

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Organ des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XVI. Band.

6. Heft. 1879.

### Die Grenzen der Zugbelastungen bei verschiedenen Steigungen und die zu deren Beförderung nothwendigen Locomotivgewichte bei verschiedenen Systemen mit besonderer Berücksichtigung der Zahnschienenbahnen.

Von Karl Müller, Civilingenieur in Freiburg i/B., früher Oberingenieur für die Höllenthalbahn-Vorarbeiten.

Schluss von S. 166.

(Hierzu Fig. 5 auf Taf. XXVIII.)

Eine nach gleichem Princip construirte und für die Höllenthalbahn in Aussicht genommene Locomotive für 8,5 Tonnen Zugkraft, 2,8<sup>m</sup> Minimal-Geschwindigkeit auf der Zahnstange und mit grösserem Wasser- und Kohlenbehälter soll 34 Tonnen wiegen und kommen hierbei 1,45 Tonnen auf die Metertonne Arbeit.

Auf der Adhäsionsbahn soll diese Maschine mit 30 Kilom. pro Stunde laufen.

Da aber bei diesen Maschinen auch die Adhäsionsräder durch Zahnräder getrieben werden, liegt hierin eine Complication der Maschine als Adhäsionsmaschine, welche zu vermeiden erwünscht wäre, sobald lange Strecken mit Adhäsion zurückgelegt werden müssen. In diesem Falle wird man vorziehen für den Adhäsions- und Zahnrädermechanismus getrennte Cylinderpaare zu geben und könnten für eine Maschine schwerster Gattung etwa folgende Verhältnisse gewählt werden.

Eine Sechskuppler-Maschine von 30 Tonnen Gewicht bei leerem und 34 bei vollem Tender hat 4 Tonnen Zugkraft.

Macht man bei gleichen Cylinderdimensionen für den Zahnrädermechanismus das kleine Triebzahnrad etwas kleiner als halb so gross, als die Triebräder, so hat man 8,5 Tonnen Zugkraft bei entsprechend verminderter Geschwindigkeit. Ein Gewicht von 35 Tonnen bei 8,5 Tonnen Zugkraft dürfte somit als für alle Fälle ausreichend angesehen werden und wollen wir unsere Untersuchungen auch auf eine solche Maschine ausdehnen.

Für  $\alpha$  finden wir  $\frac{8,5}{35} = 0,243$  und erhält man für das Maschinengewicht die in der Rubrik »Zahnradmaschine, zugleich Adhäsionsmaschine« \*) eingetragenen und in der Tafel XXVI durch die zweitunterste — Linie dargestellten Werthe.

Wenn dieselben auch etwas höher sind, als bei der vor-

\*) Vergl. Beschreibung dieses Mechanismus in der Zeitschrift für Baukunde 1879 Seite 219 u. 220.

her betrachteten Maschine, so finden wir doch einen ganz wesentlichen Unterschied gegenüber den Adhäsionslocomotiven. Für  $x = 0$  ist das Locomotivgewicht nur halb so gross als das der Tenderlocomotiven und wächst mit zunehmender Steigung nur sehr langsam.

Während bei 60% das Gewicht der Tenderlocomotiven sich bereits verdoppelt und eine Maschine mit 6 Achsen à 12 Tonnen (als Grenze des Ausführbaren) bei 42 ‰ noch die Maximallast befördern kann, wiegt die Zahnradlocomotive bei 60 ‰ nur 35,6 Tonnen und es kann noch bei dieser Steigung die Maximallast bewältigt werden, ohne dass 8,5 Tonnen Zugkraft überschritten würde. Zum Befördern von 160 Tonnen bei 25 ‰ wäre aber nur eine Maschine von 21 Tonnen nöthig und die Gioviabahn könnte ihre 110 Tonnen auf 35 ‰ mit Maschinen von 20 Tonnen bewältigen, während auf dieser Steigung bei einem höheren Maschinengewicht von 31 Tonnen 167 Tonnen gezogen werden könnten. Dass bei 60 ‰ auch für diese Maschinen die Grenze liegt, bei der das Maximalgewicht bewältigt wird, dürfte keine Veranlassung sein, einen höheren Zahndruck als 8,5 Tonnen einführen zu wollen, da man bei Hauptbahnen wohl nicht einmal ganz bis zu dieser Grenze gehen wird, indem bei der entsprechenden Steigung die gezogene Last auf 100 Tonnen herabsinkt. Ausserdem dürfte es sich empfehlen, bei grossen Anlagen immer noch eine solche Steigung einzuhalten, die im Nothfall auch mit Adhäsionsmaschinen befahren werden könnte. Behält man daher die bis jetzt auf unseren grossen Gebirgsbahnen üblichen Zuggewichte von 120—150 Tonnen bei, so ergeben sich 40—50 ‰ als ähnliche Grenze der Steigung bei Verkehrsbahnen mit Zahnradbetrieb, wie bisher 20—25 ‰ als solche bei Adhäsionsbahnen gegolten haben.

Einen fast noch besseren Einblick, als durch die Maschinengewichte erhält man durch die Ermittlung der bei den ver-

schiedenen Systemen zur Bewältigung der Maximallast notwendigen Kohlenmengen und durch weitere Vergleichung, wieviel Brennstoff bei den verschiedenen Systemen und verschiedenen Steigungen nöthig ist, um beispielsweise 100 Tonnen 100 Meter hoch zu heben, indem wir hierdurch darüber Aufschluss erhalten, bei welcher Steigung eine Höhe mit dem kleinsten Kohlenquantum erreicht wird und welche absolute Grösse dieses Minimum bei den verschiedenen Locomotivsystemen hat. Der Kohlenverbrauch berechnet sich aus der pro Kilometer geleisteten Arbeit, welche man erhält, wenn man der Zugkraft den Widerstand addirt, welchen die Locomotive ihrer Bewegung auf der Horizontalen entgegengesetzt und mit dem Weg multiplicirt. Dieser Widerstand ist bei Achtkupplermaschinen circa 15 ‰ und kann bei einigermaassen ungleich abgelaufenen Rädern noch viel beträchtlicher werden.

Die Zugkraft berechnet sich mit den im Eingang angegebenen Gleichungen und ist, da der Tender während der Fahrt nach und nach leichter wird, die einer halben Tenderfüllung entsprechende Zugkraft bei den in der Tabelle eingesetzten Werthen in Abzug gebracht. Rechnet man für eine gut construirte Locomotive 2,1—2,2 Kilogr. Kohlen pro Stunde und Pferdekraft = 270000 Kilogr. m, so erhält man für 125 Tonnenkilometer Arbeit 1000 Kilogr. Kohlen.

Die hieraus berechneten Werthe sind in der Tabelle in der Spalte «Kohlenverbrauch pro Zugkilometer in Kilogramm» eingetragen und für Locomotiven mit Schlepptender auf Tafel XXVII durch die oberste — · — · — Linie dargestellt.

Der Kohlenverbrauch beginnt mit 60,8 Kilogr. und wächst mit zunehmender Steigung sehr rasch, so dass derselbe bei 25 ‰ schon 83 Kilogr. beträgt.

Im Vergleich mit den in den Eisenbahnstatistiken erscheinenden Zahlen erscheint dies sehr hoch, ist aber dennoch richtig, wenn man bedenkt, dass die Thalfahrt bei Steigungen über 10 ‰ ohne Kohlen gemacht und dass nicht immer die Maximallast befördert wird. Will man daher aus diesen Zahlen den Durchschnittskohlenverbrauch pro Kilometer für einen gegebenen Fall ermitteln, so muss man die Hälfte der hier angegebenen Zahlen auf die wirkliche Zuglast reduciren, wenn die Steigungen so gross sind, dass die Thalfahrt keine Kohlen absorbiert. Für schwächere Steigungen muss man die Zugkraft für die Thalfahrt besonders ermitteln. Bei der Tenderlocomotive ist für den Maschinenwiderstand nur 12 ‰ in Rechnung gebracht, weil bei diesen Maschinen immer nur 6 Räder zusammen gekuppelt werden sollen; dagegen ist der Zugkraft der, einer halben Tenderfüllung entsprechende Antheil addirt. In gleicher Weise ist die schwere Zahnradmaschine berechnet, während für die leichte nur 8 ‰ Maschinenwiderstand angenommen ist, weil diese Maschinen in der Regel nur 4 ungekuppelte Räder haben.

Man erkennt durch Vergleichung der Zahlen in der Tabelle und der diesbezüglichen Curven in Tafel XXVII, dass die Werthe bei 0 ‰ nicht sehr voneinander abweichen, dass aber die Adhäsionsmaschinen mit zunehmender Steigung eine sehr rasche Zunahme des Kohlenverbrauches zeigen, während derjenige der Zahnradlocomotiven nur sehr langsam wächst, so dass bereits bei 25 ‰ eine Adhäsionsmaschine mit Schlepptender

um die Hälfte mehr braucht, als die Zahnradmaschine, welcher Fall dagegen bei der Tendermaschine erst bei 50 ‰ eintritt.

Setzt man den Werth des Kohlenverbrauches der Zahnradmaschine bei 0 ‰ = 1, so ergeben sich für die übrigen Maschinen und Steigungen folgenden reciproken Werth:!

x =	0	10	20	30	40	50	60
Schlepptendermaschine	1,14	1,28	1,46	1,70	2,04	2,54	3,40
Tendermaschine	1,07	1,17	1,27	1,40	1,55	1,75	2,00
grosse Zahnradmaschine	1,02	1,07	1,12	1,17	1,22	1,28	1,35
leichte	1,00	1,02	1,05	1,08	1,12	1,15	1,19

Wir sehen hieraus deutlich, dass auch bei schon ziemlich kleinen Steigungen die Zahnradmaschine ein viel vortheilhafterer Motor ist, und dass den so vielfach ausgesprochenen Ansichten, dieselbe habe erst bei sehr hohen Steigungen ihre Berechtigung, nicht beigegeben werden kann.

Besonders aber muss hier noch hervorgehoben werden, dass der oft sehr grosse Verlust an Kohlen, welcher bei den Adhäsionsmaschinen durch das Schleudern der Räder entsteht, wobei immer eine grosse Menge Dampf nutzlos verloren wird, hier nicht in Rechnung gebracht ist, und dass die Differenzen im Kohlenverbrauch in Wirklichkeit noch grösser sein würden, da diese Quelle von Verlusten bei der Zahnradlocomotive nicht existirt.

Da in der Praxis bei den Gebirgsbahnen die Probleme meist so liegen, dass man nur mit einer grossen Steigung ohne Umweg die Höhe erreichen kann, dass aber, je geringer diese Steigung genommen wird, desto grössere Umwege gemacht werden müssen, welche oft sehr nahe gelegene Orte auf künstliche Weise von einander entfernen und nicht nur im Verhältniss zur Luftlinie, sondern auch absolut ganz ungeheure Baukosten im Gefolge haben; \*) drängt sich die Frage in den Vordergrund, welche Steigung für die Entwicklung die günstigste ist, d. h. bei welcher Steigung eine bestimmte Höhe bei dem geringsten Kohlenverbrauch erstiegen werden kann. Reduciren wir die im Vorhergehenden gefundenen Kohlenmengen jeweils auf die Länge, welche bei den verschiedenen Steigungen zur Erreichung einer Höhe von 100<sup>m</sup> nothwendig ist und ausserdem auf ein Zuggewicht von 100 Tonnen excl. Maschine, so erhalten wir den Brennstoffverbrauch, welcher nöthig ist, um 100 Tonnen 100<sup>m</sup> hoch zu heben. Die betreffenden Werthe finden wir wieder in der Tabelle und auf Taf. XXVII eingetragen.

Wir sehen die Curve bei 0 ‰ mit ∞ beginnen, sehr rasch abnehmen und für die Locomotive mit Tender bei 15 ‰ mit 141 Kilogr. ihr Minimum erreichen. Die Curve wendet sich sehr rasch, um etwas langsamer, als sie abgefallen ist, wieder anzusteigen und bei 89 ‰ wieder unendlich zu werden.

Auch hier zeigt sich wieder diese Locomotive als die unvortheilhafteste, da 15 ‰ wegen der Länge der Linienentwicklung äusserst unvortheilhaft wäre, bei Steigungen über 25 ‰ aber der Kohlenverbrauch eine ganz unverhältnissmässige Höhe erreicht. Weit günstiger gestaltet sich schon

\*) Die Linie Hornburg-St. Georgen der bad. Schwarzwaldbahn kostet pro Kilometer Luftlinie excl. Bauzinsen 1,700,000 Mark und pro Kilometer Bahnlänge rund 700,000 Mark.

die Curve für die Tendermaschine. Das Minimum ist um 17 Kilogr. niedriger und erst bei 18 ‰. Die Curve selbst wendet nicht so rasch, so dass unter dem Minimum der ersten Curve die Steigungen 9 ‰ bis 41 ‰ liegen, innerhalb welcher die Tenderlocomotive mit mehr Vortheil angewendet werden kann, als die Locomotive mit Schlepptender beim Minimum selbst. Der Kohlenverbrauch aber, welcher bei letzterer Maschine bei 25 ‰ eintritt, wird bei der Tenderlocomotive erst bei 47 ‰ erreicht.

Noch viel günstiger gestaltet sich die Sache bei der schweren Zahnradmaschine, bei welcher das Minimum mit 108 bei 30 ‰ erreicht wird.

Sämmtliche Werthe liegen weit unter der ersten Curve und die Wiederzunahme geschieht so langsam, dass man erst bei 95 ‰ den Werth des Minimums der Locomotive mit Schlepptender erreicht. Die leichte Zahnradmaschine zeigt diese Eigenschaft in noch erhöhtem Maasse und finden wir beispielsweise, dass man bei Anwendung von 200 ‰ Steigung, wie dies bei der Arther Rigibahn fast ausschliesslich vorkommt, zur Hebung von 100 Tonnen nicht mehr Kohlen braucht, als wenn man die Höhe mit einer Adhäsionsrampe von 39 ‰ und Schlepptendermaschinen erreicht hätte.

Setzen wir wieder den kleinsten Kohlenverbrauch bei der leichten Zahnradmaschine beim Minimum von 100,2 Kilogr. = 1, so erhalten wir für die übrigen Maschinen und Steigungen:

	für x = 0	10	20	30	40	50	60
Schlepptendermaschine	∞	1,46	1,43	1,37	1,82	2,25	2,98
Tendermaschine	∞	1,33	1,24	1,30	1,39	1,55	1,75
schwere Zahnradmaschine	∞	1,23	1,09	1,08	1,09	1,13	1,18
leichte Zahnradmaschine	∞	1,17	1,03	1,01	1,03	1,02	1,04

Das Bild, welches sich uns hier bietet, lässt sich mit wenigen Worten zusammenfassen. Während der Kohlenverbrauch beim Minimum bei den Adhäsionsmaschinen an und für sich sehr hoch ist, steigert sich derselbe mit zunehmender Steigung sehr rasch, während die Zahnradmaschinen nicht nur ein absolut viel kleineres Minimum haben, sondern auch innerhalb grosser Steigungsdifferenzen dieses Minimum nur sehr wenig überschritten wird.

Es ist also in dieser Hinsicht ganz einerlei, ob wir bei Anwendung der Zahnstange die Höhe mit 20 ‰ oder 60 ‰ erreichen, man kann daher die Wahl der Steigung für die Rampe lediglich nach anderen Einflüssen einrichten.

Diese sind hauptsächlich die Grösse des zu bewältigenden Verkehrs und die Anlagekosten der Bahn.

Wir haben bereits früher gesehen, dass man mit der Zahnstangenbahn und der schweren Locomotive etwa die gleichen Zuggewichte bei 40 bis 50 ‰ bewältigen kann, welches man mit Adhäsionslocomotiven bei 20 bis 25 ‰ befördert, und dürfte hieraus schon hervorgehen, dass man in den meisten Fällen mit der Zahnstangenbahn die theueren Serpentinaugen lassen kann.

Eine annähernde Kenntniss dessen, was bei den verschiedenen Steigungen im Jahr auf einer einspurigen Bahn bewältigt werden könnte, mag aber nicht ohne Interesse sein, obgleich eine scharfe Berechnung nicht wohl möglich ist, da die

Zahl der täglich möglichen Züge von der Entfernung der Stationen, der Geschwindigkeit der Züge und vielem Andern abhängt.

Bei einer Geschwindigkeit von 8—12 Kilom. und einer Entfernung der Stationen von 4—5 Kilom. können unter allen Umständen täglich 20 Züge befördert werden, wovon 8 Personenzüge und die übrigen 12 Lastzüge sein sollen, und es bleibt noch hinreichend Zeit für Schneepflug, Bahnunterhaltung u. s. w.

Nehmen wir ferner an, dass die Lastzüge mit 2 Maschinen, einer Schub- und einer Zugmaschine laufen, dass die Thalzüge nicht stärker belastet sind, als die Bergzüge,\*) und dass bis 60 ‰ die Maximallast, von dort an aber die auf 8,5 Tonnen Zugkraft reducirte Last befördert wird, so kann man im Jahr folgende Bruttolasten bewältigen:

Steigung	Last in Tonnen	Steigung	Last in Tonnen
20 ‰	2370000	60	880000
25	1960000	70	730000
30	1670000	80	600000
40	1300000	90	500000
50	1050000	100	430000

Nimmt man eine Durchschnittlast von 5 Tonnen pro Bruttoachse bei 3 Tonnen Eigengewicht derselben an,\*\*) so hat man für die Nettolast, welche mit obigen 12 Lastzügen befördert wird, folgende Werthe:

Steigung	Nettolast in Tonnen	Steigung	Nettolast in Tonnen
20 ‰	950000	60	350000
25	780000	70	290000
30	670000	80	240000
40	520000	90	200000
50	420000	100	170000

Diese Zahlen sind sehr hoch, wenn man bedenkt, dass man für die Gotthardbahn im Anfang 260000, später in etwas sanguinischer Weise 400000 Tonnen Nettolast jährlich angenommen hat und dass, beispielsweise der ganze Güterverkehr der Schweizerischen Centralbahn in Basel im Jahr 1876 300000 Tonnen betrug.

Er dürfte also auch in Bezug auf die Leistungsfähigkeit die Zahnradlocomotive bis in hohe Steigungen hinauf genügen und dürften somit als wesentliche Momente, welche die Wahl der Steigungen beeinflussen, lediglich die Baukosten bei verschiedenen Steigungen und die Frage maassgebend sein, ob die Möglichkeit gewahrt sein muss, dass die Linie auch im Nothfall mit gewöhnlichen Locomotiven befahren werden kann, indem die übrigen Kosten der Zugförderung nahezu ebenso constant sind, wie die Brennstoffmengen pro Zugkilometer und sich daher ähnlich auf die Förderungskosten zu vertheilen.

Um Missverständnisse zu vermeiden muss aber nochmals hervorgehoben werden, dass das aufgefundenen Gesetz der nahezu gleichen Hebungskosten bei verschiedenen Steigungen innerhalb nicht zu weiter Grenzen nur unter der Voraussetzung.

\*) In diesem Falle kann der ganze Zug mit den Luftbremsen und Zahnrädern der Maschinen gebremst werden.

\*\*) Ein Verhältniss, das bei den badischen Bahnen sehr nahe zutrifft.

seine Gültigkeit hat, dass die Zugkraft der Maschine vollständig ausgenutzt wird und die Anfangs- und Endpunkte in directer Linie nicht weiter oder weniger weit von einander entfernt sind, als dies der Steigung gerade entspricht, d. h. dass die beiden Punkte nur durch eine Steigung verbunden sind.

In der Wirklichkeit stellen sich aber der Erfüllung dieser Bedingungen oft Schwierigkeiten entgegen, indem die natürlichen Thalbildungen meist derart sind, dass das Gefälle der Wasserscheide stets zunimmt und man sich mit einer gebrochenen Steigung der Thalsohle leichter anschmiegen kann, was in der Regel geringere Baukosten zur Folge hat, während man mit gebundener Steigung oft in ein Terrain kommt, das den Bahnbau ganz verbietet. In solchen Fällen wird man sich die Mehrkosten, die durch das Brechen des Gefalles pro Tonnenkilometer entstehen, capitalisiren und mit den Mehrkosten des Baues der Linie mit mehr gebundener Steigung vergleichen, wobei nicht vergessen werden darf, dass der schwierigere Bau auch eine kostspieligere Bahnunterhaltung zur Folge hat.

Sind aber die Verkehre mit Gütern so klein, dass die Züge nicht ausgenutzt sind und ist die Zahl der letzteren mehr durch das Verkehrsbedürfniss, als durch die Grösse desselben bestimmt, so ist es für die Betriebskosten bei gleicher Bahnlänge ziemlich einerlei, ob man mit geraden oder gebrochenen, mit kleineren oder grösseren Steigungen baut, da hier nur die Kosten des Zugkilometers maassgebend sind, die bei so geringem Zuggewichte nicht viel variiren.

So könnte beispielsweise die Zahnstangenbahn von Rorschach nach Heiden trotz ihrer Steigung von 90 ‰ mit ihren regelmässigen Zügen mehr als den doppelten gegenwärtigen Verkehr bewältigen.

Es ist aber nicht allein die Bergfahrt der Züge, welche das Zahnradsystem rationeller erscheinen lässt, sondern es treten die Vortheile fast noch mehr bei der Thalfahrt hervor.

Bei den Adhäsionsbahnen kann die Wirkung der Schwerkraft nur durch Reibung und die damit verbundene Zerstörung von Schienen, Rädern und Bremsklötzen aufgehoben

Steigung in m. pro Km. Grenzwerth der Zugbelastung bei 6,5 T. Zugkraft am Zughaken	Maschinengewicht bei 6,5 Tonnen Zugkraft am Zughaken					Gesamttgewicht des Zuges inclusive Maschine					Nettozugkraft am Radumfang				Eigenwiderstand	
	Adhäsionsmaschine mit Schlepptender	Adhäsionstendermaschine	Zahnradmaschine (zugleich Adhäsionsmaschine)	Zahnradmaschine	Zahnradmaschine	Adhäsionsmaschine mit Schlepptender	Adhäsionstendermaschine	Zahnradmaschine (zugleich Adhäsionsmaschine)	Zahnradmaschine	Adhäsionsmaschine mit Schlepptender	Adhäsionstendermaschine	Zahnradmaschine (zugleich Adhäsionsmaschine)	Zahnradmaschine	Adhäsionsmaschine mit Schlepptender	Adhäsionstendermaschine	
	T.	T.	T.	T.	T.	T.	T.	T.	T.	T.	T.	T.	T.	T.	T.	
0	1625	73	49,0	26,8	17,3	1698	1674	1652	1642	6,5	6,5	6,5	6,5	1,1	0,6	
5	722	77	50,9	27,4	17,5	799	773	749	739	6,8	6,8	6,6	6,6	1,1	0,6	
10	464	82	53,0	28,0	17,8	546	517	492	482	7,3	7,1	6,8	6,7	1,2	0,6	
15	342	88	55,2	28,6	18,0	430	397	371	360	7,7	7,4	6,9	6,8	1,3	0,7	
20	271	94	57,6	29,2	18,3	365	329	300	289	8,3	7,7	7,1	6,9	1,4	0,7	
25	224	101	60,3	29,9	18,5	325	284	254	242	8,9	8,1	7,2	6,9	1,5	0,7	
30	191	110	63,3	30,6	18,8	301	254	221	210	9,6	8,5	7,4	7,0	1,7	0,8	
40	148	132	70,1	32,1	19,4	280	218	180	167	11,5	9,5	7,7	7,2	2,0	0,8	
50	120	166	78,5	33,7	20,0	286	198	154	140	14,4	10,7	8,1	7,5	2,5	0,9	
60	101	224	89,3	35,6	20,6	325	190	137	122	19,2	12,2	8,5	7,7	3,4	1,1	
70	87,9	342	103	37,6	21,3	430	191	125	109	29,2	14,2	9,0	8,0	5,1	1,2	
80	77,4	721	123	39,9	22,0	798	200	117	99	61,3	16,9	9,5	8,2	10,8	1,5	
		89 ‰ = ∞				89 ‰ = ∞				89 ‰ = ∞				89 ‰ = ∞		
90	69,2	—	151	42,5	22,8	—	220	112	92	—	20,8	10,1	8,5	—	1,8	
100	62,5	—	197	45,5	23,6	—	259	108	86	—	27,3	10,8	8,8	—	2,4	
110	57,0	—	283	49,0	24,5	—	340	106	81	—	39,2	11,6	9,2	—	3,4	
120	52,5	—	602	52,9	25,4	—	654	105	78	—	83,9	12,5	9,5	—	7,2	
130	48,5	—	2170	57,6	26,5	—	2218	106	75	—	306	13,6	9,9	—	38,0	
			133 ‰ = ∞				133 ‰ = ∞				133 ‰ = ∞				133 ‰ = ∞	
140	45,2	—	—	63,3	27,6	—	—	108	73	—	—	14,9	10,3	—	—	
150	42,2	—	—	70,0	28,8	—	—	112	71	—	—	16,5	10,8	—	—	
160	39,6	—	—	78,4	30,2	—	—	118	70	—	—	18,5	11,3	—	—	
170	37,4	—	—	89,2	31,6	—	—	126	69	—	—	20,9	11,8	—	—	
180	35,3	—	—	103,3	33,2	—	—	138	68,5	—	—	24,2	12,5	—	—	
190	33,5	—	—	122,9	35,0	—	—	156	68,5	—	—	28,6	13,1	—	—	
200	31,9	—	—	151,3	37,0	—	—	183	69	—	—	35,2	13,9	—	—	
				243 ‰ = ∞				243 ‰ = ∞				243 ‰ = ∞				
250	25,6	—	—	—	51,9	—	—	—	77	—	—	—	19,4	—	—	
300	21,4	—	—	—	86,5	—	—	—	108	—	—	—	32,4	—	—	
350	18,3	—	—	—	259,0	—	—	—	277	—	—	—	97,0	—	—	
375	16,4	—	—	—	∞	—	—	—	∞	—	—	—	∞	—	—	

werden und sind die hieraus resultirenden Mehrkosten gegenüber den ebenen Bahnen sehr beträchtlich.

Beim Semmering entfällt auf den Locomotivkilometer circa 20 Pfg. \*) Schienenabnutzung und betragen die Mehrkosten der Unterhaltung der Räder und Maschinen nahezu eben so viel, während erfahrungsgemäss die sämtliche Unterhaltung von Zahnrad und Cylinder, Kolbenringe, Schieber etc. nur 2—3 Pfg. pro Locomotivkilometer kostet, und die Schienen nahezu gar keiner Abnutzung unterworfen sind, da weder Trieb- noch gebremste Räder angreifen und die ganze Arbeit durch Zahnrad und Luftbremse gemacht wird.

Bedenkt man noch, dass die Adhäsionsbahn mit Entwicklung circa die doppelte Länge haben kann, als die Zahn-

radbahn, wodurch sich obige Mehrkosten nochmals verdoppeln, und dass die Bahn die doppelten Bahnerhaltungs- und Beaufsichtigungskosten erfordert, so wird man finden, dass schon hierdurch solche Ersparnisse im Betrieb gemacht werden, dass schon diese für die Wahl des Systems bestimmend sein müssen.

Wir haben also gesehen, dass mit dem neuen System grössere Tonnenleistungen bei gleichen Steigungen erzielt werden können, oder dass bei gleicher Tonnenzahl das Zahnradsystem nahezu doppelte Steigung zulässt, als das Adhäsionssystem. Hierdurch ist es möglich, fast in allen Fällen die so theueren und unnatürlichen künstlichen Entwicklungen zu vermeiden und die gerade nächste Richtung einzufalten. Die hierdurch möglichen Ersparnisse können ganz enorm sein, und führe ich nur beispielsweise an, dass bei der Höllenthalbahn, wofür Projecte nach beiden Systemen aufgestellt sind, in einem einzigen Stück zwischen der alten Post und Hintergarten von 4,5 Kilom. Luftlinie die Adhäsionsbahn 7 Millionen Mark mehr kostet, als die Zahnradbahn.

\*) Es wird häufig darauf hingewiesen, dass durch Einführung der Stahlschienen die Unterhaltung des Oberbaues viel weniger koste. Hierbei darf aber nicht vergessen werden, dass durch die härteren Schienen die Räder mehr leiden und dürfte die Summe beider Abnutzungen nicht viel variiren.

der Maschine		Gesamtwiderstand				Kohlenverbrauch pro Kilometer				Kohlenverbrauch bei Hebung von 100 Tonnen auf 100 <sup>m</sup> Höhe				Steigung in m. pro Km.
Zahnradmaschine (zugleich Adhäsionsmaschine)	Zahnradmaschine	Adhäsionsmaschine mit Schlepptender	Adhäsionstendermaschine	Zahnradmaschine (zugleich Adhäsionsmaschine)	Zahnradmaschine	Adhäsionsmaschine mit Schlepptender	Adhäsionstendermaschine	Zahnradmaschine (zugleich Adhäsionsmaschine)	Zahnradmaschine	Adhäsionsmaschine mit Schlepptender	Adhäsionstendermaschine	Zahnradmaschine (zugleich Adhäsionsmaschine)	Zahnradmaschine	
T.	T.	T.	T.	T.	T.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	%
0,3	0,1	7,6	7,1	6,8	6,6	60,8	56,7	54,5	53,1	∞	∞	∞	∞	0
0,3	0,1	7,9	7,4	6,9	6,7	63,3	59,2	56,0	53,6	175	164	154	148	5
0,3	0,1	8,5	7,7	7,1	6,8	68,0	62,0	57,1	54,4	146	133	123	117	10
0,3	0,1	9,0	8,1	7,2	6,9	72,5	64,4	58,2	55,2	141	125	113	107	15
0,3	0,1	9,7	8,4	7,4	7,0	77,6	67,5	59,3	56,0	143	124	109	103	20
0,4	0,2	10,4	8,8	7,6	7,1	83,2	70,8	60,7	56,7	148	126	108	101	25
0,4	0,2	11,3	9,3	7,8	7,2	90,5	74,4	62,0	57,5	157	130	108	100,7	30
0,4	0,2	13,5	10,3	8,1	7,4	108	82,6	65,0	59,5	182	139	109	100,4	40
0,4	0,2	16,9	11,6	8,5	7,7	135	92,8	68,2	61,3	225	155	113	102	50
0,4	0,2	22,6	13,3	8,9	7,9	180	106	71,7	63,3	298	175	118	104	60
0,4	0,2	34,3	15,4	9,4	8,2	275	123	75,7	65,3	447	200	123	106	70
0,5	0,2	72,1	18,4	10,0	8,4	577	147	80,1	67,3	931	237	129	108	80
		89 ‰ = ∞				89 ‰ = ∞				89 ‰ = ∞				
0,5	0,2	—	22,6	10,6	8,7	—	181	85,0	69,8	—	291	137	112	90
0,5	0,2	—	29,7	11,3	9,0	—	247	90,9	72,3	—	380	145	115	100
0,6	0,2	—	42,6	12,2	9,4	—	340	97,5	75,0	—	544	155	119	110
0,6	0,2	—	91,1	13,1	9,7	—	729	105,0	77,8	—	1155	167	124	120
0,7	0,2	—	344	14,3	10,1	—	2750	114	81,3	—	4370	181	129	130
			133 ‰ = ∞				133 ‰ = ∞				133 ‰ = ∞			
0,8	0,2	—	—	15,7	10,5	—	—	126	84,5	—	—	199	134	140
0,8	0,2	—	—	17,3	11,0	—	—	139	88,3	—	—	219	140	150
0,9	0,2	—	—	19,3	11,5	—	—	155	92,5	—	—	244	145	160
1,1	0,3	—	—	22,0	13,1	—	—	175	96,5	—	—	276	152	170
1,2	0,3	—	—	25,4	12,8	—	—	203	102	—	—	320	160	180
1,5	0,3	—	—	30,1	13,4	—	—	241	107	—	—	378	168	190
1,8	0,3	—	—	37,0	14,2	—	—	296	113	—	—	465	178	200
				243 ‰ = ∞				243 ‰ = ∞				243 ‰ = ∞		
243 ‰ = ∞	0,4	—	—	—	19,8	—	—	—	159	—	—	—	248	250
—	0,7	—	—	—	33,1	—	—	—	264	—	—	—	412	300
—	2,0	—	—	—	99,0	—	—	—	793	—	—	—	1240	350
—	∞	—	—	—	∞	—	—	—	∞	—	—	—	∞	375

Wir haben ferner gesehen, dass zu diesen Ersparnissen noch weitere Reductionen in den Betriebskosten hinzutreten und berechnen sich bei obiger Bahn die Zinsen eines Mehrbaucapitals und die grösseren Betriebskosten bei einem Verkehr von 14 Zügen täglich innerhalb der 11,5 Kilom. langen Strecke, in welcher das Zahnrad zur Anwendung kommen soll, 720000 Mark pro Jahr.

Es dürfte hiernach in den seltensten Fällen ein Zweifel obwalten, welches System bei einer Gebirgsbahn zu wählen sei, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass das System nicht für alle Züge streng durchgeführt zu sein braucht, und dass sich sehr wohl Bahnen einrichten lassen, bei welchen die Güterzüge an der Zahnstange, die Personenzüge aber mit Adhäsion laufen. Legt man z. B. auf der Gioviabahn eine Zahnstange, so hat man eine solche Bahn und könnten mit einer solchen Maschine von nur 31 Tonnen 167 Tonnen befördert werden, während man gegenwärtig mit Maschinen von 71 Tonnen nur 110 Tonnen bewältigt, welche Last bei schlechter Witterung noch reducirt werden muss.

Trotz dieser enormen Vorzüge findet das System noch sehr wenig Anhang und dürfte es daher nicht unangezeigt sein, die dagegen erhobenen Einwände noch kurz zu besprechen.

Die Ansicht, dass die Zahnradbahnen nicht leistungsfähig sind und dass nur ganz kleine Züge auf denselben befördert werden können, kann nach obigem nicht mehr als berechtigt angesehen werden.

Ebensowenig dürfte die geringe Geschwindigkeit ein Nachtheil sein, indem ein mit 15 Kilom. Geschwindigkeit fahrender Güterzug auf der Adhäsionsbahn sicherlich mehr Zeit braucht, als der Zug mit 8—10 Kilom. auf der halb so langen Zahnstange und bei Personen- und Schnellzügen wird sich die Sache ebenso gestalten, da für letztere eine Geschwindigkeit auf der Zahnstangenbahn von 12—15 Kilom. durchaus zulässig erscheint.

Aehnlich verhält es sich auch da, wo man statt einer, die Thalrichtung verfolgenden gebundenen Steigung von etwa 25 ‰ eine gebrochene Linie wählt und den letzten Theil mit dem Zahnrad überwindet, wie beispielsweise in Fig. 5 auf Taf. XXVIII dargestellt ist.

Haben die Güterzüge der Adhäsionsbahn auf 25 ‰ 15 Kilom., auf 14 ‰ dagegen 20 Kilom. Geschwindigkeit, so hat man bei der gebrochenen Rampe

$$60 \left( \frac{14,5}{20} + \frac{5,5}{10} \right) = 76 \text{ Minuten,}$$

bei durchgehender Adhäsionsrampe

$$\frac{60 \times 20}{15} = 80 \text{ Minuten}$$

und für Schnellzüge, wenn diese auf 14 ‰ mit 45 Kilom. und auf 25 ‰ mit 25 Kilom. pro Stunde fahren, bei gebrochener Rampe

$$60 \left( \frac{14,5}{45} + \frac{5,5}{12} \right) = 46 \text{ Minuten,}$$

bei durchgehender Adhäsionsrampe

$$\frac{60 \times 20}{25} = 48 \text{ Minuten.}$$

Der Betriebsdienst würde sich in diesem Falle in der Weise gestalten, dass eine Sechskupplermaschine mit vier Cylindern und einem Zahnrad einen Zug von 220 Tonnen bis zur Rampe bringen würde, wo sich eine zweite Zahnradmaschine, welche ad hoc construirt sein kann, als Schubmaschine hinten an den Zug stellt.

Man hat bei dieser Einrichtung den Vortheil, dass nur auf der Strecke von 5,5 Kilom. zwei Maschinen nöthig sind, während auf der Adhäsionsrampe von 25 ‰ die ganze Strecke mit zwei Sechskupplermaschinen befahren werden müsste, dass die Materialabnutzungen durch Bremsen viel geringer sind und dass die sich der Thalsohle mehr anschliessende Linie nicht nur viel billiger hergestellt werden kann, sondern dass sie auch dem Localverkehr besser dient, während die obere Linie für denselben gar keinen Werth hat.

Die schwerwiegendste Einwendung war wohl die, dass es nicht möglich sein würde, den Betrieb im Winter bei Schnee und Eis ohne Unterbrechung fortzusetzen; schwerwiegend, weil sich die Untersuchung dieser Sache der theoretischen Prüfung mehr entzog, als die übrigen Einwände.

Erst nach Eröffnung der Rorschach-Heidener Bahn, welche im Sommer und Winter mit regelmässigen Zügen befahren wird, konnten auch diesem Einwand Thatsachen gegenüber gestellt werden, welche nicht nur beweisen, dass Schnee und Eis in keiner Weise ein Hinderniss sind, sondern dass man vermöge der absoluten Druckkraft des Zahnrades verwehte Einschnitte noch säubern kann, in denen eine Adhäsionsmaschine unbedingt stecken bleiben würde.

Hierbei ist die genannte Bahn nicht einmal im Besitz eines Schneepfluges, sondern bedient sich nur zweier an die Locomotive angeschraubter Bretter und ist trotz der sehr ungünstigen klimatischen Verhältnisse jener Gegend, noch nie eine Fahrt wegen Schnee ausgelassen oder unerbrosen worden.

In neuester Zeit ist es noch hauptsächlich die Betriebssicherheit, welche gegen die Anwendung des Systems ins Feld geführt wird.

Bis jetzt ist auf den sämmtlichen Zahnradbahnen trotz ihrer ganz enormen Steigungen und über 500000 zurückgelegten Zugskilometern noch gar kein Unglücksfall vorgekommen. Wer einmal die Luftbremse an einer Zahnradmaschine gehandhabt hat, wird zugeben müssen, dass ein vollkommenerer Bremsmechanismus nicht denkbar ist. Fügt man daher jedem Zug, wie dies bei der Höllenthalbahn beabsichtigt ist, einen Wagen bei, der gleichzeitig einen Cylinder mit Kolben und ein Zahnrad hat (die Einrichtung kostet pro Wagen circa 2000 Mark), so kann diese Bremse den Zug auch ohne Mithilfe der Maschine halten und es sind Unfälle um so weniger denkbar, als diese wirksamen Bremsapparate in die Hände der zuverlässigsten, den Zug begleitenden Personen, in die des Locomotiv- und Zugführers gelegt sind, während bei den Adhäsionsbahnen die vielen verschiedenen Hände, welche die Bremsen bedienen, sowie der Umstand, dass bei sehr heissen Rädern und nassen Schienen die Reibung fast 0 wird, einen Unglücksfall, auch bei geringer Steigung viel eher möglich machen.

Eine Hauptrolle spielt hierbei noch die kleinere Geschwindigkeit, welche in Verbindung mit dem wirksamen Brems-

mittel es möglich macht, einen Zug auf die kürzeste Entfernung zu stellen.

Auf alle Fälle aber wird sich der, welcher bei 50 ‰ mit Zahnrad fährt, einer minderen Gefahr aussetzen, als der, welcher auf der Gioviabahn mit 35 ‰, der Tifliser Bahn mit 45 ‰ oder der Uetlibergbahn mit 70 ‰ per Adhäsion fährt.

Auch diese Ansichten werden nur langsam durchdringen, so lange nicht einmal ein Beispiel für eine solche grössere Bahn vorhanden ist und wollen wir hoffen, dass in möglichster Bälde ein solches zum Vorbild für Andere, zu Stande kommen werde.

## Sicherheitsvorrichtung an Weichen auf freier Strecke.

Mitgetheilt vom Betriebs-Inspector **Beemelmans** in Strassburg.

(Hierzu Fig. 1—4 auf Taf. XXVIII.)

Bei Abzweigung eines Nebengleises auf freier Strecke, welche nicht durch ein Signal gedeckt wird, zeigt das Weichensignal »weiss« bei Einstellung der Weiche auf den geraden Strang, »roth« bei der Einstellung auf Abzweigung. Um zu erreichen, dass das rothe Weichensignal nicht eher beseitigt werden kann, als bis die Weiche auf's Hauptgleise eingestellt ist und die Zungen fest anliegen, ist an den Weichen folgende Einrichtung angebracht.

Am unteren Ende der Laternenstange ist ein kleiner Hebel *h* aufgekeilt, welcher an eine Schubstange *s* angreift, die mit einer segmentförmigen, um den vertikalen Zapfen *z* drehbaren Platte *P* verbunden ist. Diese Platte hat einen winkelförmigen Schlitz, durch welchen ein mit der Weichenstange befestigter 20<sup>mm</sup> starker Stift *t* reicht.

Die Drehung der Weichenlaterne wird von Hand durch den Weichensteller mit dem Handhebel *H* bewirkt. Die Möglichkeit der Drehung der Weichenlaterne ist aber abhängig von dem jeweiligen Stand der Weiche. Bei der auf der Zeichnung angegebenen Stellung des Mechanismus steht die Weiche

auf das Nebengleise und das Weichensignal zeigt »roth«, mithin für Durchfahrt auf dem Hauptgleise »Halt«.

Die Weichenlaterne kann nicht gedreht werden, da der in dem Schlitz der Platte *P* passende Stift dies verhindert; dagegen kann die Weiche auf das Hauptgleise umgestellt werden, wobei der Stift in dem geraden Theile des Schlitzes gleitet, bis in die punktirt gezeichnete Stellung, bei welcher er mit dem bogenförmigen Theil des Schlitzes correspondirt. Alsdann kann auch das Weichensignal gedreht werden; wobei der Mechanismus in die punktirt gezeichnete Stellung übergeht. Der Stift *t* begrenzt die Bewegung und verriegelt gleichzeitig die Weiche. Der bogenförmige Theil des Schlitzes hat einen etwas kleineren Krümmungsradius als vom Mittelpunkte *z*, mithin wird während der Umdrehung der Platte der Stift *t* kräftig nach *z* hingezogen, wodurch die Zunge zum festen Anliegen gebracht wird.

Hierdurch wirkt die Vorrichtung gleichzeitig als Spitzenverschluss.

## Weltausstellungsberichte

von **Emil Stötzer**, Werkstättenbeamter der K. K. priv. Kaiserin-Elisabethbahn in Linz.

### II. Versuchswagen (Waggon d'expériences) der französischen Ostbahn.

(Hierzu Fig. 6—9 auf Taf. XXVIII.)

Der französischen Nation muss rückhaltslos zugestanden werden, dass sie in Betreff weiser Sparsamkeit längst die Meisterschaft errungen hat, wie dies eine Reihe sinnreicher Anordnungen und Erschaffungen, welche seit längerer Zeit auf allen Gebieten menschlichen Wirkens in Frankreich erstanden sind, zweifellos nachweisen.

In Frankreich nimmt man es unstreitig sehr genau, um das Verhältniss von Aufwand zum Erfolg kennen zu lernen und gegenseitig abzuwiegen.

Bezieht man dieses Bestreben auf Künste der Mechanik, so wird sich auch hier herausstellen, dass zu allen Zeiten nirgends so erfolgreiche Controlapparate geschaffen wurden, als in Frankreich.

Den Höhepunkt dieser Bestrebungen im Eisenbahnwesen

dürfte nun die französische Ostbahn mit ihren auf der dritten Pariser Weltausstellung vorgeführten Versuchswagen (Waggon d'expériences) sehr nahe gekommen sein, was wohl von allen Beschauern vom Fach einstimmig eingeräumt werden dürfte.

Umsomehr war es zu bedauern, dass bis zur Eröffnung gedachter Ausstellung nur erst wenige Probefahrten mit diesem höchst interessanten und lehrreichen Fahrzeug stattgefunden und somit von einem endgültigen Resultat noch nicht gut die Rede sein konnte. Dem Vernehmen nach wurden aber unmittelbar nach Schluss der Ausstellung Versuchsfahrten wieder aufgenommen und dürfte nunmehr schon festgestellt sein, in wie weit sich die Voraussetzungen und Hoffnungen auf guten Erfolg bei dieser Neuheit bestätigten.

Wie dem auch sei, jedenfalls muss eingeräumt werden, dass die grosse Zahl von Apparaten, wie sie dieser Versuchswagen darbietet, unendlich viel Geschick, Ausdauer und Zeit zu seiner Erschaffung bedurfte, und ist dem Herrn Oberingenieur L. Regray, sowie seinen unermüdlichen Herrn Mitarbeitern M. Depréz, M. Gerhard, Flaman, Napoli etc. zu diesem Werke bestens zu gratuliren.

Die französische Ostbahn wurde eben zur Construction ihres Waggon d'expériences durch dieselben Motive veranlasst, wie sie auch bei anderen Eisenbahnen auftreten, und allen Vermuthungen und scharfsinnigsten Folgerungen immer noch spotten. Scheinbar geringe Zugkraft der Locomotiven, relativ grösserer Verbrauch an Heizmaterial und Wasser und noch anderer damit in Zusammenhang stehenden Erscheinungen sind die Uebelstände, gegen welche der neue französische Versuchswagen in's Feld geschickt wird, nachdem alle bis jetzt bekannten Indicator- und Dynamometer-Versuche nicht im Stande waren, den Gegner stichhaltig zu erkennen.

Wie aus den Fig. 6—9 auf Taf. XXVIII ersichtlich, bietet der Wagen in seiner äusseren Erscheinung bei oberflächlicher Besichtigung nichts Auffallendes dar, welches den Zweck desselben sofort erkennen liesse, wirft man jedoch einen Blick auf das Untergestell, so erkennt man sogleich, dass hier etwas Besonderes vorliegt, was sodann durch den Eintritt in das Innere des Wagens vollständig bestätigt wird. Der erste Anblick dieses Witzsals von Apparaten macht einen erdrückenden Eindruck, nach und nach erkennt man die Bedeutung der einzelnen Vorrichtungen und schliesslich hat man eigentlich nur 2 Apparate vor sich, einen Arbeits- und einen Kraftmesser; den letzteren indess nur in seinem Anhang, denn der wirkliche Kraftmesser, welcher vom Erfinder Explorateur genannt wird, befindet sich unmittelbar an den Dampfeylindern der Locomotive.

Die Nebenapparate als: Registrirer, Tourenzähler, Kilometerzeiger, electriche Uhr, Tachometer, Luftpumpe, Gegen-druckregulator, Chronograph, Verisicator etc. etc. und deren Zwischenmechanismen schliessen sich jedoch so natürlich und unzertrennlich an die Hauptapparate an, dass man das Ganze als aus einem Guss betrachten kann.

Der Arbeitsmesser oder das Dynamometer liegt unmittelbar unter dem Fussboden in der Mitte des Wagens und wird aus 2 Gruppen A A' (zu je 7 Stück) Stahlstäben, die an ihren äusseren Enden zu beiden Seiten mit Schienen verbunden sind, und in der Mitte auf 4 Rollen ruhen, gebildet. Die Gruppe A ist durch das Mittelstück m vermittelt eines Querstückes C mit den Bufferstangen derart verbunden, dass den einseitigen Pressungen bei Curvendurchgängen völlig freies Spiel gestattet ist, beide Bufferstangen und das mit denselben in Verbindung stehende Querstück, welches mit dem Mittelstück m durch Charnier verbunden ist, werden solid in horizontal und vertical gelegenen Rollen geführt, deren völlig ungehinderte Bewegung von wesentlicher Bedeutung ist. Die Zughakenstange ist in derselben Weise geführt und ebenfalls durch Charnier mit der zweiten Federgruppe verbunden, Hiernach ist die Wirkungsweise des Dynamometers folgende:

An dem festen Gussstück B, welches einen Keil zur Re-

gulirung der beiden Federgruppen, bezüglich ihrer parallelen Lage zu einander, trägt, liegen die beiden Mittelstücke m m' vermöge der Federspannung hart an, woraus folgt, dass wenn beim Zug m' verrückt, m einen Stützpunkt bildet, während bei den auf die Buffer stattfindenden Pressungen m zurückweicht und m' stützend an B angedrückt wird.

Diese Anordnung mit dem Registrirapparat in Verbindung gebracht, ermöglicht sodann den Wirkungsgrad der Zug- und Druckwiderstände gesondert aufzuzeichnen, worin zugleich das Originelle des Dynamometers liegt. Die Aufzeichnung erfolgt mittelst Bleistifts auf einen Papierstreifen von circa 20<sup>m</sup> Breite und wird die Bewegung des Bleistiftes r durch ein Gestänge bewirkt, welches mit m und m' und B in Charnieren verbunden ist.

Die an B gehängte Verticalstange a vereinigt in einem Schlitz die nach A und A' geführten kürzeren Stangen c und b, woraus erhellt, dass der Bleistift je nach den vorherrschenden Widerständen zu vor- und rückgängigen Bewegungen veranlasst wird. Nachdem nun der Papierstreifen f rechtwinklich zur Bewegung des Bleistiftes geführt wird, so folgt weiteres, dass die auf das Dynamometer wirkenden Widerständen durch eine continuirliche Curvenlinie dargestellt werden, welche auf der einen Seite die Zug- und auf der anderen die Druckwiderstände augenscheinlich markirt.

Durch Construction von Ordinaten kann sodann das hierdurch gewonnene Bild der Zugsarbeit zu einem ebenso interessanten als nützlichen Resultat ausgearbeitet werden, wozu die noch folgenden Markirungen höchst wichtige Daten liefern.

In dieser Richtung muss zuvörderst des Kilometerzählers Erwähnung gethan werden, der jeden auf der Bahn abgewickelten Kilometer auf den Papierstreifen bezeichnen soll. — Dieser Apparat steht mit dem sehr umfangreichen Mechanismus, der das der jeweiligen Geschwindigkeit proportionirende Ab- und Aufrollen (f—f) des Papierbandes bewirkt, im engsten Zusammenhang und erfolgt auch dessen Arbeitsleistung durch denselben Antrieb, wie bei jenem, nämlich durch die auf der hinteren Achse gelagerte Schnecke D, in welche ein verstellbares Schraubenrad eingreift, das durch die Gelenksstange d vermittelt Kegehräder die weitere Bewegung einer in den Ständern e geführten Verticalwelle bewirkt und endlich durch diese eine Räder- und Walzencombination, deren nähere Detailirung weit umfangreichere Zeichnungen als die auf Taf. XXVIII Fig. 6—9 gegebenen erfordern würde, betreibt.

Diese einen bewundernswerthen Scharfsinn documentirende Combination ist dementsprechend auch mit mathematischer Genauigkeit bis in's kleinste Detail ausgeführt, dennoch dürfte es aber zweifellos erscheinen, dass die Markirung der zurückgelegten Kilometer dermalen mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmen kann.

Zur Bestimmung der Zeit, in welcher ein oder eine Anzahl Kilometer zurückgelegt wurden, dient eine electriche Remontoiruhr, welche von 10 zu 10 Sekunden ein Durchstechen des Papierstreifens mittelst Nadel bewirkt; hierbei sei erwähnt, dass der Papierstreifen absolut genau zwischen 2 paar Walzen geführt wird und ein störendes Gleiten desselben durchaus nicht stattfinden kann.



Um aber auch den Beobachter in den Stand zu setzen, die Veränderungen der Fahrgeschwindigkeit sofort und ohne irgend welche Manipulation kennen zu lernen, wurde vom Ingenieur Herrn Napoli ein Tachometer construirt, das dieser Aufgabe in überraschend klarer Weise nachkommen soll.

Dasselbe lässt nicht nur auf einem Zifferblatt die jeweilige Geschwindigkeit, mit welcher die Fahrzeuge verkehren, bequem ablesen, sondern kennzeichnet dieselben auch bleibend auf dem Papierbände, das nunmehr zu einem wahren Unicum des Wissenswerthen heranreift.

Napoli's Tachometer N beruht in seiner Wesentlichkeit auf der Erzeugung von Centrifugalkräften durch ein in einem beweglichen Rahmen gelagertes Flügelrade, wie es ähnlich in den meisten Schlaguhren zu finden ist, das von der horizontalen Welle des Registrirapparates mittelst Darmsaite eine rapide Bewegung empfängt. Durch entsprechende Verzahnungen werden diese Bewegungen sodann auf einen Zeiger übertragen, der dieselben auf einem graduirten Zifferblatt in Gestalt der obwaltenden Geschwindigkeitsziffer wiedergiebt.

Um die Geschwindigkeitsabänderungen auf Papierstreifen zu markiren, ist quer über denselben ein kleiner Führungsschlitten mit Bleistift gestellt, welcher durch einen Faden mit der Rahmenwelle des Tachometers gekuppelt ist; nachdem nun der Rahmen, in welchen das Flügelrad hängt, die Geschwindigkeitsschwankungen unmittelbar auf den Zeiger überträgt, so bewirkt er auch in Folge der Fadenspannungen, dass der an der Führung befestigte Bleistift den Geschwindigkeitsschwankungen entsprechende Curven zeichnet. Das Instrument ist klein dimensionirt in Form eines gewöhnlichen Manometers von circa 90<sup>mm</sup> Durchmesser.

Mit dem Vorstehenden dürfte in allgemeinen Umrissen so ziemlich Alles berührt sein, was sich auf das Dynamometer bezieht, der elektrische Tourenzähler für die Radumdrehungen, welcher allenfalls noch hierher gerechnet werden könnte, findet ohnedies im Capitel über die Kraftmessungen, dem wir uns nunmehr zuwenden, hinreichend Erwähnung. — In der Gruppe der für die Kraftmessungen an der Locomotive bestimmten Apparate begegnet man durchwegs Originalen, was die Anwendung einer Registrirung auf electrischem Wege hinlänglich bestätigen dürfte.

Die Anwendung dieser Art von Registrirung machte es denn auch zur Bedingung, die bisher gebräuchlichen Indicatoren zu übergehen und dafür ein völlig neues Instrument herzustellen, welches allerdings mit Rücksicht darauf, dass die in den Dampfcylindern der Locomotive wirkenden Kräfte in einen bequemen Raum ohne jede äussere Störung sofort in ihrer Entfaltung beobachtet werden sollen, ein mehrgliedriges werden musste. Ueberdies erkannte es auch der Constructeur dieses Apparates, Herr Ingenieur Deprèz, für vorthellhaft, die Kraftäusserung auf allen vier Kolbenflächen in's Bereich der Erforschung zu ziehen, welcher Umstand ebenfalls nicht zur Vereinfachung des Ganzen beitragen kann, indem danach, da keine Zwischenleitungen geduldet werden sollen, jeder Cylinderdeckel ein Instrument erhalten muss. — Benanntes Instrument (Explorateur) hat mit einem Plattenmanometer grosse Aehnlichkeit; zwischen zwei Gehäusetheilen liegt ein dünnes Stahlplättchen von circa

50<sup>mm</sup> Durchmesser, das in seiner Mitte ein Stäbchen trägt, welches mit einem electro-magnetischen Strom in Verbindung steht, und durch die Vibrationen des Stahlplättchens veranlasst, die in den Cylindern wirkenden Dampfdrücke dem Registrirapparat signalisirt. Die Vibrationen des Stahlplättchens sind die Folge der von unterhalb auf dasselbe drückenden Dampfkraft, welche oberhalb durch comprimirt Luft unter Intervention eines Druckregulators abballancirt wird. Zur Erzeugung der comprimirt Luft (bis 10 Atmosphären) dient eine Luftpumpe P, die mittelst Excenter E, das an der vorderen Achse des Wagens angebracht ist, betrieben wird und dessen Kolbenhub durch den Zwischenmechanismus F regulirbar ist, resp. hierdurch ganz ausgelöst werden kann. Der unterhalb des Waggons angebrachte mit einem Sicherheitsventil versehene Blechcylinder G von 100 Liter Inhalt dient als Luftreservoir und ist durch ein Kupferrohr mit dem Druckregulator R, der eine sehr bedeutende Rolle spielt, verbunden. Letzterer, welcher durch eine weitere Rohrleitung, zwischen welche das Communicationsregister J eingeschaltet ist, mit dem Explorateur in Verbindung steht, gleicht in seinen oberen Theilen den bei Locomotiven üblichen Federwaagen; unterhalb befindet sich ein kleines Druckventil, das in Verbindung mit einem durch eine Spiralfeder belasteten Kolben das Gleichgewicht der Spannung herzustellen bestimmt ist. Ein damit verbundener Manometer M giebt von den Vorgängen im Druckregulator Kenntniss.

Um nun die Wirkungsweise des Explorateurs in Verbindung mit dem Druckregulator auf den Registrirapparat klar zu stellen, bedarf es zuvörderst der Detailirung des letzteren, welcher sich freilich keiner grossen Einfachheit erfreut. Durch die Hauptwelle des Registrirapparates der dynamischen Effecte wird ein Räderwerk betrieben, das in 3 Scheibenräder von gleicher Zähneanzahl ausläuft. Das obere und untere dieser 3 Räder H und H' stellen die Triebachs-Kurbeln der Locomotive vor, und sind an dieselben 2 Lenkstangen gekuppelt, welche wiederum 2 mit Papier bespannte Rahmen T und T', identisch mit der Kolbenbewegung, betreiben. Diese Rahmen oder Tableaux sind zur Aufnahme der graphischen Aufzeichnungen bestimmt, welche, wie schon oben erwähnt, auf electro-magnetischem Wege erfolgen.

Als Träger des Registrirapparates dient eine zu den Führungen der Tableaux in verticaler Richtung placirte Stange, die wiederum mit der zur Spannung der im Druckregulator liegenden Spiralfeder bestimmten Schraubenspindel durch ein Gabelgestänge verbunden ist, und folglich die Bewegungen der Spiralfedern, d. h. die Positionen des in den Explorateurs obwaltenden Luftdruckes, mitmachen muss. Hieraus erhellt, dass die von den Explorateurs einlaufenden Signale, welche erfolgen, sobald der Dampfdruck den Luftdruck überwindet in Gestalt von Punkten auf den beiden Tableaux markirt werden, wodurch, da bekanntlich die letzteren mit den Dampfkolben eine vollständig gleiche Bewegung machen, die Intervalle der Kraftäusserungen in den Cylindern zur Klarheit gelangen. So ohne weiteres erfolgt übrigens vollständig gleichmässige Bewegung der Tableaux mit den Dampfkolben nicht, hierzu gehört vielmehr noch ein weiterer Mechanismus in Gestalt zweier Differenz-Vorgelege mittelst welchem unter Mitwirkung eines elec-

trischen Tourenzählers das Gewünschte erst erreicht werden kann. Zur Controle dieser Manipulation dient endlich ein Verisicator V, der ebenfalls auf electrischem Wege, ein blitzähnlich leuchtendes Signal giebt, sobald die Locomotivkurbeln einen gewissen Punkt passiren, wonach sodann constatirt werden kann, ob die Kurbeln der Registrirtableaux bei ihren Umdrehungen genau mit jenen der Locomotive zusammentreffen; hieraus mag erschen werden, dass alle Eventualitäten berücksichtigt wurden, um ein möglichst getreues Bild der Kolbenarbeit resp. der auf dieselben wirkenden Kräfte zu erhalten.

Hiermit stellten sich die rastlosen Constructeure aber noch nicht zufrieden. Die graphische Vorstellung der auf die Dampfkolben wirkenden Kräfte liefern die Tableaux nur in Punkten und lässt sich hieraus nicht genügend die Nachhaltigkeit der Dampfdrücke entnehmen. Diesen Mangel zu ergänzen, wurde dem Ganzen noch ein sogenannter Chronograph beigelegt, welcher auf einem geschwärzten durch ein Uhrwerk betriebenen Cylinder ebenfalls die Signale der Explorateurs aufnimmt und in der Form von Linien wiedergiebt.

Ueber die weitere Einrichtung des Versuchswagens mögen schliesslich noch einige Erläuterungen dienen.

Die vorne sichtbare Ueberhöhung des Kastens dient als Observationsposten, von welchem aus die zu befahrende Bahnlinie übersehen werden kann, um sich beim Herannahen wichtiger Profile vorher gehörig vorbereiten, resp. die Apparate rechtzeitig spielen lassen zu können.

Die sichtbaren Kästen im Innern des Wagens dienen theils zur Aufnahme der Batterien, anderentheils zur Aufbewahrung von Requisiten und Reservebestandtheilen, sowie der Reservekleider und sonstigen Bedarfsartikel der operirenden Beamten. Ein Fauteuil und ein Schlafdivan vervollständigen das Möblement.

Die Beheizung des Waggons erfolgt mittelst Koke durch einen kleinen ausserhalb angebrachten Ofen O, von welchem aus eiserne Leitungsröhren zu mehreren Wärmekasten w führen.

Zwei Plafondlampen vermitteln die Beleuchtung. — Alle diese Einrichtungen lassen darauf schliessen, dass der Versuchswagen zu ausgedehntesten Forschungen bestimmt ist, zu welchen man nur besten Erfolg wünschen kann.

Linz, im April 1879.

## Neue Art von Nummertafeln aus Glas für Eisenbahn-Personenwagen.

Von W. Turner, Maschinen-Ingenieur in Potsdam.

Zur Bezeichnung der Wagennummer, Classe etc. im Innern der Coupé's erster und zweiter Classe der Eisenbahn-Personenwagen werden meist Porzellantafeln verwendet; einige Bahnverwaltungen lassen diese Bezeichnungen unmittelbar auf die Tuch- oder Plüschbekleidung der inneren Flächen der Coupéthüren mit Oelfarbe aufschreiben. Letztere Methode kann, abgesehen von dem wenig empfehlenden Aussehen solcher Aufschriften, desshalb als zweckmässig nicht erachtet werden, weil das Schreiben mit dem Pinsel auf Tuch und namentlich auf Plüsch nur unvollkommen zu bewerkstelligen ist, die Aufschrift bald undeutlich wird und die Oelfarbenflecke in dem Stoff haften bleiben, sodass die, z. B. durch Aenderung der Wagennummer nothwendig werdende, Beseitigung der Schrift schwierig ist. — Die gebräuchlichen Porzellantafeln haben den Nachtheil, dass sie häufig zerbrechen, da sie auf ihrer inneren Seite hohl sind und nur an ihrem Umfange auf der Thürfläche aufliegen; die Aufschrift selbst, besonders die vergoldeten Zeichen für die Coupé's erster Classe, wird leicht beschädigt, weil dieselbe selbstverständlich auf der sichtbar bleibenden d. i. auf der nach aussen liegenden Fläche der Tafel sich befindet. Ein Ersatz solcher Tafeln ist umständlich und auch kostspielig, da bei der neuerdings, wenigstens für die preussischen Staatsbahnen, vorgeschriebenen Bezeichnungsweise (Wagennummer und Classe und Angabe der Lage des Coupé's im Wagen durch Buchstaben) nicht nur für jeden Wagen, sondern sogar für jedes Coupé besondere, bei anderen gleichartigen Coupé's nicht verwendbare Tafeln erforderlich sind und demgemäss ein erheblicher Bestand von Ersatztafeln vorrätig gehalten werden muss. — Versuchsweise sind nun bei einer grösseren Zahl von Personenwagen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn seit

längerer Zeit Tafeln aus Doppelglas im Gebrauch, welche auf der einen Seite mit Oelfarbe beschrieben resp. vergoldet, hierauf auf derselben Seite mit weisser Farbe überstrichen und in gleicher Weise wie die Porzellantafeln mit einem Messingrand eingefasst worden sind. Die Glastafeln wurden dann mit der beschriebenen und überstrichenen Fläche gegen die Thürbekleidung gelegt und wie die bisherigen Porzellantafeln an dieselbe befestigt. Solche Glastafeln, welche sich bis jetzt durchaus bewährt haben, besitzen folgende Vorzüge vor den bisher üblichen Porzellantafeln:

- 1) Zur Herstellung der Glastafeln ist das sonst für die Bahnverwaltungen fast werthlose Glas der zerbrochenen Fensterscheiben der Personenwagen zu verwerthen und da auch die bisherigen Messingfassungen der Porzellantafeln für die Glastafeln verwendet werden können, so sind die Herstellungskosten einer solchen Glastafel sehr gering.
- 2) Die Glastafeln können jederzeit in den eigenen Werkstätten der Eisenbahnen schnell angefertigt werden; es braucht somit ein Reservebestand nicht gehalten zu werden.
- 3) Liegen die Glastafeln nicht wie die Porzellantafeln nur mit der Umfassung, sondern mit der vollen Fläche auf den Thürbekleidungen auf und sind desshalb viel haltbarer als jene.
- 4) Da die Schrift bei den Glastafeln auf der hinteren Fläche der letzteren angebracht ist, so kann die Anschrift weder durch Witterungsverhältnisse noch durch mechanische Einwirkungen (Abkratzen oder Abstossen) undeutlich gemacht oder zerstört werden.

Potsdam, im Mai 1879.

## Krahn von 40 Ctr. Tragkraft mit selbstthätigem Ausleger zum Kohlenverladen für Locomotiv-Tender.

(Patent Wendt.)

(Hierzu Fig. 1—7 auf Taf. XXIX.)

Das bei den meisten Verwaltungen übliche Beladen der Tender mit Kohlen mittelst Körben aus Weiden- oder Rohrgeflecht erfordert einerseits viele Arbeitskräfte, andererseits eine grosse Anzahl Körbe, die in den seltensten Fällen mit Vortheil zu repariren sind; auch ist das Aufbringen und Aufstellen der Körbe auf die hierbei nöthigen hohen Ladebühnen oder das directe Aufbringen auf den Tender vermittelt Ersteigen einer Treppe namentlich im Winter für die Arbeiter nicht ungefährlich. Um die Kosten des Kohlengebens zu verringern, ist man — abgesehen von einigen hin und wieder ausgeführten complicirten Schüttvorrichtungen — zur Anlage von Drehkrähnen übergegangen, mittelst derer eiserne Kohlenbehälter mit ca. 500 Kilogr. Kohlen gehoben und über Mitte Tender durch Kippen entladen werden.

Die Handhabung der Drehkrähne — seien es grosse Bockdrehkrähne oder auf hohe Ladebühnen stehende kleinere freistehende Drehkrähne — ist indessen noch viel zu umständlich und unsicher, so dass eine Ladevorrichtung, die von wenigen Arbeitern mit Leichtigkeit und Sicherheit bedient, ein grösseres Quantum Kohlen ohne Schwankungen und Verdrehungen über Mitte Tender bringt, von Eisenbahntechnikern längst als ein Bedürfniss anerkannt worden ist.

Dem Verfasser dieses Aufsatzes ist es gelungen, eine einfache feste Krahnvorrichtung mit selbstthätigem Ausleger zu construiren, welche sich nebst den dazu gehörigen eisernen Kohlenkufen und Unterwagen im Betriebe auf den Bahnhöfen Marienburg und Ilowo der Marienburg-Mlawkaer Eisenbahn (Kohlenverbrauch auf jeder dieser Stationen pro Monat circa 300,000 Kilogr.) und Bahnhof Dirschau der Königlichen Ostbahn (Kohlenverbrauch pro Monat circa 1,200,000 Kilogr.) bis jetzt zur Zufriedenheit bewährt hat.

Der Krahn besteht aus einem festen dreibeinigen, aus [-Eisen zusammengesetzten Bock A mit Trommelwinde und einem gleichfalls aus [-Eisen gebildeten, um eine Horizontalachse drehbaren Ausleger (B).

Der Ausleger trägt oben das Auslegerhaupt (H) vorne mit einer niedrigen, hinten mit einer höheren Nase und zwischen beiden eine Aushöhlung zur Aufnahme des mit dem Kufenbügel verbundenen Einlegbolzen (z). Eine breite Rolle (R) im Auslegerhaupte giebt der Lastkette Führung und bewirkt, dass sich die Kohlenkufe, falls sie sich etwa durch starken Wind etc. anfangs dreht, bei kürzer werdender Kette stets parallel zur Bahnamchse stellt.

Der Ausleger ist mit einem aus einzelnen Platten bestehenden Contregewicht (C) mittelst einer schwachen Kette (K) verbunden. Dieses Gewicht verhindert zunächst den Ausleger im unbelasteten Zustande nach vorne zu schlagen. Befindet sich das Gewicht in seiner tiefsten Stellung, so steht der Ausleger derart, dass die Lastkette mit Bügel ungehindert vertical abwärts sinken kann, ist dagegen das Contregewicht — wie in

der Zeichnung zu ersehen — mittelst des festzustellenden Hebelmechanismus (M) gehoben, so stellt sich der Ausleger nach vorne, so dass Mitte Lastkette mit Mitte Höhlung des Hauptes zusammenfällt. Die Rückwärtsstellung des Auslegers wird durch die Bogenfeder (F) begrenzt.

Die eisernen Kohlenkufen bestehen aus zwei Behältern (a) und (b), welche durch eine Holzstrebe (d) gegen einander abgesteift und mit einem dreitheiligen Bügel fest verbunden sind.

Die drei Theile des Bügels sind: (v) der Oberbügel zur Aufnahme des Lastkettenhakens, (u) der Unterbügel zum Aufnehmen der Last und zwischen beiden der Einlegbolzen (z) passend zur Aushöhlung des Auslegerhauptes. Beim Ueberladen nimmt der Oberbügel stets die Richtung der Lastkette an, der Unterbügel stellt sich immer senkrecht, während der Einlegbolzen fest im Auslegerhaupt ruht.

Die beiden Behälter haben je 2 Bodenklappen erhalten, die übereinander greifen. Die äusseren Klappen (w) tragen eine Schiene (e) mit angedrehten Zapfen (f). Die Verschluss-haken (h), welche die Zapfen (f) aufnehmen, sind mit den Bügeln (g) verbunden, mittelst derer das Ausschalten der Haken ausserordentlich leicht bewerkstelligt wird. Die an den Bodenklappen befestigten Handheben (i) dienen dazu, die beim Herablassen der entleerten Kufe geöffneten Bodenklappen ohne Mühe zu schliessen. Die vertical hängenden Klappen werden — ein wenig nach innen gezogen — einfach zwischen die Längsträger (t) des Unterwagens gelegt, wonach sich beim weiter herablassen der Kufe die Klappen von selbst schliessen.

Die Construction der kleinen Unterwagen ist aus der Zeichnung ohne Weiteres zu erkennen.

Das Ueberladen der Kufen geschieht nun folgendermaassen: die gefüllten Kufen werden vor den Krahn gefahren und mittelst der Winde hochgezogen. Vor dem ist der Ausleger durch Heben des Contregewichtes mit der Führungsrolle gegen die Lastkette gelegt. Während des Hochwindens spielt der Ausleger allen Hindernissen — als Kettenhaken, Kufenbügel — ausweichend frei nach rückwärts. Hat der Einlegbolzen die vordere Nase des Auslegerhauptes passirt, so schlägt der Ausleger selbstthätig nach vorne, wobei sich die hintere höhere Nase fest gegen den Einlegbolzen legt. Wird nun die Kufe herabgelassen, so wird sie durch den Ausleger selbstthätig und stets parallel mit der Gleisachse über den Kohlenraum des Tenders gebracht, woselbst durch den Heizer durch hochheben der Hakenbügel die Entladung leicht und namentlich sicher in Folge der festen Lage der Kufe im Auslegerhaupt erfolgt. Ist beim Zurückwinden die Lastkette wieder in die senkrechte Lage gelangt und der Einlegbolzen aus der Höhlung herausgehoben, so löst man mit dem Fusse den das Contregewicht stützenden Hebel, wodurch dasselbe sinkt, den Ausleger zurückzieht und gegen die Bogenfeder legt. Die Kufe kann nunmehr ungehindert vertical heruntersinken. Das Schliessen der Klappen ge-

schiebt höchst einfach, wie vorhin schon angedeutet und wird hier noch hinzugefügt, dass bei dieser Art des Schliessens die Zapfen (f) sich unter die Haken setzen — steht dann die Kufe fest auf den Unterwagen, hebt man die Hakenbügel einfach auf, die Klappen schliessen sich vollends und die Haken werden wieder eingelegt. —

Das Beladen der Kufen geschieht entweder direct von dem zu entladenden Kohlenwagen oder vom Kohlenlagerhof aus. Das Kohlenkufengleis wird aus Gräben- oder alten Eisenbahnschienen — auf starken Bohlenstücken befestigt — hergestellt und kann je nach Bedürfniss nach jeder Stelle des Kohlenhofes gerückt werden. Um zu verhüten, dass die Arbeiter der beim Herablassen der Last schlagenden Kurbel zu nahe kommen, empfiehlt sich das in der Zeichnung angegebene Schutzgeländer. Die Königliche Eisenbahn-Commission zu Danzig hat bei dem auf Bahnhof Dirschau aufgestellten Krahn das einfache in der Zeichnung punktiert gezeichnete Glockensignal anbringen lassen, welches ertönt, sobald der Kufeneinlegbolzen die vordere Nase des Auslegerhauptes passiert hat, demnach die Kufe beim Herablassen nach dem Tender übergeladen wird. Dieses Glockensignal empfiehlt sich namentlich da, wo bei Dunkelheit Kohlen geladen werden. Sowohl in Dirschau, als auch in Marienburg und Illowo sind zum Abwiegen der Kohlen Krahnwaagen (ge-eichte Centesimalwaagen von 50 Ctr. Tragkraft von Pellenz & Co.) zwischen Kufe und Lastkettenhaken eingeschaltet und geht das Wiegen schnell von statten, indem ein abgestimmtes Gewicht (Gewicht der zu ladenden Kohle plus Eigengewicht der Kufe) an die Waage gehängt und danach die Kufenfüllung regulirt wird.

Die Verwaltung der Marienburg-Mlawkaer Eisenbahn hat für zwei Kräme 11 Kufen à ca. 26—30 Ctr. im Betriebe und würden früher ca. 36,000 Arbeitsstunden pro Jahr und 1400 Kohlenkörbe (à 1,18 M.) gebraucht, während mit Krahnbetrieb in maximo nur 12,240 Stunden pro Jahr nöthig sind und die Körbe fortfallen. Bei jedem dieser Kräme, der — wie schon früher angedeutet — pro Monat ca. 300.000 Kilogr. Kohlen ladet, ist nur ein permanenter Kohlenlader angestellt, der den

Krahn abzuölen, den Kohlenhof rein zu halten, die Kufen zu füllen und Holz zum Anheizen der Locomotiven zu zerkleinern hat. Nur zum Kohlengeben wird ein zweiter und ausnahmsweise, wenn viel Kohlen ohne Unterbrechung zu laden sind, ein dritter Mann zu Hülfe gegeben. Zwei Mann laden in 5 Minuten 30 Ctr. Kohlen, in 11 Minuten 60 Ctr., in 18 Minuten 90 Ctr. auf den Tender, wenn — wie es in Marienburg und Illowo der Fall ist — die Sohle des Kohlenhofes 0.5<sup>m</sup> über Schienenoberkante und Krahnfundament in Schienenoberkante liegt.

Zum Schluss mögen noch die Vortheile, welche mit diesem Krahn erreicht werden sollen, kurz angeführt werden:

- 1) Der Krahn ist einfach, fest und von Arbeitern leicht und sicher vom Niveau des Kohlenhofes aus zu handhaben.
- 2) Die Ueberladung der gehobenen Kohlenkufen bis über Mitte Tender geschieht selbstthätig, ohne Schwankungen und Verdrehungen stets genau parallel mit der Gleisachse.
- 3) Das Entladen der Kohlenkufen geht stets und selbst bei Dunkelheit leicht und ohne Gefahr für den die Entladung bewirkenden Heizer von statten.
- 4) Der Krahn steht in der Ruhestellung stets ausserhalb des freien Bahnprofils.
- 5) Die Kosten des Krahnes sind verhältnissmässig gering, sie betragen zur Zeit bei einer Tragkraft von 40 Ctr. (geprüft auf 60 Ctr.) ca. 1340 Mark pro Krahn compl. mit Kette und Fundamentbolzen franco Berlin.

Die Firma van der Zypen & Charlier in Deutz hat die Anfertigung dieser Kräme und der Kohlenkufen übernommen und liefert auf Verlangen Zeichnungen und Kostenausschläge.

Noch sei bemerkt, dass mit diesem Krahn ohne Schwierigkeit auch Achsen, Räder, Fässer, Langholz, Kohlen und dergleichen mehr mittelst besonderer Ladebügel, welche obige Firma auf Bestellung mitliefert, sowohl auf offene Güterwagen, als auch von diesen abgeladen werden können.

C. Wendt,

Maschinen-Ingenieur der Marienburg-Mlawkaer Eisenbahn.

## Virtuelle Länge, virtuelle Steigung und Tariflänge der Eisenbahnen.

Von W. Launhardt, Professor der Ingenieurwissenschaften und Director der Technischen Hochschule zu Hannover.

In einem Ergänzungshefte zum vierten Bande des Handbuchs für specielle Eisenbahntechnik von Heusinger von Waldegg habe ich in einer Abhandlung »Ueber die Betriebskosten der Eisenbahnen in ihrer Abhängigkeit von den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn. Leipzig, Wilhelm Engelmann's Verlag. 1877.« auch für die Bestimmung der virtuellen Länge in §. 16 unter der Ueberschrift »Reducirte Betriebslänge.« eine neue Formel abgeleitet. Die etwas verwickelte Gestaltung dieser Formel soll im Folgenden durch ein Näherungsverfahren, welches einen durchaus genügenden Grad der Genauigkeit liefert, auf eine äusserst einfache Form zurückgeführt werden. Im Anschluss daran soll

ein neuer Begriff »Die virtuelle Steigung« festgestellt, deren Berechnung angegeben, und daran eine Erörterung über die »Tariflänge« geknüpft werden.

Zu dem Zwecke müssen zunächst die Ableitung der in jener Arbeit entwickelten Formeln für die Transportkosten und die dafür erforderlichen Begriffsfeststellungen hier kurz wiederholt werden.

Die Gesamtkosten des Eisenbahnbetriebes sind in die folgenden fünf Gruppen zu zerlegen:

I. Generalkosten, worunter alle jene Ausgaben zu verstehen sind, welche unabhängig von der Grösse des Verkehrs sowie von der Länge und Gestaltung der Bahntrasse sind.

II. Stations- und Expeditionskosten, welche unabhängig von der Länge der Bahn sind aber mit der Grösse des Verkehrs wachsen.

III. Kosten der Bahn, soweit dieselben unabhängig von der Grösse des Verkehrs und von den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen sind. Es kommen hier nur die Kosten der Strecke in Betracht und zwar, wenn A das kilometrische Anlagecapital, U die kilometrischen Bahn-Unterhaltungs- und Bewachungskosten sind und i den üblichen Zinsfuss bezeichnet, der Betrag  $Ai + U$ .

IV. Fuhrwerkskosten (Fahrdienstkosten), welche unabhängig von den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen sind, aber proportional mit der Länge der Bahn und mit der Grösse des Verkehrs wachsen.

V. Zugkraftskosten, welche von der Länge der Bahn, den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen und der Grösse des Verkehrs abhängen.

Für die vorliegende Aufgabe sind nur die letzten drei Ausgabegruppen, die Bahnkosten und eigentlichen Transportkosten, zu berücksichtigen.

Der Verkehr wird in beiden Richtungen gleich gross angenommen. Ist Q das Gewicht eines Zuges in Tonnen, w der Widerstandskoeffizient auf gerader horizontaler Bahn, c der Curven-Widerstands-Coeffizient und s das Ansteigungsverhältniss, so ist auf der Bergfahrt eine Zugkraft  $Z = Q(w + c + s)$  Tonnen erforderlich, und auf der Thalfahrt, falls noch nicht gebremst zu werden braucht,  $Z = Q(w + c - s)$  Tonnen. Es ist also im Durchschnitt für beide Fahrrichtungen  $Z = Q(w + c)$ , das ist so gross wie auf der Horizontale. Alle Steigungsverhältnisse, welche kleiner als w, oder, falls die Strecken in Krümmung liegen, kleiner als  $w + c$  sind, bezeichne ich daher als »unschädliche Steigungen« und betrachte die Strecken mit solchen Steigungen bei Berechnung der Transportkosten als horizontal. Für steilere Steigungsverhältnisse, welche als »schädliche Steigungen« bezeichnet werden mögen, ergibt sich für die Bergfahrt die Zugkraft zu  $Z = Q(w + c + s)$ , für die Thalfahrt dagegen zu 0, so dass man im Durchschnitt für beide Fahrrichtungen erhält

$$Z = Q \left( \frac{w}{2} + \frac{c}{2} + \frac{s}{2} \right).$$

Es folgt aus diesen einfachen Rechnungen, dass die Vermehrung der Betriebskosten durch eine Curve in schädlicher Steigung nur halb so gross ist als in unschädlicher Steigung, was sich daraus erklärt, dass auf schädlicher Steigung der Curven-Widerstand nur bei der Bergfahrt einen vermehrten Dampfverbrauch verursacht.

Das steilste Steigungsverhältniss der Bahn, nach welchem das Gewicht der Züge zu bemessen ist, werde als die »maassgebende Steigung« bezeichnet. Kommt in der steilsten Strecke eine Curve vor, so muss zur Ermittlung der maassgebenden Steigung das Steigungsverhältniss um den Curven-Widerstands-Coeffizienten vergrössert werden.

Die maassgebende Steigung soll mit  $s_1$  eine schädliche Steigung allgemein mit  $s_1$  und eine unschädliche Steigung mit  $s_0$  bezeichnet werden.

Die Zugkraft der Locomotive werde durch Multiplication des Gewichts L der Locomotive und des Tenders mit einem Coefficienten  $z_1$ , also  $Z = z_1 L$  ausgedrückt. Der Coefficient  $z_1$ , »Zugkraftskoeffizient« genannt, ist aber keineswegs für alle Verhältnisse der gleiche, sondern wird durch Kuppelung der Achsen, durch die Steigerung der Dampfentwicklungsfähigkeit des Kessels oder auch durch Ermässigung der Fahrgeschwindigkeit auf einen um so grösseren Werth gebracht, je steiler die maassgebende Steigung ist. Unter Berücksichtigung aller Verhältnisse kann man den Zugkraftskoeffizienten für Güterzugs- Locomotiven  $z_1 = 0,05 + 2s$  und für Personenzugs- Locomotiven  $z_1 = 0,02 + 2s$ , allgemein  $z_1 = z + 2s$  annehmen.

Für die Bestimmung des Zuggewichts ergibt sich daher die Gleichung:

$$Z = (Q + L)(w + s)$$

oder

$$(z + 2s)L = (Q + L)(w + s)$$

woraus folgt:

$$(1) \dots \dots \dots Q = L \frac{(z - w + s)}{w + s}.$$

Die Kosten des Locomotiv-Kilometers werden zu  $B = B_0 + aZ$  angesetzt, worin  $B_0$  die Kosten des Leerlaufs einer gewichtslos gedachten Locomotive, a einen Coefficienten und Z die von der Locomotive geleistete Zugkraft in Tonnen angibt. Unter Einsetzung des Werthes für Z erhält man die Kosten einer mit voller Zugkraft arbeitenden Locomotive für den Kilometer zu:

$$(2) \dots \dots \dots B = B_0 + a(2 + 2s)L.$$

Die Kosten der mit Rücksicht auf die steilste Steigung in den Zug einzustellenden Bremsen und der zur Bedienung derselben erforderlichen Bremsler lassen sich für den Tonnen-Kilometer zu  $e s$  ansetzen, worin e zu 2 Pf. ermittelt ist. Endlich seien die Fuhrwerkskosten für den Tonnen-Kilometer = f.

Nach Voranstellung dieser Angaben, deren genauere Begründung in meiner im Eingange erwähnten Schrift enthalten ist, kann zur Aufstellung der Gleichungen für die Transportkosten geschritten werden.

Auf einer in ganzer Erstreckung horizontalen und geradlinigen Bahn, für welche also die maassgebende Steigung Null ist, ergeben sich die Transportkosten für den Brutto-Tonnen-Kilometer zu:

$$k = f + \frac{B_1}{Q}$$

oder da nach Gleichung (1) und (2)

$$Q = L \frac{(z - w)}{w} \text{ und } B = B_0 + a z L \text{ ist,}$$

$$(3) \dots \dots \dots k = f + \frac{B_0 w}{L(z - w)} + \frac{a z w}{z - w}.$$

Liegt die Strecke in unschädlicher Steigung und in einer Curve, deren Widerstands-Coeffizient = c ist, bei einer maassgebenden Steigung der ganzen Bahn =  $s_0$ , so erhält man die Transportkosten zu:

$$k = f + c s_0 + \frac{B_0 + a(Q + L)(w + c)}{Q}$$

oder da nach Gleichung (1)  $Q = L \frac{(z - w + s)}{w + s}$  ist:

$$(4) \cdot k_1 = f + e s + \frac{B_0 (w + s)}{L (z - w + s)} + \frac{a (z + 2 s)}{z - w + s} (w + c).$$

Hat die Strecke aber bei einer maassgebenden Steigung der Bahn  $s$  eine schädliche Steigung  $s_1$  und eine Krümmung, deren Curven-Widerstands-Coefficient  $c$  ist, so sind die Transportkosten für den Tonnenkilometer:

$$k_{11} = f + e s + \frac{B_0 + \frac{1}{2} a (Q + L) (w + s_1 + c)}{Q}$$

oder durch Einsetzung von  $Q = L \frac{(z - w + s)}{w + s}$ ,

$$(5) k_{11} = f + e s + \frac{B_0 (w + s)}{L (z - w + s)} + \frac{a (z + 2 s)}{z - w + s} (\frac{1}{2} w + \frac{1}{2} s_1 + \frac{1}{2} c).$$

Nimmt man jetzt die Länge der ganzen Bahn  $l$ , die Länge der in schädlicher Steigung liegenden Strecken  $l_1$ , die Länge der in unschädlicher Steigung liegenden Strecken  $l_0$ , die Gesamthöhe, welche durch alle in schädlichen Steigungen liegenden Strecken erstiegen wird,  $h$ , endlich die Länge aller Curven in unschädlicher Steigung  $\lambda_0$ , in schädlicher Steigung  $\lambda_1$ , so ergeben sich durch Addition der Transportkosten für alle einzelnen Gradienten die Transportkosten für die ganze Bahnlinie zu:

$$K = \left\{ f + e s + \frac{B_0}{L} \frac{(w + s)}{(z - w + s)} \right\} \left\{ 1 + \frac{a (z + 2 s)}{z - w + s} \right\} \left\{ w l_0 + \frac{1}{2} w l_1 + \frac{1}{2} h + \sum c \lambda_0 + \frac{1}{2} \sum c \lambda_1 \right\}.$$

Den Curven-Widerstands-Coefficienten kann man erfahrungsmässig, wenn  $r$  den Krümmungshalbmesser in Kilometern bezeichnet, annähernd setzen:

$$c = \frac{0,0017}{r} - 0,002.$$

Hiernach wird für eine Curve von 850<sup>m</sup> Radius der Curven-Widerstand zu Null, weshalb sämtliche Curven von grösserem Halbmesser als 850<sup>m</sup> in der Rechnung den geraden Strecken zugezählt werden sollen.

Es ist also

$$c \lambda = \frac{0,0017 \lambda}{r} - 0,002 \lambda$$

oder da für einen Centriwinkel der Curve von  $\alpha$  Grad

$$\lambda = \frac{6,28}{360} \cdot \alpha r \text{ ist, so folgt:}$$

$$c \lambda = 0,00003 \alpha - 0,002 \lambda.$$

Ist die Summe aller Centriwinkel der Curven in unschädlicher Steigung =  $\alpha_0$  und in schädlicher Steigung =  $\alpha_1$ , so ergeben sich die Transportkosten der ganzen Bahn:

$$(6) \cdot K = \left\{ f + e s + \frac{B_0}{L} \frac{(w + s)}{(z - w + s)} \right\} \left\{ 1 + \frac{a (z + 2 s)}{z - w + s} \right\}$$

$$\left\{ w l_0 + \frac{1}{2} w l_1 + \frac{1}{2} h + 0,00003 (\alpha_0 + \frac{1}{2} \alpha_1) - 0,002 (\lambda_0 + \frac{1}{2} \lambda_1) \right\}.$$

Der Klammer-Ausdruck des zweiten Gliedes dieser Gleichung zeigt den Einfluss der Steigungs- und Krümmungsverhältnisse der Trasse auf die Transportkosten; ich habe für denselben früher die Bezeichnung »Tracirungs-Modulus« vorgeschlagen. Schübler, Mitglied der Direction der Elsass-Lothringischen Reichs-Eisenbahnen hat in einer kürzlich erschienenen Schrift »Ueber Selbstkosten und Tarifbildung der deutschen Eisenbahnen. Stuttgart, Paul Neff. 1879.«, in welcher

derselbe meine theoretischen Entwicklungen zu Vorschlägen für die Tarifbildung verwendet, den nachahmenswerthen Weg eingeschlagen, die Grösse eines Steigungsverhältnisses  $s_{11}$  zu bestimmen, welches bei unveränderter Durchführung auf die ganze Länge der Bahn, aber unter der Annahme, dass die Zugstärke nach der wirklich vorhandenen maassgebenden Steigung bemessen bleibt, die gleichen Betriebskosten ergibt. Das unter solcher Annahme ermittelte fingirte constante Steigungsverhältniss der Bahn nennt Schübler die »stellvertretende Steigung«: ich würde vorziehen dafür den Namen »gleichwerthige Steigung« zu wählen.

Für eine constante Steigung  $s_{11}$  auf die ganze Länge  $l$  der Bahn, unter rechnermässiger Beibehaltung der maassgebenden Steigung  $s$  erhält man die Transportkosten für die Tonne zu:

$$K = \left\{ f + e s + \frac{B_0}{L} \frac{(w + s)}{(z - w + s)} \right\} \left\{ 1 + \frac{a (z + 2 s)}{z - w + s} \right\} \frac{1}{2} w l + \frac{1}{2} s_{11} l.$$

Da  $l = l_0 + l_1$  ist, so folgt durch Gleichsetzung dieses Ausdrucks mit Gleichung (6) die Grösse der stellvertretenden oder gleichwerthigen Steigung zu:

$$(7) s_{11} = \frac{1}{l} \left\{ w l_0 + h + 0,00003 (2 \alpha_0 + \alpha_1) - 0,002 (2 \lambda_0 + \lambda_1) \right\}.$$

Der Klammer-Ausdruck ist die für die Berechnung der gleichwerthigen Steigung in Rechnung zu bringende Anstiegshöhe, welche man also findet, indem man zu der Summe aller auf schädlichen Steigungen erreichten Höhen  $h$ , eine Höhe  $w l_0$  addirt, welche durch alle unschädlichen Steigungen unter Annahme eines Steigungsverhältnisses  $w$  erreicht werden würde, und ferner den Werth aller Curvenwiderstände in schädlicher Steigung, sowie den doppelten Werth aller Curvenwiderstände in unschädlicher Steigung hinzufügt.

Es bedarf wohl nicht der Erwähnung, dass für die Rechnung ein Unterschied zwischen steigenden und fallenden Strecken überhaupt nicht stattfindet, da die Transportkosten im Durchschnitt für beide Fahrrichtungen gerechnet werden.

Durch Einsetzung der gleichwerthigen Steigung in die Gleichung für die Transportkosten wird diese zu:

$$(8) K = \left\{ f + e s + \frac{B_0}{L} \frac{(w + s)}{(z - w + s)} + \frac{1}{2} \frac{a (z + 2 s) (w + s_{11})}{z - w + s} \right\} l.$$

Ein Beispiel diene zu weiterer Erläuterung. Die steilste Gradienten der Bahn ist = 0,01 und enthält Curven von 400<sup>m</sup> Radius, für welche der Curven-Widerstands-Coefficient  $c = \frac{1,7}{400} - 0,002 = 0,00225$  ist, so dass die Grösse der maassgebenden Steigung sich zu  $s = 0,01 + 0,00225 = 0,01225$  ergibt.

Es liegen 39,6 Kilom. in der Horizontalen oder in Steigungen unter 0,003 mit Curven von 12 Kilom. Gesammtlänge und insgesamt 1190<sup>o</sup> Centriwinkel.

28,5 Kilom. liegen in Steigungen zwischen 0,003 und 0,0055, durch welche eine Gesamthöhe von 0,126 Kilom. erstiegen wird. Die Curven haben bei 7,6 Kilom. Länge 650<sup>o</sup> Centriwinkel.

32,4 Kilom. haben Steigungen von 0,0055 bis 0,01 mit einer Gesamtsteigungshöhe von 0,298 Kilom. Die Curven haben 17,0 Kilom. Länge mit 1880<sup>o</sup> Centriwinkel.

Für den Güterverkehr ist  $w = 0,003$ ; es ist also

$$\begin{aligned} l &= 100,5 & l_0 &= 39,6 \\ l_1 &= 60,9 & h_1 &= 0,424 \\ \lambda_0 &= 12,0 & \lambda_1 &= 24,6 \\ \alpha_0 &= 1190^0 & \alpha_1 &= 2530^0 \end{aligned}$$

und es folgt die gleichwerthige Steigung für den Güterverkehr zu:

$$s_{,,} = \frac{1}{100,5} (39,6 \cdot 0,003 + 0,424 + 0,00003 (2 \cdot 1190 + 2530) - 0,002 (2 \cdot 12,0 + 24,6)) = 0,00592.$$

Für den Personenverkehr sei  $w = 0,0055$ ; es vermehren sich also die Strecken mit unschädlichen Steigungen und es wird:

$$\begin{aligned} l &= 100,5 & l_0 &= 68,1 \\ l_1 &= 32,4 & h_1 &= 0,298 \\ \lambda_0 &= 19,6 & \lambda_1 &= 17,0 \\ \alpha_0 &= 1840^0 & \alpha_1 &= 1880^0 \end{aligned}$$

daher ist für den Personenverkehr die gleichwerthige Steigung:

$$s_{,,} = \frac{1}{100,5} (68,1 \cdot 0,0055 + 0,298 + 0,00003 (2 \cdot 1840 + 1880) - 0,002 (2 \cdot 19,6 + 17,0)) = 0,00723.$$

Legt man die früher von mir aus den Betriebsergebnissen der preussischen Staatsbahnen vom Jahre 1874 ermittelten Zahlenwerthe zu Grunde und zwar:  $L = 60$  Tonnen

$B_0 = 50$  Pf.,  $a = 24$  Pf.,  $c = 2$  Pf.,  $f = 0,270$  Pf. und setzt man für den Güterverkehr ferner  $z = 0,05$ , so ergeben sich die Transportkosten für eine Tonne zu:

$$K = \left\{ 0,270 + 2 \cdot 0,01225 + \frac{50 (0,003 + 0,01225)}{60 (0,05 - 0,003 + 0,01225)} + \frac{1}{2} \cdot \frac{24 (0,05 + 2 \cdot 0,01225) (0,003 + 0,00592)}{0,05 - 0,003 + 0,01225} \right\} 100,5$$

$$K = 0,644 \cdot 100,5 = 64,7 \text{ Pf.}$$

Nach derselben Formel erhält man die Kosten für den Transport einer Person, wenn man  $L = 54$  T.,  $w = 0,0055$ ,  $z = 0,02$ ,  $f = 0,544$  Pf. setzt und ferner berücksichtigt, dass der Transport einer Person die Fortschaffung von 1,25 Tonnen durchschnittlich erfordert, zu:

$$K = \frac{5}{4} (0,544 + 2 \cdot 0,01225 + \frac{50 (0,0055 + 0,01225)}{54 (0,02 - 0,0055 + 0,01225)} + \frac{1}{2} \cdot \frac{24 (0,02 + 2 \cdot 0,01225) (0,0055 + 0,00723)}{0,02 - 0,0055 + 0,01225}) 100,5$$

das ist:  $K = 1,796 \cdot 100,5 = 180,5$  Pf.

Statt in solcher Weise die Betriebskosten unmittelbar zu berechnen, kann es oft als zweckmässig erscheinen, die Betriebsverhältnisse einer Bahn, wenn man so sagen darf »die Betriebs-Würdigkeit« durch eine Verhältnisszahl oder Werthziffer anzugeben. Man bezeichnet diese Verhältnisszahl als den »virtuellen Coefficienten« und erhält durch Multiplikation der wirklichen Länge mit diesem Coefficienten die virtuelle Länge der Bahn, das ist die Länge einer geraden und horizontalen Bahn, welche die gleichen Transportkosten wie die zu beurtheilende Bahntrage erfordern würde.

Den virtuellen Coefficienten für irgend eine im Steigungsverhältnisse  $s$ , und in einer Curve liegende Strecke, für welche

die Transportkosten durch Gleichung (5) gegeben werden, erhält man hiernach aus der Division der Gleichung (5) durch Gleichung (3), welche die Transportkosten auf einer geradlinigen und horizontalen Bahn angiebt; das ist, wenn man die virtuelle Länge mit  $l_{,,}$ , den virtuellen Coefficienten mit  $\varphi$  bezeichnet:  $l_{,,} = \varphi l = \frac{k}{K} l$ , oder nach Einsetzung der Werthe von  $k$  und  $K$ :

$$(9) l_{,,} = \left[ 1 + \frac{e(z-w+s) + \left(\frac{B_0}{L} + aw\right) \left(\frac{z-2w}{z-w}\right)}{(z-w+s) \left\{ f + \frac{w}{z-w} \left(\frac{B_0}{L} + az\right) \right\}} s + \frac{1/2 a (z+2s)}{(z-w+s) \left\{ f + \frac{w}{z-w} \left(\frac{B_0}{L} + az\right) \right\}} (s-w+c) \right] l.$$

Handelt es sich um Bestimmung der virtuellen Länge einer unschädlichen Steigung, so ist in diesem Ausdrucke stets  $s = w$  zu setzen.

Man erkennt, dass die virtuelle Länge sehr wesentlich abhängig ist von der maassgebenden Steigung der Bahn, was in den Formeln für die virtuelle Länge bisher nicht beachtet wurde, und dass die virtuelle Länge einen verschiedenen Werth für den Güter- und Personenverkehr hat.

Bis hierher war ich genöthigt, einen kurzen Auszug meiner früheren Arbeit über diesen Gegenstand zu geben. Jetzt soll ein, in jener früheren Arbeit auch schon angedeutetes Annäherungsverfahren weiter ausgebildet werden.

Die Tabelle I enthält für verschiedene Steigungsverhältnisse und verschiedene Werthe der maassgebenden Steigung die Transportkosten für den Brutto-Tonnen-Kilometer unter Zugrundelegung der schon im Vorstehenden angegebenen Zifferwerthe der einzelnen bestimmenden Grössen.

Tabelle I.

Transportkosten des Brutto-Tonnen-Kilometers.

Maassgebende Steigung $s$	Transportkosten in Pfennigen für den Tonnen-Kilometer der Bruttolast							
	auf unschädlicher Steigung	auf schädlicher Steigung $s =$						
		0,004	0,006	0,008	0,010	0,015	0,020	0,025
1:∞	0,400	—	—	—	—	—	—	—
0,002	0,438	—	—	—	—	—	—	—
0,003	0,457	—	—	—	—	—	—	—
0,004	0,474	0,488	—	—	—	—	—	—
0,006	0,508	0,522	0,550	—	—	—	—	—
0,008	0,539	0,553	0,582	0,611	—	—	—	—
0,010	0,569	0,584	0,613	0,644	0,673	—	—	—
0,015	0,634	0,649	0,680	0,711	0,742	0,820	—	—
0,020	0,693	0,709	0,741	0,773	0,806	0,886	0,967	—
0,025	0,744	0,761	0,794	0,827	0,861	0,944	1,027	1,111

Lässt man die beiden ersten Werthe dieser Tabelle, für eine maassgebende Steigung 0 und 0,002, welche praktisch keine Bedeutung haben, ausser Betracht, so ergibt die folgende einfache Annäherungsformel einen durchaus genügenden Grad der Genauigkeit, da der grösste Fehler nur 2% und der mittlere Werth des Fehlers wenig über 1% beträgt. Dem-

nach sind die Transportkosten für den Brutto-Tonnen-Kilometer in Pfennigen zu setzen:

$$(10) \dots k = 0,378 + 13,2 s + 16 s,.$$

Da die Transportkosten auf einer geraden horizontalen Bahn = 0,4 Pf. für den Brutto-Tonnen-Kilometer sind, so ergibt sich sehr einfach die virtuelle Länge zu:

$$(11) \dots l, = (0,945 + 33 s + 40 s,) l.$$

Ist für eine Bahn die gleichwerthige Steigung  $s,$  bestimmt, so kann man also die Transportkosten für die ganze Bahnlänge berechnen zu:

$$(12) \dots K = (0,378 + 13,2 s + 16 s,) l$$

und die virtuelle Länge der ganzen Bahn zu:

$$(13) \dots l, = (0,945 + 33 s + 40 s,) l.$$

Für das vorher berechnete Beispiel würde sich also nach dieser Näherungsformel ergeben:

$$K = (0,378 + 13,2 \cdot 0,01225 + 16 \cdot 0,00592) 100,5 = 0,635 \cdot 100,5$$

was gegen die genaue Rechnung nur  $1\frac{1}{2}\%$  zu klein ist.

Die angegebene Näherungsformel für die virtuelle Länge erinnert durch ihre einfache Form an die alte Ghega'sche Formel, unterscheidet sich aber, abgesehen von dem Zahlenwerthe der Coefficienten, von dieser wesentlich dadurch, dass der Einfluss der maassgebenden Steigung berücksichtigt und nicht die virtuelle Länge einer einzigen Gradienten, sondern die der ganzen Bahntrasse dadurch bestimmt wird.

Es ist aber sogar noch eine weitere Vereinfachung möglich. Die Betriebswürdigkeit der Bahn oder auch die Grösse der Transportkosten stützt sich nach den hier gegebenen Formeln auf die maassgebende Steigung und die gleichwerthige Steigung. Diese beiden bestimmenden Werthe lassen sich aber durch einen einzigen ersetzen, für welchen ich die Bezeichnung »virtuelle Steigung« wähle. Die virtuelle Steigung ist dasjenige Steigungsverhältniss, welches unter Beibehaltung der wirklichen Bahnlänge in einheitlicher constanter Steigung und unter gleichzeitiger rechnermässiger Annahme derselben als maassgebende Steigung die gleichen Transportkosten verursachen würde wie die vorhandene Trasse. Nennt man die virtuelle Steigung  $p,$  so muss die Gleichung bestehen:

$$(0,378 + 13,2 p + 16 p) l = (0,378 + 13,2 s + 16 s,) l$$

woraus folgt:

$$(14) \dots p = 0,45 s + 0,55 s,.$$

Durch Einführung der virtuellen Steigung erhält man die Transportkosten für die Brutto-Tonne zu:

$$(15) \dots K = 0,378 (1 + 77 p) l$$

und die virtuelle Länge zu:

$$(16) \dots l, = 0,945 (1 + 77 p) l.$$

Für das berechnete Beispiel ist die virtuelle Steigung für den Güterverkehr:

$$p = 0,45 \cdot 0,01225 + 0,55 \cdot 0,00592 = 0,00877$$

wonach die Transportkosten:

$$K = 0,378 (1 + 77 \cdot 0,00877) l$$

$$K = 0,634 \cdot l$$

und die virtuelle Länge zu

$$l, = 0,945 (1 + 77 \cdot 0,00877) l$$

das ist  $l, = 1,585 l$

erhalten werden.

In ähnlicher Weise lassen sich Näherungsformeln für den Personenverkehr ableiten. Man erhält für verschiedene Werthe der maassgebenden Steigung die Transportkosten für den Personenkilometer nach folgender Tabelle II.

Tabelle II.

Transportkosten für den Personen-Kilometer in Pfennigen.

Maassgebende Steigung $s$	Transportkosten für den Personen-Kilometer						
	auf un-schädlicher Steigung	auf schädlichen Steigungen $s, =$					
		0,006	0,008	0,010	0,015	0,020	0,025
1 : $\infty$	1,347	—	—	—	—	—	—
0,002	1,451	—	—	—	—	—	—
0,003	1,495	—	—	—	—	—	—
0,004	1,534	—	—	—	—	—	—
0,006	1,602	1,614	—	—	—	—	—
0,008	1,656	1,668	1,716	—	—	—	—
0,010	1,707	1,719	1,769	1,819	—	—	—
0,015	1,802	1,815	1,866	1,917	2,044	—	—
0,020	1,872	1,885	1,937	1,990	2,121	2,252	—
0,025	1,928	1,941	1,994	2,047	2,180	2,313	2,447

Die Werthe dieser Tabelle entsprechen von  $s = 0,003$  ab, bis auf einen grössten Fehler von  $2\%$ , der Formel:

$$(17) \dots k = 1,33 + 20 s + 24,5 s,$$

woraus, da die Kosten des Personen-Kilometers auf einer geraden horizontalen Bahn = 1,347 Pfennige sind, die virtuelle Länge für den Personen-Verkehr folgt:

$$(18) \dots l, = (0,99 + 15 s + 18 s,) l.$$

Für die virtuelle Steigung folgt aus der Gleichung  $(0,99 + 15 p + 18 p) l = (0,99 + 15 s + 18 s,) l$  nahezu:

$$p = 0,45 s + 0,55 s,.$$

also wie für den Güterverkehr. Indessen ist doch, da die gleichwerthige Steigung  $s,$  für den Personenverkehr stets grösser ist als für den Güterverkehr, auch die virtuelle Steigung für beide Verkehrsarten nicht die gleiche. Für das berechnete Beispiel war die virtuelle Steigung für den Güterverkehr zu 0,00877 gefunden, während dieselbe sich für den Personenverkehr ergibt zu:

$$p = 0,45 \cdot 0,01225 + 0,55 \cdot 0,00723 = 0,00949.$$

Durch Benutzung der virtuellen Steigung wird für den Personenverkehr:

$$(19) \dots K = 1,33 (1 + 33\frac{1}{3} p) l$$

und

$$(20) \dots l, = 0,99 (1 + 33\frac{1}{3} p) l$$

das ist für das berechnete Beispiel

$$K = 1,75 l \text{ und } l, = 1,303 l.$$

Eine Vergleichung der für den Güter- und Personen-Verkehr gehaltenen Ergebnisse zeigt, dass die gleichwerthige Steigung und auch die virtuelle Steigung für den Personenverkehr grösser als für den Güterverkehr ist, dass aber die Kosten des Personenverkehrs durch die Steigungen verhältnissmässig weniger vergrössert werden als die des Güterverkehrs und dass daher die virtuelle Länge für den Personenverkehr geringer ausfällt als für den Güterverkehr.

Da durchschnittlich  $2\frac{1}{2}$  Brutto-Tonnen auf eine Tonne



Nutzgewicht befördert werden, so stellen sich die Transportkosten für eine Tonne Nutzlast annähernd gleich mit den Transportkosten einer Person. Daher lässt sich die für beide Verkehrsarten combinirte virtuelle Länge, wenn T Tonnen Nutzlast und P Personen jährlich zu befördern sind, a die virtuelle Länge für den Güterverkehr und b für den Personenverkehr ist, bestimmen zu:

$$(21) \quad \dots \quad l_v = \frac{aT + bP}{T + P}$$

Wären auf der als Beispiel angegebenen Bahn jährlich 500000 Tonnen Nutzlast und 230000 Personen zu befördern, so wäre deren virtuelle Länge also:

$$l_v = \frac{2 \cdot 1,585 + 1 \cdot 1,303}{3} l$$

das ist:  $l_v = 1,491 l$ .

Man erkennt hieraus, dass es nicht gerechtfertigt ist, wie dies gewöhnlich geschieht, bei Bestimmung der virtuellen Länge den Personenverkehr ganz unberücksichtigt zu lassen.

Es muss hier bemerkt werden, dass die Zifferwerthe der Coefficienten in den entwickelten einfachen Formeln für die Transportkosten und die virtuelle Länge sich auf eine grössere Anzahl einzelner Erfahrungswerthe stützen, deren Grösse aus den Betriebsergebnissen der preussischen Staatsbahnen vom Jahre 1874 ermittelt ist. Wenngleich diese Ermittlungen mit aller Sorgfalt vorgenommen wurden, so waren doch die statistischen Nachweise nicht immer für den vorliegenden Zweck genügend, was bei Feststellung einiger Werthe mehr oder minder zuverlässige Schätzungen nöthig machte. Die höchst einfache Form, in welcher die Gleichung für Transportkosten jetzt allgemein zu

$$K = \alpha (1 + \beta p) l$$

festgestellt ist, lässt es aber als eine nicht schwierige Aufgabe erscheinen, aus den Betriebsergebnissen von Bahnen mit verschiedener virtueller Steigung p die Zifferwerthe der Coefficienten  $\alpha$  und  $\beta$  zutreffend zu ermitteln, was aber getrennt für den Personen- und Güter-Verkehr geschehen muss.

Die Bestimmung der virtuellen Länge ist für die Vergleichung concurrirender Bahnprojecte von wenig Werth, da sie nur für den Ausnahmefall von Entscheidung sein kann, wenn die Baukosten der zu vergleichenden Projecte gleich gross sind. Bei ungleichen Baukosten braucht man aber zur Vergleichung die Selbstkosten des Betriebes, welche man zweckmässig, ohne vorhergehende Ermittlung der virtuellen Länge, nach Gleichung 15 und 19 für Güter- und Personen-Verkehr berechnet.

Die virtuelle Länge hat aber ihre Bedeutung für eine rationelle Tarifbildung, indessen ist sie keineswegs, wie manchmal irrtümlich angenommen wird, ohne Weiteres als Tarifränge zu Grunde zu legen. Es würde dann ja vortheilhaft sein, recht steile Rampen und scharfe Curven anzuwenden.

Bei Feststellung der Tarife wird in der Regel die wirkliche Bahnlänge als allein bestimmend angenommen und der gleiche Tarifsatz für die Längeneinheit ohne Rücksicht auf die Baukosten oder die Kostspieligkeit des Betriebes erhoben. Nur in Ausnahmefällen legt man auf Gebirgsbahnen mit steilen Rampen oder für sehr theure Bahnen für die Tarifbildung eine

grössere Länge als die wirkliche Länge zu Grunde oder erhöht den kilometrischen Tarifsatz.

Für eine rationelle Tarifbildung sollte zunächst eine Trennung der Stations- und Expeditionskosten (Bahnhofskosten) von den Kosten der Strecke vorgenommen werden, wobei der erste Theil der Kosten durch eine in bestimmtem Verhältnisse zwischen der Aufgabe- und Abgabe-Station zu theilende Expeditionsgebühr, der andere Theil, die Streckenkosten, nach der zu berechnenden Tarifränge der durchfahrenen Strecke zu bemessen ist.

Für die Bestimmung der Tarifränge lassen sich vom wirthschaftlichen Standpunkte verschiedene Forderungen aufstellen. Man kann dabei von den Baukosten, das ist von den Anlage- und Unterhaltungskosten der Bahn, Abstand nehmen oder diese mit in Rücksicht ziehen.

Lässt man die Baukosten unberücksichtigt, so ist die Tarifränge so zu bestimmen, dass bei Erhebung eines kilometrischen Tarifsatzes jede Verkehrs-Einheit (Tonne Nutzlast oder Person) beim Durchfahren eines Kilometers der wirklichen Bahnlänge den gleichen Ueberschuss über die Selbstkosten des Transports liefert wie auf einer geraden horizontalen Bahn.

Dabei kann selbstredend der kilometrische Tarifsatz, welcher mit d bezeichnet werden möge, für die verschiedenen Verkehrseinheiten (Stückgüter, Wagenladungsgüter, Personen u. s. w.) verschieden gross angenommen werden. Sind k die kilometrischen Selbstkosten des Transports auf einer geraden horizontalen Bahn, so ist der auf einen Kilometer bei jeder Verkehrseinheit erreichte Ueberschuss oder Gewinn  $g = d - k$ .

Für eine beliebige Bahn, deren virtueller Coefficient  $\varphi$  ist, sind die Selbstkosten des Transports  $k_v = \varphi k$ ; es muss nach der aufgestellten Forderung also die Tarifränge t durch die Gleichung gegeben sein:

$$(22) \quad \dots \quad t d - \varphi k l = (d - k) l \quad \text{das ist:} \\ t = \left\{ \varphi \frac{k}{d} + \frac{d - k}{d} \right\} l$$

Ist beispielsweise  $d = 3,6$  Pf.,  $k = 1,2$  Pf., so folgt:

$$t = \left( \frac{1}{3} \varphi + \frac{2}{3} \right) l$$

Da  $\varphi$  für Flachlandbahnen und Gebirgsbahnen bis 0,025 Steigung etwa zwischen 1 und 2,5 schwankt, so wächst also t für die beispielsweise gewählten Werthe von d und k, von 1 bis 1,5 l.

Man kann die Formel 22 auch schreiben:

$$t = \left\{ 1 + (\varphi - 1) \frac{k}{d} \right\} l$$

Es hängt die Tarifränge also ausser von dem virtuellen Coefficienten  $\varphi$  von dem Verhältniss der Selbstkosten k auf gerader horizontaler Bahn zu dem Tarifsatz d ab.

Man kann nun die fernere Bedingung stellen, dass der Tarifsatz d so gewählt werde, um für einen durchschnittlichen Verkehr C bei durchschnittlichem kilometrischem Anlagekapital A und durchschnittlichen kilometrischen Unterhaltungs- und Bahn-Aufsichtskosten U eine bestimmte Verzinsung i des Anlagekapitals zu erreichen, oder kurz der Art, dass die durchschnittlich auf die Verkehrseinheit entfallenden kilometrischen Baukosten  $\frac{A i + U}{C} = b$  dem verlangten constanten Ueberschuss gleich kommen.

Es wird dann in Formel 22 zu setzen sein  $d - k = b$  und  $d = b + k$ , wodurch diese übergeht in:

$$(23) \quad t = \frac{b + \varphi k}{b + k} l$$

wie Schübler in seiner früher erwähnten Schrift für die Tariflänge angiebt. Diese Formel, in welcher  $b$  wie bemerkt, die durchschnittlich auf die Verkehrseinheit entfallenden kilometrischen Baukosten bezeichnet, bildet einen speciellen Fall der Formel 22. in welcher das Verhältniss des Tarifsatzes  $d$  zu den Selbstkosten  $k$  beliebig sein kann.

Sollen aber bei Bestimmung der Tariflänge auch die Anlagekosten der Bahn mit in Betracht gezogen werden, so ist die Tariflänge so zu bemessen, dass der Transport einer Verkehrseinheit auf einen Kilometer der wirklichen Bahnlänge einen Ueberschuss liefert, welcher für alle verschiedenen Verhältnisse der Trage stets im gleichen Verhältniss zu den Anlagekosten steht. Der Ueberschuss  $g$ , welchen die Verkehrseinheit auf einen Kilometer der wirklichen Bahnlänge liefert, muss also stets  $= \beta A$  sein, wobei  $\beta$  ein constanter Coefficient ist und  $A$  die kilometrischen Anlagekosten bezeichnet. Wird  $\beta A$  als der zur Verzinsung des Anlagecapitals verwendbare Ueberschuss angesehen, so muss von  $g$  auch noch ein auf die Bahnunterhaltung und Bahnaufsicht zu rechnender Betrag  $u$  abgezogen werden.

Man erhält also für eine gerade, horizontale Bahn, deren kilometrisches Anlagekapital  $A_0$  ist:

$$d - k - u = \beta A_0$$

und für eine Bahn, deren virtueller Coefficient  $\varphi$  ist:

$$t \cdot d - (\varphi k + u) l = \beta \cdot A l \text{ woraus folgt:}$$

$$(24) \quad t = \left\{ \varphi \frac{k}{d} + \frac{u}{d} + \frac{d - k - u}{d \cdot A_0} A \right\} l.$$

Diese Gleichung geht in die für die erste Voraussetzung gefundene Gleichung 22 über, wenn man  $A_0 = A$  setzt, d. h. auf die Verschiedenheit des Anlagecapitals keine Rücksicht nimmt.

Für den Werth  $u$ , welcher für eine Verkehrseinheit an Bahnunterhaltung und Aufsicht zu rechnen ist, muss ein bestimmter Normalverkehr von  $C$  Verkehrseinheiten angenommen werden, wodurch sich, wenn  $U$  die kilometrischen Bahnunterhaltungskosten sind, ergibt  $u = \frac{U}{C}$ .

Sei beispielsweise  $U = 240000$  Pf.,  $C = 400000$ , so folgt  $u = 0,6$  Pf. Setzt man ferner  $A_0$ , die kilometrischen Anlagekosten einer geraden horizontalen Bahn mit Ausschluss der Bahnhöfe  $= 120000$  Mk.,  $d = 3,6$  Pf.,  $k = 1,2$  P., so folgt:

$$t = \left( \frac{1}{3} \varphi + \frac{1}{6} + \frac{A}{240000} \right) l.$$

Liegt  $A$  zwischen 120000 und 480000 Mk.,  $\varphi$  zwischen 1 und 2,5, so schwankt die Tariflänge zwischen 1 und 3 l.

Würde Gleichung 24 für die Tariflänge zu Grunde gelegt, so würden alle Bahnen, welche gleich grossen Verkehr haben, auch die gleiche Verzinsung ihres Anlagecapitals erreichen, während bei einer Bestimmung der Tariflänge nach Gleichung 22 oder 23 für alle Bahnen von gleich grossem Verkehr nur ein gleich grosser Betriebsüberschuss erzielt werden würde, der eine um so geringere Verzinsung des Anlagecapitals gewährt, je grösser dieses ist. Will man einmal von dem jetzt üblichen summarischen, um nicht zu sagen rohem Verfahren der Tarifbildung abgehen, bei welchem lediglich die durchfahrene wirkliche Bahnlänge in Betracht kommt, so scheint es wirtschaftlich zweifellos richtig, ausser den Betriebskosten auch die Baukosten in Rechnung zu ziehen.

Wollte man dem Einwande begegnen, dass bei einer solchen Tarifbildung jeder Antrieb verloren ginge, bei der Bahnanlage die möglichste Kostenersparung zu erzielen, so könnte man bei der Rechnung nur einen Theil, etwa  $\frac{2}{3}$ , des Anlagecapitals in Ansatz bringen und dementsprechend das constante Glied  $\frac{u}{d}$  der Gleichung 24 vergrössern. Für die beispielsweise angegebenen Zifferwerthe würde sich bei dieser Einschränkung ergeben:

$$t = \left( \frac{1}{3} \varphi + \frac{1}{3} + \frac{A}{360000} \right) l.$$

Es würde die Tariflänge für die Grenzen  $\varphi = 1$  und  $\varphi = 2,5$ , sowie  $A = 120000$  und  $A = 480000$  Mk. zwischen 1 und 2,5 l schwanken. Würde sich für einen durchschnittlichen Verkehr bei solcher Bestimmung der Tariflänge eine Bahn mit 120000 Mk. Anlagekosten zu 6% verzinsen, so würden sich bei 240000 Mk. Anlagekosten nur 5% und bei 480000 Mk. nur  $4\frac{1}{2}$ % ergeben. Es bleibt also für die möglichste Einschränkung des Anlagecapitals ein genügender Sporn.

Welche Anschauung nun aber auch bei weiteren Erörterungen in der Frage der Tariflänge zur Herrschaft gelangen wird, so viel steht fest, dass es ein bedenklicher Irrthum sein würde, die virtuelle Länge zugleich als Tariflänge benutzen zu wollen.

Schliesslich mag hervorgehoben werden, dass die in der vorstehenden Arbeit entwickelten Formeln nicht für Steigungen zutreffend sind, welche steiler als 0,025 sind.

## Glühofen zum Härten von Federn in der Werkstatt der Posen-Creuzburger Eisenbahn.

Mitgetheilt von F. W. Eichholz, Maschinenmeister der Posen-Creuzburger Eisenbahn in Posen.

(Hierzu Fig. 8—10 auf Taf. XXIX.)

Dieser Glühofen ist in Grundriss, Quer- und Längenschnitt in Fig. 8—10 auf Taf. XXIV dargestellt. Der lange schmale Rost  $a$  kann von beiden Enden  $b b'$  gefeuert werden. Eine Brücke aus Chamottsteinen  $e$  trennt ihn von dem Herde  $d$ , auf welchem die Federn behufs der Erhitzung gelegt werden. Ein Tonnengewölbe von Chamottsteinen überdeckt den Rost und den Herd gemeinsam. Das Feuer überschlingt die Brücke, umspült die Federblätter und vertheilt sich in die einzelnen Schlitz des Herdbodens, um in den Canälen  $ff$  und

gg wieder vereinigt dem Fuchse  $h$  und durch denselben einem nahen Dampfschornsteine mit gutem Zug zugeleitet zu werden.

Die Feuerung ist demnach eine Querfeuerung, welche nach der Länge der zu glühenden Federblätter regulirt wird und eine möglichst gleichförmige Erwärmung der Federblätter auf ihrer ganzen Länge bezweckt. Dieser Zweck ist durch die Construction des Ofens auch vollkommen erreicht worden und er bedarf nur wenig Feuerungsmaterial und ist leicht zu bedienen. Der Ofen hat 600 Mark gekostet.

## Beschreibung des Geschwindigkeitsmessers für Locomotiven (Tachophor)

von A. Klose, Maschinen-Inspector der Vereinigten Schweizerbahnen in Rorschach.

(Hierzu Fig. 1—7 auf Taf. XXX.)

### Constructionsprincip.

Der Locomotivtachophor von A. Klose ist ein Instrument, welches dem Locomotivführer stets diejenige Geschwindigkeit vor Augen führt, welche die von ihm geführte Locomotive in jedem Augenblicke besitzt und welches nach zurückgelegter Fahrt die verschiedenen innegehabten Fahrgeschwindigkeiten, sowie die Aufenthalte und Operationen auf den Stationen behufs Controle derselben verzeichnet.

Der Tachophor beruht auf der Messung der in einem astatisch aufgehängenen Körpersysteme bei verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten auftretenden Centrifugalwirkungen; die Wirkungen werden durch einen Zwischenmechanismus auf eine Feder übertragen, welche hierdurch eine solche Spannung erfährt, dass jeder bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeit eine bestimmte Federspannung und Stellung entspricht: mit dieser bestimmten Stellung ist eine bestimmte Stellung der Theile des Mechanismus verbunden und wird diese jeweilen zum anzeigen und aufzeichnen der Umdrehungsgeschwindigkeiten des Instrumentes benutzt; das Instrument ist mechanisch so mit der Locomotive verbunden, dass es die gleiche Tourenzahl macht, als eine Achse der Locomotive; da die Umdrehungsgeschwindigkeiten der Achse proportional der fortschreitenden Bewegung der Locomotive sind, so wird die Grösse dieser fortschreitenden Bewegung durch das Instrument angezeigt.

Der Apparat selbst besteht immer aus einer Rotationsachse  $xx_1$ , dem astatischen Körpersystem  $s_1 s$  und  $l_1$  und der Feder  $ff_1$ , (Fig. 1, 5 und 6 auf Taf. XXX).

Die Rotationsachse hat immer eine solche Gestalt, dass sie eine astatische Aufhängung des Körpers  $s_1 s$  gestattet, welcher gewöhnlich eine Scheibe, zuweilen auch ein Ring ist; dieser Körper besitzt in seiner mittleren Normalebene durch die Rotationsachse einen Schlitz, in welchem sich ein Angriffspunkt  $d$  befindet; von diesem geht eine Zugstange  $l_1 l$  nach der Rotationsachse und zwar so, dass sich der Punkt  $l_1$  stets in der Rotationsachse bewegen muss; in dieser gleichen Achse ist sodann eine Feder  $f$  angebracht, welche den verschiedenen Centrifugalkräften bei verschiedenen Stellungen das Gleichgewicht hält; die Stellungen, welche hierbei jeweilen der Punkt  $l_1$  einnimmt, werden zur Ablesung und Aufzeichnung benutzt.

Wesentliche Bedingung für den Apparat ist, dass das Körpersystem  $s_1 s$  und  $l_1$  (Scheibe und Lenker) vollkommen astatisch aufgehängt sind, so dass Bewegungen, welche die Rotationsachse ausser ihrer Drehung macht, einen merkbaren Einfluss auf das Körpersystem nicht haben, es ist dieser dadurch ermöglicht, dass Form und Grösse der Lenkerstange  $l_1$  jeweilen so gewählt ist, dass deren Schwingungspunkt genau in den Punkt  $d$  fällt, und dass zugleich die Form und Grösse des Ausschnitts so gewählt ist, dass die Centrifugalwirkung des Lenkers  $l_1$  im Punkte  $d$  genau diesen Ausschnitt ersetzt.

Auf diese Weise zeigt sich das Körpersystem gegen Stösse und parallele Kräfte, überhaupt vollkommen unempfindlich. Die

Längen  $ad$  und  $el_1$  sind bei den Ausführungen immer gleich und ist der Schwingungswinkel der Scheibe so begrenzt und gewählt, dass der Punkt  $l_1$  in Combination mit der Kräftezerlegung durch den Lenker bei höheren Tourenzahlen der Rotationsachse für jede gleiche Zunahme einen ziemlich gleichen Mehrausschlag erhält, wie auch aus der auf den Zeichnungen ersichtlich gemachten Theilung erkennbar ist.

### Beschreibung angeführter Apparate.

Die Ausführung des Apparates geschieht in zwei Hauptformen, entweder nach der Anordnung Fig. 1—4, Rotationsachse liegend, für Locomotiven, wo der Schreibapparat unter das Führerhaus kommt und diese Anordnung für die Locomotive passt, oder nach Anordnung Fig. 5—7, Rotationsachse stehend, für Locomotiven, wo der Schreibapparat in das Führerhaus kommt und diese Anordnung für die Locomotive passt: eine von beiden Anordnungen wird stets leicht und bequem anzubringen sein; ausserdem können für beide Arten-Anordnung die Schreibapparate weggelassen werden und hierfür die Apparate mit einer Tagesmaximalcontrole versehen werden, wodurch der Preis des Apparates sehr reducirt wird.

Die folgende Beschreibung gilt für beide Anordnungen:

An einem rotirenden Theile der Locomotive, am einfachsten am rechten Kurbelzapfen oder der Kuppelstange wird ein Zapfen  $z$  in irgend einer Weise befestigt: vor dem Mittelpunkte des Kreises, welchen dieser Zapfen beschreibt, wird die Achse  $yy$  des Apparates parallel der Treibachse so an die Locomotive montirt, dass dieselbe von dem Zapfen  $z$  mittelst der Schlitzkurbel  $k$  bei Bewegung der Locomotive in Rotation versetzt wird: auf dieser Achse  $y$  befindet sich ein Zahnrad  $z_1$ , welches mittelst eines gleichen Rades  $z_2$  der eigentlichen Rotationsachse  $xx_1$  des Apparates die gleiche Rotationsgeschwindigkeit erteilt.

Diese Rotationsachse erfasst mittelst der Zäpfchen  $o_1$  und  $o_2$  (Fig. 6) den Schwungkörper  $s_1 s$ , an welchem mittelst des Bälzchens  $d$  die Zugstange  $l_1$  angeschlossen ist; diese Zugstange wird noch im Punkte  $e$  von einem leichten Gegenlenkerstängelchen  $eg$  erfasst, welches einzig den Zweck hat, dem Punkt  $l_1$  der Zugstange keine andere Bewegung zu gestatten, als eine Verschiebung in der Rotationsachse; es besorgt dasselbe also die zwangläufige Geradföhrung in der Richtung der Rotationsachse  $xx_1$ . An dem Punkt  $l_1$  ist nun mittelst Bolzens ein sich frei in der Rotationsachse bewegendes Stängelchen  $l_1 h$  angeschlossen; ebenfalls auf den gleichen Punkt  $l_1$  wirkend ist beim Punkte  $m$  die Feder  $f$  mit dem einen Ende angeschlossen, während dieselbe mit dem anderen Ende im Punkte  $n$  in fester Verbindung mit der Rotationsachse sich befindet: es rotiren mithin Feder und Schwungmassen mit der Rotationsachse, ebenso das Stängelchen  $l_1 h$ ; beim Punkte  $h_1$  befindet sich eine topfförmige Kuppelung mit einem kleinen Kammzäpfchen, so dass ab dem Punkte  $h_1$  die Fortsetzung des Stängelchens nur noch

Bewegung in Richtung der Rotationsachse erhält. Es ist klar, dass bei verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten das Stängelchen  $l_1$  h mehr oder minder aus der hohlen Umdrehungsachse hervorragen wird; dieses Stängelchen wirkt nun, vom Punkte h, mechanisch verbunden, auf die Gabel p in die Zeigerblattdose; diese Gabel trägt am einen der beiden Zinken Zähne und bewegt mittelst derselben das Rädchen q, auf dessen Achse ein Zeiger r steckt; dieser Zeiger befindet sich vor einem transparenten Zeigerblatte, was Nachts durch eine kleine Lampe erleuchtet wird; derselbe zeigt jeweilen die Geschwindigkeit in Kilometern per Stunde und zugleich auch die Tourenzahl der Achse auf dem Zifferblatte an.

Die Aufzeichnung dieser Fahrgeschwindigkeit geschieht in dem Schreibapparate U, welcher leicht abnehmbar und verschliessbar ist; derselbe besteht im Wesentlichen aus einer Uhr  $\alpha$ , welche eine Welle  $\beta_1$  in einer Stunde einmal umdreht; über diese Welle  $\beta_1$  und über die Rolle  $\beta_2$  läuft ein Papierstreifen ohne Ende und wird mithin von dem Uhrwerk bewegt; über die Welle  $\beta_1$  lässt sich ein Schreibstift  $\gamma$  bewegen und auf einen beliebigen Punkt in der Breite des Streifens einstellen; diese Einstellung geschieht ebenfalls durch das Stängelchen  $l_1$  h<sub>1</sub> und zwar bei der liegenden Anordnung indem der Schieber, welcher den Schreibstift  $\gamma$  trägt, direct durch das Stängelchen  $h_1$  l<sub>1</sub> aus- und eingeschoben wird, bei der stehenden Anordnung indem dies vermittelt des Winkelhebels  $t_1$  t<sub>2</sub> t<sub>3</sub> geschieht. Der Schreibapparat ist bei den ausgeführten Apparaten derart eingerichtet, dass ein Millimeter Länge des Streifens

einer Minute Zeit entspricht, so dass mit dem Maassstab direct Aufenthalte und Fahrzeiten abgemessen werden können; diese Theilung ist hinreichend genau für die gewöhnlichen Zwecke und ermöglicht es den ganzen Tagesdienst einer Locomotive auf einem mässig langen Streifen in übersichtlicher Weise zu bekommen.

Es wird aus der vorhergehenden Specialbeschreibung ersichtlich sein, dass bei Rotation der Hauptachse x des Apparates das astatische Schwungkörpersystem sich mehr oder minder zur Achse x geneigt stellt; das Maass dieser Neigung wird durch die Feder, resp. ihre Spannkraft bestimmt und mittelst eines Stängelchen auf dem Zeigerblatt angezeigt und im Schreibapparat auf der Stelle des Papiers verzeichnet, welche sich zur betreffenden Zeit unter dem Schreibstifte befindet.

Da die Massen genau astatisch gemacht und die sonstigen Gewichte ausbalancirt oder compensirt sind, so zeigt der Apparat sehr ruhig und erzeugt derselbe sehr scharfe Geschwindigkeitcurven.

Die Bedienung des Apparates besteht einzig darin, dass die rotirenden Wellen wie die anderen Maschinentheile von Zeit zu Zeit etwas Oel erhalten, und dass der Schreibapparat seinen Streifen erhält und beim Beginn des Tagesdienstes eingehangen wird. Das Aufziehen des Papierstreifens kann auch vom Bureau geschehen und der Schreibapparat verschlossen oder plombirt eingesetzt werden, so dass derselbe für das Personal ganz unzugänglich ist. \*)

## Die bleibenden Spannungen gebogener Stäbe und die Wöhler'schen Versuche.

Vom Eisenbahn-Bauinspector Theune in Kattowitz.

Die Versuche Wöhler's, fortgesetzt von Spangenberg, über die Festigkeit von Eisen und Stahl bei wiederholter Beanspruchung, wie sie in der Zeitschrift für Bauwesen und zwar in den Jahrgängen 1860 S. 583, 1863 S. 233, 1866 S. 67, 1870 S. 73, 1874 S. 473 und 1875 S. 77 mitgetheilt sind, geben bemerkenswerthe Aufschlüsse auch über die durch bleibende Biegung entstehenden inneren Spannungen.

Obgleich indessen deren Vorhandensein in der begleitenden Betrachtung in überzeugender Weise nachgewiesen wird, bleiben diese Spannungen doch bei der tabellarischen Zusammenstellung der Versuchsergebnisse und bei den Schlussfolgerungen unbeachtet, vermuthlich, weil man dieselben für so geringfügig hielt, dass man glaubte, davon absehen zu können.

Dies ist aber nicht unbedingt zulässig, denn wenn dieselben auch das von Wöhler entdeckte Gesetz, welches lautet: »Der Bruch des Materials lässt sich auch durch vielfach wieder-

holte Schwingungen, von denen keine die absolute Bruchgrenze erreicht, herbeiführen. Die Differenz der Spannungen, welche die Schwingungen eingrenzen, sind dabei für die Zerstörung des Zusammenhanges maassgebend. — Die absolute Grösse der Grenzspannungen ist nur in soweit von Einfluss, als mit wachsender Spannung die Differenzen, welche den Bruch herbeiführen, sich verringern« an und für sich nicht beeinflussen, so sind sie doch bei der Feststellung der absoluten Höhe der Grenzspannungen, deren Ueberschreitung nach einer gewissen Anzahl von Beanspruchungen zum Bruche führt, zu beachten.

Wir betrachten nach dieser Rücksicht zuerst die nach einer Seite, und dann die nach zwei entgegengesetzten Seiten gebogenen Stäbe, zu welchen letzteren auch die continuirlich gedrehten gehören, und ziehen dabei namentlich die Versuche mit Eisen von der Gesellschaft Phönix in Rechnung, da sich

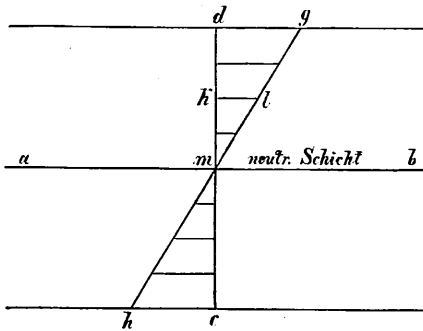
\*) Der vorstehend beschriebene Apparat wurde kürzlich von dem Vereine der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen prämiirt (vergl. Preisvertheilung auf S. 244); die Anfertigung desselben hat die Telegraphen-Fabrik von Willh. Horn in Berlin als alleiniger Verfertiger übernommen.

Auf vielen Bahnen ist der Apparat bereits eingeführt und auf der Niederschlesisch-Märkischen Bahn hat derselbe unter Andern sehr günstige Resultate ergeben und vor dem Finkbein'schen (vergl. Organ 1878 S. 93) den Vortheil, dass die Zeichnung nicht wie bei diesem auf eine Scheibe, sondern auf einen Papierstreifen aufgetragen wird, ferner dass die Uebertragung der Bewegung durch Räder besser ist, als bei dem Finkbein'schen Geschwindigkeitsmesser durch Riemen.

dieselben über alle vorkommenden Arten der Beanspruchung ausdehnen.

In einem durch äussere Kräfte gebogenen Stabe (1860 S. 598) verhalten sich, so lange vollkommene Elasticität vorhanden ist, die Beanspruchungen der einzelnen Fasern wie deren Abstände von der neutralen Schicht. Bezeichnet in der Fig. 24 die Linie  $d m c$  einen auf der neutralen Schicht  $a m b$  senkrecht stehenden Querschnitt, und die Linie  $g m h$  die Grösse dieser Spannungen, so gilt die Proportion  $m k : k l = m d : d g$ .

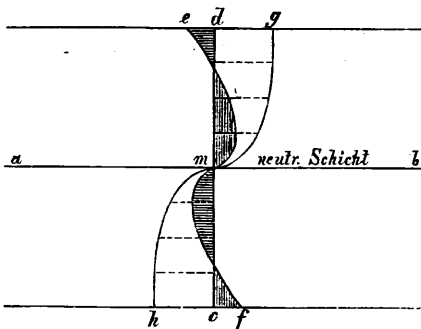
Fig. 24.



Werden die Kräfte indessen so gross, dass der Stab eine bleibende Biegung erleidet, so bleiben nach der Entlastung in den mittleren Faserschichten Spannungen bestehen, welche ihn in seine ursprüngliche Form zurückzubringen streben: sie rufen entgegengesetzte Spannungen in den äusseren Fasern hervor.

und so tritt ein Zustand des Gleichgewichtes ein, bei welchem Spannungen nach der Linie  $e m f$  der Fig. 25 stattfinden.

Fig. 25.



Die Abweichungen der Linie  $e m f$  von der Verticalen  $c d$  nach der einen Seite bezeichnen Druckspannungen (vertical schraffirt), und nach der anderen Seite Zugspannungen (horizontal schraffirt).

Für das Vorhandensein solcher Spannungen spricht die Thatsache, dass bei solchen Stäben (z. B.

Eisenbahnschienen, welche zur Verlegung in Curven vorher gebogen werden) nach Beseitigung der äusseren biegenden Kräfte noch eine Zeit lang ein Zurückbiegen stattfindet, indem sich die Spannung der äusseren Fasern mit derjenigen der inneren erst allmählich in's Gleichgewicht setzt.

Wird ein bereits dauernd gebogener Stab auf's Neue in demselben Sinne belastet, so treten Spannungen ein, wie sie durch die Linie  $g m h$  in Fig. 25 ausgedrückt sind. Die zwischen den Linien  $g m h$  und  $c d$  punktirten Horizontalen geben das Maass der wirklichen Faserspannungen, die zwischen  $e m f$  und  $g m h$  zu ziehenden das Maass der Spannungs-Veränderungen an, welche durch die Belastung entstehen. Letztere sind gleich den zwischen  $c d$  und  $g h$  der Fig. 24 gezogenen Horizontalen, also  $e g$  der Fig. 25 gleich  $d g$  der Fig. 24. In beiden Fällen geht die Formänderung, soweit es die elastische

Biegung betrifft, nach denselben Gesetzen vor sich, während bei wiederholter Beanspruchung die Maximal-Spannung der äusseren Fasern in den dauernd gebogenen Stäben geringer ist, als in den vollkommen elastischen.

Wöhler kommt auf diesen Umstand bei der Untersuchung des Verhaltens von Stäben zurück, welche durch ruhende Belastung gebogen werden (1860 S. 591), indem derselbe Tabellen über die Durchbiegung eines Eisenstabes aus einer Phönixachse und eines solchen aus einer Borsigachse mittheilt, nach welchen dieselben noch eine äussere Faserspannung von 728 Ctr. pro  $\square$  Zoll ertragen, bzw. erst bei 800 Ctr. zum Bruch gekommen sein müssten. Dies widerspreche aber jeder Erfahrung, und müsste daher die wirkliche Spannung mit Rücksicht auf das Vorgetragene berechnet, und angenommen werden, dass die Maximalspannung nicht nur in den äusseren Fasern, sondern fast im ganzen Querschnitt gewirkt habe (nach der Linie  $g m h$  Fig. 25). Die Spannung könne demnach nicht in der Grösse, wie in den Tabellen angegeben, vorhanden gewesen sein, sondern nur höchstens etwa 485 bzw. 534 Ctr. betragen haben. Später wurde denn auch durch Versuche mit Stäben, welche durch ruhende Belastung zerrissen wurden (1870 S. 102) die Bruchgrenze für das Phönix Eisen nur zu 440 bis 450 Ctr. pro  $\square$  Zoll des ursprünglichen Querschnittes festgestellt.

Wenn man dies acceptirt, so drängt sich doch gleichzeitig die Frage auf, ob und bei welcher Spannung abwärts denn eine Uebereinstimmung zwischen der wirklichen und der in der Tabelle angegebenen Spannung stattfindet; und es kann die Antwort nur lauten: bei derjenigen, welche keine bleibende Biegung mehr zurückgelassen hat. Es haben nun aber bei den Versuchen mit ruhender Belastung die eisernen Probestäbe schon bei Belastungen von weniger als 100 Ctr., und diejenigen aus Stahl bei solchen von 200 Ctr. bleibende Durchbiegungen erlitten, und sind daher in den Tabellen für einseitig gebogene Stäbe, da dieselben sämmtlich mit höheren Belastungen als 100 bzw. 200 Ctr. beansprucht wurden, die angegebenen Spannungszahlen zu hoch.

Dasselbe gilt auch für die continuirlich nach einer Seite gebogenen Stäbe, über deren Verhalten die nachstehende Tabelle I Aufschluss giebt (1870 S. 98 und 1866 S. 80).

Tabelle I.

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Angebliche grösste Faserspannung Ctr. pro $\square$ "	Zahl der Beanspruchungen bis zum Bruche	Bleibende Biegung Zoll	Die grösste Faserspannung war kleiner, als Ctr. pro $\square$ "
1	550	169750	6,28	430
2	500	420000	nicht gemessen	—
3	450	481950	2,02	360
4	400	1320000	0,48	350
5	360	4035400	0,14	340
6	320	—	—	—
7	300	—	—	—

Die Stäbe waren von Phönix Eisen, 66 Zoll lang und hatten einen Querschnitt von  $1\frac{1}{4}$  Zoll im Quadrat. Dieselben

lagen an den Enden frei auf, und erfolgte ihre Biegung durch eine in der Mitte angebrachte Kraft.

Nr. 6 ist erst später begonnen und war nach 3420000 Biegungen noch im Betriebe.

Nr. 7 war nach 48200000 Biegungen noch im Betriebe.

Die Colonne 5 ist vom Verfasser dieses hinzugefügt (s. unten).

Um einen Maassstab für die Beurtheilung der Werthe der Tab. I zu haben, müssen wir die Versuche mit solchen Stäben heranziehen, welche in ihrer Längsachse continuirlich gedehnt wurden, weil bei letzteren keine Biegungsspannungen auftreten.

Dieselben sind für Phönixeisen in der Tabelle II enthalten (1870 S. 100).

Tabelle II.

Lfde. Nr.	Belastung in Ctr. pro □"	Zahl der Drehungen bis zum Bruche
1	480	800
2	440	106910
3	400	340853
4	360	409481
5	360	480852
6	320	10141645

Nr. 1 wurde zerrissen ehe die bleibende Drehung überwunden war. Die Beanspruchungen folgten also so schnell auf einander, dass die bleibenden Dehnungen sich nicht genügend ausbilden konnten.

Bei Nr. 4 scheint eine Schlackenstelle das frühe Zerreißen veranlasst zu haben.

Eine Vergleichung beider Tabellen ergibt den Einfluss der bleibenden Biegungsspannungen.

Vergleicht man beispielsweise die Nr. 5 der Tabelle II und die Nr. 3 der Tabelle I, so folgt aus der ersteren, dass, wenn eine Faser zwischen den Grenzen Null und P beansprucht wird und dabei rot. 481000 Dehnungen bis zum Bruche aushält, diese Kraft P gleich 360 Ctr. pro □" gewesen ist. Die äussere Faser des Stabes Nr. 3 der Tabelle I hat dieselbe Anzahl Drehungen erlitten, deren Spannung kann daher nicht 450 Ctr., wie in Tabelle I angegeben, sondern nicht mehr als 360 Ctr. betragen haben. In Wirklichkeit wird dieselbe noch kleiner gewesen sein, da die untere Spannungsgrenze wegen der vorhanden gewesenen bleibenden Biegung nicht mit Null, sondern negativ und zwar mit  $360 - 450 = -90$  Ctr. anzunehmen ist.

Nach dieser Rücksicht sind in der letzten Colonne der Tabelle I die Faserspannungen eingetragen, welche noch nicht erreicht wurden. Für die Richtigkeit derselben dürfte noch anzuführen sein, dass bei ruhender Belastung die Bruchgrenze bei 450 Ctr. liegt, also Faserspannungen von 550 Ctr. und 500 Ctr. wie unter Nr. 1 und 2 angegeben, nicht stattgefunden haben können.

Die gleiche Erscheinung hat sich bei der durch Spanenberg bewirkten Fortsetzung der Versuche an westphäli-

chem Eisen gezeigt (1874 S. 482 und 483). Es wurden Stäbe theils gedehnt, theils gebogen. Bei Spannungen von angeblich 360 Ctr. und mehr ertrugen die gebogenen etwa zehnmal so viel Anstrengungen, als die gedehnten, weil eben die Spannungen der ersteren geringer waren, als in den Tabellen angegeben, während die mit Spannungen unter 360 Ctr. probirten Stäbe sich zu Vergleichen nicht eignen.

Auch Gussstahl zeigt ein ähnliches Verhalten (1870 S. 98 und 100). Vier aus Krupp'schen Gussstahlachsen geschnittene, mit 550 bis 500 Ctr. angeblicher Maximalbelastung gebogene Stäbe haben je etwa die zehnfache Anzahl von Beanspruchungen ertragen, als die mit gleicher Belastung gedehnten Stäbe, während dann ein fünfter mit 500 Ctr. gebogener Stab schon unbegrenzte Dauer zeigt, und die mit 480 und 460 Ctr. gedehnten Stäbe ebenfalls nach mehr als 13000000 Dehnungen noch nicht gebrochen waren.

Bei den Vergleichen gebogener und gedehnter Stäbe ist vorausgesetzt, dass die Anzahl von Biegungen, welche ein Stab, nachdem dessen äussere Faser bereits zerstört ist, noch bis zum vollständigen Bruche ertragen kann, unerheblich ist.

Es dürfte aus dem Vorstehenden zwar mit Wöhler der Schluss zu ziehen sein, dass, wenn die untere Spannungsgrenze gleich Null ist, für oftmals wiederholte Beanspruchung und unbegrenzte Dauer sowohl für gebogene, als auch für gedehnte Constructionstheile die Bruchspannung für Eisen bei 300 Ctr. und für Stahl bei 480 Ctr. pro □" liegt, es muss dagegen gleichzeitig die Behauptung aufgestellt werden: dass bei höheren Spannungen und nicht unbegrenzter Dauer die gebogenen Stäbe eine erheblich grössere Anzahl von Beanspruchungen ertragen können, als die gedehnten, indem bei den ersteren der für diesen Fall günstige Einfluss der inneren Spannungen bereits merkbar hervortritt. Für gebogene Constructionstheile, welche nur selten die rechnungsmässige Maximalspannung auszuhalten haben, dürfte dies in's Gewicht fallen.

Wir gehen nunmehr zu den nach entgegengesetzten Seiten gebogenen und den unter Belastung continuirlich gedrehten Stäben über.

Wird ein Stab, nachdem er eine bleibende Durchbiegung erlitten hat, und seine Spannungen sich daher nach der Linie e m f der Fig. 26 gebildet haben, im entgegengesetzten Sinne belastet (1863 S. 245)

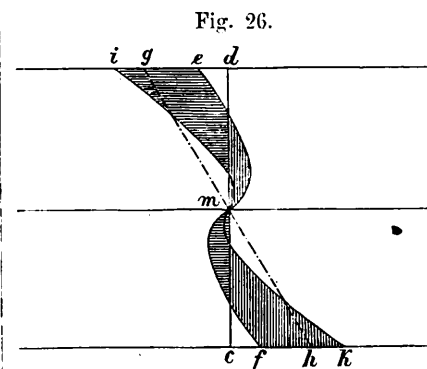


Fig. 26.

so addiren sich die in den äusseren Fasern schon vorhandenen Spannungen zu den durch die Belastung hervorgerufenen, und es entstehen dergleichen nach der Linie i m k der Fig. 26. Die punktirte Gerade g m h begrenzt die Spannungen, welche bei vollkommener Elasticität vorhanden sein würden. Die wirkliche Spannung d i der äusseren Faser ist also grösser als die rechnungsmässige d g.

Findet eine solche wechselnde Beanspruchung kontinuierlich statt, oder wird ein Stab belastet und dabei kontinuierlich gedreht, so kehren sich bei jedem Belastungswechsel, bzw. jedesmal sobald die Drehung um  $180^\circ$  vorgeschritten ist, sämtliche Spannungen um, aus Zug wird Druck und umgekehrt, und es entstehen die Begrenzungslinien  $i m k$  und  $i' m k'$  der

Fig. 27.

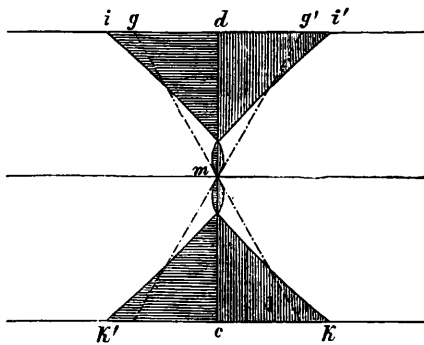


Fig. 27. Die Spannung  $i i'$  der äusseren Faser ist auch hier grösser als die rechnermässige  $g g'$ .

Die fortgesetzte bleibende Verbiegung der äusseren Fasern hat eine fortwährende Ortsveränderung der Atome zur Folge, und bildet dieselbe daher jedenfalls die Ursache für die

von Wöhler constatirte Erhöhung der Temperatur des Stabes (1863 S. 244), auch dürften auf dieselbe die Ermittlungen Spangenberg's (1875 S. 79), »dass durch oft wiederholte Dehnungen das crystallinische Gefüge der Metalle nach und nach in das amorphe übergeführt werde«, zurückzuführen sein, indem dadurch die in dem nicht beanspruchten Stabe vorhandene Crystalle zerstört werden.

Den Nachweis für das Vorhandensein jener inneren Spannungen liefert das Verhalten eines Eisenstabes (1863 S. 244), welcher, nachdem er allmählich durch einseitige Belastung bis zu 400 Ctr. Fasertension stark verbogen war, um  $180^\circ$  gedreht und dann von Neuem belastet wurde. Es trat hierbei durch 100 Ctr. Belastung schon eine bleibende Biegung ein so gross, als bei der ersten Biegung nach 280 Ctr. Es waren also nach dem Aufhören der ersten Belastung bedeutende innere Gegenspannungen zurückgeblieben, welche im Verein mit einer verhältnissmässig geringen äusseren Kraft genügten, um dieselbe Wirkung hervorzubringen, wie eine viel grössere Kraft bei der ersten Belastung: und wurde somit die für den zweiten Fall in der Tabelle angegebene Spannung von 100 Ctr. in Wirklichkeit bedeutend überschritten.

Bezüglich der nach entgegengesetzten Seiten kontinuierlich gebogenen Stäbe wird im Jahrgang 1863 auf Seite 245 Folgendes mitgetheilt:

Um den Unterschied zwischen dauernder und momentaner Belastung zu ermitteln, wurde ein Stab von Phönix Eisen an beiden Enden unterstützt, in der Mitte durch eine Kurbel niedergezogen und dann jedesmal umgelegt, so dass die nächste Biegung der vorhergehenden entgegengesetzt war. Um den Stab einmal umzulegen, wurden 15 bis 20 Minuten gebraucht. »Bei gleicher Fasertension war die bleibende Biegung nach solch' momentaner Belastung allerdings sehr erheblich kleiner, als nach dauernder Belastung, aber auffälliger Weise steigerte sie sich bei öfter wiederholter Hin- und Rückbiegung allmählich, und zwar nicht unbedeutend, z. B. bei einer Fasertension

von circa 250 Ctr. durch sechs Hin- und Rückbiegungen von 0,0036 Zoll auf 0,0125 Zoll.

Nach Unterbrechung der Versuche bis zum nächsten Tage stellten sich bei der Wiederaufnahme derselben dann aber nicht die Biegungen ein, mit denen geschlossen war, sondern bedeutend geringere, welche sich erst durch Wiederholung zu der früheren Höhe steigerten.«

Ausser dem grossen Einfluss der zwischen den Versuchen gelassenen Pausen interessirt hier namentlich die Thatsache, dass bei jeder Hin- und Rückbiegung eine Zunahme der bleibenden Biegung eingetreten ist.

Da nun aber die bleibenden Biegungen mit den inneren Spannungen in engster Beziehung stehen, so hat auch jede Hin- und Rückbiegung eine Vergrösserung der letzteren zur Folge gehabt.

Belastete und dabei kontinuierlich gedrehte Stäbe müssen, wenn sie bleibende Durchbiegungen erleiden, ein gleiches Verhalten zeigen und bilden sich daher die Spannungen in den äusseren Fasern derselben wie folgt aus:

Sobald der Stab an einem Ende eingespannt und am anderen belastet ist, gestalten sich vor dem Beginn der Drehung die Spannungen nach der Fig. 24. Wenn die Drehung um  $90^\circ$  vorgeschritten ist, befinden sich die betrachteten Fasern in der neutralen Schicht, der Einfluss der elastischen Dehnung verschwindet, und nur derjenige der bleibenden Dehnung bleibt zurück; es entstehen daher Spannungen nach der Linie  $e m f$  der Fig. 25. Schreitet die Drehung um weitere  $90^\circ$  fort, so nehmen die Spannungen die Form  $i m k$  der Fig. 26 an. Nach einer vollständigen Umdrehung haben dieselben die Gestalt  $i' m k'$  der Fig. 27. Bei jeder folgenden Umdrehung vergrössert sich obgleich die äussere Belastung constant bleibt, die Spannungsdifferenz  $i i'$  der äusseren Fasern, bis schliesslich der Bruch eintritt.

Es muss hier auch bemerkt werden, dass die Querschnittsform der gebogenen Stäbe einen wesentlichen Einfluss auf die in den äusseren Fasern entstehenden bleibenden Spannungen hat. Wie bereits oben ausgeführt werden diese Fasern von den in der Nähe der neutralen Schicht befindlichen beeinflusst. Je grösser nun die Anzahl der beeinflussenden und je kleiner die der beeinflussten ist, d. h. je mehr das Material in der Nähe der neutralen Schicht angehäuft und von den äusseren Punkten entfernt wird, um so grösser ist auch dieser Einfluss. Derselbe muss daher auch in den gedrehten Stäben, da deren Querschnitt kreisförmig war, stärker hervorgetreten sein, als in den gebogenen, welche einen rechteckigen Querschnitt hatten. Ziffermässig nachweisen lässt sich dies aus den Versuchen nicht, weil bei den gedrehten Stäben die bleibenden Biegungen, welche hierüber Auskunft geben könnten, zwar bemerkt (1866 S. 73), aber nicht gemessen sind.

Die Tabellen Wöhler's enthalten vielmehr nur die durch die äussere Belastung hervorgerufene anfängliche Spannung  $d g$  der Fig. 27 und die Anzahl der Umdrehungen bis zum Bruche; es würde daher die Frage, ob Vorstehendes auf dieselben Anwendung findet, davon abhängig sein, ob bleibende Biegungen erfolgt sind. Das Phönix Eisen erleidet aber bereits bei 69 Ctr.

pro □“ Faserspannung Spuren bleibender Durchbiegungen; bei 119 Ctr. sind dieselben bereits bestimmt messbar (1860 S. 611); es hat sich daher der Einfluss der inneren Spannungen auf sämtliche höher belastete Stäbe dieses Materials, d. h. auf sämtliche Stäbe überhaupt erstreckt, da dieselben erst bei der Minimalspannung von 160 Ctr. beginnen. Dasselbe gilt auch für die Versuche mit Stahl.

Wenn also beispielsweise (1870 S. 45) die Faserspannung eines nach circa 19 Millionen Umdrehungen zum Bruch gebrachten Stabes zu 180 Ctr. angegeben ist, so liegt die Bruchgrenze nicht bei 180 Ctr., sondern bei derjenigen höheren Spannung, welche durch den Einfluss der Drehung aus der Anfangsspannung von 180 Ctr. entstanden ist.

Ebensowenig kann aus dem Umstande, dass ein anderer Stab bei 160 Ctr. Faserspannung nicht mehr gebrochen ist, geschlossen werden, dass ein in der Längsachse mit mehr als 160 Ctr. in entgegengesetztem Sinne abwechselnd belasteter Stab keine unbegrenzte Dauer mehr habe. Dass diese Grenze höher liegen muss, als bei + und - 160 Ctr. wird auch schon durch das oben angeführte Gesetz Wöhler's wahrscheinlich gemacht, nach welchem sich bei wachsender Spannung die Differenzen, welche den Bruch herbeiführen, verringern. Es fand für Phönixisen nach Wöhler unbegrenzte Dauer statt bei Beanspruchung zwischen den Grenzen:

- 1) + 440 und + 240, also bei 200 Ctr. Differenz
- 2) + 300 und Null < < 300 < <
- 3) + 160 und - 160 < < 320 < <

Die Angaben ad 1) und 2) sind von gedehnten Stäben abge-

leitet, also maassgebend; während die Angabe ad 3) von einem continuirlich gedrehten Stabe her stammt, bei welchem nach Obigem bleibende Durchbiegungen und daher auch innere Spannungen das Resultat beeinflusst haben. Es müssen daher nicht nur aus obigen Gründen, sondern auch schon zur Herstellung einer annähernden Proportionalität zwischen 1) und 2) einerseits und 3) andererseits die Zahlen 160 und also auch 320 erhöht werden.

Die Frage, um wie viel sich bei jeder Umdrehung die Spannung vergrößere, ist aus den Versuchen nicht zu beantworten. Dies ist für die Praxis aber auch nicht notwendig, da für Achsen, Wellen und überhaupt für alle Constructionstheile, welche in Wirklichkeit gedreht, also ebenso beansprucht werden, wie die Versuchsstäbe, die aus demselben von Wöhler gezogenen Resultate ohne Einschränkung Anwendung finden können, während für Kolbenstangen, Fachwerksdiagonalen und Verticalen etc., welche abwechselnd auf Zug und Druck in ihrer Längsachse beansprucht werden, die aus der Drehung von Stäben sich ergebenden Schlüsse überhaupt keine Anwendung finden dürfen.

Hierzu müssten vielmehr Versuche mit in derselben Weise und in denselben Zeitintervallen beanspruchten Stäben angestellt werden, wie es die Praxis erfordert: und wenn diese Zeilen dazu beitragen sollten, bei Denjenigen, welche in der Lage sind, solche Versuche anzustellen, die Anregung hierzu zu geben, so würden sie ihren Zweck erreicht haben.

## Eisenbahnwagen-Lager.

Construirt von L. Gassebner, Inspector der österr. Nordwestbahn.

(Hierzu Fig. 8 und 9 auf Taf. XXX.)

Ein dem Zwecke entsprechendes Achsenlager für Eisenbahnwagen soll vornehmlich:

- 1) den Achsschenkel dauernd und reichlich schmieren;
- 2) das ganze Quantum des aufgegebenen Schmiermaterials möglichst nur der Schmierung zuführen;
- 3) leicht zu bedienen sein und endlich
- 4) die Ursachen etwa eintretenden Warmlaufens sofort und dasselbe schnell beseitigen lassen.

Bei der grössten Zahl der gegenwärtig in Verwendung stehenden solchen Lagern ist ein nicht unbedeutender Schmiermaterial-Verbrauch dadurch bedingt, dass die, die Schmierung vermittelnden Stoffe, als: Wolle, Holzspäne, überhaupt Schmierpolster jeder Art, bedeutende Quantitäten Schmier-substanzen aufsaugen, welche beim Auswechseln der erstgenannten Materialien nutzlos verloren gehen.

Dieser Mangel wird um so fühlbarer, je grösser die Masse der zur Verwendung gelangenden Wolle etc. ist.

Es wird daher im Interesse der Oeconomie auf ein Mittel zu sinnen sein, diese Stoffmengen möglichst zu reduciren, und die Qualität derselben derart zu wählen, dass die Auswechslungsperioden entsprechend weit auseinander fallen.

Bei der Lagerfüllung mit Wolle oder Spänen ist man theils von der Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit des Arbeiters abhängig, der diese Füllung besorgt, theils auch abhängig von der Beschaffenheit der Stopfmittel selbst, welche sich unter dem Einflusse des Schmieröles mehr oder weniger aufblähen, oder nach Ablauf einer verschieden langen Gebrauchszeit zusammensintern.

Trifft also der Arbeiter die entsprechende Qualität nicht ganz genau, oder wird die richtige Placirung des Füllstoffes im Lager verabsäumt, so steht auch eine anstandslose Schenkelschmierung für die Dauer nicht zu erwarten.

Bei Anwendung von federnden Schmierpolstern, ist man von Federdrücken abhängig, die, wenn auch anfangs richtig, schwer so zu erhalten sind.

Eine verbesserte Lagerconstruction müsste sich daher von der Verwendung des Stopfmaterials, dann der Druckfedern für Schmierpolster, sowie von der Geschicklichkeit des Arbeiters bei Bedienung der Lager möglichst emancipiren.

Die in den Figuren 8 und 9 auf Taf. XXX dargestellte Lagerconstruction veranschaulicht die von mir im Sinne des eben Gesagten erdachte Anordnung, welche bei dem möglichsten



Hochlegen der Schmiergefäße die Verwendung der geringsten Menge des die Schmierung vermittelnden Materiales. von Flachdocht nämlich, zulässig erscheinen lässt. Dieser Docht, welcher nahezu die Breite der Schenkellänge und eine ein für allemal festzusetzende Länge besitzt, taucht mit seinen Enden in die beiderseitig angebrachten und durch den Canal communicirenden Oelgefäße ein und umfasst den Achsschenkel in seiner unteren Segmentfläche.

Damit dieser Docht gleichmässig an den Schenkel ange-drückt wird, sind die Enden desselben mittelst der Gewichte g belastet.

Das Nachfüllen der Oelbehälter a erfolgt durch die mittelst Schraubenverschluss (oder wenn dies vorgezogen werden sollte, durch einen mittelst Federdruck abdichtenden Deckel) abgedichtete Oeffnung bei b. das Ablassen des verunreinigten Oeles durch die Oeffnung c, durch welche auch die etwa verdickten Rückstände des Schmieröles mit Zuhülfenahme einer Raumnadel abgeführt werden können.

Tritt ein Warmgehen ein, so ist man durch Wegnahme des leicht zu entfernenden, resp. zu verschiebenden Deckels d — dessen besondere Construction hervorgehoben wird — in der Lage, den Grund dieser Störung, soweit dieselbe in der mangelhaften Functionirung des Schmierapparates gelegen sein sollte, sofort zu erkennen. Im Bedarfsfalle kann mittelst einer in Oel getränkter Wolle ein provisorischer Schmierpolster hergestellt werden, der durch den Canal seine Nachschmierung erhält.

Die Abdichtung gegen die Radnabe zu hat hier nur den Eintritt von Staub und anderen Verunreinigungen von Aussen her zu verhindern und erfolgt diese am vollkommensten durch die bekannten Currant'schen Dichtscheiben.

Aus dem hier vorgeführten erhellt auch, dass

- 1) das ganze Lager möglichst einfach im Guss gehalten,
- 2) die Bedienung desselben leicht verständlich ist,
- 3) die Zugängigkeit, resp. der Ersatz der schmierenden Theile ohne den Wagen aus dem Verkehre ziehen zu müssen ermöglicht, endlich
- 4) die Oeconomie in jeder Richtung gewahrt ist, indem das vorhandene Schmiermaterial, soweit dies überhaupt möglich ist, nur der Schmierung erhalten bleibt, da ein Austreten aus dem Lager niemals vorkommen kann.

Nachdem jede wirkliche Verbesserung in der Wagenlager-Construction — abgesehen von dem erhofften pecuniären Gewinn, indem nicht nur Reparaturen sondern auch Umladekosten erspart werden, schwerwiegend in die Waagschale fällt — dieselbe ferner auch die Wagen-Circulation im günstigen Sinne beeinflussen muss und die Regelmässigkeit des Zugverkehres aufrecht erhalten hilft: schliesslich die anstandlose Beförderung der Reisenden in erhöhtem Grade sichert, ein Umstand der bei Personenzügen, insbesondere mit Schlafwagenverkehr, gewichtig hervortritt, so erlaube ich mir den geehrten Fachgenossen die vorliegende Arbeit zur praktischen Erprobung derselben freundlich zu empfehlen.

## Uebersicht der im Jahre 1878 bei den Fahrzeugen der Bergisch-Märkischen Eisenbahn vorgekommenen Radreifen-Brüche, Anbrüche und Langrisse.

Mitgetheilt von der Königl. Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

### I. Nach Beschaffungsjahren geordnet.

Laufende Nr.	Beschaffungs- Jahr	Locomotiven			Tender			Wagen			Summa		
		Vorhandene Bandagen	Gebrochene Bandagen	Pro- cent- satz	Vorhandene Bandagen	Gebrochene Bandagen	Pro- cent- satz	Vorhandene Bandagen	Gebrochene Bandagen	Pro- cent- satz	Vorhandene Bandagen	Gebrochene Bandagen	Pro- cent- satz
1	1849	—	—	—	—	—	—	140	—	—	140	—	—
2	1850	—	—	—	—	—	—	162	—	—	162	—	—
3	1852	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—
4	1854	—	—	—	—	—	—	416	—	—	416	—	—
5	1855	—	—	—	—	—	—	500	—	—	500	—	—
6	1856	—	—	—	—	—	—	858	—	—	858	—	—
7	1857	—	—	—	—	—	—	782	2	0,26	782	2	0,26
8	1858	—	—	—	—	—	—	404	—	—	404	—	—
9	1859	—	—	—	—	—	—	1184	1	0,08	1184	1	0,08
10	1860	—	—	—	—	—	—	800	1	0,13	800	1	0,13
11	1861	—	—	—	—	—	—	1346	3	0,22	1346	3	0,22
12	1862	—	—	—	—	—	—	2126	2	0,09	2126	2	0,09
13	1863	8	—	—	—	—	—	1470	9	0,61	1478	9	0,61
14	1864	—	—	—	—	—	—	1018	1	0,10	1018	1	0,10
15	1865	44	1	2,27	38	1	2,63	1348	4	0,30	1430	6	0,42
16	1866	54	—	—	42	—	—	4022	26	0,65	4118	26	0,63
17	1867	53	—	—	38	—	—	3650	17	0,47	3741	17	0,45
Latus		159	1	—	118	1	—	20228	66	—	20505	68	—

Laufende Nr.	Beschaffungs- Jahr	Locomotiven			Tender			Wagen			Summa		
		Vorhandene Bandagen	Gebrochene Bandagen	Pro- cent- satz	Vorhandene Bandagen	Gebrochene Bandagen	Pro- cent- satz	Vorhandene Bandagen	Gebrochene Bandagen	Pro- cent- satz	Vorhandene Bandagen	Gebrochene Bandagen	Pro- cent- satz
	Transport	159	1	—	118	1	—	20228	66	—	20505	68	—
18	1868	80	—	—	34	—	—	2918	10	0,34	3032	10	0,33
19	1869	142	1	0,70	88	—	—	5868	11	0,19	6098	12	0,20
20	1870	236	—	—	112	1	0,89	8112	9	0,11	8460	10	0,12
21	1871	379	3	0,80	200	2	1,00	8846	24	0,27	9425	29	0,31
22	1872	412	3	0,73	256	5	1,95	7106	46	0,65	7774	54	0,69
23	1873	983	2	0,20	556	2	0,36	11506	41	0,36	13045	45	0,34
24	1874	874	2	0,23	612	1	0,16	14330	50	0,35	15816	53	0,34
25	1875	557	—	—	595	3	0,50	1886	6	0,32	3038	9	0,30
26	1876	409	1	0,24	756	5	0,66	1834	4	0,22	2999	10	0,33
27	1877	560	6	1,07	726	4	0,55	2846	3	0,14	4132	13	0,31
28	1878	866	—	—	971	—	—	3188	1	0,03	5025	1	0,02
	Summa	5657	19	0,34	5024	24	0,48	88668	271	0,31	99349	314	0,32

## II. Nach Lieferanten geordnet.

Laufende Nr.	Der Lieferanten		Vorhandene Bandagen	Gebrochene Bandagen	Procentsatz	Laufende Nr.	Der Lieferanten		Vorhandene Bandagen	Gebrochene Bandagen	Procentsatz
	Namen	Wohnort					Namen	Wohnort			
a. Locomotiven.						c. Wagen.					
1	Falkenroth, Kocher & Co.	Haspe	14	—	—	1	H. Gruson	Buckau	768	—	—
2	Gesellschaft Phönix	Laar b/Ruhrort	2	—	—	2	Ganz	Ofen	10	—	—
3	A. Borsig	Berlin	32	—	—	3	Daclen & Schreiber	Bochum	226	—	—
4	König & Reunert	Annen	6	—	—	4	Fr. Woehlert	Berlin	118	—	—
5	Eberhard Hösch & Söhne	Düren	8	—	—	5	Michiels & Co.	Eschweiler	264	—	—
6	Rheinische Stahlwerke	Ruhrort	126	—	—	6	Paulinenhütte	Rothe Erde b/Dortmund	34	—	—
7	Friedrich Krupp	Essen	3047	1	0,03	7	Harkort	Barop	16	—	—
8	Bochumer Verein für Bergbau u. Gussstahl- fabrikation	Bochum	2382	16	0,67	8	Loyd	England	16	—	—
9	Wickers sons' & Co.	Sheffield	28	1	3,79	9	F. E. Behrens & Co.	Dortmund	276	—	—
10	Poensgen, Giesbers & Co.	Düsseldorf	12	1	8,33	10	Bochumer Verein für Bergbau u. Gussstahl- fabrikation	Bochum	17658	2	0,01
	Summa		5657	19	0,34	11	Friedrich Krupp	Essen	5200	3	0,06
b. Tender.						12	Brückmann & Co.	Dortmund	3198	40	1,25
1	Stahlwerk Osnabrück	Osnabrück	47	—	—	13	Rheinische Stahlwerke	Ruhrort	3434	5	0,15
2	Rheinische Stahlwerke	Ruhrort	756	—	—	14	v. d. Zypen	Deutz	1180	2	0,17
3	Friedrich Krupp	Essen	148	—	—	15	Poensgen, Giesbers & Co.	Düsseldorf	2384	5	0,21
4	Poensgen, Giesbers & Co.	Düsseldorf	330	—	—	16	Falkenroth, Kocher & Co.	Haspe	15074	44	0,29
5	Hoerder Bergwerks- und Hüttenverein	Hoerde	288	1	0,35	17	C. Ruütz & Co.	Rothe Erde b/Dortmund	4484	13	0,29
6	Englerth & Cünzer & Fuhse	Eschweiler	1078	6	0,56	18	Englerth & Cünzer & Fuhse	Eschweiler	16728	59	0,36
7	Falkenroth, Kocher & Co.	Haspe	1722	11	0,64	19	de Dietrich & Co.	Niederbronn	2952	12	0,41
8	Eberhard Hösch & Söhne	Düren	262	2	0,76	20	Hoerder Bergwerks- und Hütten-Verein	Hoerde	10368	60	0,58
9	Bochumer Verein für Bergbau u. Gussstahl- fabrikation	Bochum	132	1	0,76	21	Eberhard Hösch & Söhne	Düren	3012	18	0,60
10	de Dietrich & Co.	Niederbronn	233	2	0,86	22	Gesellschaft Phönix	Laar b/Ruhrort	1112	7	0,63
11	C. Ruütz & Co.	Rothe Erde b/Dortmund	28	1	3,79	23	A. Borsig	Berlin	156	1	0,64
	Summa		5024	24	0,48		Summa		88668	271	0,31

## III. Angabe des Materials der vorhandenen und gebrochenen resp. angebrochenen Bandagen.

Bezeichnung der Fahrzeuge.	Puddelstahl-Bandagen			Gussstahl-Bandagen			Schmiedeeiserne Bandagen			Hartgussräder			Gussstahl-Scheibenräder		
	vorhandene Stück	gebrochene Stück	%	vorhandene Stück	gebrochene Stück	%	vorhandene Stück	gebrochene Stück	%	vorhandene Stück	gebrochene Stück	%	vorhandene Stück	gebrochene Stück	%
Locomotiven . . .	30	—	—	5567	19	0,34	(alte) 60	—	—	—	—	—	—	—	—
Tender . . . . .	3323	22	0,66	1701	2	0,12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wagen . . . . .	57498	241	0,42	9230	27	0,29	(alte) 604	3	0,50	778	—	—	20558	—	—
Summa . . . . .	60851	263	0,43	16498	48	0,29	664	3	0,45	778	—	—	20558	—	—

## IV. Angabe des Materials und der Procente der gebrochenen resp. angebrochenen Bandagen.

Bezeichnung der Fahrzeuge.	Puddelstahl-Bandagen		Gussstahl-Bandagen		Schmiedeeiserne Bandagen		Gebrochene Bandagen
	Stück	%	Stück	%	Stück	%	Stück
Locomotiven . . . . .	—	—	19	100,00	—	—	19
Tender . . . . .	22	91,67	2	8,33	—	—	24
Personenwagen . . . . .	10	76,92	3	23,08	—	—	13
Postwagen . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
Gepäckwagen . . . . .	12	100,00	—	—	—	—	12
Güterwagen . . . . .	219	89,02	24	9,76	3	1,22	246
Summa . . . . .	263	83,76	48	15,29	3	0,95	314

## V. Angabe, ob Lang- oder Querrisse constatirt, sowie ob die Bandagen der Einwirkung der Bremse ausgesetzt gewesen.

Bezeichnung der Fahrzeuge und Namen der Lieferanten.	Langriss						Querriss						Es kommen somit		
	gebremst			ungebremst			Summa	gebremst			ungebremst			Summa	auf je 1 Langriss Querrisse
	Puddelstahl	Gussstahl	Schmiedeeisen	Puddelstahl	Gussstahl	Schmiedeeisen		Puddelstahl	Gussstahl	Schmiedeeisen	Puddelstahl	Gussstahl	Schmiedeeisen		Summa
<b>Locomotiven</b>													18	18,00	0,06
Bochumer Verein etc. zu Bochum . . .	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	14	—	—	—	—
Friedrich Krupp zu Essen . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Pönsgen, Giesbers & Co. zu Düsseldorf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Wickers sons' & Co. zu Sheffield . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<b>Tender</b>													6	0,33	3,00
Bochumer Verein etc. zu Bochum . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Hoerder Verein etc. zu Hoerde . . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Falkenroth, Kocher & Co. zu Haspe . .	9	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Eberh. Hoesch & Söhne zu Düren . . .	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
de Dietrich & Co. zu Niederbronn . . .	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Englerth & Cünzer & Fuhse zu Eschweiler	5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
C. Ruëtz & Co. zu Rothe Erde . . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Personenwagen</b>													4	0,44	2,25
Pönsgen, Giesbers & Co. zu Düsseldorf	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—
Hoerder etc. Verein zu Hoerde . . . .	3	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Englerth & Cünzer & Fuhse zu Eschweiler	1	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rheinische Stahlwerke zu Ruhrort . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<b>Gepäckwagen</b>													7	1,40	0,71
Eberh. Hoesch & Söhne zu Düren . . .	2	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Englerth & Cünzer & Fuhse zu Eschweiler	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Latus . . . . .	26	1	—	4	1	—	33	10	4	—	1	18	—	—	—

Bezeichnung der Fahrzeuge und Namen der Lieferanten.	Langriss							Querriß							Es kommen somit		
	gebremst			ungebremst				gebremst			ungebremst				Summa	auf je 1 Lang- riss- Quer- risse	auf je 1 Quer- riss- Lang- risse
	Puddel- stahl	Gussstahl	Schmiede- eisen	Puddel- stahl	Gussstahl	Schmiede- eisen	Summa	Puddel- stahl	Gussstahl	Schmiede- eisen	Puddel- stahl	Gussstahl	Schmiede- eisen	Summa			
Transport . . . . .	26	1	—	4	1	—	33	10	4	—	1	18	—	35	—	—	
C. Ruetz & Co. zu Rothe Erde . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Rheinische Stahlwerke zu Ruhrort . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Brückmann & Co. zu Dortmund . . . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<b>Güterwagen</b>							161							85	0,53	1,89	
Bochumer Verein etc. zu Bochum . . . . .	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	
Friedrich Krupp zu Essen . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	
Pönsgen, Giesbers & Co. zu Düsseldorf . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	
Hoerder Verein etc. zu Hoerde . . . . .	14	—	—	13	—	—	—	11	7	—	5	5	—	—	—	—	
Falkenroth. Kocher & Co. zu Haspe . . . . .	14	—	—	13	1	1	—	9	—	—	6	—	—	—	—	—	
Eberh. Hoesch & Söhne zu Düren . . . . .	2	—	—	4	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	
de Dietrich & Co. zu Niederbromm . . . . .	6	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Englerth & Cünzer & Fuhse zu Eschweiler . . . . .	15	—	1	26	—	—	—	7	—	—	1	—	—	—	—	—	
C. Ruetz & Co. zur Rothe Erde . . . . .	5	—	—	3	—	—	—	1	—	—	3	—	—	—	—	—	
Rheinische Stahlwerke zu Ruhrort . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	
Brückmann & Co. zu Dortmund . . . . .	14	—	—	12	—	—	—	10	—	—	3	—	—	—	—	—	
v. d. Zypen zu Deutz . . . . .	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Gesellschaft Phönix zu Laar b/Ruhrort . . . . .	1	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
A. Borsig zu Berlin . . . . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<b>Summa . . . . .</b>	<b>99</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>88</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>194</b>	<b>57</b>	<b>20</b>	<b>—</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>—</b>	<b>120</b>	<b>0,62</b>	<b>1,62</b>	

VI. Angabe der in den einzelnen Monaten gebrochenen resp. angebrochenen Rad-Bandagen.

Bezeichnung der Fahrzeuge.	Es brachen im Monat														in Sum- ma	Bemerkungen.										
	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli				August		September		October		November		December	
	Langriss	Querriß	Langriss	Querriß	Langriss	Querriß	Langriss	Querriß	Langriss	Querriß	Langriss	Querriß	Langriss	Querriß			Langriss	Querriß	Langriss	Querriß	Langriss	Querriß	Langriss	Querriß	Langriss	Querriß
Locomotiven . . . . .	—	—	—	—	2	1	—	2	—	1	—	3	—	1	—	1	—	3	—	—	—	1	4	1	18	
Tender . . . . .	2	—	1	—	3	2	—	2	1	—	2	1	—	1	1	—	1	—	2	—	—	5	—	18	6	
Personenwagen . . . . .	—	1	1	—	2	—	—	—	—	3	1	3	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9	4
Postwagen . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gepäckwagen . . . . .	—	—	—	1	—	1	—	—	1	1	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	5	7
Güterwagen . . . . .	13	8	19	9	17	6	16	3	21	3	21	6	6	10	7	10	7	5	8	3	8	10	18	12	161	85
<b>Summa . . . . .</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>194</b>	<b>120</b>
Gegen den Durchschnitt (26 Stück) . . . . .	—	2	+	5	+	5	—	4	+	4	+	7	+	2	—	4	—	12	—	10	—	4	+	15		
Graphische Darstellung																										

+ Mehr als Durch-  
schnitt.  
= 0 Durchschnitt.  
— Weniger als im  
Durchschnitt.

## VII. Angabe der Stärke der gebrochenen resp. angebrochenen Bandagen.

Lfd. Nr.	E s b r a c h e n B a n d a g e n							
	bei einer Stärke von mm	bei Locomotiven Stück	bei Tender Stück	bei Personenwagen Stück	bei Postwagen Stück	bei Gepäckwagen Stück	bei Güterwagen Stück	in Summa Stück
1	20—23	—	2	—	—	—	1	3
2	24—27	5	1	1	—	—	21	28
3	28—30	7	3	2	—	1	29	42
4	31—33	—	1	2	—	1	18	22
5	34—36	1	4	2	—	2	29	38
6	37—39	1	3	1	—	2	20	27
7	40—42	—	—	1	—	4	31	36
8	43—45	—	5	—	—	1	35	41
9	46—50	—	1	3	—	—	28	32
10	51—55	2	4	—	—	1	17	24
11	56—60	3	—	—	—	—	13	16
12	61—64	—	—	1	—	—	4	5
	Summa	19	24	13	—	12	246	314

## Bemerkungen:

- ad Nr. III. Bei den allerdings nicht gebremsten Gussstahlscheibenrädern und den Hartgussrädern sind im Laufe des Jahres 1878 keine Brüche vorgekommen. Bei den Bandagen, welche theilweise der Bremswirkung ausgesetzt sind, stellte sich das Verhalten der Gussstahlbandagen am günstigsten.
- ad Nr. V. Die Zahl der Langrisse bei Gussstahlbandagen ist gegenüber der bei Puddelstahlbandagen eine höchst geringfügige, dagegen ist die Neigung der ersteren zu Querbrüchen etwas grösser als die der letzteren.
- In die vorstehende Nachweisung sind sämtliche Brüche resp. Anbrüche und Langrisse von Bandagen aufgenommen, welche unter Fahrzeugen auch bei der Revision in den Werkstätten aufgefunden wurden.

Elberfeld, den 3. Mai 1879.

## Das neue Empfangsgebäude des Bahnhofes Wittenberg.

Nach Mittheilung des Herrn Bauraths Wiedenfeld in Berlin.

(Hierzu Fig. 1—4 auf Taf. XXXI.)

Das Empfangsgebäude des Bahnhofes Wittenberg ist nachdem der Bahnhof zu einem Inselbahnhofe für die Kreuzung der beiden Linien Zerbst-Wittenberg-Falkenberg und Halle-Wittenberg-Berlin vollständig umgebaut worden und während dieser Umbau-Arbeiten von August 1876 bis Ende October 1877 zur Ausführung gebracht worden. Dasselbe ist im Rohbau aus Greppiner gelben Backsteinen ausgeführt und an 3 Seiten durch eine 9<sup>m</sup> breite Perron-Halle umschlossen; und die 4te Kopfseite ist für die Zufahrt von der Stadt Wittenberg freigelassen. Man kann auf diese Weise trockenen Fusses von der einen zur anderen Gebäudeseite gelangen, ohne das Gebäude selbst zu passiren, ebenso zur Haupt-Retirade, welche mit dem Empfangsgebäude in der Weise zusammenhängt, dass der dazwischen gelegene kleine Wirthschaftshof von übereinstimmend mit der Architectur des Gebäudes ausgebildeten Umfassungsmauern eingeschlossen ist.

Der vordere Kopfbau enthält ausser dem Vestibüle für Billetaussgabe und Gepäckaufgabe noch die Büreaus der Verwaltung und der Post. Die Wartesäle sind in dem anstossenden Längsbau untergebracht. Eigenthümlich ist die zu einer besseren Erleuchtung derselben gewählte Anordnung des Querschnittes derselben (Fig. 2). Dieser ist nämlich basilikaartig

so gebildet, dass das mittlere Schiff höher hinausgeführt und eine Reihe von Seitenfenstern über dem Dach der Seitenschiffe und der Perrons erhalten hat. Die vielen Uebelstände der Oberlichte sind dadurch glücklich vermieden.

Der zwischen den beiden Wartesälen gelegene Büffetraum ist zweistöckig ausgeführt und enthält im oberen Geschoss die Räume für das Dienstpersonal des Restaurateurs. Ebenso ist der Schluss des Gebäudes hinter dem Wartesaal II. Classe zweistöckig ausgeführt und dort eine Wohnung für den Restaurateur geschaffen. Der obere Stock des Kopfbaues enthält 2 Dienstwohnungen für Bahnhofsbeamte.

Die für das Publikum bestimmten und die Bureau-Lokale werden durch eine Centralheizung erwärmt. Dieselbe wird durch 2 Luftheizungs-Apparate, s. g. Caloriferen, von Reinhardt in Würzburg bewirkt. Der Querschnitt der Luftkanäle ist so reichlich bemessen worden, dass die Bewegung der Luft eine gleichmässige und langsame ist und die warme Luft mit mässiger Temperatur in die Räume eintritt. Die Heizungs-Anlage hat sich bis jetzt recht gut bewährt. Bedingung ist jedoch eine aufmerksame und sorgfältige Bedienung und stete Achtung namentlich auf den Verdunstungs-Apparat.

Die Ausführung war durch den beschränkten Bauplatz,

der des ungestörten Betriebes wegen, nicht willkürlich ausgedehnt werden konnte, ausserordentlich gehemmt und hatte ausserdem mit theilweise schlechtem Baugrunde und hohem Grundwasserstande zu kämpfen. Zum besseren Schutze und Abführung des Grundwassers musste um das ganze Gebäude herum eine Drainage gelegt werden, welche ca. 0,5<sup>m</sup> unter Kellersohle liegt; leider konnte diese nur eine geringe Vorfluth erhalten, so dass bei Hochwasser der Elbe, welches sich bis in die Umgebung des Bahnhofes erstreckt, die Abführung des Wassers keine genügende ist. Es ist daher auch nicht gelungen die tieferen Theile der Heizkammern zur Zeit des höchsten Grundwasserstandes ganz wasserfrei zu erhalten.

Die Perronhalle ist mit einem Pultdach im Anschluss an das Gebäude versehen, welches eine leichte Eisenconstruction erhalten hat. —

Genauere Zeichnungen des obigen Empfangsgebäudes mit verschiedenen Ansichten, Längenschnitten und Details wird das nächste Heft der Musterconstructionen für Eisenbahnbau 3. Lieferung 2. Hälfte (Hannover Helwing'sche Verlagsbuchhandlung) enthalten. —

Die Kosten des beschriebenen Empfangsgebäudes haben (ohne Mobilien) rot. 217500 Mark betragen; die Heizeinrichtung kostet 6500 Mark.

### Die kleinen Stationen der Bahnstrecke Wittenberg-Falkenberg.

(Hierzu Fig. 5—9 auf Taf. XXXI.)

Die 3 Stationen der 53,7 Kilom. langen neuen Bahnstrecke Wittenberg-Falkenberg, nämlich Elster, Jessen und Annaberg, haben Stationsgebäude nach demselben Plane, wovon die Fig. 5 und 6 auf Taf. XXXI zwei Querschnitte, Fig. 7 einen Längenschnitt, sowie Fig. 8 und 9 zwei Grundrisse darstellen, erhalten. Die Gebäude sind in Ziegel-Rohbau ausgeführt. Ueber dem Eingang an der Strassenseite ist auf eisernen Consolen eine leichte Verdachung angebracht; rechts vom Vestibül gelangt man zum Billet-Verkauf und Gepäckannahme, geradeaus zum Wartesaal I. und II. Classe und links zum Wartesaal III. und IV. Classe. Zwischen beiden letzteren liegt die Restauration und die gemeinschaftliche Passage oder der Ausgang aus den Wartesälen; bei starkem Andrang kann noch je eine zweite Thüre direct aus den Wartesälen nach dem Perron ge-

öffnet werden. Der Wartesaal III. und IV. Classe befindet sich in einem einstöckigen Anbau, während über den übrigen Räumen noch ein zweiter Stock mit 2 Dienstwohnungen für Stationsbeamten angebracht ist. Der Eingang zu den Dienstwohnungen befindet sich an der Kopfseite zwischen dem Stationsbüro und der Gepäckannahme. Der Bau dieser Stationen wurde Anfangs September 1874 begonnen und bis zum September des folgenden Jahres vollendet. Die Strecke wurde am 15. October 1875 dem Betriebe übergeben. Besondere Schwierigkeiten sind betreffs der Ausführung nicht zu verzeichnen. Die Kosten eines jeden der 3 Gebäude haben rot. 45000 Mark (ohne Möblirung) betragen. Das nächste Heft der Musterconstructionen für Eisenbahnbau wird ebenfalls genauere Zeichnungen, verschiedene Ansichten und Details bringen.

### Leicht bewegliche Regulatoren bei Locomotiven.

Mitgetheilt von **Otto Gebauer**, Ober-Inspector der a. p. Buschtehader Eisenbahn in Prag.

Anknüpfend an den Aufsatz mit gleicher Ueberschrift vom Oberingenieur Herrn Tapezierer in Teplitz im V. Hefte 1879 dieser Zeitschrift, sei es mir gestattet zu erwähnen, auf welche Art Locomotivführer sich zu helfen wissen, wenn der Regulator schwer geht, wenn ihnen jedoch keine Vorrichtung zur Oelung des Regulators zu Gebote steht.

Eine Eisenbahn, welche dem d. E.-B.-V. angehört, besitzt unter anderen 5 ältere Tenderlocomotiven, System Engerth, aus den fünfziger Jahren, welche verticale Regulatorschieber ähnlicher Construction haben, wie Fig. 9 und 10 Taf. XXII 5. Heft 1879 darstellen, die jedoch keine Schmiervasen hatten.

Diese Locomotiven werden seit einer Reihe von Jahren nur mehr zum Verschubdienste verwendet und da eine solche Diensttour stets von früh Morgens bis zum späten Abend dauert und wenige kurze Pausen hat, so ist das Personal dabei ziemlich angestrengt.

Die Regulatoren gingen bei allen diesen Locomotiven trotz des geringen Dampfdruckes von 7,5 Atm. nicht besonders leicht, wenn aber die Diensttour schon mehrere Stunden gedauert

hatte, waren sie sogar recht schwer zu bewegen und war dies ein Umstand, welcher dem betreffenden Personal die Dienstleistung mit diesen Maschinen verleidet.

Die Leute wussten sich jedoch zu helfen. Sie gossen in die Cylinder auf einmal eine grosse Portion Oel und fuhren sodann stets mit verkehrt gestellter Steuerung auf und nieder, auf diese der Maschine allerdings nicht zuträgliche Weise mit der angesogenen Luft auch Oel aus den Cylindern durch die Dampfeinströmungsröhren und durch den Regulator in den Kessel pressend, und so den Regulatorschieber auf einem starken Umwege schmierend.

Dieser Vorgang wurde nach Bedarf auch mehrmals täglich wiederholt. Die Maschinen litten dadurch nicht wenig.

Natürlich wurden die Regulatoren, sobald der Vorgang zur Kenntniss der maassgebenden Stelle gelangte, mit den von Herrn Oberingenieur Tapezierer beschriebenen continuirlich und dabei sehr sparsam schmierenden Apparaten versehen und hat seitdem jene den Locomotiven so schädliche Art der Regulatorschmierung von selbst aufgehört.

## W. Steding's patentirte Metall-Stopfbüchse.

(Hierzu Fig. 10—13 auf Taf. XXXI.)

Die Packung der Stopfbüchse besteht aus zwei oder mehreren zweitheiligen Metallringen a a und aus einem dieselben umgebenden elastischen Dichtungsmaterial (für hohe Temperaturen Asbestpackung), welches die Metallringe an die Stange presst und die Fugen der Ringe verschliesst. Mit der einen Hälfte der Metallringe sind zwei Blechstücke g g verbunden, welche beim Zusammensetzen der Stopfbüchse die Ringe zusammenhalten und in der Folge das Eindringen von Dichtungsmaterial in die Fugen der Metallringe verhindern. Ein Stift h sorgt dafür, dass die Fugen der beiden Metallringe um 90° versetzt sind. Das Nachziehen der Stopfbüchse geschieht durch Drehen des zweitheiligen, mit Gewinde und Sechskant versehenen Ringes d, wodurch der geschlossene Ring c derart fortgeschoben wird, dass er das Dichtungsmaterial stärker zusammenpresst. Der Ring c wird hierbei durch eine oder zwei Schrauben f verhindert, an der Drehung Theil zu nehmen und wird derselbe aussen durch den Stopfbüchsendeckel und innen durch den zweitheiligen Ring b geführt.

Die Ringe b und d brauchen nur dann zweitheilig hergestellt zu werden, wenn Verstärkungen an den Enden der Stangen das Aufbringen der geschlossenen Ringe nicht gestatten.

Von den an Locomotiven mehrerer Eisenbahnverwaltungen

ausgeführten Stopfbüchsen haben sich die zuerst von Seiten der Hamoverschen Staatsbahn ausgeführten, seit Januar cr. im regelmässigen Betriebe befindlichen Stopfbüchsen bislang gut bewährt und lässt das Verhalten derselben auf eine grosse Dauer schliessen.

### Besondere Vortheile der Stopfbüchse.

- 1) Die Stopfbüchse kann während des Betriebes von dem Maschinisten nach Bedarf nachgezogen werden, welcher Umstand ermöglicht, die Stopfbüchsenreibung, auf ein Minimum zu reduciren. Ein schiefes Anziehen der Stopfbüchse ist der Construction zu Folge unmöglich.
- 2) Die ev. zu erneuernden Metalldichtungsringe haben die einfachste Form und bewirken auch bei grosser Ausnutzung stets eine sichere Dichtung.
- 3) Die Stopfbüchse kann bei vollständigem Defectwerden der Dichtungsringe in sehr kurzer Zeit mit neuen Dichtungsringen oder auch, wenn solche nicht vorhanden, mit jedem anderen Dichtungsmaterial verpackt werden.

Die Patentgebühr beträgt für die ersten 4<sup>cm</sup> des Stangendurchmessers je 1/2 Mark und für jeden folgenden Centimeter je 1 Mark.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### B a h n - O b e r b a u.

#### Chemische Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften der Stahlschienen.

Von C. B. Dudley, Chemiker der Pennsylvania-Eisenbahn.

Nach der Railroad Gazette mitgetheilt von H. Bartels.

Die geringe durchschnittliche Dauer der Stahlschienen veranlasste im Frühjahr 1877 die Pennsylvania-Eisenbahn-Gesellschaft eine genaue Untersuchung bezüglich der chemischen Zusammensetzung und der physikalischen Eigenschaften der Schienen anstellen zu lassen. Dabei sollte zunächst die Ursache, warum einzelne Schienen schon nach wenigen Monaten ausgewechselt werden müssen, während andere länger als zehn Jahre halten, ermittelt und danach die Frage gelöst werden, wie es möglich sei, Schienen von längerer Dauer und gleichförmiger Beschaffenheit zu erhalten.

Bei Beantwortung dieser Frage ging man von der Ansicht aus, dass die Qualität des Stahls abhängig sei von seiner chemischen Zusammensetzung und der Behandlung während der Fabrikation. Ferner wurde angenommen, dass die Behandlung des Stahls beim Bessemer-Process, abgesehen von kleinen Abweichungen, die in der Sorglosigkeit der Arbeiter oder dem Mangel an geeigneten Vorkehrungen ihren Grund haben, eine constante und gleichmässige sei, dass der Bessemer-Process da-

her immer ein gleichmässiges Product liefere, soweit diese Gleichmässigkeit von der gleichförmigen Behandlung abhängig ist. Die Frage, wie man gute Schienen herstellt, läuft dann lediglich auf die Untersuchung der chemischen Zusammensetzung hinaus.

Zur Erkennung der Gleichförmigkeit des Fabrikates, soweit sie von der gleichmässigen Behandlung beim Bessemern abhängig ist, wird aber nicht allein die chemische Untersuchung ausreichen, sondern es dienen dazu vorzüglich physikalische Versuche und die Controlen bei der Fabrikation. Ist z. B. eine Charge im Converter durch falsche Behandlung misslungen, so wird dies durch die Festigkeitsprobe dargethan und man kann danach die ganze Charge verwerfen.

Die gestellte Frage, wie man Schienen erhalten kann, welche eine genügende Dauer und gleichmässige Beschaffenheit haben, zerfällt demnach in zwei andere:

- 1) Welche chemische Zusammensetzung sollen bei dem jetzigen Stande des Bessemer-Processes die Schienen haben.
- 2) Welche physikalischen Proben und welche Controlen sind für sichere Herstellung gleichförmiger Fabrikate erforderlich.

Was zuerst die chemische Zusammensetzung an-

belangt, so ist bekannt, dass in fast allen Stahl- und Eisensorten sich Beimischungen befinden, von denen besonders sechs, nämlich Kohlenstoff, Phosphor, Silicium, Mangan, Schwefel und Kupfer, selbst wenn sie nur in kleinen Quantitäten vorkommen, einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität des Eisens haben.

Schwefel und Kupfer machen den Stahl rothbrüchig, so dass er beim Walzen bricht und zerstückelt, haben aber auf die Haltbarkeit des Stahls keinen nachtheiligen Einfluss. Aus letzterem Grunde und da die Schienenfabrikanten schon dafür sorgen, dass nicht zu viel Kupfer und Schwefel in den Schienen enthalten ist, wird von der Bestimmung dieser beiden Körper bei der Analyse abgesehen.

Um zu ermitteln, wie viel von den übrigen vier Beimischungen guter Schienenstahl enthalten darf, wurden fünf- und zwanzig Schienenstücke auf ihren Gehalt an Kohle, Phosphor, Silicium und Mangan sehr sorgfältig untersucht. Die zu untersuchenden Proben wurden nur aus solchen Schienen genommen, die in der Strecke gelegen hatten und entweder gebrochen, zerdrückt und nach kurzem Gebrauch abgenutzt waren, oder die sich sehr lang und gut gehalten hatten. Die Proben waren aus den Lieferungen von sieben verschiedenen Firmen und aus den verschiedenen Strecken der Pennsylv. Bahn ausgewählt, so dass sie ein richtiges Bild der verschiedenen Lieferungen gaben, und etwaige locale Einwirkungen ausser Acht bleiben konnten.

Wenn nun die chemische Zusammensetzung einerseits der guten andererseits der schlechten Schienen innerhalb enger Grenzen eine gewisse Gleichförmigkeit zeigte, und wenn diese Gleichförmigkeit für die schlechten und guten Schienen verschieden war, so erschien der Schluss gerechtfertigt, dass man die Zusammensetzung der guten Schienen erstreben, von derjenigen der schlechten aber Abstand nehmen müsse.

Als Maassstab für den Werth einer Schiene wurde das Gewicht der Lasten zu Grunde gelegt, welche über die Schienen befördert waren. Ferner wurde berücksichtigt, ob die Schienen in der Curve oder in gerader Linie gelegen, sowie ob sie von Schnellzügen befahren worden oder nicht.

Dann wurden die Schienen in zwei Classen getheilt, in solche, welche in der Strecke gebrochen oder zerdrückt wurden und in solche, welche nicht gebrochen oder zerdrückt wurden. Bezeichnet man die ersteren als schlechte, die letzteren als gute Schienen, so befinden sich unter den schlechten Schienen vier, welche eine grössere Tonnenzahl ausgehalten haben, als einige gute Schienen. Trotzdem erscheint es mit Rücksicht auf etwaige Unglücksfälle beim Bruch der Schienen gerechtfertigt, eine Schiene, welche auf der Strecke gebrochen ist, nicht zu den guten zu rechnen.

Um ferner festzustellen, ob die guten Schienen sich von den schlechten in ihren physikalischen Eigenschaften z. B. Zugfestigkeit, Dehnbarkeit etc. unterscheiden, und um danach die Proben zu bestimmen, welche sie aushalten müssen, wurden mit den zur Analyse ausgewählten Schienenproben, mit Ausnahme von zweien, Festigkeitsversuche auf der bekannten Zerreiassmaschine nach dem System des Professor Thurston vorgenommen.

Die Resultate der chemischen Analyse und der Festigkeitsproben sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt, welche auch die Gewichte der über die Schienen passirten Lasten, die Dienstzeit der Schienen und deren Lage angiebt.

Was den Einfluss der vier genannten Beimischungen anbelangt, so steht wohl fest, dass Phosphor und Silicium den Stahl hart und spröde machen, ohne ihm eine andere, bessere Eigenschaft zu geben als höchstens längere Dauer, während Kohlenstoff und Mangan den Stahl auch hart und spröde machen, aber seine Festigkeit vermehren und seine Zähigkeit vermindern.

Eine Stahlschiene darf nun nicht so hart und spröde sein, dass sie unter den sie angreifenden Kräften und Stössen bricht, und nicht so weich, dass sie zu schnell abnutzt. Es ist demnach zu bestimmen, bei welchem Gehalt an den genannten vier Bestandtheilen die Stahlschienen in dem Gleis noch gebrochen und zerdrückt werden. Ist dieser bekannt, so ist klar, dass, um eine lange Dauer der Schienen zu erzielen, es nur nothwendig sein wird, sich soviel als möglich mit dem Zusatz an Härtebildnern dieser Grenze zu nähern.

Betrachten wir nun die Tabelle, so finden wir, dass die Schienen, in denen einer der genannten Bestandtheile in hohem Grade vorkommt, in der Strecke gebrochen sind. Wir sehen ferner, dass in den 12 Schienen, welche nicht im Gleise brachen oder zerdrückt wurden, durchschnittlich 0,287 % Kohlenstoff enthalten war, während in denjenigen welche brachen, 0,366 % enthalten ist. In den Schienen, über welche die meisten Lasten gefahren wurden, ist der durchschnittliche Gehalt an Kohlenstoff 0,30 %.

Der durchschnittliche Gehalt an Phosphor beträgt bei den 12 Schienen, welche in der Strecke nicht brachen oder zerdrückt wurden, 0,077, in den anderen Schienen 0,132 %, und es ist hierbei besonders zu bemerken, dass in allen Fällen, wo der Phosphorgehalt höher als 0,12 % war, die Schienen in der Strecke brachen oder zerdrückt wurden.

Der mittlere Gehalt an Mangan beträgt bei den Schienen, welche nicht brachen, 0,369 %, bei den übrigen 0,521 %, derjenige an Silicium 0,044 beziehungsweise 0,047 %.

Betrachtet man den Einfluss der Beimischungen zusammen, so beträgt die durchschnittliche Summe derselben 0,778 %, in denjenigen Schienen, welche nicht brachen, und 1,030 % in den übrigen Schienen. Und man kann daraus vielleicht schliessen, dass in guten Schienen nicht mehr als zusammen 1 % an Kohlenstoff, Phosphor, Silicium und Mangan vorhanden sein darf.

Diese Schätzung ist indessen nicht ganz genau, denn der Einfluss der vier Körper auf den Stahl ist ein verschiedener, und es ist daher oft die Frage ventilirt worden, welche Quantität Silicium, Kohlenstoff oder Mangan z. B. dieselbe Härte im Stahl hervorbringen würde, als 0,01 % Phosphor. Ganz bestimmte und feste Verhältnisse sind hierfür bisher noch nicht ermittelt worden, und Herr Dudley nimmt für die Reducirung auf Phosphoreisen schätzungsweise an, dass 0,02 % Si, 0,02 % C und 0,05 % Mn den Stahl ebenso spröde und hart machen als 0,01 % P. Um daher bei der Analyse von Stahl die Phosphoreinheiten zu finden, hat man nur zu den Procenten an Phosphor die Hälfte derjenigen des Si, den dritten



resp. vierten Theil derjenigen von C resp. Mn zu addiren. Auf diese Weise sind in der Tabelle die Zahlen unter der Columne: Summe in Phosphoreinheiten, gefunden worden. Betrachten wir diese Zahlen näher, so finden wir, dass die mittlere Anzahl der Phosphoreinheiten in denjenigen Schienen, welche nicht brachen, 27, bei denjenigen welche brachen oder zerdrückt wurden, aber 38 beträgt: ferner dass mit einer Ausnahme Nr. 395 bei den guten Schienen die Gesamt-Summe der Phosphoreinheiten nicht höher als 31, meistens aber nur 29 oder weniger beträgt, während sie bei den gebrochenen

oder zerdrückten Schienen niemals unter 33 ist. Man kann daraus wohl schliessen, dass gute Schienen nicht mehr als 31 oder 32 solcher Phosphoreinheiten enthalten dürfen. Andererseits wird in den Schienen, um ein langsames Abnutzen zu erzielen, nicht zu wenig von den Härtebildnern sein dürfen, nur bei einer Schiene, welche nicht brach, finden wir die Summe der letzteren grösser als 31. und es ergibt sich hieraus, dass bei brauchbaren Schienen die Summe der härtenden Bestandtheile sich nicht weit von 30 Phosphoreinheiten entfernen soll.

Nr. der Schienen	Ueber die Schiene gefahrene Lasten in Tonnen	Die Schiene lag in der Strecke		Die Schiene lag in der Curve deren Radius in Metern	Chemische Zusammensetzung.						Physikalische Proben.				
		Jahre	Monate		C	P	Mn	Si	Summe	Summe in Phosphor-Einheiten	Drehungswinkel Grad	Drehungsmoment	Bruchmodul Kilogr. pro qmm	Zug bei der Elastic.-Grenze. Kilogr. pro qmm	Ausdehnung in Procent der Länge
415	48037879	9	3	874	0,336	0,079	0,458	0,061	0,934	31,3	137	321	54,27	22,82	25
416	47354754	8	3	∞	0,283	0,114	0,334	0,030	0,761	29,0	127	289	48,86	20,30	22
390	47332411	9	—	874	0,291	0,057	0,354	0,068	0,770	25,9	126	302	51,06	23,67	21
262	44636201	8	1	194	0,337	0,056	0,374	0,056	0,823	27,1	—	—	—	—	—
413	36901508	9	4	200	0,233	0,041	0,208	0,074	0,556	19,7	175	280	47,34	20,46	38
414	34839438	9	6	∞	0,309	0,058	0,326	0,030	0,723	24,1	148	292	49,37	19,95	28
417	34108667	9	6	380	0,345	0,075	0,426	0,041	0,887	29,6	124	312	52,75	21,64	21
392	32957247	6	—	437	0,231	0,087	0,364	0,047	0,729	26,0	151	294	49,70	21,98	29
398	27296043	6	2	437	0,225	0,111	0,318	0,016	0,670	25,8	130	282	47,68	19,44	23
394	25043350	6	—	874	0,286	0,083	0,418	0,023	0,810	27,3	149	322	54,44	32,97	29
395	24606889	4	7	437	0,353	0,103	0,576	0,059	1,091	36,5	134	338	57,14	23,67	24
393	17083416	9	6	∞	0,219	0,065	0,272	0,028	0,584	20,6	217	285	48,18	20,29	55
388	37005142	10	—	∞	0,303	0,166	0,316	0,032	0,817	34,6	120	322	54,44	22,82	19
389	34338639	5	1	437	0,343	0,127	0,670	0,036	1,176	39,3	121	320	54,10	21,98	20
391	30873173	5	10	380	0,294	0,181	0,354	0,020	0,849	36,0	136	333	56,30	24,18	19
397	21935613	4	7	∞	0,365	0,130	0,458	0,020	0,973	35,3	82	260	43,96	18,52	9
277	16600728	4	3	∞	0,573	0,075	0,853	0,182	1,688	52,9	101	433	73,20	30,94	14
396	16683266	3	—	nicht angegeben	0,350	0,134	0,626	0,058	1,168	40,5	105	342	57,81	26,20	15
83	10027131	1	4	194	0,323	0,135	0,522	0,035	1,015	36,4	106	340	57,48	23,84	15
282	4535318	1	5	∞	0,354	0,132	0,552	0,050	1,088	38,5	—	—	—	—	—
371	2741056	—	8	109	0,386	0,127	0,380	0,053	0,946	35,8	85	342	57,82	33,81	10
372	2741056	—	8	103	0,416	0,155	0,460	0,034	1,065	40,3	102	346	58,50	21,98	14
373	2741056	—	8	87	0,300	0,138	0,412	0,024	0,874	33,2	102	281	47,51	18,59	14
347	war nur im Gleise	5 Tage	—	nicht angegeben	0,387	0,056	0,670	0,035	1,148	33,6	67	306	51,73	21,98	6
32	—	brach beim Uebergang des ersten Zuges	—	dto.	0,359	0,156	0,505	0,035	1,055	39,4	111	333	56,30	21,99	17

Diese Schienen wurden im Gleis gebrochen oder zerdrückt.  
Diese Schienen wurden im Gleis gebrochen oder zerdrückt.

Es kommt ferner darauf an, zu bestimmen, in welcher Menge jede der 4 in Rede stehenden Beimischungen vorkommen darf. Wie bereits bemerkt, beträgt der Phosphorgehalt bei den Schienen, welche brachen oder zerdrückt wurden, über 0,12%, bei den anderen Schienen nie über 0,115 und meistens unter 0,09%. Mit Rücksicht darauf, dass Phosphor den Stahl spröde und brüchig macht, empfiehlt es sich, die Grenze an Phosphorgehalt auf 0,10% anzunehmen, je weniger Silicium vorhanden, um so besser. Da es aber nicht möglich ist, im Bessemer-Process Stahl ganz ohne Silicium darzustellen, so wird man ein geringes Vorkommen desselben vielleicht bis 0,04% annehmen können.

Für Kohlenstoff und Mangan wird man etwas weitere Grenzen ziehen müssen, für ersteren vielleicht 0,25 bis 0,35, für letzteres 0,30 bis 0,40%. Hiernach würden die Werthe

der härtenden Bestandtheile auf Phosphoreinheiten reducirt 26 oder 32 sein, je nachdem man die unteren oder oberen Werthe für Kohlenstoff und Mangan nimmt. Bei der in letzter Zeit vorherrschenden Neigung für grösseren Kohlenstoffgehalt, scheinen die oben angegebenen Werthe dafür etwas gering. Die Richtigkeit derselben lässt sich aber wie folgt nachweisen. Wenn man die Mittelwerthe für Kohlenstoff, Phosphor, Mangan und Silicium, wie sie bei den besten Schienen sich ergeben, nimmt, so kommt auf C = 0,287, auf P = 0,077, auf Mn = 0,369, auf Si = 0,044%. Dieselben Werthe betragen bei denjenigen 11 Schienen, über welche die meisten Lasten gefahren waren, für C = 0,30, für P = 0,091, für Mn = 0,38, für Si = 0,045%. Nun würde schon mit Rücksicht auf die Schwierigkeit, Schienen mit niedrigem Phosphorgehalt zu fabriciren, der letztere so hoch als eben zulässig auf 0,10% festgesetzt. Nimmt man

nun noch einen hohen Kohlenstoffgehalt, so müsste man denjenigen an Silicium verringern, wenn nicht die Summe der Beimischungen zu hoch werden soll. Dass man den Gehalt an Kohlenstoff nicht auf Kosten des Mangangehaltes vergrössern darf, geht sowohl aus den oben angegebenen Werthen, die aus der Zusammensetzung der besten Schienen abgeleitet sind, als auch aus den einzelnen Analysen hervor. Beide Werthe sind für Kohlenstoff geringer als für Mangan und liegen innerhalb der Grenzen, welche für C und Mn gegeben wurden, nämlich zwischen 0,25 und 0,35 % für Kohle und zwischen 0,30 und 0,40 % für Mangan. Nur in einem einzigen Falle Nr. 413 ist bei den Schienen, welche nicht brachen, der Gehalt an Kohlenstoff grösser als derjenige an Mangan. Halten wir ausserdem noch daran fest, dass Mangan die Festigkeit und Härte des Stahls vermehrt, ohne seine Dehnbarkeit in gleichem Maasse wie Kohlenstoff zu beeinträchtigen, so werden die Schienen, die mehr Mangan als Kohle enthalten, weniger spröde und brüchig sein und nicht schneller abnutzen, als diejenigen, bei denen der Kohlengehalt vermehrt, der Mangangehalt vermindert wurde.

Die zweite Lösung der Frage wie man gleichmässig gute Schienen erhält, wird durch die physikalischen Proben gegeben. Für letztere hat man drei Methoden.

1. Die jetzt gebräuchliche Biegeprobe, bei welcher es jedoch nicht correct erscheint, dass man den zu prüfenden Stab 19<sup>mm</sup> im Quadrat stark und 30<sup>cm</sup> lang von einem Stück Schiene ausschmiedet, denn der Stahl ändert sich jedenfalls durch das Nachschmieden, und man probirt daher ein Material von ganz anderer Qualität, als sich in den Schienen befindet. Es erscheint daher angemessen, für die Biegeprobe statt des Ausschmiedens ein Stück aus der Schiene herauszuschneiden.

2. Die Fallprobe, welche eine Zeitlang im Gebrauch war, um die Qualität und Gleichförmigkeit der Schienen zu prüfen. Es ist jedoch darauf aufmerksam zu machen, dass, wenn nicht die Fundirung sehr solid ist, ein grosser Theil der Schlagwirkung verloren geht, so dass eine Schiene auf einem schwachen Fundamente die vorgeschriebene Probe aushalten wird, über einem soliden Fundamente aber nicht. Ohne sehr grosse Aufmerksamkeit seitens der abnehmenden Gesellschaft geben daher solche Versuche irrige Resultate und dies ist der Grund, weshalb man diese Art Proben aufgegeben hat.

3. Die dritte und wohl die beste Versuchsmethode ist die, dass man den Schienenfabrikanten aufgibt, eine gleiche Art Probirmaschinen und zwar diejenige von Thurston aufzustellen, dieselbe, welche zur Prüfung der von Herrn Dudley analysirten Schienen diente. Dass diese Probe am meisten geeignet ist, die Gleichmässigkeit der Schienen klarzustellen, zeigen die Zahlen für die physikalischen Proben in obiger Tabelle, von denen nur diejenigen angegeben sind, welche sich auf die Zugfestigkeit und Ausdehnung beziehen, da diese bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft am besten die Qualität des Stahls bezeichnen. Der in der Tabelle angegebene Bruchmodul ist 0,94 von demjenigen, welcher sich aus der für die Zerreiissmaschine angegebenen Formel berechnet.

Die Tabelle zeigt nun, dass bei den Schienen, welche in der Strecke brachen oder zerdrückt wurden, mit Ausnahme von

drei Fällen 373, 347 und 397,\*) der Bruchmodul auf Zug 54 Kilogr. oder mehr pro □<sup>mm</sup>, die Verlängerung 20 % oder weniger beträgt. Bei den Schienen, welche ganz geblieben sind, liegt mit der einen Ausnahme bei Nr. 395 der Bruchmodul zwischen 47 und 54 Kilogr. pro □<sup>mm</sup>, während die Verlängerung 21 oder mehr Procent beträgt. Wenn demnach bei der Lieferung für die Schienen ein Bruchmodul von mehr als 47 Kilogr. pro □<sup>mm</sup> und eine Verlängerung von über 20 % verlangt worden wäre, so zeigt ein einfacher Blick auf obige Tabelle, dass dann alle Schienen, die in der Strecke gebrochen oder zerdrückt wurden, obiger Bedingung nicht genügt hätten und ausgeworfen wären.

Nach Vorstehendem kommen wir nun zu folgenden Resultaten:

- 1) Hoher Phosphorgehalt beeinträchtigt die Sicherheit der Schienen.
- 2) An Silicium soll so wenig vorhanden sein, als mit der Fabrikation der Schienen verträglich ist.
- 3) Als günstigster Gehalt an Kohlenstoff sind zwischen 0,25 und 0,35 %, an Mangan zwischen 0,30 und 0,40 % anzunehmen.
- 4) Die Totalsumme an härtenden Bestandtheilen auf Phosphoreinheiten reducirt, soll nicht grösser als 32, nicht kleiner als 25 sein.
- 5) Der Bruchmodul für Zug soll grösser als 47 Kilogr. pro □<sup>mm</sup> und die Verlängerung mehr als 0,20 % betragen. Hieraus ergeben sich folgende specielle Bedingungen.
  - a) Schienenstahl soll enthalten:
    - Phosphor nicht über 0,10 %.
    - Silicium nicht über 0,04 %.
    - Kohlenstoff zwischen 0,25 und 0,35 % womöglich 0,30 %.
    - Mangan zwischen 0,30 und 0,40 % womöglich 0,35 %.
 Für Schwefel und Kupfer brauchen bestimmte Angaben nicht gemacht zu werden. Andere Beimischungen dürfen nur in Spuren vorkommen.
  - b) Die Schienenfabrikanten sollen die Zerreiissmaschine von Thurston benutzen und von jeder Charge Probestücke an die Bahnverwaltung abliefern, welche dieselben prüft und die Berechtigung hat, alle Chargen zu verwerfen, welche die bestimmten physikalischen Proben nicht aushalten.
  - c) Auch behält sich die Eisenbahn-Verwaltung vor, die angelieferten Schienen jederzeit chemisch untersuchen zu lassen und diejenigen Schienen, deren chemische Beschaffenheit von der oben angegebenen Abweichung zeigt, zu verwerfen. —

Ein fernerer Aufsatz des Herrn Dudley in der Railroad Gazette vom 24. Januar c. corrigirt die oben ausgeführte Ansicht, als ob die Dauerhaftigkeit der Schienen mit der Härte derselben zunehme, auf Grund folgender Versuche und Erfahrungen. Die Pennsylvania-Bahn liess nämlich für ihre Schienen den Gehalt an Kohlenstoff von 0,30—0,50 auf 0,40—0,50 % steigern. Dabei stellte sich heraus, dass die Schienen mit dem

\*) Der Versuch mit 397 ist nicht ganz zuverlässig, da es nicht möglich war, ein gutes Probestück aus der Schiene herauszuschneiden.

höheren Kohlenstoffgehalt viel eher als die anderen abgenutzt wurden.

Ferner waren von Herrn J. T. Smith, General Manager der Barrow Haematite Steel Works in England Proben gemacht in der Weise, dass die Festigkeit eines Stücks Stahl bestimmt wurde durch die Kraft, welche nöthig war, um dasselbe zu durchstossen. Auf diese Weise zerbrach er 30 Schienen, indem  $\frac{7}{8}$ " engl. starke Löcher durch  $\frac{3}{4}$ " starke Stellen gestossen wurden.

Bei 20 Schienen betrug die zum Durchstossen erforderliche Kraft  $46\frac{1}{4}$  bis  $52\frac{1}{2}$ , im Mittel 49, bei den übrigen  $56\frac{3}{4}$  bis  $82\frac{1}{2}$ , im Mittel  $64\frac{3}{4}$  Tonnen. Jene wurden demnach als weiche Schienen bezeichnet und enthielten 0,28 bis 0,32, im Mittel 0,30 % Kohlenstoff; die übrigen wurden als harte Schienen bezeichnet und enthielten 0,36 bis 0,57, im Mittel 0,44 % Kohlenstoff. Der Verschleiss der Schienen wurde durch die Gewichts-differenz pro Yard zwischen der neuen und gebrauchten Schiene bestimmt. Diese Gewichts-differenz betrug bei den weichen Schienen 10,38 bis 16,24, im Mittel 13,54 % bei den harten Schienen aber 12 bis 20,55, im Mittel 15,18 % des vollen Gewichts der neuen Schiene. Hieraus geht klar hervor, dass die längere Dauer der Schienen nicht abhängig ist von dem Härtegrad derselben.

Andere Untersuchungen auf der North-Western-Bahn in England führten zu gleichem Resultate. Es wurden dort sieben Schienen untersucht die mit Nr. 9, 17, 18, 21, 22, 23, 24 bezeichnet werden mögen. Schiene Nr. 17 und 18 lagen neben einander in der Strecke; Nr. 17 hatte 38, Nr. 18 nur 30 Phosphoreinheiten Beimischungen, erstere wurde um  $\frac{1}{16}$ " abgenutzt durch 5251000, letztere durch 8402000 Tonnen überfahrender Lasten.

Nr. 23 hatte 47, Nr. 24 nur 25 Phosphoreinheiten Beimischungen, erstere trug 15531000 Tonnen, letztere 31061000 Tonnen Lasten pro  $\frac{1}{16}$ " Abnutzung. Im Mittel wurden die 4 weichen Schienen durch 15567000 Tonnen, die harten schon durch 10055000 Tonnen um  $\frac{1}{16}$ " abgenutzt.

Die chemische Zusammensetzung der Schiene Nr. 24, welche auffallend viel Tonnen Lasten ausgehalten, war:

$$\begin{aligned} C &= 0,270, & P &= 0,10, & Si &= 0,02, & Mn &= 0,16, \\ Sn &= 0,05, & Cu &= 0,025, & Fe &= 99,475 \%. \end{aligned}$$

Die Frage über die beste chemische Beschaffenheit der Schienen ist noch lange nicht gelöst und es ist zumal bei den hiesigen Eisenbahn-Verwaltungen sehr wenig in dieser Hinsicht geschehen. Derartige Untersuchungen von Bedeutung sind meines Wissens nur durch Herrn Garcke\*) in verdienstvoller Weise veranlasst und angestellt worden. Nichts desto weniger dürfte es aber im eigenen Interesse der Bahnen liegen, der chemischen Zusammensetzung der Schienen und deren Haltbarkeit eine grössere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Dies zu veranlassen und einige speciellere Gesichtspunkte für die Beobachtungen und Versuche anzudeuten, ist der Zweck vorstehender Mittheilung.

Auch bei unseren Bahnen wird man im Interesse grösserer Ersparnisse anfangen müssen, mehr Fürsorge bei der Bahn-

\*) Zeitschrift für Bauwesen. Jahrgang 1874 und 1876.

unterhaltung der Prüfung und Beschaffenheit der dazu verwendeten Materialien zuzuwenden, wie hierin ja auch bei einzelnen grösseren Bahnen der Anfang gemacht ist. Man wird ebenso wenig vor vielseitigen Versuchen und Untersuchungen als vor den dazu nöthigen Ausgaben zurückschrecken dürfen. Und dass solche Ausgaben sich reichlich lohnen, beweist der letzte Jahresbericht der Pennsylvania-Eisenbahn, welche der Bahnunterhaltung eine ganz ausserordentliche Sorgfalt widmet und, wie die oben mitgetheilten Versuche zeigen, keine Mittel der Wissenschaft hierbei ungenutzt lässt. Nach dem Jahresbericht wurden in den Jahren 1865 bis Ende 1878 111449 Tonnen Schienen neu gelegt und davon im Ganzen 1,34 % ausgewechselt. Während von den im Jahre 1872 gelegten Schienen bis 1878 noch 8,61 % ausgewechselt wurden, wurden von den Schienen aus 1873 nur 2,89, von denen im Jahre 1876 nur 0,46 % ausgewechselt. Im Jahre 1875 mussten noch 161 Stück Schienen als gebrochen aus dem Gleis entfernt werden, während im Jahre 1878 von 330728 Stück Stahlschienen nur 53 ausgewechselt wurden, von denen noch 36 in Nebengleisen Verwendung finden konnten. Von den im Jahre 1877 und 78 eingebauten Schienen wurde bis Ende 1878 nicht eine ausgewechselt. Die Gesamtausgaben für die Bahnunterhaltung im Jahre 1878 betragen 17 % weniger als im Jahre 1877 und 46 % weniger als im Jahre 1873. Wenn der General manager diesen Zahlen noch die Bemerkung beifügt, dass bei der letzten jährlichen Bahninspection das Gleise sich trotz der wesentlich geringeren Unterhaltungskosten in einem vollkommeneren Zustande als in einem der Vorjahre befunden habe, so denkt man bei obigen Zahlen unwillkürlich an den Spruch: »Man sagt, Zahlen regieren die Welt; aber soviel steht fest, Zahlen beweisen, wie sie regiert wird.«

#### Normalprofil für Stahlschienen auf Querschwellen der preussischen Staatsbahnen.

(Hierzu Fig. 15 auf Taf. XXXI.)

Da sich ergeben hatte, dass die von den kgl. preussischen Eisenbahn-Directionen den Ausführungen der Stahlschienen für Querschwellen-Oberbau zu Grunde gelegten Profile verschiedene Ungleichmässigkeiten aufwiesen, so hat der Minister der öffentlichen Arbeiten, behuf Erzielung der erwünschten vollen Uebereinstimmung das in Fig. 15 auf Taf. XXXI dargestellte Profil zur einheitlichen Verwendung bei allen künftigen Beschaffungen bestimmt. Das Profil erhält in der Regel eine Höhe von 130<sup>mm</sup>; für diejenigen Strecken jedoch, die eine besondere starke Abnutzung des Schienenkopfes erwarten lassen, soll die Höhe des letzteren um 3<sup>mm</sup> vergrössert, die Gesamthöhe der Schiene also auf 133<sup>mm</sup> bemessen werden.

Die in der Fig. 15 mit x y bezeichnete Linie giebt diejenige Grenze an, bis zu der eine Abnutzung des Schienenkopfes zulässig erscheint, ohne die erforderliche Tragfähigkeit der Schiene zu beeinträchtigen.

(Deutsche Bauzeitung 1879, Nr. 40.)

#### Brunon's eiserner Querschwellen-Oberbau.

(Hierzu Fig. 11—14 auf Taf. XXIX.)

Die bekannte Fabrik schmiedeeiserner Waggonräder Barth, Brunon in Rive de Gier hatte auf der letzten Pariser Aus-

stellung neben dem auf S. 191 des Organs 1879 beschriebenen Langschweller-Oberbau auch ein eigenthümliches System eiserner Querswellen mit ähnlicher Schienenbefestigung wie bei dem Langschweller-System ausgestellt. Die Gestalt der fertigen Querschwelle ist aus den Ansichten Fig. 14 auf Taf. XXIX, den Querschnitten in grösserem Maassstabe (Fig. 12) und der Verbindung mit der Schiene (Fig. 11) zu entnehmen. Die letztere wird auf den mit der entsprechenden Neigung versehenen Querschnitt I (Fig. 12 und 14) aufgelegt, mit den darüber gelegten Deckplättchen a, a und abgekröpften Bolzen b (Fig. 11) fest angezogen; um das Einbringen desselben zu ermöglichen, sind die Löcher in der Querschwelle in entsprechender Grösse herzustellen.

Die Herstellung der eisernen Querswellen erfolgt aus Bändern von Bessemerisen (Flusseisen), welche auf excentrischen Walzen in der aus Fig. 13 ersichtlichen Gestalt gewalzt werden. Nachdem dieselben mit den vier Schraubenlöchern versehen sind, was unter einer vierfachen Lochmaschine gleichzeitig erfolgt, werden sie in eigenen Oefen mit mechanischer Zuführung angewärmt, auf einen Schlag in der Matrize geformt, aus dieser selbstthätig ausgeworfen und noch warm in ein Theerbad gebracht.

Eine solche Querschwelle wiegt allein 30 Kilogr., mit 4 Deckplättchen und 2 Schrauben 35 Kilogr. und kostet 10 Franks: für die Schienenstösse werden die Deckplättchen als 300<sup>mm</sup> breite Laschen über den Schienensteg verlängert und hier nochmals doppelt verschraubt.

Als allgemeinen Vorzug des Systems betont Brunon die

günstige Form der Querschnitte (Fig. 12), welche vor allem eine sichere Lage der Querswellen ermöglichen und dabei nur eine schwache Bettung erfordern, ausserdem die lange Dauer der eisernen Schwellen und die rasche und sichere Befestigung der Schienen. Ferner wird als specieller Vorzug dieser Verbindung gerühmt, dass sich die Querschwelle bei darüber rollender Last etwas ausstreckt und dabei die Bolzen anspannt, so dass selbst lose Muttern fest werden und eine weitere Versicherung nicht erfordern sollen.

#### Die Einfuhr von 12000 Tonnen Stahlschienen aus England nach den Vereinigten Staaten,

welche kürzlich durch Vanderbilt für die New-York-Central- und Hudson-River-Eisenbahn bewirkt wurde, und mehr als die gesammte Einfuhr englischer Stahlschienen nach N.-Amerika in den letzten 2—3 Jahren beträgt, hat in letzterem Lande ausserordentliches Aufsehen erregt und zwar um so mehr, als die amerikanischen Stahlschienen zwar nicht so niedrig im Preise stehen, wie vor einem Jahre, aber man doch glaubte, dass sie sich unter Berücksichtigung des Zolles von 28 Dollars für die Tonne und der Transportkosten immer noch niedriger im Preise und vortheilhafter in der Anschaffung stellten, als die billigsten auswärtigen Schienen. Die Transportkosten sind allerdings sehr gering, da die Schiffe, welche Fracht von N.-Amerika nach England gebracht haben, meist in Ballast zurückgehen, weil das Gewicht der amerikanischen Ausfuhr mehrere Male soviel beträgt, wie das der Einfuhr.

### Bahnhofseinrichtungen.

#### Das neue Empfangsgebäude der Berlin-Anhaltischen Eisenbahn in Berlin.

Ueber diesen bedeutenden und höchst interessanten Bahnhofs-Neubau entnehmen wir der Deutschen Bauzeitung 1879 Nr. 3. 5 und 9 folgende Notizen:

Da für den Umbau des Anhalter Bahnhofes ebenso wie seiner Zeit für denjenigen des Potsdamer Bahnhofes die Nothwendigkeit vorliegt, die bisherigen Niveau-Übergänge der beiden Kanal-Uferstrassen durch Wege-Unterführungen zu ersetzen und die Bahngleise dem entsprechend zu heben, so gestaltete sich die Anlage des Empfangsgebäudes als eine zweigeschossige. Das zur ebenen Erde liegende Untergeschoss hat (einschliesslich der Decke) durchweg eine Höhe von 4,6<sup>m</sup> erhalten. In demselben sind das durch 2 Geschosse gehende Empfangsvestibül, die Billet-Ausgaben, Gepäck-Annahmen, Gepäckraum für die Verwaltung, Zimmer für Portier und Kofferträger, Durchfahrt für die Gepäckwagen zu den Aufzügen, Luftheizapparat, Wohnung und Wirthschaftsräume des Restaurateurs, Büreaus, grosses Ausgangs-Vestibül, Gepäckausgabe, Versenkung für Gepäck und Post, Tunnel für die Verwaltung und Post, Räume für die Verwaltung und Post, Wohnung des Portiers, Uebernachtungsräume für Schaffner, Droschkenplatz etc. untergebracht.

Die Räume des Hauptgeschosses zerfallen in 3 bezw. 4 verschieden hohe Gruppen, von denen die eine aus dem von 4 Eckpylonen eingefassten Hallenbau besteht, während die zweite

die im Kopfbau sowie seitlich vor dem Kopfperron angeordneten Vestibüle und grösseren Säle umfasst und die dritte bezw. vierte von den in den Seitenflügeln liegenden kleineren Räumen gebildet werden. Es sei darauf hingewiesen, dass diese Art der Ausbildung des Kopfbaues den charakteristischen Unterschied des Gebäudes und zugleich einen Vorzug desselben gegenüber denjenigen Bahnhofsbauten ausmacht, welche — wie die neuen Empfangsgebäude des Südbahnhofes in Wien und des Stettiner Bahnhofes in Berlin — dem Abfahrts-Vestibül gleichfalls seine Stelle in der Stirnfront des Gebäudes angewiesen haben. Abgesehen davon, dass die in den architectonischen Organismus des Hallenbaues hineingezogenen Vestibüle dort Höhendimensionen erhalten haben, welche ihre Anlage als wenig ökonomisch erscheinen lassen und eine Heizbarkeit dieser Räume so gut wie ausschliessen, liegen die Wartesäle und das Ausgangs-Vestibül dort in den Seitenflügeln und beeinträchtigen durch ihre bedeutende Höhe die Erleuchtung der Halle durch Seitenlicht.

Die Abmessungen der grossen Bahnhofshalle betragen im Lichten in der Länge 167,79<sup>m</sup>, in der Breite 60,72<sup>m</sup>, in der Höhe 19,20<sup>m</sup> bis zum Auflager der Dachbinder und 34,25<sup>m</sup> bis zum First derselben. Wird die Länge des Raumes von vielen, darunter auch von 4 unter den älteren Berliner Bahnhofshallen übertroffen, so haben hinsichtlich der für die Wirkung zumeist bestimmenden Breite und Höhe derselben dagegen

nur einige englische und amerikanische Bauwerke Aehnliches aufzuweisen; die Höhe der Halle wird nirgends erreicht. grössere Breite haben nur die Halle der St. Pancras-Station in London und die Centralstation in Birmingham. — Die Ausfahrt-Seite der Halle öffnet sich in 3 riesige Bögen von je 15<sup>m</sup> Weite. der Längsrichtung nach ist die Halle in 12 Traveen getheilt und wird durch hohes Seitenlicht von allen 4 Seiten, sowie durch eine mittlere Oberlicht-Oeffnung in jedem Dachsystem erleuchtet. Es sind in derselben 2 Seiten-Perrons von je 7,36<sup>m</sup> Breite und 2 Mittel-Perrons von je 8<sup>m</sup> Breite angelegt, die auf einen ca. 15<sup>m</sup> breiten Kopfperron münden. An den 3 Gruppen von Gleisen, die zwischen den Perrons angelegt werden sollen, können zu gleicher Zeit 6 verschiedene Personenzüge, 4 abgehende und 2 ankommende, Aufstellung finden. —

Aus der an der Kopffront des Gebäudes, am Askanischen Platz, liegenden offenen Vorhalle, die neben dem breiten Trottoir für Fussgänger eine Fahrbahn für Wagen enthält und Raum zur gleichzeitigen Vorfahrt von 3 Droschken gewährt, gelangt man durch 3 Thüren in das Empfangs-Vestibül. Dasselbe ist ca. 390<sup>q</sup>m gross, reicht bei 16,0<sup>m</sup> Höhe durch beide Geschosse und wird durch ein grosses Oberlicht, sowie durch 3 Rundfenster in den mittleren Stichkappen-Feldern der Vorderseite erleuchtet. Ein eigenartiger Reiz ist für das Innere des Bauwerks dadurch gewonnen, dass bei dem Eintritt in das Empfangs-Vestibül sofort ein freier Einblick bis weit in die grosse Halle und in das Dachwerk derselben sich öffnet. —

Auf der linken Seite des Vestibüls sind 6 neben einander liegende Schalter für die Billet-Ausgabe angeordnet; mit der letzteren stehen einige weitere Bureau-Räume des Erdgeschosses, zu denen ein besonderer Eingang von der Ostfront führt, im Zusammenhange. Rechts schliesst sich dem Vestibül der ca. 310<sup>q</sup>m grosse Raum für die Gepäck-Annahme an, zu dem gleichfalls einige, auch von der Westfront zugängliche Expeditions-Localen gehören.

Mittelst einer breiten, oben in 2 Arme sich spaltenden Treppe steigt man in der Hauptachse des Gebäudes zu der grossen Corridor-Halle empor, welche als Vorraum der eigentlichen Bahnhof-Halle die im Obergeschosse des Kopfbauwerks gelegenen Räumlichkeiten mit einander und mit der Halle verbindet; 4 Thüren führen auf jeder Seite direct in die letztere. Sein Licht empfängt der 87<sup>m</sup> lange, 7,18<sup>m</sup> breite und 13,3<sup>m</sup> hohe Raum, dessen architectonische Wirkung als eine wahrhaft imposante sich geltend macht, theils durch diese Thüren, die über denselben liegenden Fensterpaare und das grosse Mittelfenster, theils durch Oberlicht-Oeffnungen in den Deckengewölben, welche in den beiden, zu etwa 12<sup>m</sup> im □ erweiterten Eckfeldern als Flachkuppeln auf Zwickeln, im übrigen als böhmische Kappen gestaltet sind.

Zu Wartesälen für das abreisende Publicum sind vorläufig allein die auf der rechten Seite des Kopfbauwerks belegenen Räume bestimmt, während die an der Vorderfront der linken Gebäudehälfte liegenden Räume, über die bei einer etwaigen späteren Erweiterung des Verkehrs gleichfalls in ähnlicher Weise verfügt werden kann, zunächst zu Verwaltungszwecken dienen sollen. Die Wartesäle, denen eine lichte Höhe von 7—9<sup>m</sup> gegeben worden ist, bestehen aus einem 297<sup>q</sup>m

grossen Saal für die IV. und III. Classe, an den sich ein »Erfrischungsraum« (Buffet), sowie 2 kleine Speisezimmer anschliessen (an der Vorderfront), einem 246<sup>q</sup>m grossen Saal für die II. Classe mit einem grösseren Speisesaal und Buffet sowie einem Damenzimmer, einem kleinen Speisesaal für die I. Classe und einem für einzelne vornehme Persönlichkeiten reservirten Salon. Die Buffets der einzelnen Säle stehen durch besondere Treppen und Aufzieh-Vorrichtungen mit dem Untergeschoss in Verbindung, welches an dieser Stelle die Wirthschaftsräume nebst der Wohnung des Restaurateurs enthält. Die Closets und Waschoiletten sind — mit der einzigen unvermeidlichen Ausnahme der vom Empfangs-Vestibül zugänglichen Closets — durchweg an der Aussenfront des Gebäudes und in Räumen von ansehnlicher Höhe angeordnet, haben also eine vorzügliche Beleuchtung und Lüftung erhalten.

Für den Sommer-Verkehr soll übrigens der Kopf-Perron der grossen Bahnhof-Halle in ähnlicher Weise als Aufenthaltsraum für das abreisende Publicum benutzt und dementsprechend mit Sitzplätzen und Tischen ausgestattet werden, wie dies auf dem Südbahnhofe in Wien geschieht.

Zur linken Seite des Kopf-Perrons öffnet sich mit 3 Thüren das ca. 300<sup>q</sup>m grosse Ausgangs-Vestibül, in welchem eine 7<sup>m</sup> breite Treppe zum Niveau des Erdgeschosses hinabführt. Neben demselben ist ein kleiner, sowohl von der Halle wie vom Vestibül zugänglicher Saal für das auf ankommende Reisende wartende Publicum angeordnet. Aus dem unteren Theile des Ausgangs-Vestibüls führt südlich eine Thür die Fussgänger auf einen gegen den Wagenverkehr abgeschlossenen Verbindungsweg direct nach dem Askanischen Platz. Nördlich führen 3 Thüren nach der 385<sup>q</sup>m grossen Gepäck-Ausgabe und aus dieser nach dem Droschken-Stande. Das Einsteigen in die Wagen erfolgt unter einem 4,5<sup>m</sup> weit überhängenden Schutzdach. —

Für die Abfahrt und Ankunft des k. k. Hofes sind, wie auf allen übrigen Bahnhöfen der Residenz, auch hier besondere Räumlichkeiten angelegt worden. Auf der Abfahrtsseite liegen, durch eine Rampe zugänglich, ein grosser durch Oberlicht erleuchteter Salon mit einem Vestibül und 2 für den Kaiser und die Kaiserin reservirten Toilette-Zimmern. Auf der Ankunftsseite hat man sich mit einem kleinen Salon und zwei Toiletten-Räumen begnügt, die an einem, event. auch für andere vornehme Persönlichkeiten zu reservirenden Vestibül liegen.

Von den übrigen Räumlichkeiten für den Betrieb, die Bureaus der Stations-Beamten, Aufenthalts- und Uebernachtungsräume der Zugführer und Schaffner, Perrondiener, Hallenarbeiter, Lampenputzer etc., die in beiden Geschossen der schmalen Seitenflügel neben der Halle vertheilt sind, ist nichts besonderes zu berichten, dagegen beanspruchen die Gepäck-Expeditionen und die Einrichtungen für den Post-Betrieb noch ein besonderes Interesse.

In beiden Fällen ist davon ausgegangen worden, dass sowohl jeder Verkehr von Gepäckwagen oder Gepäckträgern auf den vom Publicum benutzten Perrons unzulässig, wie auch das nachträgliche Einrangiren der an anderer Stelle beladenen Gepäck- oder Postwaggons in die Personenzüge zu vermeiden sei. Der gesammte Gepäck-Verkehr spielt daher im Erdgeschosse

sich ab und es werden die an bestimmter Stelle einzuladenden bzw. ausgeladenen Stücke durchweg mittelst hydraulischer Aufzüge in das Obergeschoss hinauf, bzw. aus demselben herab befördert. Das Gepäck der abfahrenden Reisenden wird aus dem Annahme-Local auf Karren in den unterhalb des Kopfperrons liegenden, durch Oberlichte in den Gewölbscheiteln erleuchteten Tunnel gefahren, von dort durch die Aufzüge empor gehoben und auf den zwischen den Abfahrts-Gleisen liegenden besonderen Gepäck-Perrons zur Verladung nach den besagten Wagen geschafft. Durch 2 entsprechende Aufzüge gelangt das Gepäck der ankommenden Reisenden von dem zwischen den Ankunftsgleisen liegenden kurzen Gepäck-Perron nach jenem Tunnel und aus diesem auf kürzestem Wege nach der Gepäck-Ausgabe. — Für die Post, welche im neuen Empfangsgebäude nur ein verhältnissmäßig kleines Local erhält, da das auf der Westseite des Bahnhofes gelegene besondere Postgebäude von dem Neubau nicht berührt worden ist, sind etwas umständlichere Einrichtungen nicht zu vermeiden gewesen. Die ankommenden Stücke derselben, welche — je nach der Stellung des Postwagens im Zuge — durch einen zwischen den Ankunfts-Gleisen oder durch einen am Ende des linken Seiten-Perrons befindlichen Aufzug nach unten versenkt werden, haben einen Tunnel von bedeutender Länge zu passiren, ehe sie in das Expeditions-Local gelangen: zur Beförderung der abgehenden Poststücke dient ein Aufzug am Ende des rechten Seiten-Perrons. —

Die constructive und reiche architectonische Gestaltung des Bauwerks lässt sich ohne Zeichnungen nicht wohl erläutern und verweisen wir deshalb auf unsere Quelle, welche Skizzen der Façade, einen Längendurchschnitt, Querschnitt der Halle und 2 Grundrisse enthält. — Dem Autor des Entwurfs, Reg.-Baumeister Franz Schwechten, liegt zugleich die künst-

lerische Oberleitung der Ausführung, die Ausarbeitung sämtlicher Bau- und Detail-Zeichnungen und die Anordnung der künstlerischen Ausschmückung des Gebäudes ob. Die Entscheidung der für die Ausführung maassgebenden Fragen erfolgt, bei der Bedeutung des Baues, selbstverständlich unter ständiger Mitwirkung der obersten technischen Beamten der Eisenbahn-Gesellschaft, des stellvertr. Directors, Geh. Oberbaurath a. D. Siegert und des für die Bahn-Neubauten verantwortlichen Obergeringieurs, Baurath Wiedenfeld. Die eigentliche technische und geschäftliche Leitung der Bauausführung ist dem Abtheilungs-Baumeister Sillich übertragen, als dessen Assistent der Reg.-Baumeister Küster fungirt. Die Berechnung der Hallen-Dachconstruction, sowie der Entwurf zu den hydraulischen Aufzügen ist in dem vom Regier.-Baumeister Lantzendörffer geleiteten Bureau der Bahn-Gesellschaft durch den Ingenieur Seidel erfolgt. A. a. O.

#### Central-Bahnhof in Odessa.

Am 27. Mai (8. Juni d. J.) erfolgte die feierliche Grundsteinlegung zum Bahnhof-Hauptgebäude in Odessa. Der erste Entwurf dazu wurde im Wege einer beschränkten Concurrenz, bei welcher die Arbeit des Professors V. Schröter in St. Petersburg den ersten Preis erhielt, gewonnen. Die endgültige Bearbeitung des Entwurfs für die Ausführung war Herrn Schröter übertragen. Der Bau wird, bei einer Breite von 77<sup>m</sup>, 205<sup>m</sup> lang. Die Halle überspannt 6 Gleise und ist 181<sup>m</sup> lang und 43<sup>m</sup> breit. Die Hauptabfahrt ist im Kopfbau projectirt: die Architekturformen sind italienische Renaissance. Eine Veröffentlichung des prämiirten Entwurfs wird wahrscheinlich im Organ des St. Petersburger Architekten Vereins »Sodschy« erfolgen.

(Deutsche Bauzeitung 1879, S. 282.)

## Maschinen- und Wagenwesen.

### Dampfwagen für Haupt- und Secundärbahnen.

Die Hessische Ludwigsbahn stellte sich die Aufgabe für minder frequente, bereits im Betriebe befindliche Hauptbahnen mit einer Fahrgeschwindigkeit bis 55 Kilom. pro Stunde den Betrieb, namentlich im Personenverkehr, durch eigenartig construirtes Transportmaterial billiger als seither zu gestalten. Demzufolge hat Hr. Thomas unter Benutzung der verschiedensten in Amerika, Belgien, Frankreich und Deutschland ausgeführten Betriebsmittel für Secundärbahnen und unter vollständiger Berücksichtigung der betreffenden technischen Vorschriften und Bedingungen einen Dampfwagen für Hauptbahnen construiert, welcher sich selbstredend auch für Secundärbahnen eignet, und welcher für die genannte Gesellschaft in Ausführung begriffen ist.

Der Wagen istachsrig und hat zur leichten Durchfahung von Curven eine bewegliche Achse. In dem Vordertheile desselben befinden sich Kessel, Maschine und Zubehör. Die beiden andern Achsen tragen den Personen- und Gepäckwagen. Die Maschinen- und Wagen-Abtheilung sind trennbar, um die Reparatur zu vereinfachen und um auch die einzelnen Abtheilungen nutzbar machen zu können. Die Maschinen-Abtheilung

wird in diesem Falle durch Einrollen einer leichten, besonderen Achse mit Rädern in die hierfür vorgesehene Lagerung zu einem fertig ausgerüsteten Fahrzeuge mit Le Chatelier'scher Bremse, während der Wagen ein completer zweietagiger Personenwagen mit Bremse bleibt. Beide Wagen erhalten dann an den Kopfplatten Buffer- und Zugapparate.

Der Wagen besitzt 75—80 Sitzplätze und 20—24 Stehplätze nebst Packraum. Die Zugänge zur 2ten und 3ten Classe sind getrennt. Die lichte Höhe der unteren Abtheilung beträgt 1,9<sup>m</sup>, die der oberen 1,63<sup>m</sup>. Der Dampfwagen passt in das engste Durchgangsprofil und kann auf Bahnen mit geringen Steigungsverhältnissen bei 55 Kilom. p. Stunde Fahrgeschwindigkeit noch mehrere Wagen mitführen. Der Radstand ist 7,335<sup>m</sup>, so dass Drehscheiben von 8<sup>m</sup> Durchmesser ausreichen. Der gewöhnliche cylindrische Locomotivkessel ist solide über der Treibachse in deren Längenrichtung gelagert, und hat eine Gesamtlänge von 2,8<sup>m</sup> und einen Durchmesser des cylindrischen Theils von 1,0<sup>m</sup>. Die Gesamtheizfläche beträgt 35,55<sup>qm</sup>. Für 850 Kilogr. Kohlen und 2,4 Cbm. Wasser ist Raum vorhanden, der für letzteres theils unter dem Wagen, theils zu beiden Seiten der mittleren Eingänge in communicirenden, auf-

recht stehenden Reservoirs untergebracht ist. Der Kohlen- und Wasservorrath ist für ca. 100 Kilom. bei rascher Fahrt, oder für 4—5 Stunden bei langsamer Fahrt ausreichend.

Die Dampfmaschine mit einem Treibraddurchmesser von 1,086<sup>m</sup> kann eine Stärke bis zu 90 Pferdekräften entwickeln. Der Dampfwagen wird dienstfähig ausgerüstet, aber unbesetzt ca. 22 Tonnen, mit 100 Personen besetzt ca. 29,5 Tonnen wiegen, so dass bei vollständig ausgerüstetem und vollbesetztem Wagen ca. 220 Kilogr. todte Last auf die Person entfällt.

Die Ausführung dieses Dampfagens ist der Maschinenbau-Actiengesellschaft Nürnberg übertragen.

Das Reichseisenbahnamt hat verfügt, dass, bis vollständig zufriedenstellende Erfahrungen über den oben beschriebenen Dampfagen gemacht worden sind, eine grössere Geschwindigkeit, als die für Bahnen untergeordneter Bedeutung gestattete grösste Geschwindigkeit nicht zur Anwendung kommen dürfe. — Wenn diese Beschränkung, was zu erwarten steht, in Wegfall kommt, so ist in der Entwicklung der Angelegenheit, die

Betriebskosten auf minder frequentirten Hauptbahnen hinabzudrücken, ein Schritt vorwärts gethan.

(Zeitung deutsch. Eisenb.-Verwalt. 1879, Nr. 59, S. 663.)

Georg Osthoff.

**Vorrichtung zum Herausnehmen der Kreuzkopfkeile.**

Von C. Brandes, Techniker in Giessen.

(Hierzu Fig. 14 auf Taf. XXXI.)

Das Herausnehmen der Dampfkolben aus den Cylindern bei Locomotiven, wird durch das hierbei nöthige Losnehmen der Kreuzkopfkeile oft sehr erschwert, namentlich dadurch, dass der Keil von unten nicht gut zugänglich ist. Unter Umständen soll nun auch diese Arbeit in möglichst kurzer Zeit geschehen.

Ich sah mich hierdurch veranlasst, eine in Fig. 14 auf Taf. XXXI abgebildete Vorrichtung zu construiren, durch welche ein schnelles und bequemes Herausnehmen des Keiles bewirkt wird.

Die Einfachheit der Vorrichtung macht eine weitere Beschreibung derselben überflüssig.

Die Vorrichtung hat sich bereits praktisch sehr gut bewährt.

**Allgemeines und Betrieb.**

**Die Neckarthalbahn von Neckargemünd über Eberbach nach Jagstfeld.**

Ende Mai 1879 wurde die romantisch gelegene Neckarthalbahn nach 3 1/2-jähriger Bauzeit eröffnet. Diese Bahn überschreitet bald nach ihrer Abzweigung in Neckargemünd von der Odenwaldbahn auf einer ca. 100<sup>m</sup> langen Brücke die Elsenz, durchbricht den Bergvorsprung zwischen Elsenz und Neckar mittelst eines Tunnels von 147,5<sup>m</sup> Länge und tritt sodann vom linken auf das rechte Neckarufer über. Die Ueberführung erfolgt mittelst einer Brücke, welche gleichzeitig auch für den Strassenverkehr dient. Vom Neckarübergang ab zieht die Linie längs der rechtseitigen Berghalde hin, durchdringt in einem 139<sup>m</sup> langen Tunnel den Bergvorsprung, auf welchem die Ruine Hinterburg liegt, berührt nach Ueberschreitung des Steinachtals die Stationen Neckarsteinach, Neckarhausen, Hirschhorn, überbrückt die Laxbach, durchbricht den Schlossberg in einem Tunnel von 316,2<sup>m</sup> und den Feuerberg in einem solchen von 920<sup>m</sup> Länge, indem sie die östlich von Hirschhorn gelegene Biegung des Neckars abschneidet und erreicht nach Ueberschreitung des Gammels- und Itterbaches, über welche letzteren sie auf einer Bogenbrücke gelangt, den Bahnhof Eberbach. Unmittelbar hinter diesem Bahnhof tritt die Bahn in den 570<sup>m</sup> langen Scheuerbergtunnel, folgt nach Austritt aus demselben wieder der rechtseitigen Neckarthalwand und berührt die Station Zwingenberg und Neckargerach. Die grosse Neckarkrümmung bei Binau mittelst eines 854<sup>m</sup> langen Tunnels vermeidend, an dessen oberem Portale die Station gleichen Namens angelegt ist, gelangt die Bahn in die in senkrechter Richtung zur bestehenden Odenwaldbahn gelegene Station Neckarelz.

Von hier aus zweigt eine Curve in östlicher Richtung gegen Mosbach zum Anschluss nach Würzburg ab; die neue Bahn verlässt die neue Station Neckarelz in westlicher Richtung und führt, nachdem sie die bestehende Bahn von Mosbach nach Meckesheim berührt, in südöstlicher Richtung über die Stationen Neckarzellern, Hassmersheim, sodann durch den 765,7<sup>m</sup> langen Böttinger Tunnel, durch welchen wieder eine Neckarkrümmung abgeschnitten wird, und endlich über die Stationen Gundelsheim und Offenau in den bestehenden Bahnhof Jagstfeld.

Von Uebergangswerken zwischen Neckarelz-Diedesheim und Jagstfeld sind erwähnenswerth die Brücken über die Elz in den Verbindungscurven der erstgenannten Station mit der Oden-

waldbahn und die Jagstbrücke in der Nähe von Jagstfeld. Zwischen Neckargemünd und Neckarsteinach tritt die Bahn auf hessisches Gebiet, verlässt dasselbe wieder zwischen dem Feuerbergtunnel und Eberbach und bleibt von hier auf badischem Gebiet bis in die Nähe des Böttinger Tunnels, wo die badisch-württembergische Landesgrenze erreicht wird. Im Ganzen beträgt die Bahnlänge — ausschliesslich der Verbindungscurve von Neckarelz-Diedesheim nach Mosbach:

auf badischem Gebiet . . . . .	32976 <sup>m</sup>
« hessischem Gebiet . . . . .	15819 <sup>m</sup>
« württembergischem Gebiet . . . . .	9692 <sup>m</sup>
zusammen . . . . .	58487 <sup>m</sup>

Hiervon liegen in Horizontalen . . . . .	26627 <sup>m</sup>
in Steigungen bezw. Gefällen . . . . .	31860 <sup>m</sup>
zusammen obige . . . . .	58487 <sup>m</sup>

Die grösste Steigung beträgt 1 : 300.

In geraden Linien liegen . . . . .	24552 <sup>m</sup>
und in Curven . . . . .	33935 <sup>m</sup>
zusammen wieder . . . . .	58487 <sup>m</sup>

Der kleinste Radius misst 360<sup>m</sup> und zwar nur in der Nähe von Stationen, sonst gehen die Radien nicht unter 450<sup>m</sup>.

Die virtuelle Länge berechnet sich nach Launhardt für Güterzüge zu . . . . . 79830<sup>m</sup> d. s. 1,36 der wickl. für Personenzüge zu . . . . . 69782<sup>m</sup> « « 1,19 « «

Die Stationsentfernungen — von Mitte zu Mitte der Aufnahmsgebäude gemessen — betragen:

Neckargemünd-Neckarsteinach . . . . .	5596 <sup>m</sup>
Neckarsteinach-Neckarhausen . . . . .	4022 <sup>m</sup>
Neckarhausen-Hirschhorn . . . . .	3325 <sup>m</sup>
Hirschhorn-Eberbach . . . . .	8257 <sup>m</sup>
Eberbach-Zwingenberg . . . . .	9302 <sup>m</sup>
Zwingenberg-Neckargerach . . . . .	3525 <sup>m</sup>
Neckargerach-Binau . . . . .	3416 <sup>m</sup>
Binau-Neckarelz . . . . .	3575 <sup>m</sup>
Neckarelz-Neckarzellern . . . . .	5027 <sup>m</sup>
Neckarzellern-Hassmersheim . . . . .	1820 <sup>m</sup>
Hassmersheim-Gundelsheim . . . . .	2773 <sup>m</sup>
Gundelsheim-Offenau . . . . .	4408 <sup>m</sup>
Offenau-Jagstfeld . . . . .	3431 <sup>m</sup>
zusammen wieder . . . . .	58487 <sup>m</sup>

Die Herstellung des Bahnkörpers erforderte für eine Thalbahn aussergewöhnlich umfangreiche Erdarbeiten.

Es wurden im Ganzen an Erde und Felsen bewegt: rund  
2351000 Cbm.

Dieselben kosten excl. Stützmauern 3173000 Mrk.  
oder auf den Cub.-Met. . . . . 1 Mrk. 25,3 Pf.

Hievon treffen auf:

Lösung . . . . .	61,8 Pf.
Förderung . . . . .	48,2 "
Wasserableitung . . . . .	4,5 "
Planiren und Nebenarbeiten . . . . .	10,8 "
zusammen wie oben	1 Mrk. 25,3 Pf.

Dem Förderpreise von 48,2 Pf. entspricht bei Berücksichtigung des mittleren Abgebotes eine mittlere Transportweite von 445<sup>m</sup>.

An Stützmauern wurden erforderlich 31850 Cbm., welche incl. aller Nebenleistungen kosten . . 480700 Mrk.,  
d. i. pro Cbm. . . . 15 Mrk. 10 Pf.

Hierunter sind enthalten:

Reine Mörtelmauern	22100 Cbm.	à	17 Mrk. 60 Pf.	pro Cbm.
Gemischte Mauern	3500 "	"	12 "	90 "
Reine Trockenmauern	6250 "	"	7 "	50 "

An Steinsätzen mit 50<sup>cm</sup> stark rauh geflasterter  $\frac{3}{4}$ metri-ger Böschung wurden rund 3200 Cbm. hergestellt und stellen sich deren Kosten pro Cbm. auf 3 Mrk. 17 Pf.

Die 7 Tunnel in einer Gesamtlänge von 3712,6<sup>m</sup> haben

durchschnittlich pro lauf. Meter 860 Mrk. 1 Cbm. Portal-Mauerwerk kostete durchschnittlich 29.87 Mrk.

Als Oberbau ist Querschwellenbau mit 7.5<sup>m</sup> langen Bessemerstahlschienen von 38,3 Kilogr. Gewicht und schwebenden Stößen gewählt.

Der Materialwerth nach Tarif beträgt pro  
lauf. Meter . . . . . 19 Mrk. 75 Pf.  
Hierzu der Transport der Bahnmateriale  
und Legen der Gleise 1 Mrk. 25 Pf. bis  
1 Mrk. 62 Pf., im Mittel . . . . . 1 " 50 "

Daher der lauf. Met. Gleise . 21 Mrk. 25 Pf.

Die Gesamtkosten pro Kilometer Bahn berechnen sich auf 311800 Mrk.

#### Secundärbahn Eisenberg-Crossen.

Am 30. Mai hat sich unter Theilnahme der Herzogl. Gothaischen Regierung die Eisenberg-Crossener Eisenbahn-Gesellschaft constituirt, welche für ein Capital von 465,000 Mrk. (incl. Betriebsmittel, aber excl. Bauzinsen, welche ganz wegfallen) eine normalspurige Secundärbahn auf eisernem Langschwellen-Oberbau nach der ca. 9 Kilom. von Eisenberg an der Thüringer Eisenbahn gelegenen Station Crossen bauen wird. Zu  $5\frac{1}{2}$  Kilometer dieser Strecke wird die Chaussee mit verwendet. Bau und Betrieb der Bahn sind dem Baurath Plessner in Gotha, welcher die Bahn in 6 Monaten zu vollenden hat, übertragen worden.

(Zeit. des Vereins deutsch. Eisenb.-Verw. 1879, S. 652.)

### Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

#### Preis-Vertheilung.

In Folge des von der unterzeichneten geschäftsführenden Direction unter dem 3. Januar 1877 erlassenen Preisausschreibens (s. a. nachträgliche Bekanntmachung vom 13. April ej.), durch welches

- für Erfindungen und Verbesserungen in der Construction resp. den baulichen Einrichtungen der Eisenbahnen,
- für Erfindungen und Verbesserungen an den Betriebsmitteln resp. in der Verwendung derselben,
- für Erfindungen und Verbesserungen in Bezug auf die Central-Verwaltung der Eisenbahnen und die Eisenbahnstatistik, sowie für hervorragende Erscheinungen der Eisenbahnliteratur,

die ihrer Ausführung resp. ihrem Erscheinen nach in die sechsjährige Periode vom 16. Juli 1872 bis 15. Juli 1878 fallen, im Ganzen 9 verschiedene Preise von in maximo 7500 Mrk. bis in minimo 1500 Mrk., mit einem Gesamtbetrage von 30000 Mrk. ausgesetzt waren, sind im Ganzen 32 verschiedene Bewerbungen eingereicht worden, von denen 3 der Gruppe A, 17 der Gruppe B und 12 der Gruppe C angehören.

Nach eingehender und sorgfältiger Prüfung sämtlicher Bewerbungen sind von der nach den desfallsigen Bestimmungen hierzu berufenen Prämiiungs-Commission des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen folgende Preise zuerkannt worden:

In der Gruppe A. der erste Preis von 7500 Mrk. dem Herrn A. W. de Serres in Wien, Bau- und Bahndirector der K. K. priv. Oesterreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, für eine neue Construction des eisernen Ober-

baues (System de Serres und Battig);\*) der dritte Preis von 1500 Mrk. dem Eisenbahndirector Herrn Blauel in Breslau für eine Construction und Anordnung von Weichenanlagen ohne Unterbrechung des Hauptgleises.\*\*)

In der Gruppe B. der zweite Preis von 3000 Mrk. den Herren Thomer in Kaschau, Magazins-Chef der Theiss-Eisenbahn, und Köhazy daselbst, Heizhausleiter der Theiss-Eisenbahn, für einen Eisenbahnwagen-Thürverschluss; der dritte Preis von 1500 Mrk. dem Herrn Klose in Rorschach, Chef des Zugkraftdienstes der Vereinigten Schweizerbahnen, für einen Geschwindigkeitsmesser für Locomotiven (Tachophor).\*\*\*)

In der Gruppe C. der dritte Preis von 1500 Mrk. dem Herrn Regierungsassessor Dr. Eger in Berlin, etatsmäßiger Hülfсарbeiter im Königl. Preuss. Ministerium für die öffentlichen Arbeiten, für dessen Werk: »Kommentar zum Reichshaftpflichtgesetze vom 7. Juni 1871.«

Die übrigen Preise zu vergeben war die Prämiiungs-Commission nicht in der Lage.

Berlin, den 25. Juni 1879.

Die geschäftsführende Direction des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.  
Fournier.

\*) Abgebildet und beschrieben im techn. Vereins-Organ 1878 S. 14 und 6. Supplem.-Bd. des Organs S. 50.

\*\*) Abgebildet und beschrieben im 6. Supplem.-Bd. des Organs S. 135.

\*\*\*) Abgebildet und beschrieben im Organ 1879 S. 223.

#### Berichtigungen.

Auf S. 120 rechte Spalte Zeile 32 von oben muss es heissen:

2,25:1 (nicht 2,025:1 wie irrthümlich die Quelle angiebt) etc.

Auch in dem Verzeichniss der Hauptabmessungen der Compound-Locomotive S. 122 ist das Querschnittsverhältniss der Cylinder irrthümlich zu 2,025 anstatt 2,25 angegeben.

Auf S. 176 rechte Spalte Zeile 13 von unten ist statt leider „beide“ zu lesen.