung auf 2,5 Millionen M. Auf den technischen Dienst entfallen jährlich rund 600 000 M, also 1700 M/km ohne Tilgung und Verzinsung der Baukosten. Demnach erfordert ein Zugkilometer etwa 3 Pf., oder eine Sendung auf 1 km Entfernung rund 0,6 Pf. lediglich an technischen Betriebskosten: die Beförderung einer Depesche ist zusammen mit 3 Pf., eines Zuges mit 10 bis 15 Pf., einer Büchse mit 3 bis 5 Pf. zu veranschlagen.

C. 3) Liniengruppen, Maschinenanlagen.

Das jetzt etwa 350 km Fahrleitung umfassende und unter Mitbenutzung der Kanäle verlegte Rohrnetz ist bei den neueren Erweiterungen größtenteils nach Vielecken hergestellt worden; die Verkehrsanstalten sind zu einzelnen Kreisgruppen, einige mit Doppelleitung, vereinigt, und zwar sind in jede Gruppe

*) Der Verkehr zwischen den Ämtern und den im Zustellbezirke der Rohrpost liegenden Nachbarorten wird durch Radfahrer meist stündlich vermittelt. Bei allen von den Hauptlinien entfernten und nicht von Radfahrern bedienten Vorstädten kann man die Sendungen in Kästen an den, die Vorstädte durchquerenden Straßbahnen legen. Am nächsten Endhalte werden diese Kästen durch Beamte geleert, die die Sendungen sofort zur Rohrpost bringen.

für aussetzenden Betrieb höchstens fünf Rohrpostämter einbezogen; neben diesen geschlossenen Vielecken bestehen Strahllinien für Wendebetrieb, besonders für die Hauptverkehrstrecken. Die Vielecke erhielten überwiegend 65 mm weite Fahrrohre, die Strahllinien in der Hauptsache 80 mm. Die einzelnen Gruppen und Strahllinien sind in Knotenpunkten verbunden; einige dieser Netzglieder haben mehr als einen Knotenpunkt.

Die Erzeugung der Luftspannung leisten sieben Kraftwerke, von denen 30 km Speiserohre nach sechzehn Hauptämtern mit Speichern führen, die als Knotenpunkte der Versorgungsgebiete zu bezeichnen sind. Die Leistung der Kraftwerke beträgt im Ganzen 1000 PS. Überwiegend besteht Dampftrieb, neuerdings wurden auch elektrische Triebmaschinen aufgestellt*).

C. 4) Technische Ausstattung der Ämter**).

In den Anfangstellen der Gruppennetze und in sonstigen wichtigen Zwischenämtern sind Doppelsender mit Luftspeichern in Verbindung gesetzt; der eine dient für Annahme, der andere für die Abfahrt der Züge; Vertauschung der Benutzung ist vorgesehen.

In den äußeren Zwischenstellen sind ebenfalls Doppelsender verwendet, jedoch fehlen die Anschlüsse an Speisevorrichtungen.

In den Endstellen der Strahllinien, die nur einen Fahrrohreanschluss haben, sind Einfachsender aufgestellt.

IV. Stadt-Rohrposten in Italien.

IV. A) Rohrposten in Mailand, Neapel und Rom.

1913 sind in Italien drei Stadtrohrposten in Betrieb genommen worden, Baugesetze vom 24. März 1907. Die wichtigsten Angaben über diese von der Rohr- und Seil-Postanlagen G. m. b. H. Mix und Genest in Schöneberg-Berlin ausgeführten Anlagen für Mailand, Neapel und Rom enthält Zusammenstellung I; der Art der Besiedelung von Neapel entsprechend erhielt diese Stadt die größten Fahrrohrlängen, 17 km gegen 9 und 12,5 km in Mailand und Rom. Da erhebliche Erweiterungen der Stadtrohrpost in Mailand in Aussicht genommen waren, haben die Kraftwerke aller drei Netze ungefähr gleiche Abmessungen; sie leisten 9 bis 11 m/sek Geschwindigkeiten der Büchsen und kosteten etwa 2000 \mathcal{M} /PS einschließlich der Hochbauten.

Die 80 mm weiten, außen 87 mm starken Rohre sind nahtlose Mannesmann-Rohre aus gezogenem Stahle mit Flanschen, Bejtung und Teerung; sie sind auf 40 at im Werke geprüft und 1,1 bis 1,5 m tief mit Kabeln für Fernsprech-Signale der Rohrpostämter verlegt.

Die Unternehmung wurde für vier Jahre verpflichtet, den Betrieb der drei Rohrposten gegen 75 000 \mathcal{M} jährlicher Vergütung zu führen; die Miete für die Ämter und der elektrische Strom für die Kraftwerke sind in dieser Pachtsumme nicht

*) Investigations as to Pneumatic-Tube Service for the Mails, Washington 1909 S. 142.

***) Über den Sender von Gissot für Wendebetrieb, der in Paris seit 1903 statt der Bauart Fortin-Herrmann für die meisten Dienststellen verwendet wird, teilt das Buch des Verfassers über „Rohrpost-Fernanlagen“, München, 1916. Piloty und Loehle, das Nötige mit.

enthalten, der Betrieb kostet den Staat also jährlich 2000, mit Mieten und Strom 2500 \mathcal{M} /km einschließlich der Erhaltung*).

Zusammenstellung I.

Stadt	Rohrpost-Dienststellen	Zahl der				Baukosten \mathcal{M}
		Dienststellen	Sender	Länge der Rohrleitungen in m	Leistung (der Maschinen*) PS	
Mailand	Hauptpost, Kraftwerk Postamt Via Ruffini	4	5	9000	40	183 000
	„ Via Manzoni <					
	„ Hauptbahnhof					
Neapel	Hauptpost, Kraftwerk Postamt Börse <	7	10	17 000	55	337 000
	„ Molo Trapezoidale					
	„ Hauptbahnhof					
	„ Galleria Umberto I					
	„ Galleria Vittorio Toretta					
Rom	Hauptpost, Kraftwerk Postamt Hauptbahnhof	8	14	12 500	50	257 000
	„ Porto Salaria					
	„ Cola di Rienzo					
	„ S. Pantaleo					
	„ Via S. Salvatore, Senat					
	„ Piazza Monte Citorio, Abgeordnetenkammer					
„ San Bernardo, < Kriegsministerium						
Zusammen		19	29	38 500	145	777 000 \mathcal{M} oder 20 000 \mathcal{M} /km

**) Die Kraftwerke haben doppelte Ausstattung mit Maschinen. Die mit < versehenen Ämter enthalten Rohrweichen.

IV. B) Rohrpostordnung.

Die wichtigsten Bestimmungen der italienischen Rohrpostordnung sind die folgenden:

Beschaffenheit, Größe, Gewicht und die Vorschriften über die zum Verkehre mit der Rohrpost zugelassenen Sendungen sind in einer, durch königlichen Erlaß genehmigten Dienst-anweisung von 1910 festgesetzt.

Jede Sendung unterliegt der Sondergebühr von 8 Pf. für je 15 g, sie muß portofrei gemacht werden, das Höchstgewicht ist 60 g. Nicht vorausbezahlte, ungenügend freigemachte und nicht vorschriftmäßige Sendungen werden von der Beförderung ausgeschlossen und ohne Erstattung der Sondergebühren als gewöhnliche Briefe behandelt.

Portofreie Dienstsendungen werden nicht mit der Rohrpost befördert. Die dem Briefwechsel des Königs und des Papstes gewährte Freiheit von Gebühren findet auch auf Sendungen mit der Rohrpost sinngemäße Anwendung.

*) „Zeitschrift für Post und Telegraphie“, Wien 1911, S. 65; „Prometheus“, Leipzig 1914 S. 631.

Die Regierung wird ermächtigt, nichtöffentliche Rohrpostanlagen mit Anschluss an staatliche Vermittlungsstellen zu gestatten, wenn die Antragsteller die Kosten des Baues und Betriebes tragen, und für jede durch den Anschluss beförderte Sendung außer dem allgemeinen Briefporto die Rohrpost-Sondergebühr entrichten. Für den genehmigten Anschluss ist eine feste Jahresabgabe von mindestens 40 bis höchstens 160 *M* zu zahlen.

Das Postgesetz ist dahin abgeändert, dass niemand Briefe

einsammeln, befördern, verteilen oder bestellen darf, weder am Orte der Einsammlung, noch anderswo.

Einer Erläuterung des Gesetzes von 1910 ist noch Folgendes zu entnehmen: Die Rohrpost kann benutzt werden für Fern-Eilbriefe und für solche Briefe, die mit den gewöhnlichen Brief-Bestellungen abgetragen werden sollen, ferner für Briefe, die, in die Briefkasten des allgemeinen Verkehrs eingelegt, bestimmte Eisenbahnzüge oder Dampfschiffe nicht mehr erreichen würden, um den Fernanschluss noch zu erzielen.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeine Beschreibungen und Vorarbeiten.

Prüfung von Feilen.

(Génie civil, März 1917, Nr. 13, S. 201. Mit Abbildungen: Der Werkzeugmaschinenbau 1917, August, Heft 16, S. 324. Mit Abbildungen.) Hierzu Zeichnungen, Abb. 6 bis 8 auf Tafel 18.

Nach einem geschichtlichen Rückblicke über die Entwicklung dieses wichtigen Werkzeuges bespricht die Quelle neuere Versuche von Frémont über die Prüfung der Leistung von Feilen.

Da genügende Geschicklichkeit im Feilen ebener Flächen nur nach langer Lehrzeit, etwa 3000 st Übung, erlangt wird, läßt Frémont den Lehrling zur Abkürzung zwei Metallstücke befeilen, die nach Abb. 6, Taf. 18 mit Abstand von einander eingespannt sind: der Abstand wird nach und nach verkleinert, in dem Maße, wie der Lehrling das Werkzeug beherrschen lernt.

Beim Feilen ist von beiden Händen je eine senkrechte und eine wagerechte Kraft aufzuwenden, die je nach der Länge der Hebelarme entsprechend der Lage der Feile auf dem Werkstücke verschieden groß sind: der Arbeiter drückt auf die Feile, um die Zähne in das Werkstück eindringen zu lassen und stößt sie vor, um die Späne abzuscheren. Zur genauen Beurteilung der Leistung einer Feile ist daher die genaue Bestimmung dieser vier Kräfte nötig. Dazu hat Frémont eine Meßvorrichtung erdacht, die auf der zu prüfenden Feile angebracht wird. An den Auflagestellen der Hände liegen Blattfedern, die sich unter deren Druck durchbiegen. Röhren mit Flüssigkeit übertragen den Druck auf den Kolben eines Schreibgerätes nach Marcey, das auf einer Trommel die Zahl der Feilstriche und den Verlauf des Stütz- und Stofsdruckes auf Heft und Spitze der Feile in Schaulinien zeichnet. Hieraus kann ein Schaubild nach Abb. 7, Taf. 18 zusammengestellt werden. Die Handfertigkeit des Feilenden beeinflusst den Verlauf der Linien stark. Die gestrichelte Linie A_1 zeigt im Vergleiche zur ausgezogenen Linie A den geringeren Aufwand an Kraft, wenn der Arbeiter gerade gefeilt hätte,

Aus zahlreichen Versuchen geht hervor, dass sich der Stofsdruck bei gleichbleibendem Aufpreßdrucke mit der Beschaffenheit des Hiebes der Feile und der Härte des Werkstückes ändert. Eine neuartige Prüfmaschine ermöglicht, die Versuche zu vergleichen, ihre Zahl zu verkürzen. Hier wird die Stofskraft durch eine kräftige Schraubenfeder gemessen, in die die Angel der von einem Gewichte auf das Werkstück gepressten Feile gesteckt wird. Ein Schreibwerk zeichnet die Zahl der Stöße und die Durchbiegung der Feder auf einer

senkrechten Schreibfläche. Versuche auf Stahl, Gufseisen, Kupfer und Messing unter verschieden hohem Aufpreßdrucke haben gezeigt, dass der Stofsdruck im allgemeinen größer ist, und sich mit zunehmender Abnutzung verringert.

Die von der Feile geleistete Arbeit kann aus der Mittelkraft von Stütz- und Stofs-Druck und der Länge des Hubes bestimmt werden. Das Schaubild Abb. 7, Taf. 18 würde eine Arbeit von 5,13 kgm für den Vorstoß der Feile in 0,36 sek oder einen Aufwand von 14,25 kgm/sek ergeben. Ein Doppelhub erfordert nach Frémont 6,16 kgm/sek. Diese Zahlen gelten jedoch nur für die Dauer etwa einer Minute. In Wirklichkeit wird die Feilarbeit häufig unterbrochen und die Leistung des Arbeiters durch die Art des Werkstückes und -Stoffes, die Schärfe und Dauer der Zähne, den Grad ihrer Abnutzung, das körperliche und geistige Befinden und die Geschicklichkeit des Arbeiters beeinflusst.

Die Nutzwirkung der Feile hängt von dem bearbeiteten Metalle ab, sie wächst mit zunehmendem Stützdrucke und kann sich je nach dem Aufhau der Schneiden verdoppeln. Sie ist bei den einzelnen Schneidflächen einer Feile verschieden. Weiter ist von Einfluss die Erwärmung des Werkstückes, die eine Zunahme des Gewichtes der abgelösten Späne hervorruft, während Öl, das zufällig auf die Arbeitsfläche gerät, die Nutzwirkung verkleinert. Brüche der Schneiden der Zähne können den Schmittwinkel und damit die Wirkung verbessern. Wenn die Feile sich beim Härten verzogen hat, kann sie Stellen ohne Schneidwirkung aufweisen. Auch die Geschwindigkeit beim Vorstoßen der Feile ist von Einfluss, da sie bei langsamer Bewegung gleiten kann. Als Regel sind etwa 60 Hübe in der Sekunde anzusehen. Je härter das bearbeitete Werkstück, um so größer ist auffallender Weise gemäß Zusammenstellung I die Menge der Feilspäne, um so geringer der Aufwand an Arbeit.

Zusammenstellung I.

Festigkeit des Stahles	Gewicht der Späne	Arbeit
39 kg/mm ²	7,13 g	155 kgm
55 »	8,4 »	123 »
70 »	10,04 »	105 »
100 »	11,95 »	87 »

Die Abnutzung der Feile hängt von der Härte des verwendeten Stahles ab. Versuche auf der Prüfmaschine ergaben das in Abb. 8, Taf. 18 dargestellte Verhältnis zwischen aufgewendeter Arbeit und Gewinn an Feilspänen von Stahl mit

78 kg/qmm Festigkeit, unter 25 kg Stützdruck bei 25 cm Hub der Feile. 25 000 Feilstriche entsprechen etwa einer Arbeit von 20 Stunden in zwei Tagen. Bei 0,72 \mathcal{M} Stundenlohn und 0,72 \mathcal{M} sonstigem Aufwande kosten also die Späne nach diesem Versuche 22,6 \mathcal{M} /kg, der Preis steigt auf 45,6 \mathcal{M} /kg, nachdem die Feile 25 000 Hübe geleistet hat. Demnach ist es sparsam, eine Feile vor voller Abnutzung abzulegen, freilich ist die Bestimmung des besten Zeitpunktes nicht leicht.

Während der Staat und Verbraucher im Großgewerbe besondere Bedingungen für die Güte der gelieferten Feilen aufstellen, begnügt sich der kleine Verbraucher meist damit, ein Stück der anzukaufenden Feilen mit einer Feile bekannter Eigenschaften durch Erprobung auf dem gleichen Stahlstücke zu vergleichen. Die Schnitfähigkeit wird auf weichem, die Abnutzung auf hartem Stahle geprüft. Vergleiche auf der Prüfmaschine zeigen jedoch, daß hierbei erhebliche Irrtümer eintreten können.

Auch die im einzelnen geschilderten Abnahmeverfahren der französischen Marine- und Artillerie-Werkstätten geben nur Vergleichswerte. Die Untersuchungen auf den üblichen Prüfmaschinen sind langwierig und deshalb teuer. Frémont verkürzt sie durch Erhöhung des Aufpfeßdruckes auf 100 kg, und Anwendung harten Stahles von 80, selbst 150 kg/qmm Zugfestigkeit als Werkstück. Zu den Versuchen dient die neuartige kräftige Maschine, die mit elektrischem Antriebe und 60 Hüben in der Minute arbeitet und das Schaubild der aufgewendeten Arbeit aus Stofsdruck und Hublänge zeichnet. Für die einwandfreie Prüfung wird ein Leistungsversuch auf Stahl von 100 kg/qmm Festigkeit, dann eine Abnutzungsprobe auf Stahl von 150 kg/qmm und eine Wiederholung des Leistungsversuches, stets unter einem Aufpfeßdrucke von 25 kg vor-

geschlagen. Die Probe auf Abnutzung dient zur Abkürzung der Versuchszeit und wird fortgesetzt, bis der Anfall an Feilspänen auf 1 g für 100 Striche herabsinkt. Man bestimmt dann die Erhöhung des Aufwandes an Arbeit für 100 Striche über Stahl von 150 kg/qmm Festigkeit, die die Eigenschaften der Feile gut anzeigt.

Die Prüfung einer Feile aus Chromstahl unter 25 kg Pfeßdruck und 25 cm Hub ergab folgendes:

1) Versuch auf Stahl von 100 kg/qmm Festigkeit, 10,6 g Feilspäne auf 100 Hübe mit 107 kgm/g Arbeit;

2) auf Chromnickelstahl von 150 kg/qmm Festigkeit löste die Feile bei den ersten 100 Hüben 5,11 g Späne und 1,21 g beim siebzehnten Hundert:

3) bei Wiederholung des Versuches 1 betrug die Leistung noch 8,45 g Späne bei 115 kgm/g, die Arbeit stieg also um 8 kgm/g, auf 100 Hübe um 0,46 kgm/g. Versuche mit einer ähnlichen Feile aus weicherm Stahle erwiesen eine Steigerung der aufgewendeten Arbeit um 12,3 kgm/g, als Mittel aus zahlreichen Versuchen ist eine Erhöhung des Arbeitsaufwandes auf 100 Hübe um 1,21 kgm/g bei Chromstahl, 3,625 kgm/g bei sehr gutem Kohlenstoffstahle, 7,4 kgm/g bei geringerer Ware festgestellt. Die geprüften Feilen können noch verwendet werden. Die Dauer der Prüfung nach diesem Verfahren ist auf 1,5 st für zwei Seiten einer Feile, bei Beschränkung auf 100 Hübe sogar auf 30 min verkürzt.

Unabhängig vom Prüfer, in kurzer Frist und, ohne die Probefeile unbrauchbar zu machen, gibt also die Maschine von Frémont ein genaues Bild der Leistung der zu prüfenden Feile.

Die Quelle weist zum Schlusse darauf hin, daß die Frage nach dem günstigsten Hiebe der Schneiden noch nicht genügend geklärt ist.

A. Z.

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

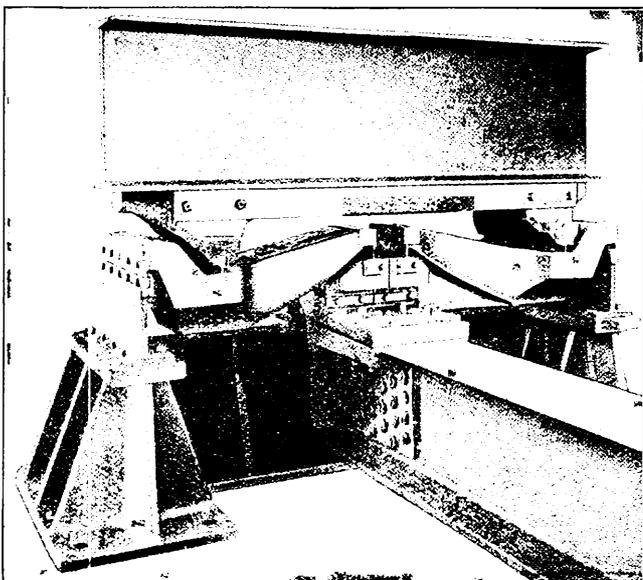
Gleiswage.

(Engineering, März 1918, S. 251. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 und 2 auf Taf. 18.

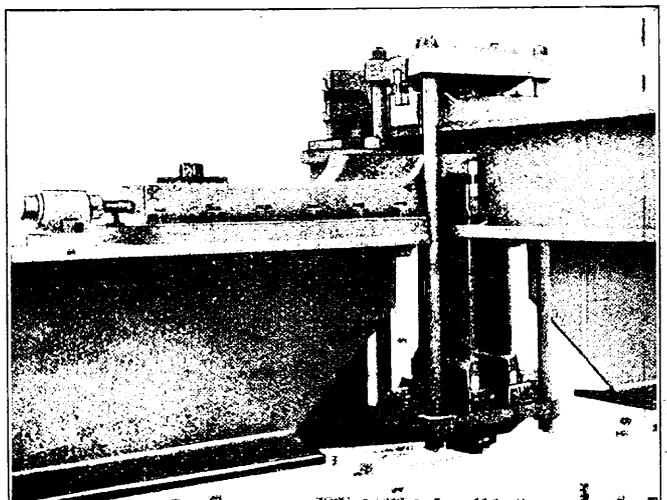
Die Pennsylvania-Bahn hat eine Gleiswage von hoher Tragfähigkeit und 15,9 m Brückenlänge in Betrieb genommen,

Abb. 1. Haupt-Traghebel am festen Ende der Brücke.



die statt der Schneiden und Lager in allen Stützpunkten senkrecht eingespannte biegsame Stahlplatten (Textabb. 1 und 2) aufweist. Diese Stützplatten sind aus hochwertigem Stahle von rechteckigem Querschnitte so gearbeitet, daß zwischen zwei zum Einspannen dienenden Köpfen ein genügend steifer, aber biegsamer dünner Steg bleibt. Bei dieser Art der Lagerung sind Abnutzungen mit ihren Ungenauigkeiten ausgeschlossen.

Abb. 2. Verbindung zwischen Längshebeln und Querhebel.



Die Gleisbrücke besteht nach Abb. 1, Taf. 18 aus zwei Blechträgern mit eingezogenen Enden, die durch Querträger auf der obern Gurtung und Verband zwischen den Stahlblechen verbunden sind. Zur Überleitung vom Gleise auf die Brücke dienen 2045 m lange Übergangstücke auf Stahlgufsträgern. Die vier querliegenden Traghebel unter den Auflagerpunkten der Brücke bestehen nach Textabb. 1 aus Stahlgufs, die beiden Längshebel und der zur Anzeigevorrichtung führende Querhebel aus Walzträgern mit Schuhen aus Stahlgufs. Die Verbindung dieser Hebel zeigt Textabb. 2.

Zwei Auflagerpunkte der Brücke sind fest, zwei durch Anbringung von Pendelstützen beweglich. Die Brücke selbst ist am einen Ende durch eine wagerechte Platte gegen Längsschub verankert. Die sorgfältig gearbeitete Anzeige-Vorrichtung reicht bis 181 t.

Die Grube ist mit Warmwasser-Heizung und elektrischer Beleuchtung versehen und mit Korksteinen auf einem durch C-Eisen unterstützten Blechbelage abgedeckt. Durch die Decke treten die hohen Lagerstühle des Wiegegleises frei hindurch. A. Z.

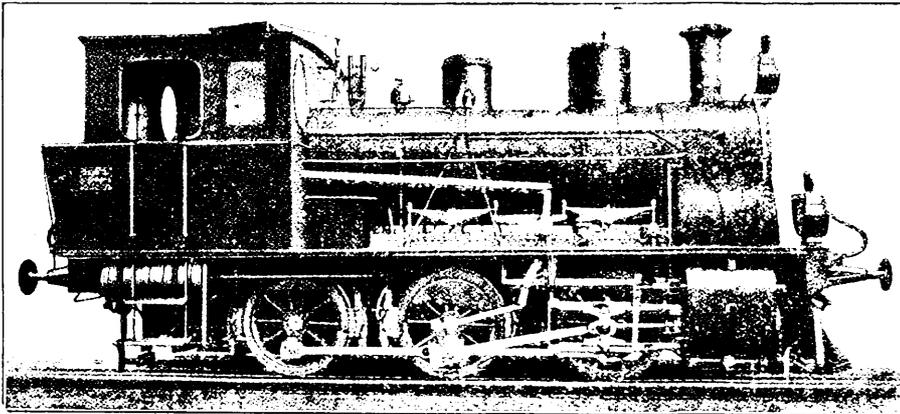
Maschinen und Wagen.

C. H. T. T. - Tenderlokomotive der Stubbeköbing-Nyköbing-Nysted-Bahn.

(Die Lokomotive 1918. November. Heft 11, Seite 192, mit Abbildungen.)

Die von J. A. Maffei in München 1910 gebaute Lokomotive (Textabb. 1) hat kräftige Kastenrahmen mit 18 mm starken Blechen als Wasserkasten. Die Tragfedern über den beiden Vorderachsen sind durch Ausgleichhebel verbunden, die

Abb. 1. C. H. T. T. - Tenderlokomotive der Stubbeköbing-Nyköbing-Nysted-Bahn.



der letzten Achse mußten unter den Lagern angeordnet werden. Die Dampfzylinder liegen aussen und wagerecht, sie haben keine vorn durchgehenden Kolbenstangen. Der aussen liegende Druckausgleicher als besonderes Gufsstück an der tiefsten Stelle, die zugleich als Wassersack dient und die Zylinderhälfte trägt, ist gut zugänglich. Zur Dampfverteilung dienen Kolbenschieber mit innerer Einströmung mit Steuerung nach Heusinger-Walschaert. Die Kolben und Schieber werden durch eine Schmierpumpe von Friedmann geschmiert.

Der Langkessel besteht aus zwei Schüssen, der kleinere hintere hat 1142 mm lichten Durchmesser. Die Feuerbüchse hat lotrechte Seitenwände und reicht für beste englische Kohle tief zwischen die Rahmen; die Korbtiefe am Kesselbauche ist 570 mm, der Rost liegt wagerecht. Der 482 mm weite Dampfdom sitzt vorn auf dem ersten Schusse, er ist mit einfachem Reglerschieber ausgerüstet. Der Dampf strömt durch einen Kreuzstutzen zu den getrennten Überhitzerkästen; überhitzt wird er in gleicher Richtung den Dampfzylindern zugeführt. Von den 96 Heizrohren sind 72 mit Überhitzer-Schleifrohren besetzt. Überhitzerklappen sind nicht vorgesehen, der Funkenfänger, ein kegelförmiger Korb, reicht von Unterkante Schornstein bis zum verstellbaren Blasrohre. Auf der

Feuerbüchse befinden sich zwei Sicherheitventile nach Ramsbottom, dicht davor ist ein Dampfplätewerk von Latowski angeordnet. Sand kann durch einfachen Handzug in beiden Fahrrichtungen vor die mittleren Triebräder geworfen werden. Aufser einer Spindelbremse auf der Heizerseite hat die Lokomotive die selbsttätige Saugebremse von Hardy, deren Führer-Bremsventil an der rechten Seitenwand des Führerhauses angeordnet ist. Die Räder der beiden letzten Achsen werden zweiklotzig gebremst. Zur Ausrüstung gehören weiter zwei saugende Dampfstrahlpumpen, ein verstellbares Klappenblasrohr und ein Kuhfänger.

Die Lokomotive befördert leichte Reisezüge mit 40 km/st mittlerer Geschwindigkeit und 490 t schwere Güterzüge auf 7 ‰ Steigung. Man fährt möglichst mit ganz geöffnetem Regler und regelt mit der Steuerung: die Füllung beträgt in der Ebene etwa 30 ‰, auf 7 ‰ Steigung bis zu 50 ‰.

Die Hauptverhältnisse sind:

Durchmesser der Zylinder d	400 mm
Kolbenhub h	550 »
Durchmesser der Kolbenschieber	150 »
Kesselüberdruck p	12 at
Durchmesser des Kessels, größter innerer	1170 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante	2200 »
Heizrohre, Anzahl	96
» , Durchmesser	57,5/63 mm
» , Länge	3150 »
Überhitzerrohre, Durchmesser	15/20 »
Heizfläche der Feuerbüchse, feuerberührte	5,38 qm
» » Heizrohre, »	52,70 »
» des Überhitzers, »	25,80 »
» im Ganzen H, »	83,88 »
Rostfläche R	1,15 »
Durchmesser der Triebräder D	1100 mm
Triebachslast G_1	36,25 t
Betriebsgewicht G	36,25 »
Leergewicht	28,05 »
Wasservorrat	4,5 cbm
Kohlenvorrat	1,0 t

Fester Achsstand	3200 mm	Verhältnis H : R	=	72,9
Ganzer »	3200 »	» H : G ₁ = H : G	=	2,31 qm/t
Länge	8660 »	» Z : H	=	85,9 kg/qm
Zugkraft $Z = 0,75 p \cdot (d^{cm})^2 h : D$	= 7200 kg	» Z : G ₁ = Z : G	=	198,6 kg/t

Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

Einrichtung zum Bedienen von Blockwerken durch Einarmige.

D. R. P. 306 710. A. Blum in Eberbach.

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 bis 5 auf Taf. 18.

Durch einen Hebel 3 (Abb. 4, Taf. 18) und eine Stange 4 ist die in der Nähe der Blocktasten 1 über die Breite der Vorrichtung laufende Welle 2 mit dem Fußsattel 5 verbunden, der sich um 6 dreht. Auf der Welle 2 sitzt lose ein durch den Bolzen 8 in einer Schleife 9 an der Blocktaste 2 geführtes Kuppelglied 7, in dem eine um 11 drehbare, von der Feder 12 belastete Klinke 10 liegt. Durch eine Stütze 20 an der Blocktaste wird die Sperrklinke 10 gegen die Feder 12 nach oben gedrückt. Ein Stift 13 an der Blocktaste fängt sich bei teilweisem Niederdrücken der Taste an einem Vorsprung 14 des unter Federdruck stehenden Riegels 15 (Abb. 5, Taf. 18). Dabei ist die Klinke 10 in Bereitschaft gegenüber der Welle 2 gekommen, und zwar so zu dem Ansatz 16 der Welle 2, daß beim Drehen dieser nach links durch Treten auf den Fußsattel die Sperrklinke und durch das Kuppelglied 7 auch die Taste 1 nach unten gezogen wird. Nach dem Drehen der Induktorkurbel wird der Fußsattel losgelassen, die Taste geht nach oben. Dabei wird sie mit dem Stifte 13 nicht wieder an der Nase 14 der Klinke 15 gefangen, da sich bei vollständigem Niederdrücken der Taste ein in 17 an der Klinke 15 gelagerter kleiner Schwinghebel 18 so unter die Nase 14 gelegt hat, daß der Stift 13 an der schrägen Bahn 19 des Schwinghebels ent-

lang gleitet, ohne von der Nase 14 gefangen zu werden. Beim Hochgehen der Blocktaste drückt ferner der Ansatz 20 wieder gegen die Klinke 10, so daß diese und die Welle 2 wieder selbsttätig entkuppelt werden.

Die Sperre 14 bis 19 gestattet das Wiederhochgehen der Taste ohne Verändern des Feldes, wenn die Taste etwa irrtümlich gedrückt wurde. Zu diesem Zwecke braucht man nur die Taste ganz nach unten zu drücken, dann legt sich die schräge Fläche 19 wieder vor die Nase 14 und läßt den Stift 13 beim Hochgehen der Taste daran vorbei gleiten. Das Wiederhochgehen der gedrückten Taste ohne Verwandlung des Feldes ist aber nur bei den Vorrichtungen möglich, bei denen keine Hilfsklinke ohne Rast angebracht ist, die das Zurückgehen der Taste ohne Verwandlung des Feldes ausschließen soll. Bei den Blockvorrichtungen mit dieser Hilfsklinke kann das Kuppeln der Taste mit der Welle auch durch die für das Einfallen der Hilfsklinke erforderliche Bewegung der Taste herbeigeführt werden, so daß die Klinkeinrichtung 14 bis 19 für solche Vorrichtungen entbehrlich wird.

Damit die gedrückte Taste in der untern Lage durch den Tritt auf den Fußsattel nicht übermäßig belastet wird, ist in das Gestänge ein Leergang eingeschaltet, der bei der erläuterten Vorrichtung aus einer Bogenführung 21 für den Bolzen 22 besteht. Ist der Bolzen in diese Führung gelangt, so wird die Stange 4 nicht weiter nach unten gezogen. G.

Bücherbesprechungen.

Die Bewegung des Wassers im offenen Gerinne. (A. Hofmann, Oberbauinspektor in München, Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 1918, Hefte 19/20, S. 165, 175.)

Der Verfasser unterzieht die üblichen Ausdrücke für Ausflugschwindigkeiten und Höhen des Staues an Hindernissen im Gerinne einer Beurteilung.

Bezüglich der Ausflugschwindigkeit weist er nach, daß als Grundmaß die Größe $V/g \cdot h$ statt der üblichen $V/2 \cdot g \cdot h$ zu benutzen sei, und daß dabei die aus Messungen zu entnehmenden Festwerte des Ausdruckes wahrscheinlichere und leichter greifliche Größen annehmen, als die jetzt meist benutzten, deren starke Abweichung vom Werte 1 man sich freilich aus den Ungenauigkeiten der Untersuchung zu Grunde gelegten Annahmen nur schwer erklären kann. So setzt er an die Stelle des Ausflugswertes 0,62 von Eytelwein den Wert $0,62 \cdot \sqrt{2} = 0,878$, der auch für die Erklärung aus Ungenauigkeiten noch reichlich klein erscheint.

Die Betrachtungen über die Wirkung von Hindernissen im Gerinne wendet der Verfasser auf den Stau an Brückenpfeilern an. Er findet auch hier Widersprüche zwischen den vorhandenen Ausdrücken und der Wirklichkeit, die er aus irrigen, der Entwicklung zu Grunde gelegten Anschauungen erklärt. Die aufgestellten Gleichungen werden auf tatsächliche Fälle, für die vergleichbare Beobachtungen vorlagen, angewendet, so wird gute Übereinstimmung mit der Wirklichkeit erwiesen.

Der Aufsatz, der sich in starkem Gegensatz zu weit, wenn nicht allgemein verbreiteten Anschauungen setzt, ist höchst anregend gefaßt und weckt das Nachdenken nach den verschiedensten Richtungen. Zwar bestehen gegen die vorgetragenen

neuen Anschauungen mancherlei Bedenken, namentlich bezüglich der Ausflugschwindigkeit, gleichwohl birgt der Aufsatz für den Leser Stoff zur Klärung der Anschauungen.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Bagdadbahn. Land und Leute der asiatischen Türkei von K. H. Müller, Ingenieur bei der preussisch-hessischen Staatseisenbahnverwaltung, früher Ingenieur de la nouvelle ligne de Bagdad. Mit zwei Karten. Hamburg 1917, Boysen und Maasch.

Wenn auch das Schicksal der Türkei und damit der Bagdadbahn zur Zeit dunkel ist und die schwersten Gefahren beide drücken, so lebt doch die Hoffnung, daß der Wiederaufbau Europas auch die dort aufgewendeten Mühen und Geldmittel wieder zum Vorteile Deutschlands wenden kann. So dient es wohl der Förderung unserer Entwicklung in der Zukunft, sich über die Verhältnisse des nahen Ostens zu unterrichten und dazu bietet das vorliegende Buch eines aus eigener Erfahrung Sachkundigen ein vortreffliches Mittel. Es schildert das Land nach Gestaltung, Schichtung und Wert des Bodens, nach der Art der Bewohner, Tier- und Pflanzen-Welt, Gewerbe, Erzeugnissen, öffentlichen Einrichtungen, Verkehr, Maß und Gewicht, das alles in anregendster Weise unter Einschaltung eigener Erlebnisse bei der Durchforschung des Landes. Eine klare, sehr vollständige Karte mit Eintragung der Boden-Schätze und Erzeugnisse und der Möglichkeit der Ein- und Ausfuhr, auch ein Längenschnitt in der Linie der anatolischen und Bagdad-Bahn fördern die Übersichtlichkeit.

Das Buch dürfte zu den wirksamsten gehören, die über diesen Gegenstand erschienen sind.