

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Organ des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXII. Band.

2. und 3. Heft. 1885.

### Mittheilungen der Versuche der Königlichen Eisenbahn-Direction (linksrh.) Köln über die Beziehungen zwischen den Widerständen der Wagen, dem Radstande dieser, der Grösse der Gleiskrümmungshalbmesser und der Fahrgeschwindigkeit, bei Anwendung steifer und freischwingender Lenk-Achsen.

(Hierzu Taf. VII bis X.)

#### Versuche mit steifen Achsen.

Der Stoff der nachfolgenden Mittheilungen ist schon vielfach wissenschaftlich und thatsächlich behandelt worden, und zwar Ersteres in besonders eingehender Weise.

Die Vorgänge, welche entstehen, wenn sich ein Eisenbahnfahrzeug im Gleise bewegt, sind bekanntlich sehr verwickelter Natur, weil sie hervorgehen aus einer grossen Anzahl von vielfach zusammengesetzt auftretenden Einzelwirkungen, welche wieder abhängig sind: vom Radstande des Fahrzeuges, von der Krümmung des Gleises und dessen Spurmaass und seiner Ueberhöhung, von der Fahrgeschwindigkeit, dem Zustande des Fahrzeuges und des Gleises, und der Wechselwirkung der Bewegungen der zum Zug vereinigten Fahrzeuge.

Es lässt dies nicht allein ohne Weiteres erlauben, wie verhältnissmässig schwierig eine rechnerische Behandlung der Beziehungen dieser verschiedenen Wirkungen sein muss, sondern auch erwarten, dass die Richtigkeit der rechnerisch gezogenen Schlüsse, aus welchen die Gesetze für die Abhängigkeit der Wechselwirkungen aller Einzelursachen und Vorgänge bestimmt werden müssen, nur so weit anerkannt werden kann, als auch alle, bei der rechnerischen Behandlung erforderlichen Voraussetzungen mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

Die Erkenntniss, dass diese Behandlung des Gegenstandes aus diesen Gründen nur verhältnissmässigen Werth haben kann, liess die Durchführung von Versuchen erforderlich erscheinen, durch welche die Widerstände der Fahrzeuge von verschiedenen Radständen, in der Geraden, und in Krümmungen von verschiedenen Halbmessern, wie auch bei verschiedenen Geschwindigkeiten, unmittelbar oder mittelbar gemessen, und die Beziehungen dieser somit untereinander bestimmt werden könnten.

In grossem Maassstabe wurden wie bekannt, Versuche von der Bayerischen Staatsbahn ausgeführt, und zwar unter Benutzung von acht waagerechten Gleisen von verschiedenen Halbmessern, vor welchen sich eine kurze Strecke in der Neigung 1:16 befand.

Ueber dieses Gefälle hinweg wurden geschlossene Gruppen von Wagen und auch Locomotiven in die waagerechten Versuchsgleise abgestossen.

Die Zeitpunkte, an welchen die Fahrzeuge sich an irgend einem Orte auf den Versuchsgleisen befanden, wurden durch Vermittlung electriccher, in 20<sup>m</sup> Entfernung aufgestellter Stromschliesser von einem Zeitschreiber aufgezeichnet, so dass die Geschwindigkeitsabnahmen, beziehungsweise die, bis zum Stillstand zurückgelegten Wege als Abhängige der Widerstände bestimmt werden konnten. Die Vorgänge, welche sich beim Ablaufen einer Gruppe von Fahrzeugen entwickeln, sind aber durchaus verschieden von denen, welche hervortreten, wenn die Gruppe gezogen wird. Die angegebene Versuchsweise schaffte mithin Ursachen in Bezug auf die Abhängigkeit und Wechselwirkung der in Frage kommenden Vorgänge, vielfach verschieden von denen, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen im Betriebe hervortreten.

In Folge einer, von der technischen Commission des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen gegebenen Anregung, welche hervorging aus der Einsicht, dass das bisher diesbezüglich Vorliegende zu vollständiger Beurtheilung des Stoffes nicht genügt, wurden im Auftrage der Königlichen Eisenbahn-Direction Köln (linksrh.) vom maschinen-technischen Bureau derselben weitere Versuche angestellt.

Die Wahl der Versuchsweise wurde bedingt durch die Anschauung, dass die Ermittlung der Beziehungen der einzelnen in Frage kommenden Ursachen zu einander, am sichersten geschehen könne, wenn deren gleichzeitig bestehende Wirkungen auf einen im Zuge laufenden Wagen, und zwar ununterbrochen während seines Laufens bestimmt würden.

Es wurde daher ein Apparat construirt, welcher auf einem Papierstreifen Darstellungen liefert:

- 1) von der Winkelstellung des Wagenkastens bezw. der der Vorderachse im Gleise,

- 2) vom Widerstande des Wagens und  
 3) der Fahrgeschwindigkeit, — und zwar gleichzeitig für jeden Augenblick und fortlaufend.

Die Einrichtung des Apparates betreffend sei folgendes bemerkt.

Die Hinterachse eines steifachsigen Wagens stellt sich bekanntlich in der Krümmung in die Richtung des Halbmessers dieser, und läuft das, dem Mittelpunkte der Krümmung zunächst liegende Rad, stets an die innere Schiene an. Der Mittelpunkt der Hinterachse befindet sich daher immer auf einem Kreise, dessen Halbmesser gleich ist dem der Krümmung  $+ 0,5$  der Spurweite.

Werden zwei steifachsige Wagen mit einander verkuppelt, so können, da die Stellung der Vorderachse des nachfolgenden Wagens in den Krümmungen stets von der Richtung der Halbmesser abweichend, wechselt, die Abweichungsgrößen durch den Winkel  $\alpha$  Fig. 6 Taf. VII gemessen werden, welchen die Hinterachse des vorlaufenden mit der Vorderachse des nachlaufenden Wagens mit einander bilden.

Im Apparat ist die Einrichtung getroffen, dass die Messung dieses Winkels und die des Wechsels seiner Größen zunächst durch ein, an der Mitte der Hinterachse des vorlaufenden Wagens senkrecht und waagrecht bewegliches, nach dem nachfolgenden Versuchswagen hin gerichtetes steifes Rohrgestänge a vermittelt wird, in welches eine Stange waagrecht verschiebbar gesteckt ist. — Am Ende dieser Stange befindet sich ein über den Mittelpunkt der Vorderachse des nachlaufenden Versuchswagens bei b senkrecht aufwärts gekröpfter Hebel, dessen waagerechte Drehungen um den Mittelpunkt der Vorderachse auf eine, bis in den Wagenraum reichende senkrechte Achse c übertragen werden. — Das obere Ende dieser trägt sodann einen Theil, welcher einen Schreibstift bewegt, dessen Wege z in geradem Verhältniss mit den Tangenten aller Winkel stehen, welche die in dieser Weise abhängig verbundenen Achsen beider Wagen mit einander bilden.

Unter dem Schreibstift fort bewegt sich ununterbrochen ein, durch die Drehung der Vorderachse des Versuchswagens mittelbar gezogener Papierstreifen mit den, den jeweiligen Fahrgeschwindigkeiten entsprechenden Geschwindigkeiten, wodurch der Schreibstift ohne Unterbrechungen eine Aufzeichnung von allen Winkelstellungen und Abweichungen der Vorderachse des Versuchswagens in Bezug auf die Richtung des Halbmessers während der Fahrt liefert. —

Die Messung des Wagenwiderstandes geschieht in folgender Weise. Zwischen den Druckplatten der Zugvorrichtung des Wagens sind eine Hebelverbindung und andere Uebertragungstheile bis zum Schreibapparat angeordnet, welche nach beiden Fahrrichtungen hin, der Grösse der, durch den Wagenwiderstand verursachten Zusammendrückungen der elastischen Zugvorrichtung entsprechende Verschiebungen eines zweiten Schreibstiftes auf dem Papierstreifen bewirken. — Diese Verschiebungen stehen im graden Verhältnisse mit den Wagenwiderständen, und erscheint der Wechsel dieser daher ebenfalls als ununterbrochene, mehr oder weniger gegen die Bewegungsrichtung des Papierstreifens geneigte Linie.

Zum Zweck der gleichzeitigen, bleibenden und ununterbrochenen Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit befindet sich am Schreibapparat ein Electromagnet. Die Verlängerung seines Ankers trägt eine Stahlspitze, welche mit den, die Achsenstellungen und Wagenwiderstände aufzeichnenden Schreibstiften über dem Papier in einer Linie stehen, damit alle Vorgänge genau gleichzeitig aufgezeichnet werden. Wird dieser Anker einen Augenblick angezogen, so schlägt die Stahlspitze in den sich unter ihr im Verhältniss der Fahrgeschwindigkeit des Wagens fortbewegenden Papierstreifen ein feines Loch. — Der augenblickliche Stromschluss wird durch einen, an dem Rade eines kleinen Uhrwerkes angebrachten Berührer veranlasst, und zwar nach je 1,5 Secunde. — Die Entfernungen der Striche im Papier stehen daher in geradem Verhältniss mit der Fahrgeschwindigkeit und auch diese ist hiermit für jeden Augenblick bekannt.

Diese Vorrichtung wurde in einem Wagen mit kurzem, 2,642, und einem solchen mit langem, 4,865 Radstand eingesetzt, und durch eine grössere Anzahl von Versuchsfahrten in fahrplanmässigen Zügen, stets aber bei ruhiger Luft, sodann die Aufschreibungen als Unterlagen für die weitere Untersuchung gewonnen.

Durch die fortlaufende gleichzeitige Aufzeichnung aller Vorgänge wurde es möglich viele Hunderte von Vereinigungen der Wirkungen der verschiedenen in Frage kommenden Ursachen festzustellen, und aus den gefundenen Wirkungswerthen die Beziehungen jeder einzelnen Ursache zu den gleichzeitig bestandenen Wirkungen der anderen zu bestimmen. — Fig. 4 Taf. VII zeigt einen Ausschnitt aus dem endlosen Streifen.

Die Ergebnisse der Versuche sind die Folgenden:

#### I. Stellung der Achsen in den Gleiskrümmungen bei langem und kurzem Radstand.

Auf Taf. VII in Fig. 1 ist ein Beispiel gegeben, wie die Bestimmung des Verlaufes der Linien für die Stellung der Achsen des Wagens in Gleiskrümmungen von verschiedenen Halbmessern bei verschiedenen Geschwindigkeiten auf Grund der Ursprungsmessungen stattgefunden hat. — Fig. 2 giebt eine Zusammenstellung der Wahrscheinlichkeitslinien für die Achsenstellung des kurzradständigen Wagens für Gleiskrümmungen von 301<sup>m</sup> bis 753<sup>m</sup> und 10 bis 45 km Geschwindigkeit.

In Fig. 3 Taf. VII ist eine vergleichende Zusammenstellung der Werthe der Ueberstellung der Vorderachse eines langradständigen und eines kurzradständigen Wagens gegeben, aus welcher hervorgeht, um wieviel günstiger die Stellung der Achsen des Wagens mit kurzem Radstande in den Krümmungen im Allgemeinen, besonders aber in denen mit kleinen Halbmessern ist. — Bei den gegebenen Radständen von 4,865 und 2,642<sup>m</sup> beträgt das Verhältniss der Ueberstellung der Achsen über die Richtung des Halbmessers hinaus z. B. bei 50 km Geschwindigkeit und dem Halbmesser 301<sup>m</sup>:  $\frac{2}{1}$  und für den Halbmesser 735:  $\frac{1,56}{1}$ .

## II. Beziehungen zwischen Geschwindigkeit und Widerstand.

### A. In der Geraden.

Die Zusammenstellung der durch die Ursprungsaufzeichnungen gewonnenen Beobachtungswerthe ergab die auf Taf. VII Fig. 5 dargestellte Linie als wahrscheinliche Lage derjenigen, welche die Beziehungen zwischen Geschwindigkeit und Wagenwiderstand in der Geraden zum Ausdruck bringt. Es musste angenommen werden, dass diese Linien einer Gleichung entspräche von der Form

$$Wg = a + b v + c \cdot v^2 + d v^3$$

wobei  $a$  den unveränderlichen Werth für die Grösse des Widerstandes im Augenblick des Ueberganges von der Ruhe in die Bewegung darstellt.

Die Linie ergibt nun folgende Verhältnisswerthe für die Widerstände des Versuchswagens in Kilogr. bei verschiedenen Geschwindigkeiten  $v$  in Kilom. pro Stunde. und zwar innerhalb der Grenzen der wirklichen Beobachtung für

$$v = 5; v = 20; v = 40; v = 60$$

$$Wg = 44; Wg = 55; Wg = 61; Wg = 82.$$

Wenn nun unter Benutzung dieser Werthe vier Gleichungen gebildet, und diese für die als Unbekannte in denselben enthaltenen Beiwerte  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $d$  aufgelöst werden, so ergibt sich:

$$Wg = 36,85 + 1,66 v - 0,049 v^2 + 0,0000565 v^3$$

und da das Gewicht des Versuchswagens 11 Tonnen betrug, der Widerstand pro Tonne zu:

$$1) Wg^t = 3,35 + 0,15 v - 0,0045 v^2 + 0,000514 v^3$$

oder angenähert

$$2) \text{ für } v = 20 \text{ bis } 40 \text{ km pro St.: } Wg^t = 4,5 + 0,027 v$$

$$3) \text{ « } v = 40 \text{ « } 70 \text{ « } \text{ « } \text{ « } \text{ « } = 10,8 - 0,285 v + 0,00384 v^2.$$

Dass die Unveränderlichen in den letzten beiden Ausdrücken andere Werthe zeigen, als die in 1, ist durch den Umstand bedingt, dass letztere auch für  $v = 0$  Gültigkeit hat. 2 und 3 geben also Mittelwerthe.

Auf Taf. VIII sind in Fig. 1 vergleichsweise verschiedene Linien aufgetragen, deren Verlauf den Ausdrücken von Röckl, Clark und der von der Königlichen Eisenbahn-Direction Magdeburg mitgetheilten für den Widerstand in den Geraden entsprechen, welche letztere Mittelwerthe aus den Formeln von Clark, Claus und Vuillemin, Dieudonné & Guéhard zum Ausdruck bringt.

Das auffallend starke, in der Röckl'schen Linie schon zwischen 20 und 15 km Geschwindigkeit auftretende Bestreben einer verhältnissmässig schnellen Steigerung der Widerstände findet seine Erklärung in der Eigenthümlichkeit der Bayerischen Versuchsart, bei welchen man die Wagen ablaufen liess.

Der Richtungswechsel der diesseits festgestellten Linie, welchen keinen der anderen zeigt, entspricht jedenfalls den wirklichen Verhältnissen. Die Steigerung der Geschwindigkeit bewirkt auch Steigerung der Arbeitsgrössen der bewegten Massen; die lebendig werdenden Widerstände der ruhenden Gleises, werden also mit wachsender Geschwindigkeit der bewegten Massen leichter überwunden werden, weil diese auf das Widerstehende am Gleise mehr oder weniger stossend wirken. Die Linie muss daher zunächst naturgemäss von 0 anfangend

verhältnissmässig am stärksten steigen, und sich dann bald zu verflachen anfangen.

Von 35—40 km Geschwindigkeit an zeigt die Linie im Weiteren ein Bestreben zum Aufsteigen, welche mit wachsender Geschwindigkeit durch die Zunahme des Luftwiderstandes, mehr aber noch durch den der gleitenden Reibungen zwischen den Laufflächen der Räder, den Schienen und Spurkränzen bedingt ist, insoweit diese Reibungen durch die Wellenbewegungen der Fahrzeuge während ihres schnelleren Laufens wirksamer erzeugt werden.

Welche Abhängigkeit im Allgemeinen zwischen den Grössen der Widerstände und den sie bedingenden anderen Ursachen besteht, ist in Fig. 2 Taf. VIII erläutert, wo die Grössen der Ordinaten der der Abscissenachse Gleichgerichteten, und auch die der Linien für den Gesamtwiderstand und den Luftwiderstand mit den Widerstandswerthen für das Gewicht des Versuchswagens in geradem Verhältniss stehen. — Es ist hierbei angenommen der Beiwert der rollenden Reibung zu 0,05, der der Zapfenreibung zu 0,027 und der Luftwiderstand =  $0,005064 F v^2$  (Pambour), worin  $v$  die Geschwindigkeit in Kilom. pro Stunde und  $F = 0,93 \text{ qm}$  als die für einen, durch einen anderen gedeckten Wagen zu berücksichtigende Fläche bedeutet.

Die Grössen der Ordinaten der Linie für den Widerstand in der Geraden sind daher abhängig von den absoluten Werthen dieser Beiwerte, welche ihrer Natur nach auch andere, weil veränderlich, sein können, als die hier unveränderlich angenommenen, was indessen keinen Einfluss auf den Verlauf der Linie für den Gesamtwiderstand hat. — Diese wird sich vielmehr nur gleichgerichtet zu sich selbst, der Veränderlichkeit der Beiwerte entsprechend, verschieben, sich also der Abscissenachse nähern oder sich von ihr entfernen.

### B. In den Gleiskrümmungen.

Die Widerstände in den Krümmungen und damit die Gesamtwiderstände nehmen mit wachsender Geschwindigkeit ab, und zwar im Mittel für alle Krümmungen bis zu 35 bis 40 km Geschwindigkeit. Darüber hinaus nehmen sie zu.

Auf Taf. VIII Fig. 2 sind die Linien für den Zuwachs der Widerstände in Gleiskrümmungen von 301 bis 753<sup>m</sup> Halbmesser neben der für den Widerstand in der Geraden aufgetragen.

Die anfängliche Abnahme der Widerstände hat offenbar dieselben vorher bezeichneten Ursachen, wie die, bei wachsender Geschwindigkeit in der Geraden verhältnissmässig sich verringernde Zunahme des Widerstandes, welche also eine Abnahme desselben bedeutet, und daselbst übereinstimmend bis zu 35 bis 40 km Geschwindigkeit andauert.

Durch Abziehen der Werthe für den Gesamtwiderstand in den Krümmungen und derjenigen in der Geraden finden sich die Werthe für den Widerstandszuwachs  $W_a$  zum Beispiel wie folgt:

$a c - a b = b c = 20,5 \text{ kg} = W_a$  für eine Geschwindigkeit  $v$  von 25 km in einer Krümmung von Halbmesser  $R = 301^m$ , desgl.  $c f = W_a = 12,8 \text{ kg}$  für  $v = 40$  in derselben Krümmung. Wenn man nun die Beziehung zwischen  $W_a$ ,  $R$  und  $v$  an irgend

einer Stelle der Linien für den Widerstandszuwachs sucht, so findet man für den Versuchswagen von 11 Tonnen Gewicht in Kilogr. stets  $Wa = \frac{154000}{Rv}$ , weil das Product  $Wa Rv$  für

$$4) \quad Wa^t = \frac{15400}{Rv \cdot 11} = \frac{14000}{Rv}.$$

Dieselben Beziehungen ergeben sich für die Linien des Widerstandszuwachses sowohl bei den Versuchen mit einem Wagen mit langem, als auch bei denen mit kurzem Radstande.

Zwei der Linien sind auf Taf. VIII in Fig. 3 für den langen Radstand punktirt eingetragen. — Die gleiche Behandlung ergibt für diese bei  $v = 57$  den Werth

$$Wa = \frac{287000}{Rv} \text{ bzw.}$$

$$5) \quad Wa^t = \frac{26574}{Rv} \text{ pro Tonne.}$$

### III. Beziehungen der Grösse des Radstandes zum Widerstandszuwachs in den Gleiskrümmungen.

Die Grösse der in den Ausdrücken  $\frac{26574}{Rv}$  bzw.  $\frac{14000}{Rv}$  erscheinenden Unveränderlichen muss eine Abhängige der Grösse der Radstände  $l$  bzw.  $l_1$  sein. — Um diese zuverlässig bestimmen zu können, wäre es erforderlich die Versuche zu wiederholen, und zwar mit einem Wagen, dessen Radstand zwischen den beiden von 2,642 und 4,865<sup>m</sup> liegt, welchen die Unveränderlichen 26574 und 14000 entsprechen.

Annähernd lässt sich diese Beziehung indessen finden, wenn man setzt:

$$14000 = \alpha, l_1 = \alpha, \cdot 2,642$$

$$\text{und } 26574 = \alpha, l, = \alpha, \cdot 4,865$$

wobei sich die Beiwerte ergeben zu:

$$\alpha, = 5335 \text{ und } \alpha, = 5462$$

im Mittel also zu 5368.

Werden nun in den Ausdrücken für die Vergrößerung des Widerstandes in den Krümmungen die Unveränderlichen ersetzt durch das Product des Beiwertes  $\alpha = 5368$  in den Radstand  $l$ , so ergibt sich annähernd allgemein für die Vergrößerung des Widerstandes pro Tonne

$$6) \quad Wa^t = \frac{5368}{vR} \cdot l$$

worin  $l$  und  $R$  in Metern und  $v$  in Kilom. pro Stunde ausgedrückt sind.

Welche Abhängigkeit zwischen den Werthen der für die beiden Radstände gefundenen Unveränderlichen 14000 resp. 26574 und dem Beiwerte für die Reibung zwischen Rad und Schienen besteht, ist durch eine genügende Anzahl von Beobachtungswerthen, welche bei einer Versuchsfahrt mit nassen Schienen gewonnen wurden, festgestellt.

Die gefundenen Werthe sind auf Taf. VIII Fig. 4 für die Halbmesser 310 bis  $\infty$  vergleichungsweise für nasse und trockene Schienen zusammengestellt, und ergeben die Linien für nasse Schienen den Werth von  $Wa$  zu  $\frac{123200}{Rv}$ , während

die für trockene vorhergehend sub II B für denselben Radstand zu  $Wa = \frac{154000}{Rv}$  ermittelt wurden.

Die Verminderung der Vergrößerung des Widerstandes bei nassen Schienen beträgt hiernach 20 % in den Krümmungen und 17 % in der Graden.

Die Versuche haben also im Allgemeinen folgendes ergeben:

#### I. Für die Geschwindigkeiten und Widerstände.

##### 1) In der Graden.

a. Mit zunehmender Geschwindigkeit wächst der Widerstand in der Graden, und zwar:

in den Grenzen von 0 bis 20 km Geschwindigkeit als

Grösste um 1,63 kg pro Tonne des Wagengewichts,

in den Grenzen von 20 bis 40 km Geschwindigkeit als

Grösste um 0,59 kg pro Tonne des Wagengewichts,

in den Grenzen von 40 bis 70 km Geschwindigkeit als

Grösste um 4,04 kg pro Tonne des Wagengewichts.

Die Grösse des Widerstandes bestimmt sich aus:

$$Wg^t = 3,35 + 0,15 v - 0,0045 v^2 + 0,0000514 v^3.$$

b. Der Widerstand erscheint unabhängig von der Grösse des Radstandes.

##### 2) In den Krümmungen.

a. Der Widerstand nimmt mit zunehmender Geschwindigkeit und zwar für alle Gleiskrümmungen im Mittel bis zu 35 km Geschwindigkeit ab.

Die Abnahme ist verhältnissmässig grösser bei kleinen Halbmessern.

b. Die Widerstände nehmen über 35 km Geschwindigkeit hinaus zu. Bei grösseren Geschwindigkeiten sind indessen die Zunahmen im Verhältniss zu denen der Widerstände in der Graden geringer.

c. Für die Vergrößerung der Widerstände in Kilogr. ergibt sich der Ausdruck

$$Wa = \frac{C}{Rv} = \frac{\text{Unveränderliche}}{\text{Krümmungshalbmesser in Meter, Geschwindigkeit in Kilom. pro Stunde}}$$

worin  $C$  eine Abhängige der Grösse des Radstandes und der Reibung zwischen Rad und Schiene ist.

d. Jedem Krümmungshalbmesser entspricht eine bestimmte Geschwindigkeit, bei welcher der Gesamtwiderstand am Kleinsten ist. (Fig. 1 Taf. IX.)

Für  $R = 753^m$  ist diese Geschwindigkeit 25 km, für  $301^m$ : 40 km pro Stunde.

#### II. Für den Radstand.

a. Mit zunehmendem Radstande wächst die Abweichung der Richtung der Achsen vom Halbmesser des Berührungspunktes der Krümmung.

b. Der kurze Radstand erzeugt daher geringere Vergrößerung der Widerstände in denselben als der lange, und zwar findet sich als Mittel die Beziehung für diesen Widerstand pro Tonne

$$Wa^t = \frac{5368}{v} \cdot \frac{l}{R} = 5368 \frac{\text{Radstand in Metern}}{\text{Geschwindigkeit in km. pro Stunde. Krümmungshalbmesser in Meter.}}$$

Im Verlauf der Versuche ist übrigens beobachtet worden, dass die Vergrößerung des Widerstandes mit zunehmender Steigung abnimmt. Es zeigt dies die Vergleichung der nachstehend in Uebersicht geordneten Beobachtungswerte deutlich, welche die Wagenwiderstände in Kilogr. in einer Krümmung von 301<sup>m</sup> Halbmesser bei verschiedenen Steigungsverhältnissen und Geschwindigkeiten angeben.

Steigung $v =$	1 90	1 100	1 120	1 150	1 180	1 200	1 300	1 400	1 600	1 800	1 $\infty$	Halbmesser 339 <sup>m</sup>
10—15	21	21	22	25	—	—	—	—	—	—	35	} Wagenwider- stand in Kilogr.
15—20	—	—	—	—	—	21	—	27	—	—	31	
20—25	—	—	—	—	18	19	—	24	—	—	28	
25—30	—	8	—	—	—	15	—	18	22	—	23	
30—40	—	—	—	—	—	—	11	12	—	—	14	

Der Vorgang erscheint sehr natürlich, wenn in Betracht gezogen wird, dass der, auf der Steigung in Richtung dieser wirksame Theil der Schwerkraft des Zuggewichtes das Bestreben hat die Glieder des Zuges, diesen als Kette gedacht, zu strecken. Hierdurch treten an jeder Kupplung zwischen den Wagen waagrecht wirkende Kräfte auf, welche nach der inneren Seite der Krümmung gerichtet sind und hierdurch sowohl dem Flugmoment der bewegten Massen, als auch dem Bestreben der steifen Vorderachsen an die äussere Schiene anzulaufen, entgegenwirken.

Es lässt sich hieraus übrigens folgern, dass die Zunahme der Widerstände im Gefälle sich entsprechend vergrößern müssen, sobald der vordere Theil des Zuges stärker gebremst ist, als der andere, da in diesem Falle die waagrecht wirkend auftretende Kraft dann meist nach der äusseren Seite der Krümmung gerichtet sein wird, wodurch eine Vergrößerung der Spurkranzreibung bedingt ist.

Es muss noch erwähnt werden, dass jeder der Versuchswagen stets als letzter im Zuge und lose gekuppelt lief, und zwar dies, um die Selbstständigkeit seiner Bewegungen, und damit die Freiheit seiner Einstellung besonders beim Durchfahren von Gleiskrümmungen möglichst unbeeinflusst von den Wirkungen der Kupplung eines nachfolgenden Wagens beobachten zu können.

Hierdurch sind die beobachteten Werthe des Wagenwiderstandes grösste Werthe, da bekanntlich bei einem im Zuge laufenden Wagen, an welchem weitere Wagengewichte hängen in der Gleiskrümmung durch Seitenkräfte, welche sich an den Kupplungen entwickeln, die Hinterachsen der Wagen nach Aussen, die Vorderachsen aber nach Innen gezogen werden, was eine Verminderung der Spurkranzreibung zur Folge hat. Der Werth dieser Verminderung ist vom Gewicht abhängig, welches der betreffende Wagen hinter sich her zu ziehen hat, ist also für den ersten Wagen im Zuge am grössten und für den letzten am kleinsten.

Die Widerstände jedes im Zuge befindlichen Wagens sind also in den Gleiskrümmungen verschiedenwerthig, und ist der Widerstand des ganzen Zuges in diesen daher nicht einfach ein

Vielfaches des Widerstandswerthes pro Tonne und des Zuggewichtes.

An den Kupplungen des in der Geraden laufenden Zuges dagegen entwickeln sich keine der vorher erwähnten Seitenkräfte und ist daher für diesen der Widerstand ein Vielfaches der Widerstandseinheit für eine Tonne und dem Gewichte des Zuges.

#### Versuche mit freischwingenden Lenkachsen.

Der Versuchswagen ist ein Personenwagen III. Classe mit 4865<sup>mm</sup> Radstand und 9 Tonnen Gewicht. Derselbe ist seit Ende 1881 ohne Unterbrechung im Betriebe und ergibt sich bei demselben die Abnutzung der Radreifen nach nunmehr dreijähriger vergleichender Beobachtung zu 0,27 der bei dem gleichen Wagen mit festen Achsen und unter genau denselben Betriebsverhältnissen beobachteten Abnutzung.

Ueber die Vorrichtung, welche vom Referenten angegeben ist, sei Folgendes bemerkt:

Ausgehend von der Thatsache, dass die Achsen in Folge der Kegelflächen der Radreifen ein sehr kräftiges Bestreben haben sich in den Gleiskrümmungen in der Richtung des Halbmessers, und in der Geraden rechtwinklich zur Fahrriichtung zu stellen, musste angenommen werden, dass alle waagrecht erfolgenden Bewegungen und Schwingungen der Achsen um deren geometrische Mittelpunkte erfolgen, dass also ferner Zapfen und Achsbüchsen gleichzeitig sich in Kreisbögen um diesen geometrischen Mittelpunkt zu bewegen suchen, welcher im geraden Gleise mit der, auf der Mittellinie dieselben errichteten Senkrechten zusammenfällt.

Um dies Bestreben völlig ungehindert zur Wirkung kommen zu lassen, bedurfte es zunächst einer, den Achsen nach allen Richtungen hin in den Achshaltern vollständig zwanglosen Lauf sichernden Anordnung; ausserdem aber auch einer Einrichtung, welche zwar die Zwanglosigkeit der Achsenbewegungen zulässt, aber gleichzeitig auch den festen geometrischen Zusammenhang mit den übrigen Wagentheilen, zunächst also den Achshaltern, mit Sicherheit dennoch aufrecht erhält.

Die Achsbüchsen erhielten daher, bei freiem seitlichen Spiel, und dem, nach den Achshaltern hin für die grössten Ausschläge erforderlichen Zwischenraum a Fig. 1 Taf. IX, senkrechte Führungsflächen b, welche Abschnitte von Cylinderflächen bilden, deren Achsen mit den, durch die geometrischen Mittelpunkte der Wagenachsen gedachten Senkrechten zusammenfallen.

Hierdurch kann das freie waagrechte Ausschwingen der Achsen wie erforderlich erfolgen, und zwar unter Ausschliessung der Möglichkeit einer Verschiebung der Wagenachsen in Richtung ihrer Länge. — Die Richtigkeit der Lage in Bezug auf die übrigen festen Theile des Wagens ist also gleichzeitig gesichert.

Um auch gegenseitige Unabhängigkeit der Bewegungen der Achsschenkel und Lagerkasten zu gestatten, wurden die Lagerschalen mit senkrechten Zapfen c Fig. 2 Taf. IX versehen.

Um ferner auch die vollständige Unabhängigkeit der Bewegungen zwischen den Aufhängungspunkten der Federn und des Untergestelles zu sichern, sind die Gehänge Ersterer als

ein, nach den drei Richtungen des Raumes frei bewegliches Gelenk, vertreten durch den verdrehten Ring d Fig. 3 und 4 Taf. IX, ausgebildet.

#### Einstellbarkeit der Achsen.

In Fig. 6 Taf. IX sind die Abweichungen der Stellung der freien Vorderachse von der Richtung des Halbmessers der Gleiskrümmung im Vergleich mit denen, welche bei festen Achsen an demselben Wagen beobachtet wurden, als Ordinaten dargestellt. — Es wird hier ersichtlich, dass in der Krümmung von 200<sup>m</sup> Halbmesser die Abweichung der freien Achse nur 2,7<sup>mm</sup> von der Richtung der Halbmesser auf Mitte Schiene gemessen beträgt. Die Wirkung der Vorrichtung kann daher wohl als vollkommen bezeichnet werden. —

Fig. 5 Taf. IX zeigt einen Ausschnitt aus einer Ursprungsaufzeichnung, ebenfalls vergleichungsweise für eine freie und feste Vorderachse. Die zweite mehr geneigte Aufhängung des Ringes d in Fig. 4 erwies sich für die Ruhe des Ganges der Achsen vortheilhafter, wie die Vergleichung der Aufzeichnungen in Fig. 5 für beide Aufhängungen erkennen lässt.

Die Versuche über Einstellbarkeit der Achsen wurden nur mit unbeladenem Wagen angestellt, weil die Tragfähigkeit des Versuchswagens eine zu geringe war, um von der Veränderung des Gewichtes einen merkbaren Einfluss erwarten zu können, soweit dies überhaupt vorausgesetzt werden kann.

Die Kräfte, welche beim Einlauf in die Gleiskrümmungen, und beim Durchlaufen dieser, steife Achsen aus der Richtung des Halbmessers abzulenken bestrebt sind, müssen mit den tangential auftretenden Massenwirkungen des Wagengewichtes, und mithin auch mit den, durch diese hervorgerufenen, entgegengesetzt wirkenden Widerständen in geradem Verhältniss stehen. — Bei freien Achsen, deren Bewegungen dagegen unabhängig von den Massenbewegungen des Untergestelles und des Wagenkastens erfolgen, wird die Steigerung der ablenkenden Widerstände durch vergrössertes Gewicht des Wagens erst von da ab auftreten können, von wo ab in der betreffenden Anordnung die Beweglichkeit der Achsen begrenzt ist. Eine Begrenzung dieser Art ist indessen besonders bei der vorliegenden Anordnung trotz der Wahrung des Zusammenhanges aller Theile, wie im Anfange erläutert, überhaupt nicht vorhanden.

#### Einfluss der Lenkachsen auf die Gangart des Wagens.

Bezüglich des Einflusses dieser Lenkachsen auf die Gangart des Wagens bei verschiedenen Geschwindigkeiten wird Folgendes mitgetheilt.

Um die waagerechten und senkrechten Schwankungen des Wagenkastens ermitteln zu können, wurden kleine Pendel angewendet, welche die Aufzeichnung der Grösse der Schwankungen nach beiden Richtungen hin, und zwar gesondert in jedem Augenblick und fortlaufend bewirken, wenn sie im Versuchswagen aufgestellt sind. — Während einer Fahrt auf der an Krümmungen reichen Strecke Coblenz-Bingerbrück lief der Wagen mit freien Achsen, und dann denselben Weg zurück mit festgestellten Achsen, und zwar in beiden Fällen als Letzter im Zuge lose gekuppelt.

Die gewonnenen Werthe für die Bewegungen des Wagenkastens sind daher grösste Werthe. Auf den auf Taf. X in Fig. 1, 2, 3 und 4 dargestellten Ausschnitten aus den Ursprungsaufzeichnungen ergibt sich bei einer Geschwindigkeit von 70 km pro Stunde der Ausschlag des die waagerechten Schwankungen aufschreibenden Pendels zu 60<sup>mm</sup> bei festen Achsen, Fig. 4. Bei frei schwingenden sind die Schwankungsarbeiten des Wagenkastens an derselben Stelle des Gleises und bei derselben Geschwindigkeit nur sehr viel geringere. Sie beeinflussen die Trägheit der Massen des Wagens nur so wenig, dass die Wirkung der Schienenüberhöhung sogar für sich allein durch Abweichung des waagrecht schwingenden Pendels von der Mittelstellung nach der einen oder anderen Seite, entsprechend der Richtung der Gleiskrümmungen, zum Ausdruck kommt. (Taf. X Fig. 3.) Der Ausschlag des waagrecht schwingenden Pendels beträgt bei freien Achsen hier nur 10 bis 15<sup>mm</sup>. Das Verhältniss der in diesem Falle bei festen und freien Achsen vom Wagenkasten gelieferten Stossarbeiten nach den Wegen und Massen der Pendel bestimmt, ergibt für die waagerechten Schwingungen ein Verhältniss von 6 : 1 zu Gunsten dieser Lenkachsen.

Das Verhältniss der senkrecht gerichteten Schwingungsarbeiten an derselben Stelle des Gleises bei 70 km Geschwindigkeit pro Stunde ergibt sich zu 2,5 : 1 zu Gunsten der Lenkachsen.

Diese unerwartet grossen Unterschiede sind dadurch zu erklären, dass die, durch die Unebenheiten der Bahn, Schienenstösse etc. verursachten Erschütterungen und Stösse bei der gewählten Anordnung zunächst von der Masse der Achsen, welche nach allen Richtungen hin frei auspendeln können, wie anfänglich erläutert, aufgenommen werden. — Die Uebertragungen der Stösse durch die Achsen auf das Gestell des Wagens sind daher äusserst gering, weil die Möglichkeit des Auftretens von Klemmungen und Reibungen in den Achsgabeln, Federabhängungen oder Drehzapfen bei dieser Anordnung ausgeschlossen ist.

#### Widerstand der Lenkachsen in der Graden.

Die Widerstände dieser Lenkachsen in der Graden im Verhältniss zu den der festen Achsen lassen die vergleichende Zusammenstellung Fig. 5 Taf. X der Beobachtungswerthe der Widerstände des Versuchswagens erkennen. — Dass diese Lenkachsen bei kleinen Geschwindigkeiten geringere Widerstandswerthe in der Graden als feste Achsen ergeben, ist in der Eigenthümlichkeit der Anordnung, welche vollkommen freies Pendeln der Achsen ermöglicht, zu suchen.

Je geringer nämlich die Geschwindigkeit des Wagens und damit die Arbeit seiner Massen ist, desto grösser ist verhältnissmässig die Rückwirkung der lebendigen Widerstände des ruhenden Gleises, an denen die Schienenstösse den grössten Antheil haben.

Die Anordnung hat aber die Fähigkeit, diese Stossarbeiten zum grössten Theile durch die Achsen allein aufzunehmen, so dass nur ein sehr geringer Theil der Stosswirkungen auf den Wagenkasten übertragen wird. — Die Rückwirkungen der Stossarbeiten müssen also aus den angeführten Gründen auch bei kleineren Geschwindigkeiten naturgemäss so lange geringer

wie bei festen Achsen bleiben, bis die Arbeitsgrösse der bewegten Massen der Achse gleich ist der lebendigen Widerstände des Gleises. Bei dem Vergleiche des Verlaufes der Linie für den Widerstand in der Graden für feste Achsen und für den der Lenkachsen Fig. 5 Taf. X erscheint es zwar als ob dies bei circa 33 km Geschwindigkeit eintritt, weil hier die Linien für den Widerstand der freien und festen Achse in der Geraden zur Deckung kommen.

Es muss indessen trotzdem angenommen werden, dass dieser Gleichgewichtszustand wirklich erst später, etwa bei 40 km Geschwindigkeit eintritt, wo sich dann die Linien berühren würden, wenn dieser Theil derselben für die freie Achse etwas tiefer läge, da eine andere Ursache als die erwähnte in gleicher Weise zur Steigerung der Widerstände des Wagens mit freien Achsen gegenüber der Widerstände eines Wagens mit steifen Achsen nicht besteht; weil zwischen 0 und 20, 40 und 60 km Geschwindigkeit Beobachtungswerte für die Feststellung des Verlaufes der Linien nicht vorhanden waren, so wurde dieser an den betreffenden Stellen aus dem analytischen Ausdruck bestimmt, welcher sich aus dem, durch Beobachtungswerte festgestellten Verlauf der übrigen Theile der Linie ergab.

Unter Mitbenutzung der fehlenden Werthe hätten die Linien die Abweichung, welche ca. 2,7 kg für das Gewicht des Versuchswagens repräsentirt, aller Wahrscheinlichkeit nach nicht, sondern den Verlauf der strichpunktirten Linientheile gezeigt.

Von 60 km Geschwindigkeit ab tritt alsdann eine bedeutende Verminderung der Widerstände zu Gunsten dieser Lenkachsen-Anordnung ein, und zwar bei 90 km Geschwindigkeit im Verhältniss von 1,6 : 1.

Dies resultirt ebenfalls aus der vollkommenen Unabhängigkeit der Einstellbarkeit der Achsen von den Schwingungsbewegungen und der Trägheit der Massen des Wagenkastens; feste oder nicht vollkommen frei schwingende Achsen werden dagegen gezwungen an den Bewegungen der übrigen Massen des Wagens Theil zu nehmen, wodurch bedeutende gleitende und Flantschen-Reibungsarbeiten in Richtung des Gleises und rechtwinklich zu dieser veranlasst werden.

Ein sprechender Belag hierfür ist gleichzeitig in der Verschiedenheit der Stossschwingungs-Aufzeichnungen auf Taf. X Fig. 3 und 4 für die waagerechten Schwingungen des Wagens mit freien und steifen Achsen gegeben.

Für den Widerstand dieser Lenkachsen ergibt sich für die Grade unter Benutzung der Beobachtungswerte folgender Ausdruck:

$$Wg\ 335 + \frac{0,005064 \cdot 0,93 \cdot v^2}{Q} + 0,0706 \cdot v - 0,001092 \cdot v^2 + 0,0000081155 \cdot v^3.$$

Für den Widerstand der festen Achsen ergibt sich für die Grade: \*)

$$Wg\ 335 + \frac{0,005064 \cdot 0,93 \cdot v^2}{Q} + 0,15 \cdot v - 0,00493 \cdot v^2 + 0,0000514 \cdot v^3.$$

\*) Dieser Ausdruck ist gleichartig mit dem anfänglich für den

In diesem Ausdruck enthält der erste Summand den Werth der rollenden und der Zapfenreibung, der zweite den Luftwiderstand (nach Pambour) und der Rest die übrig bleibende Widerstandsarbeit, welche sich zusammensetzt aus gleitender Reibung, Flantschenreibung, Wirkung der Schienenstösse etc.

Die Lage der Abscisse verändert sich auch hier, wie vorangehend bemerkt, entsprechend den Werthen der rollenden und der Zapfenreibung.

#### Vergrößerung des Widerstandes der Lenkachsen in den Gleiskrümmungen.

Die Vergrößerung des Widerstandes in den Krümmungen beträgt im Durchschnitt nur 40 % der des Widerstandes bei festen Achsen und ergibt sich pro Tonne auf Grund des Verlaufes der Linien, welche die Beziehung der Widerstandswerte zum Halbmesser der Gleiskrümmung und der Fahrgeschwindigkeit zum Ausdruck bringen, der Werth der Vergrößerung des Widerstandes zu:  $Wa = \frac{10300}{v R}$  pro Tonne, wo v die Geschwindigkeit in Kilom. pro Stunde, R den Krümmungshalbmesser in Metern bedeutet.

Der Einfluss der Grösse des Radstandes auf die Grösse des Widerstandes in den Gleiskrümmungen ist nicht untersucht, und gilt daher der Ausdruck zunächst nur für den Radstand des Versuchswagens von 4865<sup>mm</sup>. Es kann indessen wohl mit Sicherheit angenommen werden, dass der Radstand kaum von Einfluss auf die Veränderung der Widerstandswerte pro Tonne bei ganz frei laufenden Achsen sein kann.

#### Wirkung der Einrichtung auf Mittelstellung der Achsen.

Die Einrichtung hat ein sehr bedeutendes Bestreben im Gefolge, die Achsen trotz ihrer ausserordentlichen Beweglichkeit bei grösster Empfindlichkeit fortwährend in die Mittelstellung zurückzudrücken, und ist dies von besonderer Bedeutung für die Betriebssicherheit.

Es berechnen sich nämlich die Werthe der, an den Aufhängungspunkten der Tragfedern bei den verschiedenen Ausschlägen der Achsen waagerecht wirkenden Theilkräfte P der Wirkung des Versuchswagengewichtes von 9 Tonnen für jedes Rad wie folgt:

Bei seitlichem Ausschlage des Achsschenkels von 5<sup>mm</sup> ist  $P = 70$ , 4 P also = 280 kg, bei 10<sup>mm</sup> Ausschlag ist  $P = 142$  kg, 4 P also = 568 kg, bei 15<sup>mm</sup> ist  $P = 214$ , 4 P = 856 kg.

Für eine Geschwindigkeit von 90 km pro Stunde ergibt nun die vorher besprochene Linie für den Gesamtwiderstand des Versuchswagens in einer Gleiskrümmung von 339<sup>m</sup> Halbmesser den Werth von 103 kg.

Dieser Widerstand wirkt entgegengesetzt und in gleicher Richtung der waagerecht an den Federgehängen wirkenden Theilkraft des Wagengewichtes, am Umfang der Räder. — Nimmt man für den Krümmungshalbmesser von 339<sup>m</sup>: 10<sup>mm</sup> Ausschlag des Achsschenkels über die Mittelstellung hinaus an, so ist

Widerstand in der Graden bei festen Achsen mitgetheilten, in welchem der Luftwiderstand ebenfalls berücksichtigt aber nicht durch ein besonderes Glied zum Ausdruck gebracht ist.

hierfür der Werth der waagrecht wirkenden Theilkraft = 568 kg, die Wirkung derselben auf Mittelstellung daher =  $\frac{568}{102}$ , also das 5,5fache des Widerstandes im Gleise. — Selbst bei Ausschlägen, welche in Krümmungen von kleinen Halbmessern durch Zufälligkeiten geringer z. B. nur bis 5<sup>mm</sup> veranlasst werden könnten, würde der Verhältnisswerth selbst dann noch  $\frac{280}{103}$ , also 2,7 sein.

Es ist daher auch für den Fall zufälliger, plötzlicher und theilweiser Entlastung einer der Achsen selbst bei geringen Ausschlägen derselben und grossen Geschwindigkeiten die erforderliche Sicherheit mehrfach vorhanden.

#### Kosten der Anbringung der Vorrichtung.

Die Kosten für die Anbringung dieser Lenkachsvorrichtung

betragen 230 Mark incl. Generalkosten und kann dieselbe an jedem Wagen ohne Weiteres erfolgen.

Es werde noch erwähnt, dass auch vergleichende Versuche mit diesem Wagen angestellt wurden, welche den Zweck hatten, festzustellen, welche Wirkung ein, die beiden freien Achsen zwangsläufig verbindendes Gestänge auf die Vervollkommnung der Einstellbarkeit der Achsen haben könnte. — Die Versuche ergaben einen so unwesentlichen Unterschied, dass das, durch Anbringung eines solchen Gestänges bedingte Mehr an einzelnen Theilen und deren Unterhaltung als in keinem Verhältniss zum Nutzen desselben stehend, angesehen werden musste.

Jähns,

Königlicher Eisenbahn-Maschinen-Inspector, Vorsteher des maschinentechnischen Büreaus der Königl. Eisenbahn-Direction (linksrh.) Köln.

## Vorrichtung gegen die störenden Bewegungen der Locomotive.

Mitgetheilt von Robert Gross, Chef der Hauptwerkstätte der ungar. Nord-Ostbahn in S. A. Ujhely.

(Hierzu Fig. 1—5 auf Taf. XI.)

Jeder, welcher Gelegenheit hatte auf dem Führerstande einer Locomotive zu fahren, hat die unangenehme Erfahrung gemacht, dass die Locomotiven, sowohl in absoluter als auch in relativer Beziehung gegen den Tender, bedeutenden Schwankungen ausgesetzt sind, die das Vertrauen auf die Sicherheit ihrer Fortbewegung selbst bei einem Fachmanne abschwächen, der von einem Objecte von so enormem Gewichte und präziser Construction mehr Ruhe und Stabilität während der Bewegung zu fordern berechtigt ist und dem es bekannt, wie viele Entgleisungen nur allein in dem grossen Schwanken der Locomotiven ihren Grund haben.

Dieses Schwanken findet insbesondere bei Locomotiven statt, deren sämtliche Achsen vor der Feuerbüchse liegen, und die Hauptursache desselben ist, das rückwärts überhängende Locomotivgewicht.

Die technischen Vereinbarungen normiren für solche Locomotiven ein Fahrgeschwindigkeits-Maximum; sagen aber in § 126, dass Constructionen, welche die störenden Bewegungen der Locomotive herabmindern, auch grössere Kolbengeschwindigkeiten gestatten, und empfehlen, im § 124, zwischen Locomotive und Tender, insbesondere bei Locomotiven mit kurzem Radstande, eine Vorrichtung anzubringen, welche die Seitenschwankungen beider Fahrzeuge möglichst verhindert und zugleich das richtige Einstellen derselben beim Durchfahren von Curven befördert.

Die im Folgendem beschriebene Vorrichtung hat die Aufgabe die störenden Bewegungen, die durch das oben erwähnte, nach rückwärts überhängende Locomotivgewicht verursacht werden, zu beseitigen, den Locomotiven von oben erwähnter Construction hiermit eine grössere Fahrgeschwindigkeit zu gestatten, und wird so den §§ 124 und 126 im vollsten Sinne gerecht.

Denken wir uns einen Theil des rückwärts überhängenden Locomotivgewichts am Rahmen des Tenders ruhend. Zu diesem

Behufe erhalten beide Tenderrahmen zweckentsprechend geformte, mit den Rahmen unverrückbar befestigte, mit schiefen Ebenen versehene Pfannen a, in welche an den Locomotivrahmen angebrachte Schneiden b passen (s. Fig. 1—5 auf Taf. XI).

Diese Pfannen sind durch vertikale, nach dem Radius eines Kreises gekrümmte Wandungen begrenzt, gegen welche die vertikalen Wandungen der Schneiden durch eine spannbare Kupplung angepresst werden. Der Mittelpunkt dieses Krümmungskreises liegt im geometrischen Dreh- und Verbindungspunkte zweier sich in Krümmungen ungezwungen bewegender Fahrzeuge.

Nennen wir R und R<sub>1</sub> die Radstände, das ist die Entfernung der äussersten Achsen von einander; A C = x; A<sub>1</sub> C = x<sub>1</sub>; ferner x + x<sub>1</sub> = d und r den mittlern Curvenradius der Bahn, so ist mit Bezug auf nebenstehende Figur 23:

$$\overline{OA}^2 = r^2 - \left(\frac{R}{2}\right)^2 \text{ und}$$

$$\overline{OA}^2 = r^2 - \left(\frac{R_1}{2}\right)^2$$

weil OC die gemeinsame Hypothenuse so ergibt sich:

$$r^2 - \left(\frac{R}{2}\right)^2 + x^2 = r^2 - \left(\frac{R_1}{2}\right)^2 + x_1^2 \text{ oder:}$$

$$x^2 - \left(\frac{R}{2}\right)^2 = x_1^2 - \left(\frac{R_1}{2}\right)^2;$$

setzt man x + x<sub>1</sub> = d so ist:

$$x^2 = d^2 - 2 d x_1 + x_1^2 \text{ und } x_1^2 = d^2 - 2 d x + x^2.$$

Diese Werthe substituirt und für x und x<sub>1</sub> die Gleichung getrennt folgt:

$$x = \frac{d}{2} - \frac{R_1^2 - R^2}{8 d} \text{ und } x_1 = \frac{d}{2} + \frac{R_1^2 - R^2}{8 d}.$$

Diese Werthe für x und x<sub>1</sub>, welche den geometrischen Ort des Drehpunktes beider Fahrzeuge in Bahnkrümmungen bestimmen, sind ganz unabhängig vom Krümmungsradius der Bahncurve.

Bei obiger Ableitung ist vorausgesetzt, dass der mittlere Curvenradius, bei richtiger Einstellung der Fahrzeuge in Curven, durch die Mitten der beiden äussersten Achsen geht. Ist  $R = R_1$  so ist  $x = x_1$  d. h. der Drehpunkt liegt bei gleichen Radständen in der Mitte zwischen beiden Fahrzeugen.

Gehen wir nun zur Beschreibung unserer Vorrichtung zurück und betrachten wir das Functioniren derselben.

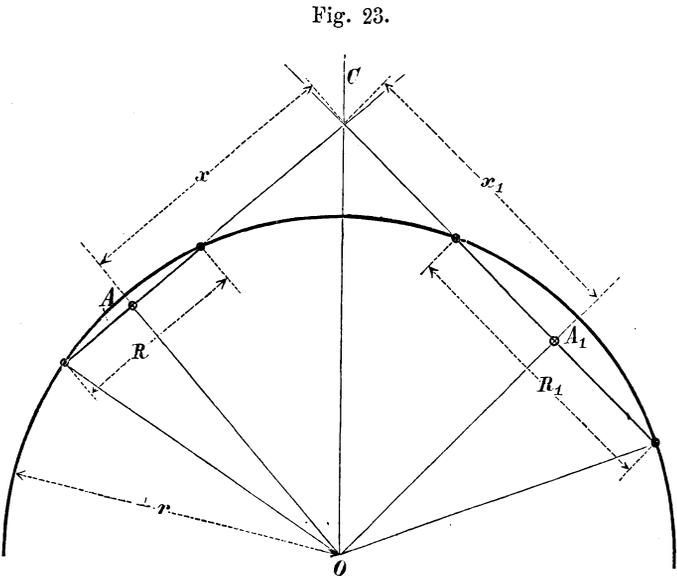


Fig. 23.

schiebung der schiefen Ebenen der Schneiden auf jenen der Pfannen statt, wodurch der rückwärtige Theil der Locomotive unbedeutend gehoben wird; beim Wiedereintritt der Locomotive in die Gerade fallen die Schneiden in die Pfannen zurück, die vorhergegangene Hebung wird hierdurch aufgehoben und die Längsachsen beider Fahrzeuge stellen sich wieder in eine gerade Linie.

Das Material der Pfannen wie auch der Schneiden kann Schmiedeeisen, Gusseisen oder Stahl sein.

Die Kupplung beider Fahrzeuge geschieht folgendermaassen.

Die Tragfedern der Locomotive und des Tenders werden in Bezug auf ihre Radreifenstärken so adjustirt, dass die Pfannen des Tenders gegen die Schneiden an der Locomotive um ein geringes höher zu stehen kommen. Der rückwärtige Theil der Locomotive wird hierauf gehoben und der Tender eingeschoben.

Das genaue Montiren der Pfannen an den Tender geschieht in der Weise, dass man ein Brett von entsprechender Breite an die Locomotivbrust provisorisch befestigt, welches gegen den Tender genau mit dem Radius der Pfannenwandungen abgerundet ist; an dieses Brett mit den Wandungen anpassend, werden nun die Pfannen an den Tender unverrückbar befestigt.

Die feste Aneinanderkupplung der beiden Fahrzeuge bewirkt eine elastische, kräftige Spannkupplung, welche aus einer Schraubenkuppel, an einem elastischen Mittel angebracht, besteht; doch kann dies mit jeder andern Schraubenkuppel auch erzielt werden.

Die vordern Tragfedern des Tenders, wie auch die Achsen werden verstärkt, weil der, während der Bewegung bei jeder Umdrehung der Triebachse zweimal die vorderen Locomotivtragfedern afficirende Druck, in Folge der Uebertragung, die Tendertragfedern in Mitleidenschaft zieht. Dieser Druck rührt vom Drucke auf die obere Kreuzkopfführung bei der Vorwärtsbewegung der Locomotive her.

Welche Veränderungen die Belastungsverhältnisse annehmen bei Anbringung in redestehender Vorrichtung möge ein Beispiel klar machen, das an einer Locomotive der galizischen Carl-Ludwig-Bahn ausgeführt wurde.

Fig. 24 zeigt die Achsbelastungen ohne die Vorrichtung; Fig. 25 zeigt dieselbe bei angebrachter Vorrichtung, in welchem Falle der Tender bei a gehoben wurde.

Es sei erwähnt, dass bei Vornahme dieser Abwägen der Tender um 26<sup>mm</sup> bei a gehoben wurde; bei den darauffolgenden Probefahrten betrug diese Hebung nur 20<sup>mm</sup> und kann selbe noch bedeutend geringer sein, da sie nur den Zweck, nach voll-

zogener Kupplung der beiden Fahrzeuge, einen constanten Druck auf die Pfannen des Tenders herbeizuführen.

Es ist klar dass, bei Neubau von Tendern, durch entsprechende Vertheilung der Achsen eine ebenso günstige Lastvertheilung zu erzielen ist wie dies bei der Locomotive der Fall.

Um auch das wichtige Capitel der Kosten dieser Vorrichtung zu berühren, sei erwähnt, dass dieselben sich bei der

Fig. 24.

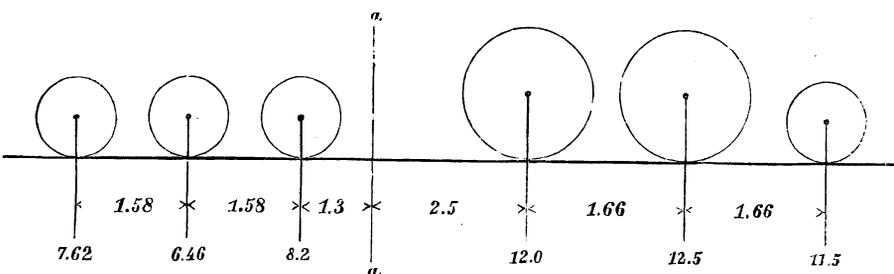
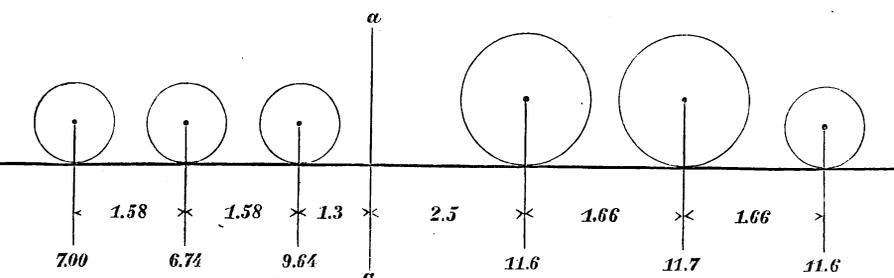


Fig. 25.



Steht die Locomotive sammt Tender in einer Geraden, so ruhen die Schneiden der Locomotive genau in den für sie bestimmten Pfannen des Tenders.

Tritt die Locomotive in eine Bahnkrümmung ein, so stellen sich die Längsachsen beider Fahrzeuge in einen Winkel, dessen Scheitel im geometrischen Drehpunkt sich befindet. Bei der Bewegung der Fahrzeuge in Krümmungen findet eine Ver-

in Anwendung gekommenen Prob locomotive auf 60 Gulden österreich. Währung beliefen.

Diese Kosten werden selbstverständlich, je nach der Construction der Locomotive und Tender, etwas mehr oder weniger betragen; beispielsweise bei Constructionen, an denen zwischen Locomotive und Tender Stossballen angebracht sind, werden sich sowohl die Adoptirkosten als auch die Erhaltungskosten niedriger stellen, da an Stelle der Stossballen die Vorrichtung angebracht werden kann, deren Erhaltung unstreitig weniger kostet als jene der Stossballen.

Wird zur Herstellung der Vorrichtung Gusseisen angewendet, so benöthigt dieselbe, bei einem glatten Gusse, keinerlei weitere Bearbeitung als an den Auflageflächen an Tender und Locomotive, denn in diesem Falle ist am vortheilhaftesten Pfanne und Schneide unbearbeitet zu lassen.

Die Vortheile bei Anwendung der im Vorstehenden beschriebenen Vorrichtung sind insbesondere folgende:

- 1) ruhiger Gang, besonders in der Geraden;
- 2) grösstmögliche Schonung des Bahnoberbaues;
- 3) Schonung des Mechanismus der Locomotive;

- 4) gleichartige Radreifenabnutzung;
- 5) geringere Tendenz zu Entgleisungen der vorderen Locomotivachse;
- 6) leichte Anbringung an den bestehenden Locomotiven und Tendingern;
- 7) geringe Adoptirkosten;
- 8) richtige Einstellung der Fahrzeuge in Curven;
- 9) Anwendung grösserer Feuerbüchsen ohne die Achsenzahls zu vermehren und ohne den maximalen Raddruck zu überschreiten;
- 10) Befähigung zu grösserer Fahrgeschwindigkeit ohne die Sicherheit zu gefährden.

Mehrfach vorgenommene Probefahrten mit besagter Vorrichtung an einer Locomotive der galizischen Carl-Ludwig-Bahn ergaben den ruhigsten Gang bei einer Fahrgeschwindigkeit von 70 km pro Stunde.

Die Vorrichtung gegen die störenden Bewegungen der Locomotive geniesst den gesetzlichen Patentschutz in: Oesterreich-Ungarn, Deutschland und Frankreich.

S. A. Ujhely im November 1884.

## Schmiervorrichtung für bewegliche Maschinentheile

von F. Miksche, Ingenieur der Kaschau-Oderberger Bahn.

(Hierzu Fig. 6—9 auf Taf. XI.)

Dieselbe besteht aus der in den Deckel der Schmiervase angebrachten Conusschraube a, welche beim Niedergange die Öffnung des Schmierröhrchens b je nach Maassgabe des Schraubens verengt oder schliesst.

Schraube a hat feines 1<sup>mm</sup> gängiges Gewinde, und als Kopf ein Zahnradchen mit circa 20 Zähnen, so dass durch Verstellen von 1 Zahn der Conus  $\frac{1}{20}$ <sup>mm</sup> schliesst, Zahnrad z wird durch Feder f arretirt.

a ist weiters hohl ausgedreht und mit Schmierschraube s versehen, welche behufs Nachfüllen der Vase herausgenommen wird. Das Oel gelangt durch Löcher l in die Schmiervase.

Der Maschinenführer ermittelt durch Versuche die Stellung der Conusschraube a, macht beim betreffenden Zahn am Rade z für Sommer- und Winterschmierung Körnerzeichen.

Die stark vertikal bewegten Maschinentheile als Trieb- und Kuppelstangen erhalten das herausstehende Röhrchen b (Fig. 6); weniger bewegte Schmiervasen erhalten eine lange Conusschraube a<sub>1</sub> (Fig. 7).

Nach Beendigung der Tour werden sämtliche Conusse geschlossen; beim Wiederbeginn einer solchen einfach bis zum markirten Zahn geöffnet.

Bei Trieb- und Kuppelstangen, welche das lange Schmierröhrchen b haben, ist ein Schliessen des Conusses nicht unbedingt nothwendig, bei allen anderen, als Excenter-, Steuerungs-

und Stopfbüchsen-Schmiervasen, welche nur Schmierröhrchen b<sub>1</sub> haben, müssen die Conusse geschlossen werden, wodurch das ganze im Behälter befindliche Oel für die nächste Tour erhalten bleibt und bei Beginn derselben nur wenig nachgefüllt zu werden braucht.

Die beschriebene Schmiervorrichtung gewährt daher:

- 1) Unbedingt sichere und gleichmässige Schmierung.
- 2) Ersparniss aller Dochte.
- 3) Ersparniss des in den sämmtlichen Vasen (oft bis zum halben Rauminhalt) nach Beendigung der Fahrt noch vorhandenen Oeles resp. Aufsparung desselben für die nächste Tour, da dasselbe durch die Dochte vollkommen aufgesaugt und nutzlos herausrinnen würde.
- 4) Leichte Regulirung der Schmiervorrichtung von Aussen, was andere nicht zulassen.
- 5) Ist der Maschinenführer durch einfaches Besichtigen der Rädchen und deren Zeichen vor der Fahrt stets in der Lage, über die richtige Schmierung unterrichtet zu sein, und sind Zufälligkeiten vermieden. Ebenso kann durch ihn in kürzester Zeit nach beendigter Fahrt das Geschlossensein, behufs Ersparung des nicht verbrauchten Oeles, controlirt werden.

Die erzielte Ersparniss wird circa 30% betragen.

Ruttka, den 21. October 1884.

## Neue doppelte Oscillirsäge mit Selbstschärfapparat zum Zerschneiden von Eisenbahnschienen

von Heinrich Ehrhardt in Düsseldorf.

Der durch seine rotirende Kaltsäge (vergl. Organ 1881 S. 91) und die patentirte Bandsäge mit oscillirendem Tisch (vergl. Organ 1884 S. 9) sowie andere sinnreiche Werkzeugmaschinen rühmlichst bekannte Fabrikant Heinrich Ehrhardt hat neuerdings eine besonders einfache und zweckmässige Säge zum Schienenschneiden construiert und in seiner Maschinenfabrik zu Zella St. Blasii bereits in grösserer Zahl zur Ausführung gebracht, welche berufen zu sein scheint, auf jeder Bahnmeisterei eingeführt zu werden, um das Einpassen und Kürzen der Schienen auf der Strecke in einfachster und vollkommenster Weise vorzunehmen und den so zeitraubenden Transport der Schienen nach der Werkstätte oder das so nachtheilige Einhauen und Werfen auf der Strecke entbehrlich zu machen.

So leistungsfähig die Ehrhardt'sche rotirende Kaltsäge ist und so günstige Ergebnisse dieselbe namentlich bei grösseren Neubauten geliefert hat, so ist die schwere Maschine, wenn gleich sie auf Rädern steht, doch schwer transportabel und kommt durch die kostspieligen Circular-Sägeblätter zu theuer.

Apparat, der allen gestellten Anforderungen vollkommen entspricht, herzustellen. Derselbe ist gegenwärtig auch bei der kgl. Eisenbahn-Direction Köln (linksrheinisch) eingeführt, nachdem vielfach angestellte Versuche ergeben haben, dass die normale Stahlschiene in 6—7 Minuten durchschnitten werden kann.

Dieses Werkzeug ist hieneben abgebildet und scheint alle Eigenschaften zu besitzen, welche eine allgemeine Anwendung bedingt, namentlich ist hervorzuheben, dass dasselbe leicht transportabel, von gewöhnlichen Arbeitern bedient werden kann und leicht zu handhaben ist; es wird auf der Strecke nur die zu kürzende Schiene angeschraubt und in wenigen Minuten wird die Schiene vollkommen glatt ohne alle Anstrengung abgeschnitten. Das aus einem ganz dünnen Streifen Stahlblech bestehende Sägeblatt ist ausserordentlich billig und bequem durch eine kleine, in der Zeichnung punktirte, Vorrichtung nachzuschärfen, ohne es aus dem Apparat herauszunehmen.

Das ganze Werkzeug kostet, je nach der Grösse, nur 250 bis 350 Mark. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, dass man jetzt nach und nach zur allgemeinen Einführung dieses ebenso einfachen als nützlichen Apparates übergeht, um das immer noch vielfach betriebene Abhauen der Schienen oder das Transportiren

Es wurde daher von verschiedenen Seiten an Herrn Ehrhardt die Anforderung nach einem einfacheren, leicht transportablen, billigeren und ebenso leistungsfähigen Schneideapparat gestellt. Durch diese Anregung und nach mancherlei Versuchen mit neuen Instrumenten bei der Neubaustrecke Erfurt-Ritschenhausen ist es demselben gelungen einen wesentlich einfacheren

in die Werkstätten zu beseitigen, denn wenn man berücksichtigt, dass man mit dem beschriebenen Werkzeug eine Stahlschiene innerhalb 7—10 Minuten an Ort und Stelle zu kürzen und genau passend zu schneiden vermag, so dürfte das entschieden billiger und rationeller sein, als der oft kostspielige Transport, das zweimalige Auf- und Abladen etc.

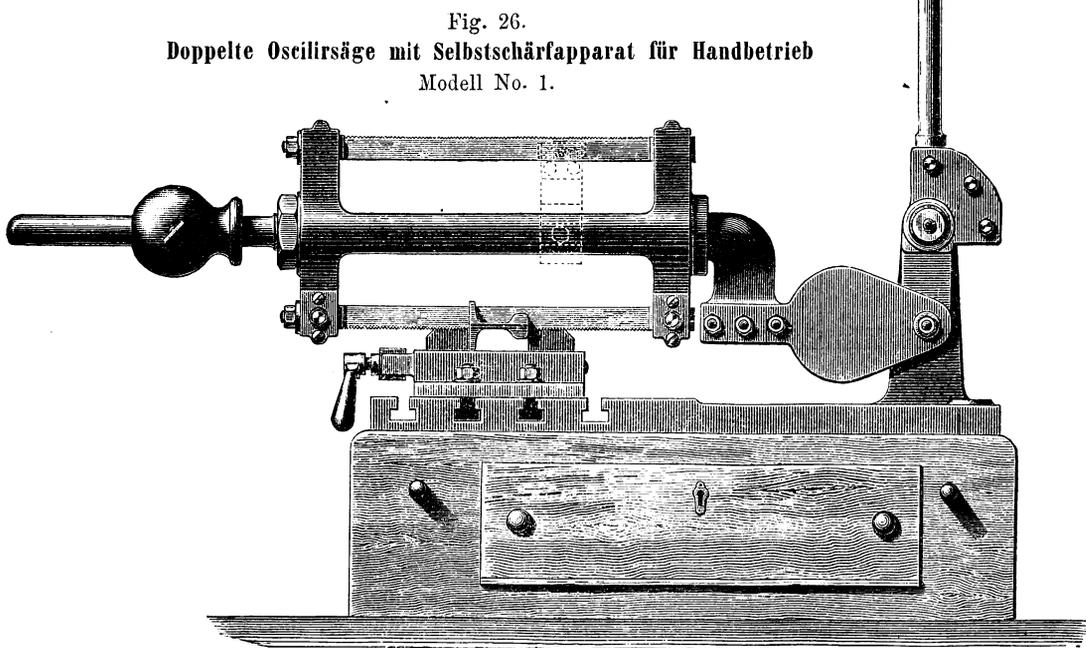


Fig. 26.

Doppelte Oscillirsäge mit Selbstschärfapparat für Handbetrieb

Modell No. 1.

## Verbesserter Radzirkel

von **A. Bretschneider**, Werkführer an der Centralwerkstätte Cannstatt.

(Hierzu Fig. 10 und 11 auf Taf. XI.)

Ein im Organ 1864 Seite 45 beschriebener röhrenförmiger Stangenzirkel von Fritz gab die Veranlassung zu dem in Fig. 10 und 11 auf Taf. XI dargestellten Radzirkel, welcher verschiedene Verbesserungen zeigt.

Das eiserne Rohr hat 33<sup>mm</sup> Durchmesser, trägt an dem einen Ende einen Taster a mittelst feinem Gewind, an dem andern eine Mutter b aufgeschraubt, auf dieser Seite ist das Rohr cylindrisch ausgebohrt und nimmt ein zweites engeres Rohrstück von 27<sup>mm</sup> Durchmesser auf, welches sich passend darin verschieben lässt, an diesem Stück ist ein zweiter Taster c aufgeschraubt, welcher eine kleine Spindel d mit Kurbel trägt

mit welchen die Taster innerhalb 880 bis 1020<sup>mm</sup> verstellt werden können. Die Taster a und c werden durch eine Beilage im engen Rohr und dareingreifender Stellschraube e gegeneinander in derselben Horizontalebene gehalten und zweckmässig nach Abnahme eines Maasses damit festgeklemmt.

Zwei kleine Laufrollen f bestimmen die Reifenmitte welche gemessen werden soll und machen die Reibung der Taster sehr empfindlich fühlbar.

Die Leichtigkeit, Bequemlichkeit bei Steifigkeit und Festigkeit dieses Messwerkzeugs bewährt sich im täglichen Gebrauche vollkommen. Gewicht für Wagenräder 5 kg.

## Centrirvorrichtung für Schrauben und Bolzen

von **A. Bretschneider**.

(Hierzu Fig. 12 und 13 auf Taf. XI.)

An dieser Centrirvorrichtung ist neu, dass die bewegliche Spitze a, auch wenn der Support mittelst der Schraube c festgespannt ist, um circa 10<sup>mm</sup> zurückgezogen werden kann, damit man beim Ein- und Ausspannen der Schrauben und Bolzen nicht immer die Supportschraube c lösen oder anziehen muss,

die Feder f drückt die Spitze wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück. Diese Vorrichtung erweist sich für Eisenbahnwerkstätten, in welchen eine Centrirmaschine nicht vorhanden ist, zweckmässig.

## Russischer Normal-Güterwagen mit Einrichtung zum Transport von Getreide ohne Säcke.

Construction der Russisch-Baltischen Waggonfabrik in Riga. (D. R. P. No. 26714.)

(Hierzu Taf. XII Fig. 1—11.)

Die an dem Waggon angebrachten Einrichtungen haben den Zweck, jeden gewöhnlichen Güterwagen zur Aufnahme von Schüttgetreide in wenigen Minuten herrichten zu können.

Der dichte Verschluss der Thüröffnungen wird dadurch erzielt, dass man die vor den Thüren befindlichen Fussbodentheile gegen die Thüröffnungen aufklappt und mit den an den Thürpfosten befestigten Scharnierbolzen fest anzieht. Die dadurch im Fussboden entstehenden Oeffnungen sind durch einen zweiten Blech- oder Holzfußboden geschlossen, in welchem sich die Abflussvorrichtungen befinden.

Die Abflussvorrichtung auf der einen Seite des Wagens (System A) zeigt die Anordnung eines Trichters und Verschlusschiebers, wie er zum directen Ablassen des Getreides in tiefer liegende Räume, wie Schiffe, Silospeicher etc. Verwendung finden könnte. Der Trichter ist hier möglichst gross angenommen und nach der Mitte des Wagens gelegt, um einen continuirlichen Abfluss des Getreides zu erzielen.

Der Verschluss des Ablauftrichters geschieht durch einen Schieber mittelst Schraubenspindel und Kurbel; dieser Ver-

schluss ist nur bei geöffneter Waggonthür zugänglich, so dass deren einfache Plombirung genügt.

Auf der anderen Seite des Wagens (System B) sind zwei Trichter angebracht, welche möglichst nach der Seite des Wagens und hoch angeordnet sind, um das gleichzeitige Ueberfüllen in 2 Säcke, resp. 4 Säcke, zu ermöglichen.

Der Verschluss der Trichter bei diesem System ist ebenso wie bei dem zuerst beschriebenen. Die Wahl des einen oder anderen Systems richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen.

Die Vortheile dieser neuen Construction sind:

- 1) Die Einrichtung lässt sich an jedem beliebigen Güterwagen mit Leichtigkeit und geringen Kosten anbringen.
- 2) Der Laderaum des Wagens wird durch die Einrichtung in keiner Weise verringert oder beengt.
- 3) Dadurch, dass alle zur Verwendung kommenden Theile fest mit dem Wagen verbunden sind, ist der volle Bestand der Einrichtung stets gesichert.
- 4) Schnelle und bequeme Umwandlung zur Aufnahme von Schüttgetreide.

- 5) Vollständig dichter Verschluss der Thür- und Ausflussöffnungen, wodurch ein Verlust von Getreide beim Transport unmöglich wird.

Angestellte Versuche haben ergeben, dass ein derartiger Waggon an einer gewöhnlichen Laderampe, aus in der Nähe lagernden gefüllten Säcken in 12 Minuten beladen werden kann. Eine directe Entladung in tiefer liegende Räume durch einen der zuerst beschriebenen grossen Trichter und Schieber beansprucht 6 bis 7 Minuten, wobei 4 Mann im Innern des Wagens zum Zusammenschaufeln des Getreides nach der Abflussstelle erforderlich sind.

Bei der Einrichtung zum Ueberfüllen in Säcke liefert ein kleiner Trichter mit einer Bedienung von 4 Mann, von denen einer im Innern zum Heranschieben des Getreides, die drei anderen mit dem Oeffnen des Schiebers, Unterhalten und Wegschaffen der Säcke beschäftigt sind, per Minute 6 gefüllte Säcke, so dass eine Waggonladung von 600 Pud, circa 150 Sack, bei Benutzung von 4 Trichtern und 16 Mann Bedienung in 6 bis 8 Minuten, bei Benutzung nur einer Wagenseite, also nur zweier Trichter mit 8 Mann Bedienung in 12 bis 16 Minuten in Säcke gefüllt werden kann.

## Ueber Brennwerthproben.

Mitgetheilt von **Ferdinand Förster**, Ingenieur der k. k. priv. Kaschau-Oderberger Eisenbahn.

Um Vergleichsdaten über den Werth einzelner, zur Locomotivfeuerung verwendeter Brennmaterialien zu erhalten, werden durch die Eisenbahnverwaltungen sogenannte Brennwerth- oder Verdampfungsproben gemacht. Diese Proben werden gewöhnlich auf praktische Weise, mit den Zugslocomotiven beim regelmässigen Zugsverkehr vorgenommen, um die Brennwerthe nicht unter exceptionellen, sondern unter den normalen Verhältnissen zu erhalten.

Für Eisenbahnen geben diese Proben ganz genügend genaue und brauchbare Resultate und sind daher auch vorwiegend im Gebrauche; während chemische Analysen, Ermittlung der Calorien-Leistungsfähigkeit etc. wohl wissenschaftlichen, aber für den praktischen Eisenbahner nur geringeren Werth besitzen.

Die Brennwerthe der einzelnen Feuerungsmaterialien basiren sich bekanntlich auf jenes Quantum Speisewasser, welches die Gewichtseinheit des verwendeten Brennmaterials in Dampf zu verwandeln im Stande ist. Je mehr Wasser die Gewichtseinheit des Brennmaterials verdampft, um so werthvoller ist dasselbe für die Eisenbahn.

Die eigentliche Vornahme der Verdampfungsproben geschieht in der Weise, dass auf den Tender der Locomotive eine gewogene Menge (M) des Brennmaterials geladen, und das während der Fahrt in den Kessel gespeiste Wasser (W) genau gemessen wird. Nach Beendigung der Fahrt ergibt dann

$$\frac{W}{M} = B$$

den Brennwerth des zu erprobenden Brennmaterials.

Die auf diesem Wege erhaltenen Resultate werden aber sehr leicht unverlässlich, ja bei nicht correctem Vorgange mitunter total falsch, wenn nicht alle Factoren, welche dies veranlassen, mit der grösstmöglichen Sorgfalt beseitigt werden. Aus meiner eigenen Praxis sind mir Fälle bekannt, wo die ungenaue Vornahme von Verdampfungsproben zu sehr unliebsamen Irrthümern und Trugschlüssen geführt haben.

Ich halte es daher für nicht uninteressant, über diesen Gegenstand einiges aus meiner eigenen Erfahrung mitzutheilen.

Die k. k. priv. Kaschau-Oderberger Eisenbahn verwendet zur Locomotivfeuerung ausschliesslich Schwarzkohle aus dem

Dombrau-Orlauer Kohlengebiet, deren minimaler Brennwerth dem Lieferanten vertragsmässig vorgeschrieben wird. Zur Controlle der Qualität der gelieferten Kohle, werden allmonatlich Verdampfungsproben vorgenommen und mit Hilfe der so erhaltenen Brennwerthe festgestellt, ob die gelieferte Kohle auch den contractlich stipulirten Bedingungen entspricht.

Zufolge dieser, seit einer Reihe von Jahren, durch die hiermit betrauten Organe der Gesellschaft, gemachten Proben wurde der durchschnittliche Verdampfungswerth der genannten Kohle zu 7,88 (d. i. 1 Tonne Kohle verdampft in den normalen Lastzugslocomotiven 7,88 m<sup>3</sup> Wasser) festgesetzt.

Die ersten Brennwerthproben, die ich zur Controlle des oben angeführten Verdampfungswerthes machte, ergaben blos ein Resultat von 6,93 bis 6,95, welches Resultat sich auch durch spätere, unter den mannigfaltigsten Umständen vorgenommene, Proben, die ich mit der möglichst grössten Genauigkeit vornahm, als vollkommen richtig herausgestellt hat.

Diese grosse Divergenz zwischen meinen und den vorher gefundenen Resultaten veranlassten mich, der Sache auf den Grund zu gehen und habe ich bei dieser Gelegenheit Nachfolgendes als Ursache der Ungenauigkeiten und Unrichtigkeiten der ersteren Versuche gefunden.

1. Ist das Brennwerth-Resultat dadurch Unrichtigkeiten ausgesetzt, dass der Feuchtigkeitsgrad der Kohle beim Zuwiegen derselben vor der Fahrt nicht immer derselbe ist als der des nach beendeter Fahrt zurückgewogenen, am Tender verbleibenden Kohlenrestes.

Es wird die Kohle nämlich von den Heizern, theils um ein Fortreissen der kleineren Kohlenpartikel durch den Luftzug und Wind, theils um beim Feuern ein besseres Zusammenhalten der kleineren Kohlentheile und des Staubes zu erzielen und so ein genügendes Bedecken des Rostes zu ermöglichen, — immer stark gewässert. Ist nun die zugewogene Kohle, beim Abwiegen vor der Probe, in annähernd trockenem Zustande, resp. blos grubenfeucht gewesen, und wird die nach beendeter Fahrt am Tender übrig gebliebene, stark begossene Kohle in diesem Zustande rückgewogen, so hat dies zur Folge, dass laut der angestellten Rechnung, zur Dampferzeugung während der Fahrt weniger Kohle verbraucht wurde als in Wirklichkeit, in Folge

dessen daher der gefundene Verdampfungswerth ein höherer ist als in Wirklichkeit.

Versuche, die ich diesbezüglich angestellt habe, haben ergeben, dass das durch das Begiessen der in Rede stehenden Kohलगattung (Kleinkohle, reich mit Würfeln gemischt) von derselben dauernd aufgenommene Wasser dieselbe um 5—6% schwerer macht.

Der Einfluss, den dies auf den Brennwerth ausübt, ist folgendem Beispiele ersichtlich. Es wurde verbraucht: 9,67 m<sup>3</sup> Wasser. Auf den Tender wurden vor der Fahrt verladen 2,5 Tonnen Kohle. Nach Beendigung der Probe wog der am Tender zurückgebliebene nasse Kohlenrest 1,142 Tonnen, daher der sich ergebende Brennwerth: 7,12. Berücksichtigt man aber, dass 5% des Kohlenrestes, etwa 57 kg, Wasser war, so ergibt sich das Gewicht der wirklich verbrauchten Kohle zu 1,415 Tonnen, was einem wirklichen Brennwerth von 6,83 entspricht. Es giebt dies daher eine Brennwerthdifferenz von 0,29 m<sup>3</sup>.

2. Eine zweite Fehlerquelle ist das Speisen, falls das bei den Speiseapparaten verlorene Schlabberwasser nicht aufgefangen, gemessen und von dem verbrauchten Wasser abgeschlagen wird. Est ist die auf diese Weise aus dem Tender verlorene Wassermenge sehr variabel und abhängig davon, wie oft während der Fahrt gespeist wurde und ob die Apparate leicht angesetzt werden konnten, oder erst einigemal versagten und erst bei vorsichtigem Anlassen zogen, in welch' letzterem Falle der Wasserverlust ganz ungeahnte Grössen annimmt. Ich habe gefunden, dass der Verlust an Schlabberwasser bei Lastzügen, wo das Speisen regelmässig vor sich ging, bei einem hinterlegten Weg von ca. 120 km und bei einer Fahrtdauer von ca. 9 Stunden, zwischen 0,2 und 0,5 m<sup>3</sup> variirte, habe aber auch Fälle zu verzeichnen, wo über 1 m<sup>3</sup> Wasser verloren ging.

Aus nachfolgendem Beispiele ist der Einfluss dieses Umstandes zu entnehmen. Es wurde verbraucht 11,72 m<sup>3</sup> Wasser und 1,645 Tonnen Kohle, was einen Brennwerth von 7,124 ergibt; hierbei ging aber 0,3 m<sup>3</sup> Wasser beim Speisen verloren, so dass die Menge des thatsächlich verdampften Wassers bloss 11,42 m<sup>3</sup> beträgt, und der eigentliche Verdampfungswerth 6,94 ist. Somit zeigt sich eine Differenz von 0,184 m<sup>3</sup>.

3. Es beeinträchtigt die Genauigkeit und Verlässlichkeit der Verdampfungswerthe auch der Umstand, dass das Ablesen des im Tender verbliebenen Wasserstandes, welches man am Besten mittelst eines durch eine genaue Aichung getheilten Schwimmers vornimmt, — nicht immer genau möglich ist, indem die Fehler und Unebenheiten im Gleise, das ungleichmässige Vertheilen der Belastung am Tender etc. dies nicht ermöglichen.

Es ist daher nothwendig, dass bei Belastung des Tenders schon darauf gesehen wird, dass der Boden desselben thunlichst horizontal stehe.

Vor der Vornahme der Ablesungen muss man sich ferner vergewissern, ob der Schwimmer gut dicht ist, und nicht während der Fahrt durch in sich aufgenommenes Wasser unrichtige Ablesungen verursacht.

Schliesslich ist es im Interesse der Genauigkeit nothwendig, dass während der Fahrt nur so oft als unbedingt nöthig, Wasser genommen werde, indem durch ein Vermindern der Anzahl von Ablesungen am Tendenschwimmer, auch eine Reduction der Fehlerquellen eintritt.

In Obigem war ich bemüht jene Ursachen anzuführen, welche die Brennwerthresultate hauptsächlich alteriren. Nun giebt es aber noch gar mancherlei Fehlerquellen, die das Resultat in ungünstigem Sinne beeinflussen, wie z. B. das Räder-schleifen der Locomotive, grössere Temperatur-Differenzen im verwendeten Speisewasser, mehr oder minder sorgsames Feuern, Wasserwerfen (Spucken) der Locomotive, Wasserverluste durch Undichtheiten am Kessel oder an den Tender-Verbindungsrohren etc. Nur sind diese Einflüsse nicht derartig, dass dadurch wesentliche Unrichtigkeiten entstünden, sondern zumeist nur kürzere Zeit andauernd, ist ihr schädlicher Einfluss kaum fühlbar.

Wollte man auf dies Alles Rücksicht nehmen, so wäre die Vornahme der Proben enorm complicirt und praktisch nur sehr schwer durchführbar. Es genügt auch für die Praxis, wo man ohnedies nur die Durchschnittswerthe berücksichtigen kann, wenn man diesen Umständen bloss nach Thunlichkeit Rechnung trägt, ohne hierin zu weit zu gehen.

Die zahlreichen Kohlenproben, die ich mit obbenannter Kohलगattung zu machen Gelegenheit hatte, haben zumeist die Brennwerthe 6,93, 6,94, 6,95, 6,96 ergeben und nur in einem Falle erhielt ich 6,84 und in einigen vereinzelt Fällen etwas über 7,0. Hieraus kann entnommen werden, dass bei richtigem Vorgehen, die Resultate ganz genügend richtig erhalten werden können, und die Differenzen sich bloss auf Hundertel, bloss in den schlechtesten Fällen aber auf Zehntel belaufen und dass die aus den Proben erhaltenen Durchschnitte für die Praxis ganz gut brauchbar sind und dass Proben, welche unter einander bedeutende Differenzen aufweisen, ungenau gemacht, daher die Resultate derselben falsch und unbrauchbar sind.

Schliesslich will ich hier noch die Brennwerthe, wie ich sie für andere Kohलगattungen durch ganz präzise vorgenommene Proben fand, anführen, und zwar die Kohle der Heinrichsglückzeche bei Dombrau, deren Brennwerth ich zwischen 6,56 und 6,60 schwankend fand; ferner die Kohle der preussischen Charlottengrube zwischen 6,07 und 6,03, welche Resultate — in Anbetracht der unzähligen Fehlerquellen — gewiss auch als ganz genügend übereinstimmend bezeichnet werden müssen.

Budapest, im Juli 1884.

## Ueber den Begriff der virtuellen Länge.

Von A. Lindner, Ingenieur der Gotthardbahn in Luzern.

Als ich im Jahre 1879 meine Studie über »virtuelle Länge« der Oeffentlichkeit übergab, geschah es in der ausgesprochenen Absicht: die vielen unklaren Begriffe, welche über diese Materie verbreitet waren, durch Aufstellung einer präzisen Definition zu beseitigen, und durch eine Reihe nützlicher Anwendungen ein gesteigertes Interesse für dieses Thema bei Fachgenossen zu erwecken.

Nach Abwehr der verschiedensten Einwände, welche, wie ich nicht anders erwarten konnte, seitens der beteiligten Autoritäten erhoben wurden, habe ich der Sache stillschweigend ihren Verlauf gelassen. Mein Stillschweigen würde aber ganz unrichtig aufgefasst werden, wenn es von meinen Herren Gegnern der Wirkung ihrer Feder zugeschrieben werden wollte, und möchte ich diesen Anlass benutzen um zu constatiren, dass die in unseren Fachschriften stattgefundene Polemik mir auch heute noch nicht den geringsten Anlass geben kann eine principielle Aenderung meiner vor 5 Jahren aufgestellten Entwicklung vorzunehmen. Dagegen will ich aber auch nicht verhehlen, dass, in Folge privater Besprechungen mit Freunden, manche Aenderungen meiner früheren Schrift beabsichtigt sind, und sich namentlich sehr weitgehende neue Capitel in diesem Fache bei meinem ferneren Studium ergeben haben. Mein Stillschweigen hatte seinen Grund lediglich darin, dass ich damals mein mir gestecktes Ziel erreicht zu haben glaubte; hatte man doch, trotz der Angriffe auf einzelne Specialpunkte, meine Definition der virtuellen Länge, resp. das von mir aufgestellte Princip derselben, allseitig für richtig befunden, und war man doch mit grossem Interesse auf die Discussion dieser Materie eingetreten.

Wenn ich nun heute dieses Stillschweigen breche, geschieht es aus dem Grunde, weil jetzt der erste Angriff auf das Princip der virtuellen Länge, wie es von mir definirt wurde, stattgefunden hat, und ich deshalb zur Vertheidigung der von mir aufgestellten These herausgefordert bin.

In No. 29 des »Centralblatt der Bauverwaltung« Jahrgang IV 1884 leitet nämlich Herr Eisenbahndirector Schübler die virtuelle Länge von den Betriebskosten und den Zinsen der Baukosten ab, während meine Aufstellung auf der zu leistenden mechanischen Arbeit beruht.

Vor allem möchte ich constatiren, dass die Bestimmung von virtuellen Längen auf Grund der Betriebskosten schon mehrfach versucht wurde. Ich habe in meiner »Studie über virtuelle Länge« bereits die Methoden des Herrn Baudirector Röckl in München, jene Heyne's in seinem »Traciren von Eisenbahnen« und endlich die von Herrn Geh. Reg.-Rath Launhardt in Hannover angeführt, und habe damals schon nachgewiesen, dass diese Formeln theils auf unrichtigen Voraussetzungen beruhen, theils viel zu weitgehende Berechnungen erfordern. Ausserdem sind sie auf speciellen Landes- und Betriebsverhältnissen aufgebaut, und für den Techniker von untergeordnetem Werth, da diesem jede andere Vergleichsmethode ebenso gut, ja sogar, wegen des verschiedenen Geldwerthes der einzelnen Länder, besser conveniren wird.

Diese Ausführungen sind seinerzeit nicht bestritten worden. Nachdem sie von Herrn Schübler jetzt ignorirt werden, möchte ich nochmals kurz darauf zurückkommen.

Die virtuelle Länge soll in erster Linie einen Maassstab für die Güte einer Bahn abgeben. Nun lässt sich allerdings nicht läugnen, dass die Güte der Bahn ebensowohl durch den Kostenaufwand, der ihrer Benutzung anhängt, als durch die mechanischen Widerstände, welche die Fahrzeuge auf ihr finden, gemessen werden kann. In den Betriebskosten stecken jedoch sehr viele andere Factoren, die mit der Bahn, resp. dem Fahrgeleise, gar nichts zu thun haben, und deshalb die Güte der Bahn in keiner Weise charakterisiren; z. B. die allgemeinen Directionskosten, die Expeditionskosten. Diese sind also unzweifelhaft nur dazu angethan den verlangten Maassstab für die Güte der Bahn ungenau zu machen, und müssen daher beseitigt werden. Dies thut auch Herr Schübler und stellt seine Rechnung nicht auf die Gesamtbetriebskosten wie Herr Launhardt, sondern nur auf die Transportkosten. — Hierin liegt nun eine Neuerung, welche ganz entschieden als Grundlage der virtuellen Länge rationeller wäre, wie die Berechnung auf Grund der Gesamtbetriebskosten. Die Schwierigkeiten sind aber damit noch keineswegs überwunden, und ein wirklich richtiger Maassstab ist noch nicht zur Anwendung gebracht.

In den Transportkosten liegen nämlich unter Anderem noch die Reparaturkosten des Fahrmaterials, die Kosten für jene Kohlen, welche zur Bewegung der Maschinentheile in sich nöthig sind und die Kosten des Transportdienstes, welche je nach der Zugsgattung und nach den Landesverhältnissen verschieden sind. Alles das gehört nicht zum Maassstab für die Güte der Bahn, resp. des Bahnwegs, sondern es begreift auch die Güte des Bahnfuhrwerks etc. in sich, welche aber die virtuelle Länge der Bahn keineswegs beeinflussen kann. Dass diese Behauptung richtig ist, wird sofort klar sein, wenn man die virtuelle Länge, wie ich sie verstanden wissen möchte, auf allgemeinere Zwecke ausdehnt. Ich wähle als Beispiel unsere Landstrassen. Bei diesen gilt bis jetzt (da Curven hier weniger von Belang sind) einzig der Procentsatz der Steigung als Maassstab. Ersetzt man nun die Steigung durch die virtuelle Länge und sagt: Auf dieser Strasse sind so viel Widerstände pro Kilometer, wie auf n Kilometer horizontaler Strasse, man kann deshalb bloß  $\frac{1}{n}$  so viel Last ziehen, als auf horizontaler Strasse, — so haben wir den gleichen Fall wie bei Eisenbahnen. Die Strasse verliert nun auch nicht das Geringste an ihrer Güte (resp. Steigung) ob sie heute von vierspännigem Pferdefuhrwerk, oder morgen von einem Einspänner oder übermorgen gar mit Strassenlocomotiven befahren wird, — sie wird auch nicht schlechter oder besser, wenn der Kutscher des auf ihr bewegten Fuhrwerks einen hohen oder geringen Lohn hat. Ebenso müssen auch Eisenbahnstrassen ihre Güte beibehalten, gleichviel, ob sie von zweckmässigen oder kostspieligen Locomotiven, ob von opulenter Anzahl Zugspersonal oder nicht, befahren wird. Es ist daher gänzlich unrichtig, wenn man als Maassstab für die Güte der Eisenbahnen eine virtuelle

Länge angewendet, welche auf Grund sämtlicher Transportkosten aufgebaut ist.

Würde Herr Schübler noch einen Schritt weiter gehen, und nicht die ganzen Transportkosten, sondern nur genau denjenigen Theil derselben in Betracht ziehen, welcher wirklich nur für die Bewegung der Last erwächst, so wäre die hierauf aufgebaute virtuelle Länge allerdings wieder etwas richtiger; aber immerhin könnte sie auch auf dieser Basis nicht als Maasseinheit gelten. Für eine Maasseinheit beansprucht man vor Allem eine internationale Eigenschaft. Es muss auch der Einwohner anderer Staaten wissen, was darunter verstanden ist, und muss den gleichen Maassstab auch bei sich anwenden können. Das fehlt der virtuellen Länge sofern sie auf diesem Principe beruht. Herr Schübler nimmt seine Grundlagen aus der preussischen Statistik, und setzt damit voraus, dass überall dieselben Verhältnisse obwalten wie in Preussen. Nun ist zwar richtig, dass auch anderswo die gleiche stramme und rationelle Geschäftsordnung, wie sie in Preussen besteht, angestrebt werden kann. Aber nicht der Fleiss und das Verständnis allein sind es, die den Unterschied der Landesverhältnisse bilden. Da sind es hauptsächlich die billigeren oder theuren Lohnverhältnisse, das Vorhandensein eines billigen und guten Brennmaterials etc., welche wohl ebenso ausschlaggebend sind, als Intelligenz und Fleiss. Ueber Schwierigkeiten, welche in dieser Beziehung entgegneten, kann man eben nicht hinaus, sie bilden den Hauptunterschied in den Traktionskosten. Beispielsweise möchte ich hier anführen, dass, obgleich gewiss nicht behauptet werden kann: die Gotthardbahn zahle ihrem Personale zu hohe Besoldungen, dennoch die Führungskosten der Locomotiven auf dem Gotthard pro virtuelle Tonnenkilom. angehängte Zuglast 0,0892 Cts. betragen, während im zehnjährigen Durchschnitt am Brenner 0,0529 Cts. und am Semmering 0,0574 Cts. pro virtuelle Tonnenkilom. bezahlt wurden. Die Lohnverhältnisse sind eben in der Schweiz bedeutend höher als in Oesterreich. Ebenso illustrirend wäre der Vergleich der Feuerungskosten zwischen dem kohlenreichen Rheinpreussen und der ihren gesammten Kohlenbedarf importirenden Schweiz.

Wie verschieden sind ferner die Verhältnisse der einzelnen Länder bezüglich der Intensität des Verkehrs und der Concurrenz. Hat ein Land viel Güterverkehr, so werden seine Bahnen besser rentiren als jene in einem anderen Lande, in welchem der Personenverkehr vorherrscht. Ferner kann in einem Lande die Bahnverwaltung unumschränkter Souverain über alle Frachten sein, während in einem andern Lande der Concurrenzkampf der einzelnen Bahnen besteht. Wegen eines grossen Bahncomplexes kann eine zweckmässige Ausnutzung und Circulation der Wagen stattfinden, während ein kleines Bahnnetz den leeren Rücklauf der Güter auf fremdem Gebiete bedingt.

Die Verhältnisse der einzelnen Länder sind so verschieden, dass es eine Fiction wäre, die mittleren Transportkosten eines einzigen Bahncomplexes als Norm für die ganze Welt aufstellen zu wollen. Diese Verschiedenheit würde auch dann noch bestehen, wenn der Mittelwerth nicht aus den Ergebnissen der preussischen Bahnen, sondern aus den Resultaten einer deutschen, einer europäischen, ja einer kosmischen Eisenbahnstatistik

abgeleitet würde. Durch die Schwankungen im Laufe der Jahre, oder durch die Schwankungen bei Eröffnung neuer Bahncomplexes müsste der Mittelwerth immer wieder neuerdings aufgestellt werden, und wäre die darauf gebaute Einheit der virtuellen Länge ständig im Wechsel begriffen.

Ueberdies könnte aus den heterogenen Zahlen nur ein Mittelwerth hervorgehen, welcher in Wirklichkeit doch bei keiner einzigen Bahn zuträfe. Für den einen Theil der Bahnen wäre derselbe zu hoch, für den andern Theil zu niedrig, je nachdem der Geldwerth im Lande gross oder klein ist. Diesem Uebelstande könnte nur dadurch begegnet werden, dass für jedes Land oder jeden Landestheil ein besonderer Mittelwerth der Transportkosten aufgestellt würde, welcher den Verhältnissen wirklich entspricht, und der abgeändert wird, sobald die Verhältnisse im Geldwerth nicht mehr die gleichen sind. Somit können wir schliesslich auf eine virtuelle Einheit, welche noch über die Vielfältigkeit des früheren Fussmaasses geht, denn sie würde nicht nur in jedem Lande verschieden sein, sondern neben dieser Localverschiedenheit auch noch zeitliche Aenderungen erleiden.

Solche Maassstäbe für die Güte der Bahnen können aber im Ernste doch nicht zum Vorschlage kommen! —

Herr Schübler basirt seine virtuelle Länge aber nicht nur auf die Transportkosten, sondern auch auf die Zinsen des Anlagekapitals, denn er sagt:

»Die virtuelle Länge einer Bahnstrecke wird dadurch erhalten, dass man die wirkliche Länge derselben mit einem Coëfficienten multiplicirt, welcher von den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen, nach Umständen auch von den Baukosten und dem Umfange des Verkehrs abhängig ist.«

sodann:

»Zu den Transportkosten sind die Ausgaben für Verzinsung des betreffenden Anlagekapitals hinzuzuzählen und zwar in gleicher Reihenfolge: Baukosten der Stationsanlagen, sodann Beschaffung der Locomotiven und Wagen, sowie Anlage der Werkstätten und Locomotivstationen und endlich Baukosten der eigentlichen Transportbahn.«

und endlich:

»Abhängig von den Steigungen und Krümmungen der Bahnlinien sind nur die reinen Transportkosten einschliesslich der betreffenden Zinsen des Anlagekapitals.«

Hiergegen ist schon im Allgemeinen zu bemerken, dass die Güte der Bahnstrasse jedenfalls keine grössere genannt werden kann, wenn bei gleicher Steigung und sonst gleichen Tracirungsverhältnissen nur die Anlagekosten bedeutendere sind. Nehmen wir an, man habe eine Bahn durch billiges Terrain, ohne grosse Brückenbauten, ohne Stützmauern und mit fast gar keiner Erdbewegung unter gewissen Steigungs- und Krümmungsverhältnissen erstellt, und will unter Beibehaltung dieser Steigungs- und Krümmungsverhältnisse eine andere Bahn bauen, welche durch theure Gelände führt, starke Abgründe zu überbrücken hat, mit grossen Stütz- und Futtermauern versehen werden muss, und auch Einschnitte mit theuren Felsausbrüchen enthält, — so wird man doch nicht behaupten können, dass auf

der zweiten, vielleicht 10fach so theuren Linie, eine grössere Last gezogen werden könne, als auf der ersten billigen Bahn, dass also die Güte der Bahnstrasse eine erhöhte sei.

Für die Vergleichung zweier Bahnen sind allerdings ausser der Güte des Bahnwegs resp. ausser den sich hieraus ergebenden Betriebskosten noch die Baukosten in Betracht zu ziehen. Immerhin bilden aber nicht die Baukosten einen Theil der Güte, sondern sie sind nur der Preis, um welchen diese Güte zu erlangen ist.

Wenn hiernach die Baukosten, als gar nicht zur Sache gehörend, von vornherein schon für die Bestimmung der virtuellen Länge nicht maassgebend erscheinen können, so ergibt sich dieser Schluss noch viel eclatanter, sobald man auch die Art und Weise, wie die Baukosten in Ansatz kommen sollen, in's Auge fasst. Das Zunächstliegende wäre: die Kosten pro Kilometer Bahn einzuführen, und dabei entweder einen Mittelpreis oder einen mit der Güte der Bahn in gewissem Verhältnisse stehenden Baukostenbetrag vorzusehen.

Im ersten Falle würde sich die wichtige Frage stellen: Welches ist der Mittelpreis für den Kilometer Eisenbahn? — Wir haben Normalbahnen mit 130 000 Frs. und solche mit 3 000 000 Frs. pro Kilom. Aus diesen 23fach von einander verschiedenen Werthen müsste der Mittelwerth nicht nur schwankend d. h. mit der Eröffnung jeder neuen Bahn variabel sein, sondern es gäbe das gefundene Mittel immer nur einen Anlass, die eine Bahn begünstigt, die andere als gedrückt anzusehen. Wäre beispielsweise der Mittelwerth 280 000 Frs. und sollte bei der Arlbergbahn in Anwendung kommen, so würde sofort durch den Nachweis, dass diese Bahn etwa 600 000 Frs. koste, die nachtheilige Annahme für diese Bahn erwiesen werden; dagegen würde die Emmenthalbahn mit nur 130 000 Frs. pro Kilom. gegenüber dem Normalpreis von 280 000 Frs. wieder weitaus begünstigt erscheinen. — Ein Normal-Mittelwerth kann also nicht richtig sein.

Der andere Fall, die Baukosten mit dem virtuellen Coefficienten zu verändern, würde allerdings für einige Bahnen passen. Wäre nämlich für eine Flachlandbahn der virtuelle Coefficient = 2 und die hierfür gefundenen Baukosten betrügen 200 000 Frs. pro Kilom., so würden sich für eine Bergbahn, wie z. B. die Gotthardbahn, mit 25 ‰ Steigung und einem virtuellen Coefficienten = 8 die Baukosten auch im Verhältniss 2:8 erhöhen, somit etwa 800 000 Frs. pro Kilom. betragen, was ungefähr stimmen könnte. Solche Fälle sind aber nicht Regel, und sehr oft gestaltet sich die Sache gerade umgekehrt, weil häufig mit der Güte (d. h. mit dem abnehmenden virtuellen Coefficienten) der Beschaffungspreis wächst. Hierfür nur ein Beispiel: Hätte man die Gotthardbahn, statt mit einem 16 km langen Tunnel zu erbauen, als Zahnschienenbahn über das Hospiz angelegt, so wäre der virtuelle Coefficient etwa = 16 geworden, die Baukosten hätten sich aber incl. Ueberdachung jedenfalls nicht höher als 1 Million Frs. pro Kilom. gestellt. Nun hat man aber den grossen Tunnel mit dem virtuellen Coefficienten circa = 2 erbaut, und zahlte hierfür 3 Million Frs. pro Kilom. Somit sind die Baukosten um's 3fache gestiegen, während sich der virtuelle Coefficient auf den achten Theil herabgemindert hat.

Nachdem somit erwiesen ist, dass die Baukosten bald in directem Verhältniss, bald im umgekehrten Verhältniss zur virtuellen Länge stehen, und auch bei gleichem virtuellen Coefficienten (bei einer Flachlandbahn 200 000 Frs., bei einer Tunnelbahn 3 000 000 Frs.) pro Kilom. das 15fache kosten können, so wird von einer Abhängigkeit zwischen Preis und Güte der Bahn wohl nicht gesprochen werden dürfen. Es wird daher weder ein Mittelpreis noch ein mit der Güte der Bahn in Relation stehender Preis der Baukosten pro Kilom. in Ansatz zu kommen haben.

Herr Schübler nimmt auch weder das Eine noch das Andere an, sondern er setzt pro Kilometer Fracht einen Durchschnittswerth für die Baukosten, nämlich 0,525 Pfennige, wie er sich aus der preuss. Statistik ergibt. Wird hiermit etwas Besseres und Richtigeres erreicht? Gewiss nicht. Zunächst bleibt es immer eine Ungerechtigkeit, wenn man Mittelwerthe für die Baukosten einsetzt. Derjenige, welcher wegen der Terrainverhältnisse theure Bahnen bauen muss, kommt, wie schon oben betont, schlechter weg, während derjenige, welcher in der glücklichen Lage ist eine billige Bahn erstellen zu können, weitaus zu gut bedacht wird. Sodann kommt bei Mittelpreisen nach Kilometer Zuglast noch eine weitere Ungerechtigkeit dazu. Meistens wird nämlich diejenige Gegend, welche in Folge ihrer gebirgigen Natur grosse Anlagekosten erheischt, auch nicht jenen Verkehr aufzuweisen haben, welcher im bevölkerten industriereichen Flachlande vorkommt. Trotz ihrer in Wirklichkeit bedeutenden Höhe kämen also die Baukosten, unter Zugrundlage eines Mittelwerthes pro Kilometer, in doppelter Weise zu gering in Ansatz.

Sohin kann auch der von Herrn Schübler angegebene Modus nicht der richtige sein, sondern eher den Nachweis vervollständigen, dass die Baukosten bei der Bestimmung der virtuellen Länge gar keinen Einfluss haben dürfen.

Herr Schübler scheint auch dies erkannt zu haben, denn, trotz der oben angeführten Citate aus seiner Abhandlung, verbessert er später seine frühere Aufstellung der »virtuellen Länge« in »virtuelle Tariflänge«, und will nunmehr seine virtuelle Länge einzig nur auf Grund der mittleren Transportkosten aufbauen.

Wird aber die virtuelle Länge als internationales Maass für die Güte einer Eisenbahnstrasse proclamirt, so darf, dem obigen Nachweis zufolge, ihre Einheit nicht eine so schwankende Grösse sein, wie sie es durch Aufbau auf die Transportkosten werden würde. Die aufgestellte Einheit darf nicht nur zeitweise, für einen bestimmten Bahnbezirk und nur für ein bestimmtes Fahrmaterial Geltung haben, sondern sie muss sich ständig gleich bleiben, weder von Landesverhältnissen noch vom Locomotivsystem abhängig sein.

Ein solches Gütemaass ist also die virtuelle Länge des Herrn Schübler nicht, dagegen ist ein solches die Grösse der mechanischen Arbeit, welche auf einem Kilometer horizontaler und gerader Bahn erforderlich ist. Ob die mechanische Arbeit mittelst Pferden oder Adhäsion oder Zahnrad oder stehender Dampfmaschine geleistet wird, kann wohl entscheidend auf den Betrag der Transportkosten sein, auf das Güte-

maass des Wegs jedoch wird der Motor nicht einwirken, und muss deshalb ausser Betracht bleiben.

Fasst man schliesslich die ganze Manipulation, welche Herr Schübler vornimmt, kurz zusammen, so besteht sie darin, dass er zuerst die mechanische Arbeit auf der Einheitsbahn und auf der neu zu bestimmenden Bahn berechnet, zu dieser dann den zur Zeit bestehenden mittleren Transportpreis für Adhäsionslocomotiven in Preussen ansetzt, und die gefundenen Verhältnisse der Geldbeträge als Verhältnisszahl für die virtuelle Länge benutzt.

Warum dieser Umweg? Warum erst ein bestimmtes Bahnsystem, sowie den Kostenbetrag eines einzigen Landes hereinziehen und die Sache verwickelt und ungenau machen?

Die mechanische Arbeit, die ohnehin bestimmt werden muss, genügt ja vollkommen für die virtuellen Coëfficienten. Will man dann noch die Transportkosten oder sämtliche Betriebskosten wissen, so kann man sie auf Grund der virtuellen Länge für jedes Bahnsystem und jedes Land gleichwohl aufstellen. Immerhin muss aber auf Grund der mechanischen Arbeit die virtuelle Länge zuerst berechnet sein.

## Ueber die Constanten einiger neuartigen galvanischen Elemente.

Studie von J. Krämer, Telegraphen Ingenieur, Dozent für Elektrotechnik in Wien.

Fleeming Jenkin hat in seinem Werke »Electricity and Magnetism« (übersetzt von Professor Dr. Franz Exner 1880) und zwar im 15. Cap. § 2 und § 5 jene Bedingungen aufgezählt, die ein jedes galvanische Element nach theoretischer Anschauung erfüllen soll.

Es scheint mir aber, dass insbesondere dort, wo auf eine praktische Ausnutzung der galvanischen Elemente reflectirt wird, an diese noch weitere Bedingungen gestellt werden, und letztere zu präcisiren, war in erster Reihe der Zweck einiger von mir angestellten Untersuchungen.

Ich hatte hierbei aber noch einen weiteren Zweck.

Nirgends habe ich nämlich in der neueren Fachliteratur, soweit mir dieselbe bekannt ist und zugänglich war, erschöpfende und übersichtliche Zusammenstellungen der Werthe für die Constanten galvanischer Elemente gefunden. Professor v. Waltenhofen veröffentlicht allerdings im Sitzungsberichte der Wiener Academie der Wissenschaften (Band XLIX) einige Resultate derartiger Messungen; doch betreffen dieselben zumeist nur inconstante Elemente.

In Wiedemann's »Galvanismus« ist eine sehr ausführliche Zusammenstellung der bis zum Jahre 1869 vorgenommenen Constanten-Bestimmungen zu finden. Einzelne derartige Messresultate wurden auch in den Annalen der Physik und Chemie aufgenommen. Alle diese Messungen wurden jedoch nur bei weniger gebräuchlichen Elementen angestellt und dort, wo einzelne Autoren in neueren Werken Messresultate bei der Besprechung galvanischer Elemente beisetzen, hat dies deswegen wenig Werth, weil die nöthigen Angaben über die Dimensionen und Qualitäten der Elektromotoren, über die Zusammensetzungen der Flüssigkeiten und die Bezeichnung der angewandten Messmethoden dabei zumeist fehlen.

Alle Constructionen galvanischer Elemente in Vergleichung und Rechnung zu ziehen, ist heute, bei der Mannigfaltigkeit der zu den verschiedensten Zwecken in den verschiedensten Formen gebauten Elemente wohl nur schwer möglich; ich habe mich daher auch bei der im Nachstehenden beschriebenen Arbeit darauf beschränkt, meine Untersuchungen auf jene Elemente zu erstrecken, die in der Praxis vielfach verwendet werden, und deren Constanten doch nur wenig bekannt sind,

ferner auf jene Elemente, deren praktische Verwendung in neuerer Zeit vielseitig angestrebt wird.

Es sei mir gestattet, vorerst Einiges über die mir zur Verfügung gestandenen Mess-Apparate und über die angewandten Messmethoden voranzusenden.

An Mess-Apparaten standen mir zur Verfügung:

Mehrere Untersuchungs-Boussolen mit horizontalen Multipliatoren von je 14,7 S. E. \*) Widerstand; eine Weber'sche Tangenten-Boussole mit compactem Ring (260<sup>mm</sup> Durchmesser); eine Gaugain'sche Tangenten-Boussole mit 12 Windungen 3<sup>mm</sup> Kupferdraht (131<sup>mm</sup> mittlerer Halbmesser, Länge der Nadel: 54<sup>mm</sup> excl. Index); ein Differential-Galvanometer (Widerstand jeder Windung: 10,9 S. E.); ferner ein Thomson'sches Quadranten-Elektrometer mit Spiegelablesung, eine Wheatstone'sche Brücke, ein Rheostat von 0,1 bis 4111 S. E.; ein Voltmeter mit 2 calibrirten Röhren von je 25 Cbkm. Rauminhalt, und schliesslich diverse Hilfs-Apparate, als: Barometer, Scalenaräometer etc. Einige Messungen mit dem Thomson'schen Quadranten-Elektrometer durfte ich mit gütiger Bewilligung des Herrn Professor Dr. Franz Exner in dessen Laboratorium vornehmen.

Die Gaugain'sche Tangenten Boussole habe ich mir neu anfertigen lassen, und musste daher vorerst deren Reductions-Factor bestimmt werden. Nun ist der Reductions-Factor für magnetisches Maass  $C = \frac{rT}{2n\pi}$ , wenn r den

mittleren Halbmesser, T die horizontale Intensität des Erdmagnetismus und n die Anzahl der Drahtwindungen bedeutet. T ist für Wien (48° 2' nördliche Breite und 34° östlich von Ferro) mit 2,09 anzusetzen. Im vorliegenden Falle ist daher:

$$C = \frac{131 \times 2,09}{2 \times 12 \times 3,1415} = 3,6313507 \text{ mm}^{1/2} \text{ mg}^{1/2} \text{ sec}^{-1}$$

\*) Es wurde in vorliegender Arbeit die alte Siemens-Einheit beibehalten und consequent durchgeführt, da ja Mess-Apparate mit der neuen Widerstands-Einheit (Ohm) vorerst noch wenig in Gebrauch sein dürften. Die Reduction ist übrigens einfach, denn 1 S. E. = 0,942 Ohm. Bei diesen Grössenverhältnissen wird man bei praktischen Ausführungen nicht weit fehlen, wenn man sich vor Augen hält, dass die Siemens-Einheit dem Ohm nahezu gleich gestellt werden kann.

Multiplicirt man C mit 1,054\*), so erhält man den Reductionsfactor für chemisches Maass  $C_1$ , also:

$$C_1 = 3,8274429$$

d. s. Cbkm. Knallgas von 0° Celsius bei einem Barometerstande von 760<sup>mm</sup> in der Minute.

Die Multiplication von C mit dem elektro-chemischen Aequivalent des Wassers (0,5653 cm — g System) oder von  $C_1$  mit 0,5363 ergibt:

$$C_2 = 2,052 \dots \dots$$

das ist der Reductionsfactor bezogen auf die Zersetzung von Milligramm Wasser per Minute und zugleich eine Controlle der richtigen Ermittlung von  $C_1$ .

Den Reductionsfactor  $C_1$  versuchte ich auch auf experimentellem Wege zu ermitteln und zeigt die Tabelle A wie dabei vorgegangen wurde.

Tabelle A.

Versuchs-Nr.	Zeitdauer des Versuches.	A b l e s u n g										H = b - h \frac{\Delta}{13,6} - k.e						v_0 = \frac{v}{1 + 0,003665 t} \frac{H}{760}		C = \frac{m}{r \cdot tg \alpha}		C =	Anmerkung.
		an der Gaugain'schen Tangenten-Boussole $\alpha$		am Voltmeter								Barometer-Stand.	Höhe der Flüssigkeitssäule in mm	Dichtigkeit des Wassers $\Delta$	Dampfspannung über der Flüssigkeit $k$	Spannkraft des Wasserdampfes $e$	Abgelesenes Volumen in Kubik-Cmt. $v$	Temperatur in Graden Cels. $t$	Druck in mm Hg. bei 0° C. unter welchem das Gas aufgefangen wurde $H$	Gasmenge $m$	$r \cdot tg \alpha$		
				zu Beginn des Versuches		bei Beendigung des Versuchs		Volumen des Gases Kub.-Cmt.															
		Temperatur in Grad Cels. $t$	Höhe der Flüssigkeitssäule über dem Niveau in mm		Temperatur in Grad Cels. $t$	Höhe der Flüssigkeitssäule über dem Niveau in mm		bei Beginn bei Beendigung des Versuchs															
oben	unten		oben	unten		bei Beginn	bei Beendigung																
1	2' 10"	530 0'	27,3	11,8	3,3	27,0	53,0	34,0	5	18	738,4	19	1,1	0,94	26,5	13	27	711,95	7,6710	2,874	2,66920		
2	2' 18"	530 36'	28,5	15,6	3,2	26,0	55,0	34,0	3	20	738,4	21	1,1	0,94	25,0	17	26	713,20	9,4185	3,146	2,99330		
3	2' 5"	580 36'	23,6	15,8	4,8	24,0	49,0	35,0	4	19	738,4	14	1,1	0,94	22,2	15	24	716,40	9,5103	3,411	2,78813		
4	3' 25"	390 36'	23,2	16,9	4,0	23,0	79,0	40,0	2	15	738,4	39	1,1	0,94	20,9	13	23	715,60	4,9590	2,825	1,75540	Der äussere Widerstand wurde um 2 S. E. vermehrt.	
5	1' 23"	470 0'	23,5	16,8	4,0	24,0	151,0	40,0	2	5	738,4	111	1,1	0,94	22,2	3	24	708,55	2,7870	1,483	1,88133	Der äussere Widerstand wurde um 1 S. E. vermehrt.	
6	1' 45"	490 0'	23,0	11,3	4,1	22,0	49,0	45,0	11	20	738,4	4	1,1	0,94	19,7	9	22	719,56	6,8230	2,002	3,39114		

Die Flüssigkeit im Voltmeter enthielt 15 % Schwefelsäure und hatte ein spezifisches Gewicht von 1,10. Es waren bei sämtlichen Experimenten die 2 calibrierten Röhren eingehängt, doch wurden nur die erzielten Mengen des Wasserstoffgases gemessen und dann die Reduction auf trockenes Knallgas vorgenommen. Zur Zerlegung der Flüssigkeit diente ein elektrischer Strom aus drei mittleren Bunsen-Elementen.

Aus der Tabelle erhellt, dass diese Bemühung vergeblich war, nur beim 6. Versuch konnte ich der Wahrheit nahe kommen, und doch wurden dabei vorzügliche Apparate des Wiener physikalischen Institutes verwendet und alle Ablesungen durch einen Zweiten\*\*) kontrollirt. Die Schwierigkeit, Volumina genau zu bestimmen, die Mängel in der Calibrirung der Röhren und der Eintheilung der Maassstäbe, die Beschränktheit in der sinnlichen Wahrnehmung und die zufälligen Störungen durch äussere unberechenbare Zufälle, die, wenn sie auch noch so minimal sind, bei 20 Werthermittlungen für ein Experiment

\*) Nach Kohlrausch, Leitfaden der praktischen Physik, Tabelle 27, Seite 299.

\*\*) Dr. E. Lecher.

das Schlussresultat empfindlich alteriren, machen diese Messmethode zu einer auf jeden Fall unsicheren und unverlässlichen.

Es wurden hier und im weiteren Verlaufe dieser Arbeit die Form von Tabellen gewählt, um das Elaborat übersichtlicher und minder umfangreich zu gestalten.

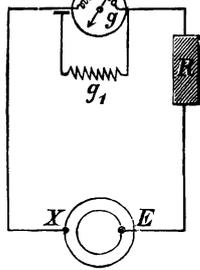
Bezüglich der angewendeten Messmethoden sei Folgendes bemerkt:

Zur Bestimmung der wesentlichen (Batterie)-Widerstände benutzte ich die sogenannte Halbirungsmethode (nach Wheatstone) und konnte bei den Widerstandsbestimmungen mit der Gaugain'schen Tangenten-Boussole (nach Ohm) constatirt werden, dass die Halbirungsmethode ganz verlässliche Resultate liefert.

Schaltet man in den Schliessungskreis des zu messenden Elementes eine Boussole und einen auf Null gestellten Rheostaten ein, so erhält man die Stromstärke  $S = \frac{E}{x+r}$ , wobei man mit E die elektromotorische Kraft, mit r den Widerstand in der Boussole und mit x den zu bestimmenden wesentlichen Widerstand bezeichnet. Hierbei wurden als Zuleitungen dicke Kupferdrähte benutzt, deren Widerstand so klein war, dass er

in der Rechnung vernachlässigt werden konnte. Halbirt man nun  $r$ , indem man, wie es nebenstehende Fig. 27 zeigt, an die Klemme der Boussole die Enden eines Zweigleiters, der genau denselben Werth wie  $r$  hat, anlegt, so erhält man einen Nadel Ausschlag der die Stromstärke

Fig. 27.



$$S_1 = \frac{E}{x + \frac{r}{2}}$$

$$= \frac{2E}{2x + r} \text{ anzeigt.}$$

Wenn man nun den Zweigleiter ausschaltet, so wird man durch Vermehrung des äusseren Widerstandes am Rheostaten ( $r_1$ ) die wieder eingetretene Nadelablenkung vom Werthe  $S$  auf  $S_1$  heruntreiben und ist dann  $r_1$  gleich dem wesentlichen Widerstande des Elementes, wie es die nachstehende Rechnung zeigt.

$$S = \frac{E}{x + r} \quad S_1 = \frac{E}{x + \frac{r}{2}} = \frac{2E}{2x + r}$$

$$\frac{S_1}{2} = \frac{E}{2x + r} = \frac{E}{x + r + r_1}$$

$$2x + r = x + r + r_1$$

$$2x = x + r_1$$

$$x = r_1.$$

Zur Bestimmung der elektromotorischen Kräfte habe ich folgende Vergleichsmethode gebraucht:

Es wurde das zu messende Element mit einem Galvanometer und dem Rheostaten zusammenschaltet und dann die Ablenkung der Nadel bei einem bekannten äusseren Widerstande notirt. Hierauf wird diese Ablenkung durch Einschaltung der nöthigen Widerstands-Einheiten ( $l$ ) am Rheostaten auf ungefähr die Hälfte reducirt, die verschiedenen Stromstärken seien mit  $S$  und  $S_1$  bezeichnet.

Nimmt man nun mit dem Vergleichs-Elemente dieselbe Operation vor, wobei  $S$  und  $S_1$  die gleichen Werthe, wie beim Messen des ersten Elementes, haben müssen, und sind dann  $E$  und  $E_1$  die zu vergleichenden elektromotorischen Kräfte, so ergeben sich folgende 4 Gleichungen:

$$S = \frac{E}{W} \quad \dots \quad 1)$$

$$S_1 = \frac{E}{W + l} \quad \dots \quad 2)$$

$$S = \frac{E_1}{W_1} \quad \dots \quad 3)$$

$$S_1 = \frac{E_1}{W_1 + l_1} \quad \dots \quad 4)$$

aus 1) folgt:

$$W = \frac{E}{S} \text{ und diesen Werth für } W \text{ in 2) eingesetzt}$$

$$S_1 = \frac{E}{\frac{E}{S} + l} = \frac{E}{\frac{E + Sl}{S}} = \frac{SE}{E + Sl}$$

daraus folgt:

$$E = \frac{SS_1}{S - S_1} \cdot l \text{ und analog } E_1 = \frac{SS_1}{S - S_1} \cdot l_1, \text{ daher}$$

$$E : E_1 = l : l_1.$$

So verhält sich daher die elektromotorische Kraft des zu messenden Elements zu jener des Vergleichs-Elementes, wie die Anzahl der Widerstands-Einheiten, die man zuschalten musste, um  $S$  auf  $S_1$  zu reduciren.

Ueber die Anordnung der von mir vorgenommenen Experimente möchte ich noch Folgendes bemerken.

Im Versuchs-Local wurden alle Elemente von den Temperaturschwankungen in gleicher Weise betroffen. Die Untersuchungs-Boussole waren für die ganze Versuchs-Dauer mit Messingschrauben fixirt. Damit ein leichtes Umschalten der Elemente möglich war, endigten die Poldrähte in einen grossen Lamellen-Wechsel, sodass beim Umschalten an den Elementen nicht gerüttelt wurde. Mit den Elementen ist überhaupt während der Probezeit keinerlei Veränderung ausser den angemerkten vorgenommen worden. Zum Einschalten von Zweigleitern waren Quecksilbernapfchen bereit gestellt. Die Verbindungs-Drähte waren aus Kupfer und mit in Wachs getränkter Wolle isolirt. Diese Drahtstücke hatten alle einen gleichen, übrigens so geringen Widerstand, (weniger als 0,1 S. E.), dass dieser bei den Rechnungen unberücksichtigt bleiben konnte. Der Rheostat war überprüft und zweifellos richtig, übrigens ganz neu, so dass Stöpselfehler leicht zu vermeiden waren. Die Gaugain'sche Boussole hatte unter der Nadel einen Spiegel, so dass die Ablesungen, die immer zu einer bestimmten Stunde des Tages vorgenommen wurden, sehr genau ausgeführt werden konnten. Die Ablesung an den übrigen Boussole geschah theils mit der Loupe, theils wurde eine Licht-Quelle so aufgestellt und fixirt, dass der auf der Scala spielende Schatten der Nadel das richtige Ablesen erleichterte.

Meine Untersuchungen theilten sich naturgemäss in 2 Haupt-Abschnitte und zwar:

1. in die Beobachtung constanter Elemente und
2. in die Messung der Constanten inconstanter Rheomotoren.

Schliesslich habe ich auch Versuche angestellt, wie weit letztere Gattung von Elementen zu länger dauernder Arbeit herangezogen werden kann.

Um Missverständnissen vorzubeugen bin ich genöthigt zu erklären, dass ich unter constante Elemente solche rangire, die bei lange andauerndem Schluss einen gleichmässigen Strom liefern und z. B. beim Telegraphen-Betriebe zur Schaltung mit Ruhestrom verwendet werden können, während ich jene Elemente als inconstante bezeichne, die zum vorerwähnten Zwecke nicht taugen und überhaupt einen länger andauernden Schluss nicht vertragen, ohne dass die Intensitäts-Curve bedeutend und rapid abfällt.

Es schien mir angezeigt, von jeder Construction nur Ein Element und nicht eine Batterie (mehrere zusammenschaltete Elemente) in Vergleich zu ziehen, wodurch ich allerdings auch ausser Stand gesetzt wurde, zu den Messungen an den constanten Elementen die Tangenten-Boussole (Ohm'sche Methode) benutzen zu können, da mit einem solchen Elemente selbst an der sehr empfindlichen Gaugain'schen Tangenten-Boussole nur Nadelablenkungen von höchstens 6 Graden erzielt werden konnten, und die Tangenten so kleiner Winkel zur Berechnung der Stromstärken selbst unter Anwendung weitgehendster Correction zu wenig verlässlich sind.

## A. Die constanten Elemente.

Tabelle B zeigt, welche constanten Elemente in die Beobachtungsreihe aufgenommen wurden und sind aus dieser Tabelle

auch die wesentlichen Dimensions-Verhältnisse der Elemente zu entnehmen.

Tabelle B.

Post Nr.	Bezeichnung des Elementes	Material						Form des Elementes					Anmerkung.
		vor nach	dem Ver- suche	Cu	Zn	CuSO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	Gefäß		Zn	Cu	Dia- phragma	
								Höhe	Durch- messer				
		Kilogramm			Ckcm.		mm		Bemerkung				
I.	Callaud'sches Element gr. Form	—	0,700	0,500	1000	210	100	Mit einer Verengung in der Mitte. Bei 80mm, offen		Ge- schlitzter Cylinder	Streifen 19mm breit 3mm dick	—	Fig. 28.
+	0,060	0,600	0,090	—									
—	0,100	0,410	—	—									
II.	dto. mit Pergament- Diaphragma	—	0,700	0,500	1000	200	110	dto. Bei 65mm, offen	dto.	Kupfer- draht- Spirale	Per- gament in Hart- gummi- Rahmen.	Fig. 29.	
+	0,080	0,580	0,010	—									
—	0,120	0,490	—	—									
III.	Zn-Cu-Element mit Pergament-Diaphragma und Glaseinsatz für Zn (System Prasch)	—	0,620	0,500	1400	210	115	Gerade Wände, mit Zinkdeckel, geschlossen.	Ge- schlosse- ner Cylinder	dto.	Perga- ment am Glas- einsatz.	Fig. 30.	
+	0,060	0,528	0,200	—									
—	0,092	0,300	—	—									
IV.	Zn-Cu-Element mit Füll-Cylinder (System Egger)	—	1,020	0,700	2000	260	130	dto.	dto.	dto.	—	Fig. 31.	
+	0,085	0,820	0,000	—									
—	0,200	0,700	—	—									
V.	Kohlfürst's Element mit horizontalem Thon-Diaphragma	—	1,260	0,500	1500	205	140	Verengung unten bei 40mm, Diaphragma bei 70mm, Eisendeckel, geschlossen.	Halb- kugel- förmiger Kolben	dto.	Thon- Dia- phragma.	Fig. 32.	
+	0,095	1,140	0,120	—									
—	0,120	0,380	—	—									

Uebrigens zeigen die Fig. 28—32 die beschriebenen Elemente im Durchschnitte. Das verwendete CuSO<sub>4</sub> enthielt durchaus 25% Kupfer.

Daniell- und Meidinger-Elemente glaubte ich als genügend bekannt voraussetzen zu dürfen, um sie hier übergehen zu können; die Constanten und Verbrauchs-Verhältnisse derselben zu veröffentlichen, dürfte bei der häufigen Verwendung derselben wohl überflüssig sein. Da nun aber die meisten Maassangaben bei den Besprechungen galvanischer Elemente Beziehungen auf das Daniell-Element sind, habe ich die Potential-Differenzen einiger Elemente mit dem Quadranten-Elektrometer gemessen, um die Reduction der nachfolgenden Maassbestimmungen elektromotorischer Kräfte auf Daniell-Einheiten zu ermöglichen. Diese Messungen wurden auf folgende Art ausgeführt:

Die Quadranten-Paare wurden durch eine trockene Zamboni'sche Säule geladen. Der eine Pol des zu messenden Elementes war zur Erde abgeleitet, während der andere Pol ohne Schwierigkeit in einen Draht eingeschaltet werden konnte, der zur Aluminium-Nadel des Elektrometers führte.

Gemessen wurden:

- 1 Daniell-Element
- 1 Callaud- < (I)
- 1 Markus- < (IX).

In den nachstehend notirten Befunden bedeutet A den

Theilstrich der Scala, welcher durch das Fernrohr abgelesen werden konnte, wenn das Element nicht eingeschaltet war, B bedeutet den Theilstrich der Scala, wenn der Pol des zu messenden Elementes auf die Nadel einwirkte.

	Daniell	Callaud	Markus
I.	A = 19,25	A = 19,33	A = 19,22
	B = 20,40	B = 20,45	B = 19,88
	1,15	1,12	0,66
II.	A = 19,30	A = 19,35	A = 19,30
	B = 20,45	B = 20,41	B = 20,10
	1,15	1,06	0,80
III.			A = 19,40
			B = 19,98
			0,58

Setzt man nun z. B. die elektromotorische Kraft des Daniell-Elementes = 1, so wird nach vorstehenden Resultaten jene des Callaud'schen Elementes = 0,95 D, jene des Markus-Elementes = 0,59 D sein und lassen sich hier nach wohl die Maassangaben über alle in den Tabellen B und F angeführten Elemente auf ein allgemein gebräuchliches Maass reduciren.

Die Versuchs-Elemente habe ich am 22. September zusammengestellt, in kurzen Schluss gesetzt, d. h. ohne nennenswerthen äusseren Widerstand geschlossen und diesen Schluss bis 6. November desselben Jahres belassen. Während dieser

Zeit wurden täglich die Nadelablenkungen, die durch jedes einzelne Element erzielt werden konnten, an einer Horizontal-Boussole (14,7 S. E. Widerstand) abgelesen, um ein Bild von den vorkommenden Schwankungen der Stromstärke zu erhalten. Tabelle C giebt die bezüglichen Befunde, die in Fig. 33 graphisch dargestellt sind.

Tabelle C.

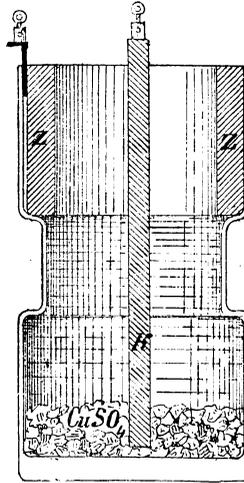
Datum	Ablesung an der Boussole in Graden.					Anmerkung.
	Element					
	I	II	III	IV	V	
23/9	31	19	25	44	5	
24	18	50	34	50	10	
25	31	55	50	50	16	
26	31	55	51	52	27	
27	40	55	51	55	39	
28	45	57	55	57	46	
29	53	57	57	57	49	
30	50	54	57	57	50	
1/10	52	54	58	57	51	
2	50	52	58	57	51	
3	54	51	58	57	52	
4	52	50	58	57	52	
5	54	48	58	57	53	
6	51	46	58	59	54	
7	51	44	58	59	55	
8	55	50	56	60	55	Mit II und III gerüttelt.
9	52	49	58	60	55	
10	52	48	58	60	55	
11	55	45	58	60	55	
12	53	45	59	60	55	
13	52	42	59	60	55	
14	53	40	59	60	55	
15	54	40	59	61	55	
16	54	37	59	61	55	
17	54	34	59	61	55	
18	54	61	59	59	55	Mit II und IV gerüttelt.
19	54	60	59	59	55	
20	55	60	59	60	56	
21	55	60	59	60	57	
22	55	60	59	60	57	
23	55	60	59	60	56	
24	55	60	59	60	56	
25	55	60	59	10	57	
26	55	60	59	10	57	
27	55	60	59	—	57	
28	56	60	60	—	57	
29	56	60	60	60	57	Element IV mit 0,200 kg CuSO <sub>4</sub> nachgefüllt.
30	56	60	60	61	57	
31	56	60	60	61	57	
1/11	59	60	60	61	57	
2	56	59	60	61	57	
3	55	55	60	61	57	Mit II gerüttelt.
4	56	60	60	60	57	
5	54	60	60	53	57	
6	60	60	60	30	58	Mit I gerüttelt.

Ich möchte hierzu, sowie mit Bezug auf die Tabelle B Folgendes bemerken:

ad I. (Fig. 28.)

Das Callaud-Element (I), zumeist in Oesterreich und Frankreich zum Betriebe von Telegraphen und Eisenbahn-Signal-

Fig. 28.



Einrichtungen in Verwendung, hat den Haupt-Vorthail, dass der Zinkkörper mit dem Kupferpol des nächstfolgenden Elementes fix verbunden ist, daher Polverwechslungen in der Batterie nicht vorkommen können. Dieses Element hat kein Diaphragma; es verschmutzt auch deswegen, und weil es eine zu geringe Flüssigkeitsmenge enthält, ausserordentlich stark, so dass es einer fortwährenden Bedienung bedarf.

Die Form dieses Elementes kann, trotz deren vielfachen Verbreitung durchaus nicht als eine gut gelungene bezeichnet werden, es sind auch vom

theoretischen Standpunkte aus Bedenken gegen dieselbe zu erheben. Wie die graphische Darstellung der Intensitäts-Curve zeigt, ist dieses Element besonders in der ersten Hälfte seiner Funktionsdauer sehr inconstant und wird namentlich gegen Ende derselben wieder so unregelmässig, dass eine gleichmässige Wirkung, wie sie z. B. bei Eisenbahn-Signal-Linien erforderlich ist, nur dann erreicht werden kann, wenn man stets mit bedeutendem Ueberschuss an Kraft arbeitet.

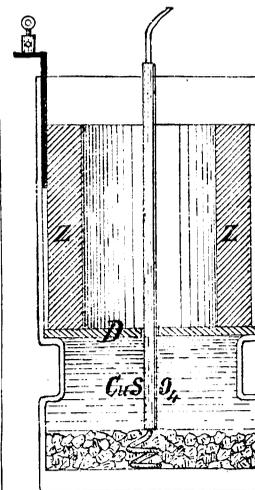
Der Widerstand dieses Elementes beträgt im Mittel 13,2 S. E., variiert aber zwischen 19 und 9 und kann dieser Umstand gewiss nicht zu den Vorzügen des Elementes gerechnet werden.

Die elektromotorische Kraft dieses Elementes wurde bei den bezüglichen Messungen als Vergleichs-Einheit benutzt.

ad II. (Fig. 29.)

Das Callaud-Element (II) mit Pergament-Diaphragma unterscheidet sich nur durch letzteres von dem früher beschriebenen Elemente.

Fig. 29.



Dieses Diaphragma wurde in einen Ebonitrahmen eingespannt, auf die Verengung des Glases gelegt und der Zinkcylinder dann daraufgesetzt.

Diese Anordnung wäre scheinbar recht gut, kann aber ein plötzliches Versagen des Elements dann herbeiführen, wenn der vom Zinkkörper abfallende Zinkschlamm das Diffundiren der Flüssigkeiten hindert.

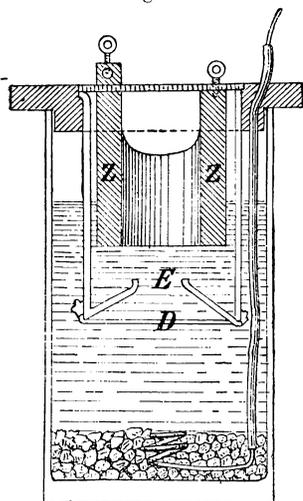
Die Intensitäts-Curve zeigt letzterem Uebelstande entsprechend einen sehr unregelmässigen Verlauf; der Widerstand ist, wie zu erwarten stand, sehr variabel (zwischen 30 und 6 im Mittel 21 S. E.); die elektromotorische Kraft dagegen 1,103, was durch die strenge Trennung der beiden Flüssigkeiten begründet sein dürfte. Dass übrigens der abfallende Zinkschlamm

unter Umständen die Function des Elements nicht beeinträchtigt, wurde an anderer Stelle beobachtet und werde ich darauf noch zurückkommen.

ad III. (Fig. 30.)

Das Präsch-Element wurde in zwei verschiedenen Constructionen beobachtet. Der Zinkpol hängt in einem unten offenen Glaseinsatze (E). Die Oeffnung dieses Einsatzes ist mit einer darüber gespannten einfachen oder doppelten Pergamentscheibe (D) verschlossen. Das eine dieser Elemente hatte als negativen Pol einen Zinkkolben von rechteckigen Querschnitt, das zweite einen in sich geschlossenen Zinkguss-Cylinder. Nur die letztere Form hat sich bewährt und habe ich mit dieser auch in der Praxis recht gute Resultate erzielt.

Fig. 30.

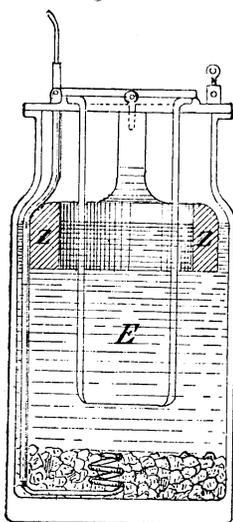


Die Intensitäts-Curve zeigt eine zufriedenstellende Constanz mit merklichem Aufsteigen. Der Widerstand dieses Elementes ist zwar hoch (16,9 S. E.), verändert sich aber nur unwesentlich, und kann übrigens durch Verringern des Abstandes der Elektroden bedeutend vermindert werden. Der regelmässige Abstand der Elektroden betrug  $105\text{mm}$  und habe ich dabei 15 S. E. Widerstand gemessen. Als ich jenen Abstand auf  $60\text{mm}$  reducirte, verringerte sich der Widerstand auf 14,4 S. E.; bei  $35\text{mm}$  Elektroden-Abstand aber auf 12,9 S. E. Die elektromotorische Kraft dieses Elementes ist gleich 1,120 Callaud.

Der Constructeur bedauert, dass die Incrustirung des Diaphragma mit ausgeschiedenen Kupfer die Function des Elementes beeinträchtigen kann.

ad IV. (Fig. 31.)

Fig. 31.



Das Egger-Element ist beim Telegraphen-Betriebe in Oesterreich-Ungarn, Rumänien und Serbien vielfach verwendet. Diese Construction hat kein Diaphragma, dagegen einen sehr praktisch angebrachten Füll-Cylinder (E), um während der Verwendung das aufgelöste  $\text{CuSO}_4$  ergänzen zu können, ohne die übrigen Bestandtheile des Elementes alteriren zu müssen.

Der Zink-Cylinder ist sehr massiv, und sind überhaupt die Grössen-Verhältnisse dieses Elementes bedeutender als die der übrigen, wodurch sich manche Eigenthümlichkeit desselben erklärt.

Die Verbrauchsziffern sind aus der Tabelle B zu entnehmen.

Die Intensitäts-Curve zeigt einen günstigen Verlauf und bewirken die grossen Erreger-Flächen bei kurzem Schluss, also geringem äussern Widerstande, natürlich eine bedeutende Stromstärke. Das rapide Abfallen der Curve am 24. October ist im totalen Verbräuche des in jedes Element gegebenen gleichen Quantum  $\text{CuSO}_4$  (500 gr) erklärt.

Die Neufüllung mit weiteren 200 gr  $\text{CuSO}_4$  bewirkte ein ebenso rasches Aufsteigen der Curve; doch war auch dieses Quantum in wenigen Tagen aufgebraucht.

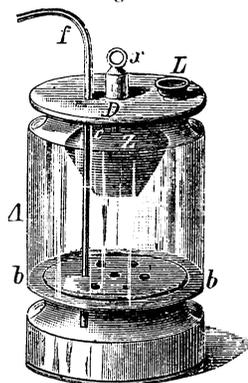
Der Widerstand dieses Elementes ist gering (7,9 S. E.), was wohl darin begründet sein dürfte, dass der Querschnitt der Flüssigkeits-Säule im Elemente constant und gross ist.

Die elektromotorische Kraft wurde mit 1,175 Callaud ermittelt.

ad V. (Fig. 32.)

Das wesentliche Kriterium des Kohlfürst-Elementes ist der eigenthümlich geformte Zinkpol. Das Element hat ein horizontal liegendes, grossdurchlöcheres Thon-Diaphragma (b), die Ableitung vom positiven Pol geschieht mittelst eines Bleistückes oder ähnlich wie bei den übrigen Elementen mittelst einer Kupferdraht-Spirale.

Fig. 32.



Beim Zusammenstellen dieses Elementes soll der Flüssigkeit ein Beisatz von Bittersalz beigegeben werden, was ich unterlassen habe, wodurch sich das langsame Ansteigen der Stromstärke erklärt. Sonst zeigt die Intensitäts-Curve eine erfreuliche Constanz mit entschiedener Neigung zu steigen.

Die Flüssigkeit über dem Diaphragma ( $\text{ZnSO}_4\text{aq}$ ) erscheint vollkommen klar und farblos, jene unter dem Diaphragma ( $\text{CuSO}_4\text{aq}$ ) tiefblau. Der Widerstand fiel von 18 S. E. auf 9,5 S. E.; die elektromotorische Kraft ist gleich 1,202 Callaud, demnach bezüglich letzterer das stärkste unter allen 5 Versuchs-Elementen.

Ob die halbkugelförmige Form des Zink-Cylinders und dessen Situation mit der Kuppe nach abwärts nach dem heutigen Stande theoretischer Anschauung verfechtbar ist, möchte ich vorerst noch bezweifeln. In der Praxis hat sich dieses Element bewährt.

Die Tabellen D und E zeigen die Resultate der Widerstands-Messungen und Vergleichen der elektromotorischen Kräfte. Diese Resultate wurden in vorstehenden Betrachtungen bereits berücksichtigt, sie sind zudem in der nachstehenden Tabelle übersichtlich recapitulirt.

Element I hat 13,2 S. E. Widerstand u. 1,000 elektrom. Kraft,

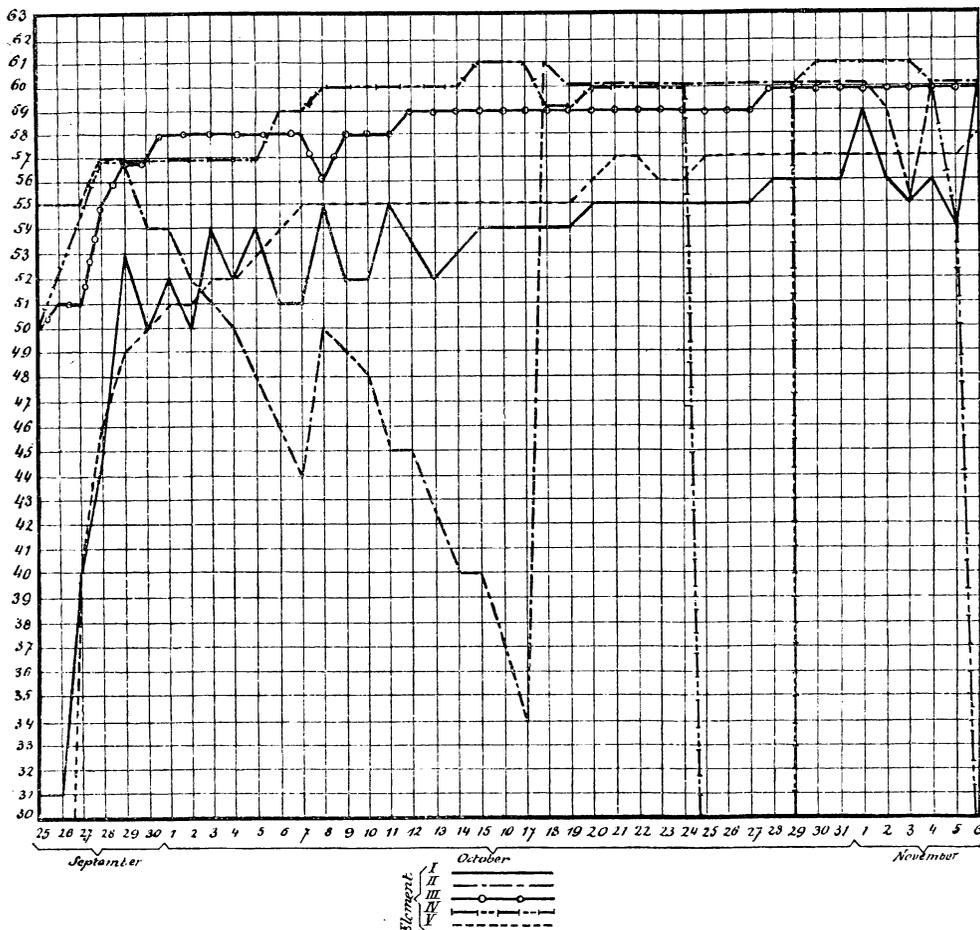
<	II	<	21	<	<	<	1,103	<	<
<	III	<	16,9	<	<	<	1,120	<	<
<	IV	<	7,9	<	<	<	1,175	<	<
<	V	<	13,1	<	<	<	1,202	<	<



Die Beschreibung des Verhaltens der einzelnen Elemente während der Versuchszeit würde hier zu weit führen, nicht unterlassen kann ich es aber, noch einmal auf die in der Tabelle B enthaltenen Verbrauchsbefunde zu verweisen.

Am wenigsten verbrauchte Element Nr. III (392), dann V (500), I (510), II (610) und endlich IV (900). Dementsprechend stellt sich natürlich auch der Rückgewinn an metallisch reinem Kupfer. Element Nr. V zeigt den grössten Niederschlag an Kupfer, weil die  $\text{Cu SO}_4$  Lösung in einen kleinen Raum zusammengedrängt ist, und durch den elektrolytischen Process nur sehr wenig Kupfertheilchen durch das Diaphragma und die hohe Schichte Zink-Vitriollösung zum Zink geführt werden, um sich hier anzuhafte, was bei allen übrigen Elementen mehr weniger beobachtet werden konnte.

Fig. 33.



Ueber die Wirkungsdauer der Elemente habe ich Folgendes beobachtet:

Bei einer Füllung mit 500 Gramm  $\text{Cu SO}_4$  wirkt bei kurzem Schluss:

1 Daniell . . .	83 Tage,
1 Meidinger . .	45 <
1 Callaud I . .	48 <
1 Callaud II . .	60 <
1 Egger . . . .	30 <
1 Prasch . . . .	80 <
1 Kohlfürst . .	62 <

Wenn ich nun das Resultat meiner Beobachtungen und

meine Erfahrungen in der praktischen Verwendbarkeit der galvanischen Elemente zusammenfasse, so kann ich, in Erfüllung meiner Aufgabe, die Jenkin'schen Sätze wie folgt erweitern, beziehungsweise erläutern, wie man der Erfüllung der von Jenkin präcisirten Bedingungen nahe kommen kann:

- 1) Eine scharfe Abgrenzung der zwei verschiedenen Flüssigkeiten durch ein passendes Diaphragma erhöht die elektromotorischen Wirkungen des galvanischen Elementes.
- 2) Durch ein bedeutendes Quantum möglichst gesättigter Lösungen wird der Widerstand des Elementes zwar verringert, der Consum dagegen unverhältnissmässig gesteigert.
- 3) Das so sehr gebräuchliche Einkerbten der Batterie-Gläser, um die Zinkkörper aufsetzen zu können, ist nicht vortheilhaft, denn es verringert die Leitungsfähigkeit des Mittels im Element, und begünstigt das Verschmutzen desselben, wodurch der wesentliche Widerstand ein variabler wird.

- 4) Es empfiehlt sich immer, dem Zink-Elektromotor die Form eines Cylinders zu geben.

Bezüglich des Punktes 4 mache ich aufmerksam, dass ich denselben nur mit praktischen Erfahrungen, keineswegs aber nach wissenschaftlich ausgeführten Experimenten begründen kann. Solche Experimente habe ich zwar versucht, bin jedoch bis jetzt noch zu keinem definitiven Resultat gelangt. Nach der Ansicht hervorragender Fachmänner soll nämlich nur die innere Fläche des Zink-Cylinders elektromotorisch wirken, die Oxydation der übrigen Cylinderflächen wird als Neben-Consum betrachtet. Ich habe die Richtigkeit dieser Ansicht experimentell bis jetzt

nicht nachweisen können, habe auch nirgends diese Frage eingehender behandelt gefunden, so dass ich wohl mit Recht behaupten kann, diese Frage ist offen; wozu ich nur noch den Wunsch ausspreche, sie möge recht bald erschöpfend und stricte beantwortet werden.

Angeregt durch die Veröffentlichungen des Herrn Prof. Dr. Franz Exner\*) habe ich mit jenen 5 Elementen noch

- \*) Aus den Sitzungsber. d. Wiener Acad. d. Wissenschaften:
- I. Ueber die Natur der galvanischen Polarisation.
  - II. Zur Theorie der inconstanten galvanischen Elemente.
  - III. Zur Theorie des Volta'schen Fundamental-Versuches.
  - IV. Die Theorie des galvanischen Elementes.

einige weitere Versuche angestellt, und halte ich das Resultat der letzteren so weit beachtenswerth, dass ich es hier anschliesse.

Als ich aus dem Callaud-Elemente (I) den Zinkkörper entfernt hatte, verband ich den Kupfer-Pol mit der einen Klemme des Differenzial-Galvanometers. Nun wurde das auf circa 2 cm blank gemachte Ende eines von der 3. Klemme des Galvanometers ausgehenden Kupferdrahtes, der mit einer Guttapercha-Hülle überzogen war und 1,5<sup>mm</sup> Durchmesser hatte, in die Zinkvitriol-Lösung eingetaucht; sofort wurde die Nadel auf 27° abgelenkt. Der Strom circularte 15 Tage lang constant durch die Multiplication. In dieser Zeit ging die Nadel auf 12° zurück. Das Element  $\text{Cu} \mid \text{Cu SO}_4 \text{ aq} \mid \text{Zn SO}_4 \text{ aq} \mid \text{Cu}$  lieferte also durch 15 Tage einen nahezu constanten elektrischen Strom.

Ich wollte nun dieses Experiment mit Elektroden, die sich gegen solche Lösungen neutral verhalten, vornehmen, nachdem ich die vorerwähnte Elektrizitätserregung nur durch die Oxydation des Kupfers erklären konnte.

Da im Präsich-Element (III) die verschiedenen Flüssigkeiten am strengsten geschieden sind, so verwendete ich dasselbe zu dem geplanten Versuche und construirte damit folgendes Element:



Wenn ich nun die Platindraht-Enden mit den Klemmen des Differenzial-Galvanometers derart verband, dass die beiden Multiplicationen hintereinander geschaltet waren, erfolgte eine heftige Nadel-Ablenkung, die aber trotz der geschlossenen Leitung nicht lange andauerte; denn die Nadel ging schon nach wenigen Schwingungen in die Normallage auf Null zurück, sodass der ganze Vorgang fast einer elektrischen Entladung glich.

Wenn ich nun das Zink wieder einsetzte, das Element nur ganz kurz geschlossen hielt, und dann das Zink wieder durch die Platin-Drahtspitze ersetzte, so erhielt ich immer dieselbe Erscheinung einer elektrischen Entladung.

Die Versuchung, diese Elektrizitäts-Erscheinung einer elektromotorischen Kraft von  $\text{Cu SO}_4 \text{ aq} \mid \text{Zn SO}_4 \text{ aq}$  zuzuschreiben, liegt nahe; bei eingehender Betrachtung aber kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Oxydation des freien Wasserstoffes Ursache jener elektrischen Erscheinung ist.

Bei diesen Versuchen machte ich noch eine für die Praxis wichtige Beobachtung:

Wenn bei den vorerwähnten Versuchen die elektrische Entladung, um bei meinem Beispiele zu bleiben, vorüber und die Nadel wieder auf Null eingestellt war, erhielt ich sofort einen neuerlichen heftigen Nadelausschlag, sobald die Platin-Spitze mit dem am Boden des Glaseinsatzes befindlichen abgefallenen Zink-

schlamm in Berührung kam, und blieb die Nadelablenkung bei einer bleibenden derartigen Anordnung mehrere Tage auf 30—26 Grade constant. Diese elektromotorische Kraft wirkte im selben Sinne wie das Element  $\text{Zn} \mid \text{H}_2 \text{ SO}_4$ .

Es dürfte sich dies wohl daraus erklären, dass der Zinkschlamm noch viele Metalltheilchen (Zn und Cu) enthält, deren chemische Reaction gegen die  $\text{H}_2 \text{ SO}_4$  so lange elektromotorisch wirkt, bis alle reinen Metalltheilchen zu Oxydationsproducten verarbeitet sind.

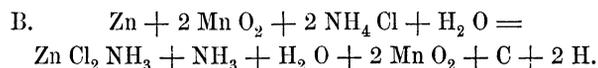
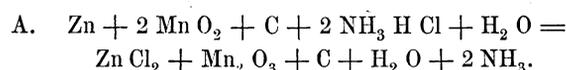
## B. Die inconstanten Elemente.

Von den inconstanten Elementen erregen ein allgemeines Interesse jene Elemente, die nach dem Princip Leclanché construiert sind, und versuchte ich festzustellen, wie sich verschiedene Materialien im Leclanché-Elemente verhalten.

Insbesondere wünscht man in Fachkreisen zu wissen, welche Rolle der Braunstein im Leclanché-Element spielt, und welche Art der Kohle für derartige Elemente am geeignetsten und empfehlenswerthesten ist.

Ueber den chemischen Process und die Elektrizitäts-Erregung im Leclanché-Elemente herrschen verschiedene Ansichten, und steht fest, dass über diesen Process nicht viel und nichts sicheres bekannt ist.

Bezüglich der chemischen Vorgänge im Leclanché-Element scheinen nachstehende 2 Gleichungen am meisten an Wahrscheinlichkeit für sich zu haben:



Welche von diesen beiden Erklärungen wahrscheinlicher ist, glaube ich nicht entscheiden zu dürfen; es muss dies den Chemikern überlassen bleiben, die allerdings, soweit mir bekannt, bis heute noch zögern, sich über dieses Thema endgiltig auszusprechen.

Ich habe, wie es die Tabelle F zeigt, vorerst 5 verschiedenartige Leclanché-Elemente zusammengestellt, und in die Versuchsreihe auch ein Markus'sches Permanenz-Element aufgenommen. Die Zusammenstellung dieses letzteren Elementes ist ein Geheimniss des durch seine Arbeiten auf thermoelektrischem Gebiete bekannt gewordenen Constructeurs; darüber besteht aber wohl kein Zweifel, dass er es nach dem Princip Leclanché gebaut hat.

Tabelle F.

Post Nr.	Bezeichnung des Elementes	Zn	2 NH <sub>4</sub> Cl	H <sub>2</sub> O.	Inhalt des Diaphragma					Dimension des						Anmerkung.
					C					Elementes			Diaphragma			
					Coks	2 Mn O <sub>2</sub>	Carbon in kleinen Stücken	Höhe	Seiten- länge des quadr. Querschn.	Cubik- Inhalt	Höhe	Mittlerer Durch- messer	Cubik- Inhalt			
														Nähere Bezeichnung	Kilogr.	
Kilogr.	cbkem.	cbkem.	cbkem.	cbkem.	Kilogr.	cm	cbkem.	cm	cbkem.	cbkem.						
VI.	Leclanché I	0,081	0,044	300	41,712	Retorten geschnitten	0,150	0,150	0,150	18	8	1152	16	6,5	528	
VII.	dto. II	0,081	0,044	300	41,712	Künstliche	0,150	0,150	0,150							
VIII.	dto. III	0,081	0,044	300	41,712	Retorten geschnitten	0,450	—	—							
IX.	dto. IV	0,081	0,044	300	41,712	Künstliche	0,450	—	—							
X.	dto. V	0,081	0,044	300	41,712	dto.	—	—	0,450							
XI.	Marcus Permanenz	Die Zusammensetzung ist Geheimniss des Patentinhabers.							16	—	800	—	—	—		

Die 6 Elemente haben jedes einzeln täglich circa 40 Minuten derartig gearbeitet, dass sie eine elektrische Klingel (Wagner'schen Hammer mit 71,4 S. E.) betreiben mussten.

Der Tabelle F habe ich nichts weiter beizufügen, sie dürfte alle wünschenswerthen Details enthalten.

Die Widerstände dieser 6 Elemente habe ich vorerst nach der Wheatstone'schen Methode gemessen, und zeigt die Tabelle G die erhaltenen Resultate.

Tabelle G.

Datum	Element	Ablesung von der Boussole in Graden bei Widerstands- Einheiten		W	Anmerkung.
		14,5	$\frac{14,5}{2}$		
16/11.	VI	64	61	4,0	
	VII	66	64	2,0	
	VIII	62	59	2,4	
	IX	64	62	2,2	
	X	62	58,5	2,0	
	XI	65	64	1,0	
25/11.	VI	68	64	4,0	
	VII	68	66	2,4	
	VIII	65	61	2,3	
	IX	67	64	2,0	
	X	63	60	2,3	
	XI	69	68	1,0	
4/12.	VI	68	64,5	3,3	
	VII	68	66	2,2	
	VIII	62	59	2,4	
	IX	66	63,5	2,0	
	X	65	63	2,0	
	XI	70	68,5	1,0	

Die elektromotorischen Kräfte wurden nach der schon in der Einleitung besprochenen Methode verglichen (Tabelle H), und da, wie schon auf Seite 59 erwähnt, die Potential-Differenz des Markus'schen Elementes auch mit dem Elektrometer gemessen wurde, so ist noch eine Vergleichung aller dieser Elemente mit dem Daniell-Elemente ermöglicht.

Schliesslich wurden noch die Constanten dieser 6 Elemente nach der Ohm'schen Methode gemessen, und wie aus der Tabelle J ersichtlich, nach magnetischen und dann nach chemischen Maasse berechnet.

Tabelle H.

Datum	Element	W <sub>1</sub> in SE	Win- kel $\alpha$	W <sub>2</sub> in SE	Win- kel $\beta$	Diffe- renz	E	Anmerkung.
11/11.	VI	40		60		20	1,00	
	VII	37		55		18	0,90	
	VIII	30	40°	45	24°	15	0,75	
	IX	33		49		16	0,80	
	X	32		49		17	0,85	
	XI	47		69		22	1,10	
16/11.	VI	12		22		10	1,00	
	VII	13		23		10	1,00	
	VIII	7,4	56°	14,4	29°	7	0,70	
	IX	10,4		19,4		9	0,90	
	X	6,2		14		7,8	0,78	
	XI	20		30,4		10,4	1,04	
4/12.	VI	20		50		30	1,00	
	VII	21		50		29	0,96	
	VIII	15	53°	40	27°	25	0,83	
	IX	17		44		27	0,90	
	X	17		44		27	0,90	
	XI	22		54		32	1,06	

Tabelle J.

Datum.	Element.	$\angle \alpha^0$ im Mittel.	tang. $\alpha$	$\angle \alpha_1$ im Mittel.	tang. $\alpha_1$	tang. $\alpha -$ tang. $\alpha_1$	l	W	S = C. tg. $\alpha$	E = S. W	S	E
									Chemisches Maass.		Magnetisches Maass.	
3/12.	VI	28° 15'	0,53732	16° 30'	0,29621	0,24111	3	3,75	1,52	5,70	1,95	7,31
	VII	36° 0'	0,72654	18° 0'	0,32492	0,40162		2,40	2,06	4,94	2,64	6,24
	VIII	23° 30'	0,43481	11° 30'	0,20345	0,23136		2,51	1,21	3,03	1,58	3,97
	IX	26° 0'	0,48773	13° 0'	0,23087	0,25686		2,64	1,38	3,64	1,77	4,67
	X	24° 15'	0,45047	12° 15'	0,21712	0,23335		2,85	1,27	3,62	1,64	4,67
	XI	45° 0'	1,00000	16° 0'	0,28675	0,71325		1,20	2,82	3,38	3,63	4,36
6/12.	VI	28° 45'	0,54862	17° 0'	0,30573	0,24289	3	3,77	1,55	5,74	1,99	7,50
	VII	38° 45'	0,80259	19° 30'	0,35412	0,44847		2,36	2,26	5,33	2,91	6,87
	VIII	26° 30'	0,49858	11° 45'	0,20800	0,29058		2,41	1,41	3,40	1,81	4,36
	IX	27° 15'	0,51503	15° 30'	0,24933	0,26570		2,81	1,47	4,13	1,87	5,25
	X	29° 30'	0,56577	11° 30'	0,20345	0,36232		1,68	1,61	2,60	2,05	3,44
	XI	47° 15'	1,08179	17° 15'	0,31051	0,77128		1,20	3,04	3,65	3,93	4,72
9/12.	VI	27° 0'	0,50953	15° 45'	0,28203	0,22750	3	3,71	1,44	5,34	1,85	6,86
	VII	33° 15'	0,65563	18° 15'	0,32975	0,32588		3,03	1,86	5,64	2,38	7,21
	VIII	23° 30'	0,43481	11° 30'	0,20345	0,23136		2,63	1,21	3,38	1,57	4,13
	IX	27° 30'	0,52057	13° 30'	0,24008	0,28049		2,57	1,47	3,78	1,89	4,86
	X	24° 0'	0,44523	11° 30'	0,20345	0,25228		2,41	1,27	3,06	1,62	3,90
	XI	43° 0'	0,93252	17° 15'	0,31051	0,62201		1,49	2,61	3,89	3,39	5,05
11/12.	VI	28° 0'	0,53171	15° 15'	0,27263	0,25908	3	3,15	1,49	4,69	1,93	6,08
	VII	37° 30'	0,76733	18° 30'	0,33460	0,43273		2,32	2,17	5,03	2,80	6,40
	VIII	24° 30'	0,45573	11° 30'	0,20345	0,25228		2,41	1,30	3,13	1,65	3,98
	IX	30° 15'	0,59494	14° 45'	0,26328	0,33176		2,38	1,66	3,95	2,16	5,14
	X	25° 30'	0,47698	11° 45'	0,20800	0,26898		2,31	1,35	3,12	1,73	4,00
	XI	44° 15'	0,97416	16° 0'	0,28675	0,68741		1,25	2,74	3,43	3,54	4,43
15/12.	VI	26° 15'	0,49315	15° 30'	0,27733	0,21582	3	3,86	1,38	5,33	1,79	6,91
	VII	32° 30'	0,63707	17° 0'	0,30573	0,33134		2,76	1,80	4,97	2,32	6,40
	VIII	23° 30'	0,43481	11° 15'	0,19891	0,23590		2,52	1,21	3,05	1,58	3,98
	IX	29° 0'	0,55431	14° 45'	0,26328	0,29103		2,71	1,55	4,20	2,01	5,45
	X	24° 0'	0,44523	12° 45'	0,22628	0,21895		3,09	1,27	3,92	1,61	4,97
	XI	40° 0'	0,83910	14° 45'	0,26328	0,57582		1,36	2,37	3,22	3,04	4,13

Die Differenzen zwischen den Resultaten der verschiedenen Mess- und Vergleichsmethoden sind gering, und bieten eine Beruhigung über die Richtigkeit des nachstehenden Schlussresultates:

Element VI hat 3,67 S. E. Widerstand und 1 elektr. K.

<	VII	<	2,38	<	<	<	0,96	<	<
<	VIII	<	2,44	<	<	<	0,70	<	<
<	IX	<	2,31	<	<	<	0,80	<	<
<	X	<	2,28	<	<	<	0,73	<	<
<	XI	<	1,15	<	<	<	0,86	<	<

Alle diese Daten stimmen mit denen von Leclanché

diesbezüglich angegebenen Ziffern (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 18. décembre 1876 pag. 1238) ziemlich gut überein.

Dieses Ergebniss berechtigt nun zu folgenden Schlüssen:

Der Braunstein erhöht zwar die elektromotorische Kraft des Elementes; er erhöht jedoch erfahrungsgemäss auch den Verbrauch im Elemente.

Leclanché-Elemente mit Braunsteinfüllung musste ich nach 8 monatlicher allerdings starker Ausnützung ausser Betrieb stellen und erforderten dieselben vor der Wiederverwendung einen gründlichen Ersatz aller verbrauchbaren Materialien des Elementes, während derartige Elemente caeteris paribus aber

ohne Braunstein bei gleicher Verwendung nach derselben Zeit in einem Zustande betroffen wurden, dass deren weitere Verwendung ohne Bedenken gestattet werden konnte.

Bei den bezüglichen Versuchen verwendete ich allerdings um den gleichen Effect zu erzielen 3 Elemente mit  $2 \text{ Mn O}_2$ , im zweiten Schliessungsbogen aber 4 Elemente ohne  $2 \text{ Mn O}_2$ . Dieses Verhältniss ist jedoch ungünstig, und empfehle ich ein solches von 6:7, d. h. wenn zu einen bestimmten Nutzeffect 6 Elemente System Leclanché mit Braunsteinzugabe nöthig sind, so wird man denselben Effect mit 7 Elementen ohne  $2 \text{ Mn O}_2$ , dabei aber eine längere Dauer der Elemente erzielen.

Der Braunstein veranlasst ohne Zweifel eine heftigere Inanspruchnahme des Zinks, denn bei jenen Elementen, denen ich kein  $2 \text{ Mn O}_2$  beizetzte, waren die Zinkkörper nur wenig angegriffen, während bei den Elementen VI und VII die Zinke jene charakteristische Abnutzung von unten nach oben zeigten, die wir bei allen Zinkoxydationen zum Zwecke der Electricitäts-Erregung zu beobachten Gelegenheit haben. Die Zinkkörper der Elemente VI, VII und XI zeigten auch bedeutende Ansätze der in allen Leclanché-Elementen so störend wirkenden Krystalle (Zinkoxychlorid), während diese Krystallbildung in den übrigen Elementen (VIII, IX und X) eine wesentlich geringere war. Das Weichwerden der nicht in der Flüssigkeit stehenden Enden der Zinkkörper, dort also wo die Zuleitungsdrähte angeschlossen werden, ein Uebelstand, über den so vielfach geklagt wird, habe ich bei meinen vielen Experimenten mit Leclanché-Elementen nie zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Die Frage, welche Kohle für Leclanché-Elemente am empfehlenswerthesten ist, kann ich nach den vorstehend beschriebenen Versuchen noch nicht endgiltig beantworten, doch scheint mir, dass der künstlich präparirten Kohle gegenüber der häufig angewendeten Retorten-Kohle der Vorzug einzuräumen sein dürfte.

Der Vollständigkeit wegen kann ich nicht unterlassen, auf die Untersuchungen des Prof. Beetz (Pogg. Annalen, Band CL § 546, 1873) aufmerksam zu machen, nach welchen es sich empfiehlt, die Diaphragma der Leclanché-Elemente mit grobkörniger Kohle und Coks und feinkörnigem Braunstein (Pyrolusit) anzufüllen. Weder Kohle noch Braunstein darf pulverisirt verwendet werden, weil dadurch der Widerstand im Elemente wesentlich erhöht würde.

Auch bei diesen Elementen habe ich versucht, mittelst Pt.-Elektroden die Electricität abzuleiten, und ersetzte zu diesem Zwecke das Zink durch einen Platin-Draht, führte auch zum Ueberflusse in das die Kohle und das Kohlengemengsel enthaltende Diaphragma einen Platin-Draht ein.

Die Erscheinungen waren beim Schlusse des so gebildeten Elementes dieselben wie die auf Seite 64 beschriebenen; nur dauerten die Entladungen noch viel kürzere Zeit, waren auch schwächer als die bei den constanten Elementen beobachteten, und erhielt ich diese Entladungen nur wenn das normal zusammengesetzte Element längere Zeit geschlossen war. Auch hier wird die Erklärung dieses Vorganges in der Oxydation des freien Wasserstoffes im Elemente zu suchen sein.

In weiterer Erfüllung meiner Aufgabe habe ich nun Le-

clanché-Elemente zusammengestellt, in denen ich statt  $2 \text{ NH}_4 \text{ Cl}$  eine Dosis  $\text{Al K (SO}_4)_2$  (u. z. 0,044 kg) zusetzte, da ich annahm, dass dadurch die Wirkung solcher Elemente bei gleichbleibender elektromotorischer Kraft eine constantere werden würde. Ich hatte mich nur insofern getäuscht, als die elektromotorische Kraft eine grössere wurde, sie konnte durchschnittlich im Anschlusse an die auf S. 66 (u. l.) zusammengestellte Tabelle mit 1,203 angesetzt werden; die Wirkung war thatsächlich eine bedeutend constantere, weil die im Alaun enthaltene  $\text{SO}_4$  einen ziemlich lebhaften Oxydations-Process am Zink bei geschlossenen Leitungsbogen veranlasste.

Ein derartiges Element konnte 5—6 Stunden in kurzem Schluss stehen, ohne dass sich die Intensitäts-Curve viel veränderte. Nichtsdestoweniger hat mich diese Element-Combination nicht befriediget. Der Widerstand wurde ein variabler, da sich die Thonzelle nach und nach ganz mit  $\text{Al(OH)}_3$  überzog, so dass schliesslich das Element dadurch unwirksam werden musste.

$\text{Al(OH)}_3$  bildete sich auch, wenn die Pole des Elementes isolirt waren.

Meine diesbezüglich angestellten vielfachen Versuche berechnen mich zu der Behauptung, »dass als Ersatz für Salmiak bei Leclanché-Elementen Alaun wegen der zu reichlichen Bildung von Aluminiumhydroxyd nicht verwendbar ist.«

Nichts war nun natürlicher, als statt  $\text{Al K (SO}_4)_2$  eine gleiche Dosis  $\text{Al (NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2$  zu verwenden, da Amoniak das Ansetzen von  $\text{Al(OH)}_3$  hintanhält.

Ich construirte mir nun wieder ein gewöhnliches Leclanché-Element (mit  $2 \text{ Mn O}_2$ ) und gab statt Salmiak 0,044 kg  $\text{Al (NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2$ . Der Erfolg war, wie vorausgesehen, ein günstiger.

Das Element betrieb, allerdings bei einem äusseren Widerstande von 120 S. E., eine elektrische Klingel (71,4 S. E.) durch 1690 Stunden, ohne dass dem Elemente Zeit zur Erholung gegeben worden wäre.

Die Stromstärke wurde täglich an einer gewöhnlichen Horizontal-Boussole abgelesen, und hielt sich der Nadelausschlag constant auf  $52-60^\circ$ , und sank nur einmal auf  $28^\circ$ , als durch ein Versehen das Element 18 Stunden in kurzem Schluss gehalten worden war. Aber auch in diesem Falle war das Element nach einer Stunde Ruhe wieder so weit erholt, dass die Nadelablenkung  $50^\circ$  erreichte.

Elektromotorische Kraft . . . 1,201.

Widerstand . . . . . 2,84 S. E.

Die Bildung von  $\text{Al(OH)}_3$  war unbedeutend, auch die Bildung von unlöslichen Zinkvitriolkrystallen war so gering, dass man eine Störung dadurch nicht zu befürchten brauchte. Dass bei dieser Zusammenstellung das Zink angegriffen und, allerdings erst nach langer Zeit, gänzlich aufgebraucht wurde, ist wohl eine selbstverständliche Sache.

Giebt man jedoch dem Zink die Form eines Cylinders, so dürfte man mit dieser Combination ein ausserordentlich gutes Element erhalten.

Ich habe nun in analoger Weise wie  $\text{Al K (SO}_4)_2$  und  $\text{Al (NH}_4)_2 (\text{SO}_4)_2$  noch andere Substanzen als Ersatz für Sal-

miak, z. B. Chlornatrium, Chlorkalium etc. bei Leclanché-Elementen versucht, ohne günstigere Resultate zu erzielen; eine ähnlich gute Wirkung wie bei  $\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2$  erhielt ich nur mehr bei der Verwendung von  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ , doch machte ich hierbei die Erfahrung, dass das Zink bei dieser Zusammenstellung allzu heftig und zwar sowohl unten als auch oben an der Oberfläche der Flüssigkeit angegriffen wurde; an letzterer Stelle sogar derart stark, dass der Zinkstab total abgefressen worden ist. Man könnte diesem Umstande allerdings durch Amalgamiren des Zinks begegnen; ich beobachtete aber hier, wie bei einigen anderen Arten von Leclanché-Elementen, entgegen den Beobachtungen des Constructeurs, dass durch das Amalgamiren des Zinkkörpers die elektromotorische Kraft des Elementes etwas beeinträchtigt wird.

Ich kann daher gestützt auf diese Experimente und Erfahrungen behaupten:

»Will man Elemente, die nach dem Princip Leclanché gebaut sind, zu länger andauernder Arbeit verwenden, so nehme man, caeteris paribus, statt Salmiak ein gleiches Quantum Ammoniakalaun; es empfiehlt sich aber, derartige Elemente immer mit einem grösseren äusseren Widerstande arbeiten zu lassen.

Dass man auch zu diesen Elementen sehr homogene Zinkkörper verwenden soll, dass man nur mit gesättigten Lösungen, die jedoch nicht über die Mitte des Diaphragma reichen sollen, gute Effecte erzielt, ist ohnehin theils aus den Angaben des Constructeurs Leclanché, theils aus der praktischen Erfahrung bekannt.

Von neueren Elementen, denen eine ausgedehntere Anwendung in der Praxis prognosticirt werden kann, hätte ich nur noch des Desruelles-Elementes zu erwähnen. Es ist dies ein einfaches Chrom-Element, in seiner chemischen Function also nichts weniger als neu; dagegen von so glücklicher Construction, dass es an dieser Stelle nicht übergangen werden darf.

Das Desruelles-Element ist eine Dose aus Ebonit, in die man eine Kohlenplatte einlagert; auf diese wird eine Pasta-Scheibe gelegt, die mit einer Lösung von Kaliumbichromat getränkt ist. Am Deckel der Dose ist an der Innenseite eine amalgamirte Zinkplatte angebracht, die durch einen Stiel, welcher durch die Deckelplatte geführt und durch eine Spiralfeder in der Höhe gehalten wird, auf die Pasta aufgedrückt

werden kann, wenn man das Element in Function setzen will. Die Constanten eines solchen Elementes habe ich zwar gemessen; ich unterlasse aber hier eine Reproduction der bezüglichen Befunde, da sowohl der Widerstand als die elektromotorische Kraft dieses Elementes

1. von dem jeweiligen Verhältnisse abhängt, in welchem man  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  und  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  mischt,
2. je nach der Inanspruchnahme des Elementes variirt.

Der Widerstand im Desruelles-Elemente ist natürlich sehr gering, die elektromotorische Kraft sehr gross,\*) der Effect daher ein ausserordentlich starker, und dürfte dieses Element das einzige Chromelement sein, das für industrielle und praktische Zwecke, als zu Zimmer-Telegraphen, zu Gasanzündmaschinen, zum Betriebe von Ruhmkorffs etc. mit Erfolg Verwendung findet, und noch weiter finden wird.

Die Reihe der neueren Elemente wäre somit erschöpft; ich kann das wohl kühn behaupten, denn die in Paris und Wien veranstalteten elektrotechnischen Ausstellungen, die in dieser Beziehung einen genauen Ueberblick über das im Gebiete der angewandten Elektrizitäts-Lehre Bestehende gestatteten, haben kein neues primäres Element gebracht, das heute schon werth wäre, dass man es ernstlich in Betracht zieht; und die secundären Elemente gehören wohl nicht in den Rahmen der vorliegenden Arbeit.

Es ist noch viel zu leisten auf diesem Felde!

Der Physiker hat diesem Theile seiner Arbeit eine bedeutende Sorgfalt zugewendet und viel geleistet, an den Chemiker wird es nun liegen, diese Arbeit zu vollenden, denn dem letzteren erwächst die Aufgabe, für alle Arten galvanischer Elemente genau festzustellen, welche chemischen Prozesse in jedem derselben vor sich gehen. Dann erst, wenn der Praktiker den Effect aller galvanischen Elemente genau vorausberechnen, wenn er die Wirkung galvano-elektromotorischer Kräfte nach Belieben und mit Sicherheit regeln kann, wenn er, mit einem Worte, Herr der galvanischen Elektrizität ist, dann erst kann dieses wichtige Capitel als abgeschlossen betrachtet werden.

Möge die vorliegende Arbeit zur Lösung dieser Aufgabe ein Schärfflein beitragen!

\*) Mit dem Elektrometer gemessen variirte die elektromotorische Kraft zwischen 2.4 und 1.6 Daniell, und kann durchschnittlich mit 1.8 Daniell angesetzt werden. Polarisation gering.

## Schienen-Befestigung auf Querschwellen. System Hohenegger.

(Hierzu Fig. 1—6 auf Taf. XIV.)

### A. Holzschwellen.

Mängel der bisherigen Befestigung.

Als mitveranlassende Ursache des allseitigen Bestrebens, das Holzmaterial aus der Oberbau-Construction gänzlich zu entfernen, beziehungsweise die Holzschwelle gegen die erheblich kostspieligere Eisenschwelle zu vertauschen, muss die derzeit übliche, in den meisten Fällen an der vorzeitigen Zerstörung

des Holzmaterialies schuldtragende Schienenbefestigungsweise bezeichnet werden; auch ist es unbestritten, dass dieselbe für den Zusammenhang des Gleises in horizontaler und vertikaler Richtung nicht ausreicht, um den zufälligen verdrückenden und verschiebenden Einwirkungen der bewegten Massen unter allen Umständen wirksam zu begegnen.

Die heute fast ausnahmslos mittelst Hakennägeln und Holz-

schrauben bewirkte Festhaltung des Vignoles-Schienenfusses führt selbst bei harten Hölzern und bei Verwendung von Unterlagsplatten eine frühzeitige mechanische Zerstörung der Schwellen herbei, und die Praxis lehrt, dass auf stark befahrenen oder in scharfen Bögen liegenden Bahnen gut imprägnirte Schwellen in der Regel nicht wegen Fäulniss, sondern in Folge mechanischer Zerstörung durch das oftmalige Umnageln aus der Bahn entfernt werden müssen.

Selbstredend geht die mechanische Zerstörung der Schwelle noch viel rascher vor sich, wenn keine Unterlagsplatten verwendet werden.

Die Hauptübelstände der heutigen Befestigungsart sind in Folge des Seitenschubes der Räder: Zurückweichen der Nägel und Schrauben gegen die Schwellenenden, achsenrechte Hebung der an der Innenkante des Schienenfusses angebrachten Nägel oder Schrauben, endlich Anfressen der an der Aussenkante sitzenden Nägel.

Jeder dieser Factoren giebt Veranlassung zu Spurerweiterungen, welche nach Erreichung einer gewissen Grenze nur durch Umnageln beseitigt werden können.

Letztere Procedur, öfter wiederholt, führt zur frühzeitigen mechanischen Zerstörung der Holzschwelle.

#### Mittel zur Abhülfe.

Die oben geschilderten Uebelstände werden sich theilweise oder gänzlich beseitigen lassen, wenn der Seitenschub der Räder auf die Hakennägel, beziehungsweise Holzschrauben behoben, der Widerstand dieser Befestigungsmittel gegen das Herausheben aus der Schwelle wesentlich vermehrt und schliesslich jede eintretende Spurerweiterung ohne Umnageln wieder beseitigt werden könnte.

#### Unterlagsplatten mit Keilklemmplatten.

Durch die in Fig. 1 und 2 auf Taf. XIV abgebildeten Unterlagsplatten mit Klemmplattenverschraubung werden die erwähnten Mittel zur Abhülfe geboten.

Die Unterlagsplatte erhält an ihrer unteren Fläche eine Rippe, welche in eine entsprechende Nuth der Schwelle eingreift, die Bestimmung hat, die von den Fahrzeugen ausgeübte seitliche Pressung direct auf die Schwelle zu übertragen, ohne die Nägel oder Schienenschrauben in Anspruch zu nehmen.

Die obere Fläche der Platte erhält einen der Schienenneigung entsprechenden Anlauf, ausserdem zwei Rippen von keilförmiger Form, an welche sich die Klemmplatten mit keilförmigen Köpfen anlegen.

Die Unterlagsplatte ist an ihrer unteren Fläche mit rinnenartigen Vertiefungen versehen, welche die Köpfe von zwei Schraubenbolzen aufnehmen. Die Bolzen dienen zum Niederschrauben der zum satten Einspannen des Schienenfusses bestimmten Klemmplatten.

Die beiden Klemmplatten haben bei einer um 8<sup>mm</sup> verschiedenen Länge unsymmetrisch geformte Keilköpfe, so zwar, dass die eine Seite jeder Klemmplatte um 4<sup>mm</sup> länger ist, als die andere Seite.

Die besonders geformten Köpfe der Klemmplatten, welche den Schienenfuss umspannen, erhalten auf den Stossschwellen die in der Zeichnung punktirt angedeuteten verlängerten, in entsprechende Vertiefungen der Unterlagsplatte eingreifenden Backen, um gleichzeitig das Wandern der Schienen zu verhindern.

Jede Unterlagsplatte hat ausserdem 3 runde Löcher zur Aufnahme der Nägel oder Holzschrauben.

#### Wirksamkeit der Unterlagsplatten mit Keilklemmplatten.

Durch die Anlegung der unteren Rippe der Unterlagsplatte an die Hirnfaser der Schwelle, annähernd in voller Schwellenbreite, wird der Seitenschub der Räder direct auf die Schwelle übertragen und von letzterer in viel wirksamerer Weise aufgehoben, als dies durch Nägel oder Schwellenschrauben überhaupt erzielt werden kann; die Widerstandsfähigkeit des Schienennagels gegen seitliche Pressung ist bekanntlich eine äusserst geringe. Die verhältnissmässig kleine Nageloberfläche zerstört die Widerstand bietende Holzfaser um so leichter, als nur eine Theilfläche des oberen Nagelendes in Wirksamkeit tritt, während die restliche, dem unteren Nagelende angehörende Fläche wenig oder gar keinen Seitenschub zu übertragen hat. Verbiegungen der Befestigungsmittel, Erweiterungen der Nagellöcher, Lockerung der Nägel und schliesslich Spurerweiterungen sind daher bei dieser Befestigungsweise gewöhnliche und immer wieder auftretende Erscheinungen.

Durch die Rippe an der Unterseite der Unterlagsplatte werden sonach die Nägel oder Schrauben von dem Seitenschube senkrecht auf die Gleiserichtung enthoben und sie haben nur mehr das Verschieben der Unterlagsplatte nach der Breitenrichtung der Schwellen, sowie das Aufkanten der Schienen zu verhindern.

Durch die den Platten gegebene grössere Länge können die an der Innenseite der Schiene sitzenden Nägel oder Schwellenschrauben mit annähernd einem dreimal so grossen Hebelarme dem Herausziehen aus der Schwelle, beziehungsweise den Kanten der Schienen widerstehen, als dies bei den bisher gebräuchlichen Unterlagsplatten der Fall ist, wo die Nägel oder Schienenschrauben unmittelbar am Schienenfusse sitzen.

Hiernach leisten diese Unterlagsplatten dem Umkanten der Schienen annähernd einen dreimal so grossen Widerstand, als die bisherigen Unterlagsplatten.

Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen erfolgt nicht mehr direct mittelst der Nägel oder Holzschrauben, sondern indirect mit Hülfe der Klemmplatten und Klemmbolzen.

Die Klemmplatten lassen, vermöge der unsymmetrischen Anordnung ihrer Keilköpfe und der um 8<sup>mm</sup> verschiedenen Länge, jede Variation in der Spurweite zwischen 0 bis 24<sup>mm</sup> zu und zwar auf folgende Weise:

Durch Lüften des einen Klemmplattenbolzens und Anziehen des anderen Bolzens können Spurerweiterungen bis zu 2<sup>mm</sup>, durch Wenden der Klemmplatten mit der Unterseite nach oben Spurerweiterungen bis 4<sup>mm</sup>, ferner durch gegenseitiges Versetzen der Klemmplatten Spurerweiterungen bis 8<sup>mm</sup>, und durch

Umwenden der versetzten Klemmplatten Spurerweiterungen bis zu 12<sup>mm</sup> erzielt werden.

Der gleiche Vorgang an der zweiten Unterlagsplatte an anderen Schwellenende durchgeführt, gestattet eine Gesamtspurerweiterung bis zu 24<sup>mm</sup>.

Der beim Wenden und Versetzen der Klemmplatten erforderliche Spielraum für den Bolzen wird durch ovale Löcher in den Klemmplatten erzielt, da die Bolzen in den Unterlagsplatten unverrückbar festgehalten sind.

Um das Wandern der Schienen zu verhindern, erhalten, wie schon erwähnt, die Klemmplatten nächst dem Schienenstosse an den Köpfen, welche die Schienenfüsse niederhalten, kreuzförmig verlängerte Backen, welche in entsprechende Vertiefungen der Unterlagsplatte eingreifen und ihrerseits wieder von den Winkellaschen umfasst werden.

#### Vortheile dieses Systemes.

Sämmtliche Bahnschwellen erhalten eine gleichförmige Dexelung, welche sich auf das Abgleichen der Schwellendecke und das Einschneiden der Nuthen zur Aufnahme der Plattenrippen beschränkt; die Schwellen können schon am Lagerplatze nach einer Schablone vorgebohrt werden und bedürfen keiner weiteren Nacharbeit.

Es gelangt nur eine Gattung von Unterlagsplatten mit zwei Gattungen Klemmplatten, eventuell, wenn man auf den Zwischenschwellen die billigeren Klemmplatten ohne Kreuzköpfe vorzieht, mit 4 Gattungen Klemmplatten zur Verwendung.

Auf jeder Unterlagsplatte, beziehungsweise Schwelle kann mit den vorhandenen beiden Klemmplatten jederzeit jede zulässige Spurerweiterung hergestellt oder eine unfreiwillige Spurerweiterung auf das normale Maass zurückgebracht werden.

Die Nägel und Schrauben haben keinen Seitenschub der Räder mehr aufzunehmen, sondern lediglich das Wandern der Schienen zu verhindern.

Die an der Innenseite der Schienen sitzenden Nägel oder Schrauben leisten dem Umkanten der Schienen einen annähernd doppelt so grossen Widerstand, als bei der bisherigen Befestigungsweise.

#### Vergleich mit eisernen Querschwellen.

Die veranlassende Ursache, weshalb viele Bahnverwaltungen zu den bedeutend kostspieligeren eisernen Schwellen greifen, findet, wie schon hervorgehoben, darin ihre Begründung, dass die heutige Befestigungsweise der Schienen auf Holzschwellen in jeder Beziehung mangelhaft und unzuverlässig ist.

Der bestgelegte Holzschwellen-Oberbau zeigt schon nach kurzem Befahren mit steifen, schweren Maschinen bedeutende Eindrückungen der Schienenfüsse in die Schwellen, sowie Spurerweiterungen, welche sich nur durch immerwährendes Umnageln für kurze Zeit beseitigen lassen, wodurch vornehmlich die rasche Zerstörung der Holzschwellen herbeigeführt wird.

Durch Verwendung der hiermit in Vorschlag gebrachten Unterlags- mit zugehörigen Klemmplatten wird ein Mittel geboten, welches nur einen Bruchtheil der Kosten der Eisen- schwellen in Anspruch nehmend, dennoch einen den Eisen-

querschwellen ebenbürtigen, ja unter Umständen sogar vorzuziehenden Holzschwellen-Oberbau schaffen würde, nämlich in denjenigen Fällen, wo es an einem gut entwässerten Untergrunde, beziehungsweise an einer guten Schotterbettung fehlt, auf welcher allein bekanntlich die Eisenschwelle Bewährung findet. Im Allgemeinen ist hierbei noch zu berücksichtigen, dass die Holzschwelle wegen ihrer grösseren Widerstandsfähigkeit gegen Verbiegung und ihrer tieferen Lage in der Schotterbettung unter allen Umständen eine ruhigere Lage des Oberbaues sichert.

#### B. Eiserner Querschwellen.

##### Mängel der bisherigen Befestigung.

Der bisher üblichen Befestigung der Schienen auf eisernen Querschwellen haften, wie zum Theile aus den der technischen Commission des Deutschen Eisenbahn-Vereins vorliegenden Antworten auf die technischen Fragen zu entnehmen ist, folgende Mängel an:

Die Schienenfüsse scheuern die Querschwellen, wenn keine Unterlagsplatten eingelegt sind, allmählich durch; die Unterlagsplatten selbst sind entweder zu kurz, indem sie den inneren Rand des Schienenfusses nur wenig oder gar nicht überragen und daher den Druck der Innenkante des Schienenfusses unvermittelt auf die am meisten in Anspruch genommene Stelle der Schwelle übertragen, oder dieselben sind bei vorhandenem entsprechenden Vorsprünge im Material zu schwach gehalten, um eine günstigere Uebertragung des Schienendruckes übernehmen zu können.

Die vorhandenen Befestigungsarten lassen, mit Ausnahme der Keilbefestigung, ein strammes Einspannen des Schienenfusses nicht zu, sondern gestatten demselben, sich innerhalb der durch die Fabrikation und den allmählichen Verschleiss bedingten Spielräume um mehrere Millimeter frei zu bewegen, ohne dass das Zurückstellen der hierdurch bedingten Spurerweiterungen auf das normale Maass durchführbar wäre.

Das Umstellen der einmal verlegten Stränge auf eine andere Spurweite erfordert, sobald der Schotterkoffer unter der Schwelle zur compacten Masse gefestigt ist, ein theilweises Abheben der Schwellen, um die durch die Spuränderung bedingte Verschiebung der in den Schotterkoffer mit ihren Köpfen eingepressten Bolzen vornehmen zu können.

##### Anwendung der Unterlagsplatten mit Keilklemmplatten auf eisernen Querschwellen.

Die erwähnten Uebelstände der heute bestehenden Befestigungsarten der Schienen auf eisernen Querschwellen werden durch Verwendung von Unterlagsplatten ähnlicher Construction, wie solche für die Holzschwelle empfohlen wurden, vermieden.

Diese Unterlagsplatten, deren Detail aus Fig. 3 und 4 auf Taf. XIV zu entnehmen ist, unterscheiden sich von den vorstehend beschriebenen Unterlagsplatten für Holzschwellen durch den Wegfall der unteren Rippe, sowie der seitlichen 3 Nägel, beziehungsweise Schraubenlöcher. Die unverrückbare Fixirung, einerseits der Schiene auf die Unterlagsplatte, andererseits der letzteren auf der Schwelle, erfolgt lediglich durch die beiden Klemmplattenbolzen, welche zu diesem Zwecke bis

unter die Decke der Eisenschwelle greifen. Der in der Schwelle und dem Fusse der Unterlagsplatte sitzende Theil der Bolzen hat einen quadratischen Querschnitt von so grosser Seitenfläche, dass ein wesentliches Einpressen in die Schwellendeckenwand oder in die Unterlagsplatte ausgeschlossen erscheint.

Die Construction und Verwendungsweise der keilförmigen Klemmplatten ist dieselbe, wie bei den schon beschriebenen Platten für Holzschwellen. -

#### Vortheile des Systemes.

Die Platten sind so kräftig gebaut und haben eine solche Länge, dass sie den Druck der Innenkante des Schienenfusses auf die Schwelle thunlichst gleichmässig übertragen, jedenfalls aber die schwächste Stelle der Schwelle entlasten und sonach die Verwendung von Schwellen minder kräftigen Profiles zulassen, wodurch die Mehrkosten der stärkeren Unterlagsplatten reichlich hereingebracht werden.

Die vorgeschriebene Spurerweiterung lässt sich während des Betriebes jederzeit durch Wenden oder gegenseitiges Vertauschen der Klemmplatten herstellen, ohne dass die etwa angerosteten oder in den Schotterkoffer eingedrückten und in demselben festgehaltenen Bolzen aus ihrer Lage verrückt zu werden brauchen.

Für sämtliche Bögen und Spurerweiterungen giebt es nur ein Plattenmodell mit nur einer für sämtliche Stoss- und Zwischenschwellen passenden Lochung.

Bei Verwendung der kreuzförmigen Klemmplatten genügen zwei Gattungen für alle Arten Spurerweiterungen, für Stoss- und Zwischenschwellen.

Etwa entstehende Spurerweiterungen lassen sich jederzeit und sofort durch Nachziehen der Klemmplattenbolzen, beziehungsweise durch Versetzen oder Wenden der Klemmplatten beheben, wodurch die stramme Einspannung des Schienenfusses wieder hergestellt wird.

Endlich lassen sich die Unterlagsplatten dieses Systemes auf eisernen Querschwellen beliebigen Profiles verwenden.

Hier sei noch erwähnt, dass die für hölzerne Querschwellen vorgeschlagenen Unterlagsplatten auch auf eisernen Querschwellen nachträgliche Verwendung finden können, wenn die untere Rippe von der Platte abgetrennt und die Bolzenlöcher nachgelocht werden.

#### Keilklemmplatten auf eisernen Querschwellen ohne Unterlagsplatten.

Die Keilklemmplatten können ohne wesentliche Aenderung auch auf eisernen Querschwellen ohne Unterlagsplatten verwendet werden, wie aus Fig. 5 und 6 auf Taf. XIV ersichtlich ist.

In diesem Falle erhalten die Querschwellen entsprechende längliche Schlitz mit schiefengefrästen Flächen, beziehungsweise entsprechende Backenbeilagen, welche die keilförmige Fläche bieten.

Die Klemmplatten stemmen sich nun einerseits gegen den Schienenfuss, andererseits gegen die keilförmige Fläche in den Schlitz und werden durch Schraubenbolzen in der gewünschten Lage erhalten.

Die Wirksamkeit und die Vortheile der keilförmigen Klemmplatten sind in diesem Falle die gleichen, wie solche bei der Verwendung von Unterlagsplatten beschrieben sind; dieselben haben vor der Vautherin'schen Keilbefestigung den Vorzug, dass das Durchfallen oder die durch das Kanten der Schienen hervorgerufene Lockerung der Keile vermieden wird und dass die Combination des stumpfen Keiles mit der Schraube das Auftreiben, beziehungsweise Spalten der Schwellendecke weniger befürchten lässt, als dies bei dem scharfen Vautherin'schen Keile der Fall ist.

Schliesslich lässt sich auch hier jede beliebige Veränderung an der Spurweite während des Betriebes, ohne das mühsame Herausheben einzelner in die Schotterbettung eingerosteter Ersatztheile, vornehmen.

Wien, im Juni 1884.

## Patentirter Vorläute-Apparat für Barrièren.

Von **L. Vojáček**, Ingenieur in Smichov-Prag.

(Hierzu Fig. 7—12 auf Taf. XIV.)

Vorliegende Vorrichtung bezweckt ein optisches und acustisches Vorsignal für Barrièren, welches automatisch und ganz unabhängig vom Wächter functioniren soll. Es sind nämlich bei den sonst brauchbaren acustischen Vorsignalen stets solche Bedingungen gegeben, dass es nicht genügt den Drahtzug einfach nachzulassen, bis der Weg offen ist, sondern dass noch überdies ein nachträgliches Nachlassen zum Vorläuten nothwendig ist, um dadurch gewisse Gewichte zum Sinken zu bringen, deren Heben nachher das Vorläuten verursacht. Würde indessen dieses künstliche Nachlassen und Sinken aus irgend einer Ursache unterlassen, so tritt kein Vorläuten ein, sondern mit

Anfang des Läutens wird auch schon die Barrière sich zu schliessen anfangen. Dass darin ein Grund liegt, warum derartige Vorrichtungen für die Betriebssicherheit unzutraglich sind, braucht wohl kaum erwähnt zu werden.

In den Figuren 7—12 auf Taf. XIV ist B der Schlagbaum und L das Läutewerk, welche beide Theile ganz beliebig aussehen können. Die Vorläute-Vorrichtung wird an einen eingeschalteten Pfahl (oder Schiene) P angeschraubt, und besteht dieselbe aus einem angeschraubten Support P<sub>1</sub> (Fig. 11 und 12) mit einer festgekeilten Welle W und einem ebenfalls unverrückbar angeschraubten Keilradsegmente K. An der festen

Welle  $W$  drehen sich ein Paar zusammengeschaubte Laschen  $L$  und  $L_1$  in deren oberem Ende eine andere Welle,  $W_1$ , frei drehbar ist. Auf dieser Welle dreht sich frei ein Keilrad  $K_1$ , welches mit dem feststehenden Keilradsegmente  $K$  in der in Fig. 11 und 12 gezeichneten senkrechten Lage in Eingriff steht, während in den beiden äusseren in den Figuren 7—10 dargestellten Lagen dieses Keilradgetriebe ausser Eingriff sich befindet. Der Keilkrans am Segmente reicht nur so weit als es diese beiden äussersten Lagen erfordern.

Das Keilrad  $K_1$  kann sich jedoch bloß nach einer Richtung unabhängig von seiner Welle  $W_1$  drehen. Nach der anderen Richtung ist es mit dieser Achse mittelst einer Sperrvorrichtung verkuppelt. Zu diesem Zwecke ist an der Welle  $W_1$  eine Scheibe  $S$  festgekeilt, welche eine Sperrklinke mit Feder trägt. Diese Sperrklinke greift in ein an der Innenseite des Keilrades  $K_1$  angegossenes Sperrrad ein. In Fig. 11 ist die Sperrvorrichtung in Ansicht punktiert, während sie in Fig. 12 im Querschnitt dargestellt ist. — Ausserdem ist an der Welle  $W_1$  noch eine Ketten- oder Seilrolle  $R_1$  festgekeilt, während in derselben Vertikalebene an der festgekeilten Welle  $W$  eine ganz ähnliche Rolle  $R$  frei drehbar ist.

Die Zugkette geht nicht direct von dem Lätewerke  $L$  zu den Schlagbäumen  $B$  (von welchen in Fig. 7—10 der Einfachheit wegen bloß einer dargestellt ist), sondern wird zwischen  $L$  und  $B$  über die eben beschriebene Vorläutevorrichtung derart geführt, dass sie vom Schlagbaum erst unter die untere Rolle  $R$ , dann quer zur oberen  $R_1$  und über dieselbe zum Lätewerke führt. Auf der einen Seite, und zwar in der Vertikalebene der Zugkette, befinden sich die beiden Rollen  $R$  und  $R_1$ , während symmetrisch auf der anderen ein gekröpfter Hebel  $H$  befestigt ist, welcher an seinem Ende ein verstellbares Gewicht  $G$  trägt.

Die Figuren 7 und 8 zeigen die Barriere im geöffneten Zustande, wo das Gewicht  $G$  unten liegt, und dem über die Bahn fahrenden Fuhrwerke unsichtbar ist. Sobald die Zugkette in der Pfeilrichtung (gegen den Wächter zu) angespannt wird, so muss, weil in der entgegengesetzten Richtung das Gegengewicht des Schlagbaumes spannt, die Welle  $W_1$  mit ihrem Keilrade  $K_1$  und ihrer Rolle  $R_1$  einerseits in die Höhe, beziehungsweise die ersteren gegen den Wächter zu, gedreht werden. Somit nimmt die Vorläute-Vorrichtung dabei zuerst die in Fig. 9 und 10 gezeichnete Lage ein, noch bevor sich der Schlagbaum  $B$  zu rühren anfängt. Es ist nämlich das Gewicht des drehbaren Systems  $K K_1$  durch das Gewicht  $G$  fast ausgeglichen, so dass schon eine sehr kleine Spannung in der Richtung gegen den Schlagbaum genügt, um die eben bezeichnete Hebung hervorzubringen. So lange aber, als diese Drehung dauert, ohne dass sich der Schlagbaum  $B$  rührt, muss der Apparat vorläuten, weil die Kette stets über die Laufrolle läuft. Erst bei weiterem Verkürzen der Leitung gegen den Wächter zu, wird sich der Schlagbaum anfangen zu senken, bis schliesslich die nebenstehende verschlossene Lage Fig. 9 und 10 erfolgt. Dabei befindet sich das Gewicht  $G$  in der Höhe und verbleibt so, so lange, als der Schlagbaum geschlossen ist.

Gegen Aussen zu kann an das Gewicht eine auffallend

angestrichene Scheibe von beliebiger Grösse, mit der Aufschrift »Halt« angenietet werden. Geschieht ausserdem das Anstreichen mit einem phosphorescirenden Stoffe, so ist, bei Tag und bei Nacht, ausser dem acustischen auch ein optisches Signal geschaffen, und kann letzteres noch mehr ausgeben als das eigentliche Vorläuten selbst.

Selbstverständlich kann am Pfahle  $P$  die nöthige Vorkehrung getroffen werden, damit sich in ihrer Ruhelage, d. h. in Fig. 7 und 8 Taf. XIV, diese Signalscheibe gehörig versteckt, — was in der Zeichnung ausgelassen wurde.

Wenn nachher die Kette beim Wächter nachlässt, so genügt ein kleines Uebergewicht des Gewichtes  $G$  (Fig. 9 u. 10) um den Apparat soviel zurückzudrehen, bis das Keilrad  $K_1$  mit dem Segmente  $K$  wieder in Eingriff kommt. Wenn nun die Kette noch weiter nachgelassen wird, und infolge dessen das Gewicht  $G$  noch weiter sinkt, so muss sich das Keilrad  $K_1$  auf seinem Segmente abdrehen. Es wird demnach in Fig. 9 eine dem Uhrenzeiger entgegengesetzte Drehungsrichtung erlangen. Das Gegengewicht des Schlagbaumes  $B$  zieht nach unten und wenn es jetzt wirklich sinken würde, so möchte es die Rolle  $R_1$  in derselben Richtung drehen. Diese Drehung möchte aber mittelst der Sperrklinke und dem Sperrrad dem Keilrade  $K_1$  mitgetheilt werden, so dass daraus in jedem Falle ein Steigen dieses Keilrades und Allem was damit zusammenhängt, auf dem Segmente  $K$  und ein Fallen des Gegengewichtes resultirt. Die eben beschriebene Drehung muss, falls die Kette vom Wächter aus stets nachgelassen wird, so lange vor sich gehen, bis wieder die Lage Fig. 7 und 8 erlangt ist, d. h. bis das Keilrad  $K_1$  das Segment  $K$  passirt hat. Es ist klar, dass diese Bewegung das Gegengewicht des Schlagbaumes  $B$  in die Höhe hält. Erst wenn die Normallage Fig. 7 und 8 des Vorläuteapparates eingetreten ist, wird sich auch der Schlagbaum anfangen zu heben.

Der Werth dieser Vorrichtung gegenüber anderen liegt insbesondere darin, dass beim Oeffnen des Schlagbaumes zuerst diese Vorrichtung ihre Normallage erlangen muss, ehe sich die Schlagbäume heben lassen, wodurch man für alle Fälle die Sicherheit erlangt, dass sie für das nächste Schliessen ohne Zuthun des Wächters bereit steht. Bei den bestehenden Vorläutern findet das Umgekehrte statt. In Fig. 7—10 ist bloß ein Schlagbaum dargestellt. Bei Anwendung zweier Schlagbäume ist es nicht nöthig beide mit gesonderten Vorläutern zu versehen. Es genügt vielmehr, an demjenigen Kettenende, welches zwischen dem Vorläuten und dem Gegengewichte des nächststehenden Schlagbaumes liegt, kurz an demselben, die Kette des zweiten Schlagbaumes anzuhängen.

Die Vorrichtung lässt sich bei jedem Systeme und jedem Materiale anwenden, wo die Bewegung durch Gegengewichte hervorgebracht wird, und bewährt sich in der Ausführung vollständig. Es lässt sich auch bei allen bestehenden Schlagbäumen leicht anbringen. Zum erstenmale fand dieser Apparat Anwendung bei einer gebrauchten und frequentirten Barriere der k. k. Direction für Staatsbahnbetrieb in Prag, und steht seit mehr als einem Jahre ununterbrochen in Verwendung.

## Die neuesten Erfahrungen mit feuerlosen Locomotiven mittelst Natronkessel des Systems Moritz Honigmann.

(Hierzu Fig. 13--17 auf Taf. XIV und Fig. 7 und 8 auf Taf. XV.)

Anfangs Mai 1883 habe ich das Verfahren des feuerlosen Betriebes von Dampfmaschinen mittelst Natron entdeckt und mich seitdem fast ausschliesslich damit beschäftigt, diese Erfindung praktisch verwendbar zu machen.

Zu dem Ende glaubte ich weder Mühe noch Kosten sparen zu dürfen und habe besonders Strassenbahn- und Vollbahnlocomotiven, erstere von 15 Pferdekraft, letztere bis zu 450 Pferdekraft erbaut und halte dieselben seit längerer Zeit in regelmässigem Betrieb. Nachdem nunmehr diese Arbeiten zu einem gewissen Abschlusse gelangt sind, glaube ich dieselben auch weiteren Kreisen zugänglich machen zu müssen. Dabei kann ich mich um so kürzer fassen, als schon durch Herrn Professor Riedler im Novemberheft 1883 der Zeitschrift deutscher Ingenieure eine eingehende Abhandlung über meine Erfindung veröffentlicht ist,\*) auf welche ich mich in Folgendem beziehe und deren Kenntniss ich voraussetze.

Das Verfahren beruht bekanntlich auf der von mir entdeckten Fähigkeit des Natrons und einiger anderer Flüssigkeiten, den Wasserdampf vollkommen bei Temperaturen von 130° C. und darüber zu absorbiren, eine Thatsache, welche vorher unbekannt war. Die Anwendung dieser Entdeckung besteht in dem Einleiten von Auspuffdampf der Maschinen in Natronlauge, welche sich hierdurch stark erhitzt und einen von ihr umspülten Dampfkessel heizt. In Folge dessen wird sowohl der Auspuffdampf condensirt, als auch neuer gespannter Dampf entwickelt. Die Natronlösungen nehmen nun so lange allen Auspuffdampf auf, bis man dem Siedepunkt nahe kommt, weshalb für die Kenntniss des Verfahrens die Siedepunkte der Natronlösungen besonders wichtig sind:

Natronlauge	Siedepunkt	Atmosphärischer Ueberdruck im Wasserkessel
100 NaOH + 10 HO	256° C.	—
„ + 20 „	220 <sup>5</sup> „	—
„ + 30 „	200 <sup>0</sup> „	15
„ + 40 „	185 <sup>5</sup> „	10,2
„ + 50 „	174 <sup>5</sup> „	7,7
„ + 60 „	166 <sup>0</sup> „	6,1
„ + 70 „	159 <sup>5</sup> „	5,1
„ + 80 „	154 <sup>0</sup> „	4,2
„ + 90 „	149 <sup>0</sup> „	3,6
„ + 100 „	144 <sup>0</sup> „	3,0
„ + 120 „	136 <sup>0</sup> „	2,2
„ + 140 „	130 <sup>0</sup> „	1,6

Zur Vervollständigung dieser Tabelle ist noch beizufügen, dass das spec. Gewicht einer Natronlauge von 100 Natronhydrat und 100 Wasser etwa 1,5 ist. Dieses steigt mit der grösseren Concentration, so dass die Lauge von 220° Siedepunkt ein spec. Gewicht von fast 1,8 hat.

Man benutzt zweckmässig für die Füllung des Natronkessels eine Lauge von 220° Siedepunkt oder darüber. Bei einer solchen berechnen sich die Dampfmenngen, die 100 kg Natron aufnehmen können, wie folgt:

\*) Vergl. auch den Bericht über die Honigmann'sche feuerlose Locomotive im Organ 1884 S. 30 u. 139.

100 kg Natron absorbiren					
bei 2 Atmosphären Ueberdruck	=	80	kg	Wasserdampf	
„ 3 „ „	=	65	„	„	„
„ 4 „ „	=	51	„	„	„
„ 5 „ „	=	41	„	„	„
„ 6 „ „	=	33	„	„	„
„ 7 „ „	=	27	„	„	„
„ 8 „ „	=	22 <sup>1/2</sup>	„	„	„
„ 9 „ „	=	19	„	„	„
„ 10 „ „	=	16	„	„	„

Nach dieser Tabelle sollte man glauben, der Natrondampfkessel eigne sich nur für geringe Spannungen, da bei höheren die Menge des mitzunehmenden Natrons zu gross würde. Nun habe ich aber eine neue Art des Arbeitens mit dem Natrondampfkessel gefunden, welche es möglich macht, auch bei dem stärksten Drucke rationell denselben zu benutzen.

Bis jetzt ist nämlich immer mit offenem Natronkessel operirt worden, so dass der Auspuffdampf zum Theil entweichen konnte, sobald der Siedepunkt der Natronlauge erreicht war. Construiert man dagegen den Natronkessel widerstandsfähig gegen Druck und hält denselben gegen Ende geschlossen, so bildet sich allmählich ein geringer allmählich steigender Druck im Natronkessel. Die Maschine aber arbeitet mit dem gleichen Dampfdruck weiter, ohne dass der Gegendruck wesentlich nachtheilig wäre. Es liegen nämlich, wie ich gefunden habe, die Siedepunkte der Natronlösungen bei Ueberdruck wesentlich höher, so z. B. bei  $\frac{1}{2}$  Atmosphäre Ueberdruck um 11 $\frac{1}{2}$ , bei 1 Atmosphäre um 22° C.

Gegenüber dieser grossen Temperaturdifferenz von 22° C. für eine Atmosphäre Ueberdruck ist aber diejenige von Dampf zwischen 9 und 10 Atmosphären nur 4° C. Welche Vortheile die Benutzung dieses Umstandes bringt, zeigt folgende Berechnung, deren Richtigkeit durch Versuche nachgewiesen ist:

100 kg Natronlauge, deren Siedepunkt 220° C. ist, verdampfen Wasser, wenn

Atm. Ueberdruck im Wasserkessel.	Natronkessel offen.	Natronkessel hat gegen Ende $\frac{1}{2}$ Atm. Druck.	Natronkessel hat gegen Ende 1 Atm. Druck.	Natronkessel hat gegen Ende $1\frac{1}{2}$ Atm. Druck.	Entsprechende Temperatur.
2	80	125	200	350	136° C.
3	65	88	130	190	145,0
4	51	70	98	125	153,3
5	41	58	80	100	160,0
6	34	48	66	80	166,5
7	27	40	55	70	172,1
8	22 $\frac{1}{2}$	33	47	60	177,4
9	19	28	41	52	182,0
10	16	24	35	46	186,0
12	12	18	28	35	193,7
15	9	14	22	33	200,0
20	2	8	12	21	215,0

Es sei hier gleich darauf aufmerksam gemacht, dass auch wesentlich stärkere Laugen, deren Siedepunkt bei 250° C. und höher liegen, zur Anwendung gelangen können. Bei solcher Lauge sind die Mengen Wasser, welche besonders bei hohen Temperaturen absorbirt werden können, ganz wesentlich höher wie oben angegeben.

Zur besseren Erklärung obiger Tabelle lasse ich ein Beispiel folgen.

Angenommen, der Natronkessel sei mit 1000 kg Natron (deren Siedepunkt bei 220° C. liege) gefüllt, und arbeite die Maschine mit 10 Atmosphären Ueberdruck, so wird das Natron 160 kg Dampf aufnehmen, ohne dass Druck im Natronkessel entsteht. Arbeitet dann die Maschine bei geschlossenem Natronkessel weiter, so entsteht allmählich immer mehr Druck in diesem, während die Spannung im Wasserkessel dieselbe bleibt. Ist man bei einem Gegendruck von einer halben Atmosphäre angelangt, so hat man 240 Liter Wasser verdampft, bei 1 Atmosphäre 350 und bei 1½ Atmosphäre 460 Liter Wasser. Allerdings ist von den 10 wirksamen Atmosphären der allmählich bis zu 1½ Atmosphäre gestiegene Gegendruck in Abzug zu bringen, auf die ganze Arbeitszeit der Maschine berechnet wird derselbe aber einem constanten Gegendruck von etwa ½ Atmosphäre entsprechen, einen Gegendruck, welchen das Zug erzeugende Blasrohr der Locomotive ja auch mindestens hervorruft.

Die Nachtheile des geschlossenen Natronkessels sind demnach geringe gegenüber den grossen Vortheilen, welche das Arbeiten mit einer hohen Dampfspannung bietet.

Neben diesem Hauptvortheil ist es aber für die Praxis besonders angenehm, dass der Natronkessel nach der Füllung mit Natron ganz geschlossen bleibt, denn so kann selbst gegen Ende kein Dampf entweichen, auch bleibt der Druck im Wasserkessel constant, so dass ein Steckenbleiben der Locomotive unmöglich ist. Der Locomotivführer hat nur gegen Ende der Fahrt zuweilen nach dem allmählich stärker werdenden Gegendruck im Natronkessel zu sehen, und weiss dann, wann es Zeit ist, eine neue Füllung zu nehmen.

Diese Aufschlüsse erleichtern natürlich die allgemeinere Anwendung des Natron dampfkessels wesentlich, denn durch dieselben ist die Möglichkeit geschaffen, die Dampfessel der jetzigen Locomotiven durch den feuerlosen Natronkessel zu ersetzen, und ist es nicht mehr nöthig, besondere Maschinen mit aussergewöhnlich grossen Cylindern zu bauen.

Es sind aber noch weitere günstige Aufschlüsse zu verzeichnen, da eingehende Versuche ergeben haben, dass Kupfer vollkommen widerstandsfähig, Messing so gut wie vollständig haltbar ist gegen Natronlaugen, wie dieselben bei dem Betrieb der Natron dampfkessel zur Anwendung kommen. Besonders interessant ist es aber, dass es gelungen ist, das Eisen, welches unter gewöhnlichen Umständen langsam von Natron unter Bildung von Eisenoxydul und Wasserstoff angegriffen wird, durch einen Ueberzug vollkommen widerstandsfähig gegen Natron zu machen.

Dieses Verfahren, auf welches ich wegen seiner allgemeineren Anwendbarkeit zur Conservirung von Eisengegenständen ein Patent nachgesucht habe, besteht in dem Uebersättigen

der Natronlaugen mit Eisenoxyd (gefälltem oder natürlichem). Die eisenoxydhaltige Lauge veranlasst auf dem von ihr berührten Eisen einen schwarzen, fest haftenden Beschlag von Eisenoxydul-Oxyd (Magneteseisenstein), welcher in Natronlaugen unlöslich ist. Allerdings wird dieser Ueberzug bei höheren Temperaturen als 155° C. löslich, in Folge dessen ein eiserner Natron dampfkessel nur mit geringem Druck bis zu 4 Atmosphären arbeiten darf.

Von den Versuchen über das Verhalten der Metalle gegenüber Natronlauge führe ich, um nicht weitläufig zu werden, hier nur zwei an. Es wurden drei Drahtbündel in Natronlauge von 140°—200° C. 7½ Stunden lang in einem kupfernen Kessel gekocht.

Eisendraht.		Kupferdraht.		Messingdraht.	
Gewicht gr	Oberfläche qcm	Gewicht gr	Oberfläche qcm	Gewicht gr	Oberfläche qcm
117,30	939,3	167,42	593,64	101,58	536,94
101,90	—	167,42	—	101,53	—
15,40 Abnahme.	—	Null Abnahme.	—	0,05 Abnahme.	—

Es fand also eine Abnahme statt bei

Eisen . . . . .	Gramm 15,40
Messing . . . . .	« 0,05
Kupfer . . . . .	« —

Die vorstehenden Versuche ergeben demnach eine erhebliche Löslichkeit des Schmiedeeisens, welche indess wegen der grossen Oberfläche der Drahtbündel schlimmer erscheint, als dieselbe in der Praxis sich erweist, denn erfahrungsmässig halten eiserne Natron dampfkessel mindestens ein Jahr. Kupferkessel und Messingröhren haben daher eine unbegrenzte Dauer und liegen auch hierfür schon bestätigende Betriebsresultate vor.

Die Unangreifbarkeit des Eisens in Natronlauge, welche mit Eisenoxyd übersättigt ist, zeigten folgende Proben:

	Gramm
3 Eisendrahtbündel vorher . . . . .	23,87
10 Minuten von 138—150° C. gekocht, nachher	23,87
Dieselben vorher . . . . .	23,87
10 Minuten von 138—150° C. gekocht, nachher	23,87
Dieselben vorher . . . . .	23,87
10 Minuten von 144—155° C. gekocht, nachher	23,87
Dieselben vorher . . . . .	23,87
10 Minuten von 155—166° C. gekocht, nachher	23,80
Verlust . . . . .	0,07

Während die Eisendrähte bei dem dreimaligen Kochen unter 155° C. schwarz blieben, war der Ueberzug nach dem vierten Kochen über 155° C. gelöst.

Es ist selbstverständlich, dass man nach diesen Resultaten sowohl die Natronkessel, als auch die Abdampfgefässe von Kupfer herstellen wird und nur in solchen Fällen, wo niedriger Druck gut anwendbar ist, Eisen zu den Natronkesseln und deren Heizröhren verwenden wird. Der hohe Preis des Kupfers fällt hierbei nicht so sehr in's Gewicht, da das Kupfer seinen Werth behält und die bewährte Construction der Natronkessel, siehe

Fig. 4 u. 5 auf Taf. VI und Fig. 15 auf Taf. XIV, gestattet, den Dampfkessel von Eisen herzustellen, da derselbe nicht mit dem Natron in Berührung kommt. Es werden also nur der leichte Natronkessel und die Siederöhren von Kupfer hergestellt, und stellt sich demnach z. B. der Preis eines completeen Natron-dampfkessels, wie er in Aachen auf der Strassenbahnlocomotive ist, auf rund Mark 1400,—.

Um nun auch der letzten Möglichkeit eines Oxydrens des Kupfers durch den über der Natronlauge befindlichen Sauerstoff entgegen zu treten, wird dem Natron Eisenoxydul beigefügt, welches sofort den Sauerstoff bindet und nur indifferenten Stickstoff zurücklässt.

Es wird über dieses Verhalten bei Beschreibung der Aachener Strassenlocomotive noch näher berichtet werden.

Nachdem ich nun die mir wesentlich erscheinenden neuen Erfahrungen bei dem Natron-dampfkessel besprochen habe, möchte ich für diejenigen, welche sich näher für diesen Betrieb interessieren, eine Beschreibung der Aachener Strassenlocomotive, sowie der neuen 45-Tonnen-Locomotive, welche auf der Aachen-Jülicher Bahn fährt, folgen lassen.

Auf der Aachen-Burtscheider Pferdebahn ist seit 4 Monaten eine von den vier Strassenlocomotiven, welche in meinen Werkstätten zu Grevenberg nach einem durchaus neuen System gebaut sind, in Betrieb. Von diesen Locomotiven haben 2 Zahnradübersetzungen, 2 andere sind direct wirkend. Die Bauart derselben geht aus Fig. 15 auf Taf. XIV hervor: Ein cylindrischer Natronkessel von 1200<sup>mm</sup> Durchmesser und 1400<sup>mm</sup> Höhe ist oben an einen Wasserkessel von gleichem Durchmesser und 500<sup>mm</sup> Höhe angeschraubt. Dieser Wasserkessel wird von Natron nicht berührt, hat aber 120 Messingröhren von 41<sup>mm</sup> äusserem Durchmesser, welche anfangs etwa 5, später, wenn die Natronlauge durch Dampfaufnahme zugenommen, bis zu 10 Quadratmeter Heizfläche bilden. Dieser Wasserkessel wird etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt und giebt derselbe 250 bis 300 kg Dampf; ausserdem werden aus einem Wasserbehälter mittelst Injector während der Fahrt 300—350 Liter Wasser von 30—40° C. eingespeist. Hierdurch lässt sich der Dampfdruck, welcher sonst immer stärker werden würde, ganz constant halten. Der gewöhnliche Arbeitsdruck ist 4—5 Atmosphären und reicht derselbe bei dem geringen Gewicht der Locomotive von 6000 kg zum Betriebe aus. Die Strecke der Aachen-Burtscheider Pferdebahn, auf welcher besagte Locomotive läuft, ist 1 km lang und hat

400 <sup>m</sup>	. . . . .	Steigung 1 : 30.
250 <sup>m</sup>	. . . . .	« 1 : 43.
350 <sup>m</sup>	. . . . .	« 1 : 72.

Dabei sind 4 Curven von 20<sup>m</sup> Radius zu durchlaufen. Die Maschine hat 2 Cylinder von 180<sup>mm</sup> Durchmesser und 220<sup>mm</sup> Hub und Zahnradübersetzung 2 : 3.

Auf besagter Strecke versieht die Maschine mit einer Füllung von 900 kg Natron 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden lang den Dienst und legt die 1 km lange Strecke 27 mal zurück, macht also 27 km in 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden.

Auf einer anderen fast horizontalen Strecke läuft dieselbe ebenfalls 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden lang, legt aber bei weit grösserer Geschwindigkeit 38 km zurück. Die vorstehenden Angaben be-

ziehen sich auf die Locomotive mit Zahnradübersetzung. Da diese Construction aber bis jetzt die Anwendung der Expansion verhindert, wenn nicht Klappern der Zähne eintreten soll, so ist der Dampfverbrauch verhältnissmässig gross. Es haben daher die neuerdings fertig gestellten direct wirkenden und mit Expansion betriebenen Maschinen einen Kesseldurchmesser von 2200<sup>mm</sup> (siehe Fig. 15 Taf. XIV) und 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> stündige Dienstdauer mit einer gleichen Natronfüllung. Die Verdampfung beträgt in der 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>- resp. 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> stündigen Dienstzeit 600—650 Liter Wasser und ist der Druck, welcher gegen Ende im Natronkessel sich einstellt, <sup>1</sup>/<sub>3</sub> Atmosphäre, derjenige im Wasserkessel noch 4 Atmosphären. Die Maschine fährt nun zur Abfahrtstation, welche in Fig. 16 und 17 auf Taf. XIV wiedergegeben ist. Dort wird in erster Linie der Wasserkasten gefüllt und der Injector in Thätigkeit gesetzt, in Folge dessen der Wasserkessel wieder mit dem nöthigen Wasser für eine neue Fahrt versehen und zugleich der Druck auf etwa 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Atmosphären vermindert wird. Gleichzeitig mit diesem Wasserschöpfen wird die verdünnte Natronlauge in den höchsten Cylinder mittelst Dampfdruck gepresst. Dieses Entleeren dauert 6—7 Minuten, das neue Füllen auch 7 Minuten, so dass die ganze Operation inclusive Befestigen der Ein- und Ablaufröhren 20 Minuten erfordert. Das Befestigen der Röhren ist ein einfaches und sicheres, es geschieht mittelst eines Schraubenbügels und geht dabei kein Tropfen Natron verloren.

Auch bei dem Abdampfen der Natronlauge ist seit viermonatlichem Betrieb kein Verlust constatirt worden. Im Ganzen gehört zur Füllung der Abdampfkessel für eine Maschine  $3 \times 900 = 2700$  kg Natronhydrat von 20% Wassergehalt im Werthe von etwa Mark 600,—. Für jede weitere Maschine wären weitere 900 kg Natron erforderlich.

Kehren wir nun wieder zu unserer Locomotive zurück. Durch das Einlaufen der 210—220° C. heissen Natronlauge hat sich wieder ein Druck von 5 Atmosphären gebildet und ist die Maschine jetzt fertig zu einer zweiten Fahrt.

Sofort nach dem Füllen wird das oben an dem Natronkessel befindliche Rohr zum Ableiten von Luft während des Einlassens geschlossen, so dass jetzt derselbe nicht mehr mit der äusseren Atmosphäre in Verbindung ist. Es tritt dann schnell eine Luftverdünnung ein, welche von der Absorption des Sauerstoffs durch Eisenoxydul herrührt. Dieses Vacuum von etwa <sup>6</sup>/<sub>7</sub> Atmosphäre hält sich in der ersten Stunde und geht gegen Ende in Gegendruck über. Eine Oxydation ist natürlich in diesem Kessel ganz ausgeschlossen. Ebenso wird auch die Abdampfstation beim Stillstand gegen Oxydation durch eintretende Luft geschützt, da deren Sauerstoff vom Eisenoxydul der Natronlauge absorbiert wird. Wie früher schon besprochen, wird auf dieses Verhalten besonderes Gewicht gelegt, da in Folge dessen die aus Kupfer angefertigten Kessel vollkommen haltbar werden und die vielen Reparaturen, welche der gefeuerte Kessel gewöhnlicher Locomotiven veranlasst, ganz wegfallen. Die Verdampfung der Abdampfstation beträgt mit 200 kg Kohlen etwa 1200 Liter Wasser, ist also eine sechsfache. Dabei besteht dieselbe bis jetzt aus 2 Cylindern, welche eine Heizfläche von 4 qm aus 20<sup>mm</sup> dicken Gusseisen haben. Dass diese sechsfache Verdampfung wesentlich günstiger wird, sobald die

gusseisernen Cylinder durch kupferne ersetzt sein werden und eine grössere Heizfläche geschaffen wird, liegt auf der Hand, immerhin kann sich das jetzige Resultat schon sehen lassen, denn der Kohlenverbrauch beträgt pro Locomotive und Tag höchstens 400 kg, welche hierorts etwa  $3-3\frac{1}{2}$  Mark kosten.

Betreffs der aussergewöhnlichen Form des Kessels (Fig. 15 Taf. XIV) sei hier noch bemerkt, dass die senkrechten, unten geschlossenen Röhren sich nach den halbjährigen Erfahrungen gut bewähren. Es setzt der Natronkessel nämlich keinen festen Stein, welcher wie bei dem gefeuerten Kessel Grund zur Deformation der Kesselwände und zu Undichtigkeiten giebt. Es genügt, die Röhren alle 3—4 Wochen kalt auszuspülen (zweckmässig mit Zuhülfenahme von Salzsäuren), welche Kesselreinigung innerhalb wenigen Stunden vollendet ist.

Zum Schlusse der Beschreibung der Strassenlocomotive muss ich noch Einiges über die Heizfläche und deren Vertheilung bemerken. Die Verhältnisse sind nämlich beim Natronkessel ganz andere, wie beim gefeuerten Kessel. Bei letzterem kommt es beinahe gar nicht darauf an, wo die Heizfläche liegt, wenn dieselbe nur mit Wasser umspült ist; es wird alsdann Dampf entwickelt. Bei dem Wärmeaustausch des Natrons gegen Wasser ist dagegen eine gleichmässige Vertheilung der Heizfläche auf die ganze Menge der Natronlauge erforderlich. Auch die gleichmässige Vertheilung des Auspuffdampfes auf dem Boden des Natronkessels ist wichtig, damit die dadurch bewirkte Bewegung sich gleichmässig der Heizfläche mittheilt.

Für die Strassenbahnlocomotiven hat sich der Kessel mit Fieldröhren besonders gut bewährt und scheint auch hier dauernd den Vorzug vor allen andern Constructionen zu verdienen. Wo aber der stehende Kessel mit Fieldröhren nicht besondere Vortheile gewährt, ist folgende Form (Fig. 13 und 14 Taf. XIV) zu empfehlen.

Ein cylindrischer Kessel wird durch zwei kupferne Scheidewände, welche durch Kupfer- oder Messingröhren mit einander verbunden sind, in drei Theile getheilt. Von diesen bildet der innere den Natronkessel, die beiden äusseren den Wasserkessel. Dieselben communiciren durch unten geneigte, oben horizontale Röhren, welche lebhaftere Verdampfung und Circulation des Wasser nebst Dampf im Sinne der Pfeile hervorrufen. \*)

Die Betriebskosten, welche die Strassenlocomotiven mit Natronkessel verursachen stellen sich nach dem viermonatlichen Betrieb in Aachen wie folgt heraus: Es wird zu dem Ende

\*) In Folgendem wird die Anwendung solcher Kessel bei einer Vollbahn- und einer Grubenlocomotive illustriert.

	Gruben- Locomotiven	Stadtbahn- Locomotiven
Leistung in Pferdekräfte . . . . .	15	120
Cylinderdurchmesser . . . . .	200	400
Kolbenhub . . . . .	220	550
Raddurchmesser . . . . .	500	1200
Dampfdruck . . . . .	3—5	5—6
Raum für Speisewasser in Liter . . . . .	500	2200
Effective Zugkraft in Kilogr. . . . .	460	2400
Verdampfbares Wasser mit einer Natronfüllung in Liter . . . . .	800	4000
Betriebsdauer mit einer Füllung in Stunden	6—7	6—7
Gewicht der Locomotive . . . . .	6000	24000

vorausgesetzt, dass mindestens 3 Locomotiven dauernd laufen und eine vierte in Reserve sei, was bei der geringen Reparaturbedürftigkeit derselben genügt:

Anlagekapital:	
4 Locomotiven à 9000 Mark macht .	M. 36000
1 Abdampfstation à 5000 Mark macht	< 5000
	<u>M. 41000</u>

Betriebskosten:	
10% Verzinsung und Amortisation M. 41000	
= 4100 : 365 = rund . . . . .	M. 11,30
4 Locomotivführer à $3\frac{1}{2}$ M. . . . .	< 14,—
1 Heizer à 3 M. . . . .	< 3,—
Schmiermaterial etc. . . . .	< 3,—
1 gewöhnlicher Arbeiter . . . . .	< 2,60
3 × 400 = 1200 kg Kohlen à 80 Pfg. .	< 9,60
Reparaturkosten . . . . .	< 4,50
	<u>M. 48,—</u>

demnach kommen auf jede der drei Maschinen M. 16,—. Da eine solche Maschine leicht täglich 100 km zurücklegt, so kostet jeder Kilometer 16 Pfennige und in solchen Fällen, wo die Maschine zwei Wagen zu ziehen hat, nur 8 Pfennige.

Um diese Zahlen richtig würdigen zu können, wird es genügen, darauf hinzuweisen, dass in grösseren Städten der Durchschnittspreis der Traction mit Pferden (Ein- und Zweispänner durch einander) sich auf mindestens 25 Pfennige pro Wagen-Kilometer stellt. Einen wesentlichen Vortheil gewährt der Wegfall der Heizer auf den Locomotiven, an deren Stelle sozusagen ein Centralheizer tritt. Diesen Vortheil wird, wenigstens bei Strassenbahnen, der Dampftrieb mittelst Natron stets vor dem gefeuerten voraus haben, während im Uebrigen die Betriebskosten die gleichen sind.

Der Bericht über den feuerlosen Betrieb der Aachen-Jülicher Eisenbahn kann um so kürzer sein, als das über denjenigen der Strassenbahn Gesagte, auch für diesen gelten.

Seit fünf Wochen ist eine von zwei speciell zu diesem Zwecke von der Hannover'schen Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, vorm. Georg Egestorff, für mich erbauten Locomotiven, Fig. 7 und 8 Taf. XV, auf der Aachen-Jülicher Eisenbahn in Thätigkeit, welche aussergewöhnlich starke Dimensionen hat: Cylinder von 600<sup>mm</sup> Durchmesser, bei 620<sup>mm</sup> Hub, 6 gekuppelte Räder von 1200<sup>mm</sup> und einen Natronkessel von 200<sup>mm</sup> Durchmesser und 6<sup>m</sup> lang, in welchem ein Wasserkessel mit horizontalen Röhren eingesetzt ist, welcher 6—7 cbm Wasser bei einem Druck von 7 bis hinabgehend zu 4 Atmosphären verdampfen kann. Diese Maschine zieht täglich einen Personenzug von 5—10 Wagen von Aachen nach Jülich und zurück, auf welcher 54 km langen Strecke viele anhaltende Steigungen von 1:65 und 1:80 sind. Zusammengerechnet betragen diese Steigungen mehr als 200<sup>m</sup>.

Der Dampfverbrauch ist auf obige 54 km für leichte Belastung von 5 Wagen  $4\frac{1}{2}$  Tonnen, für schwere Belastung von 10 Wagen 6 Tonnen. Bei dem grossen Dienstgewicht dieser Maschine von circa 45 Tonnen und den starken Cylindern eignet sich dieselbe vorzüglich zum Ziehen von grossen Lasten und besonders zur Bergbahn-Locomotive, als welche dieselbe

auch gebaut ist, denn dieselbe soll in nächster Zeit auf der Gotthardbahn thätig sein und zwar nach Eintreffen einer zweiten im Bau begriffenen gleichen Locomotive.

Der Betrieb auf der Aachen-Jülicher Eisenbahn soll nämlich nicht unterbrochen und mindestens auf ein Jahr lang fortgeführt werden, um den Interessenten stets Gelegenheit zum Studium des feuerlosen Betriebes zu geben. Die gleiche Gelegenheit zur Beobachtung ist bei dem für dauernd eingerichteten Betrieb der Strassenlocomotiven in Aachen geboten.

Nachdem ich in dem Vorstehenden die wesentlichen Ergebnisse meiner Arbeiten über den Natron dampfkessel wieder gegeben habe, möchte ich diese Mittheilung nicht schliessen, ohne zu zeigen, welche Anwendung derselbe in der Welt der Technik finden kann. Zu dem Ende erscheint es mir am förderlichsten, denselben einmal, wenn auch nur ganz allgemein, mit den anderen bis jetzt benutzten Quellen von aufgespeicherter Kraft, dem Heisswasserkessel und der comprimierten Luft, zu vergleichen.

Als Beispiel des Vergleiches mit dem Heisswasserkessel wähle ich eine Lamm-Franco'sche Locomotive, welche 400 Liter Wasser verdampfen kann und dabei einen Anfangsdruck von 15 Atmosphären, gegen Ende nur 2 Atmosphären hat.

Man weiss durch die Erfahrung und wird dies durch Rechnung bestätigt finden, dass man aus einem Dampfkessel von 15 Atmosphären kaum 10 % vom Gewichte des Wassers als Dampf entweichen lassen kann, bis derselbe noch 2 Atmosphären hat. Danach ist für diese Heisswassermaschine ein Wasserquantum von 4000 kg erforderlich; dazu kommt dann das Gewicht des Kessels, welches bei einem entsprechenden Durchmesser von 1450<sup>mm</sup> und 3000<sup>mm</sup> Länge auch mindestens 4000 kg beträgt, denn bei dem grossen Druck muss die Blechstärke mindestens 23<sup>mm</sup> sein. Das Gesamtgewicht des Kessels beträgt demnach 8000 kg.

Ein Natron dampfkessel von der gleichen Stärke erhält hiergegen nur einen Durchmesser von circa 1000<sup>mm</sup> bei 1500<sup>mm</sup> Länge; derselbe ist gebaut wie der Kessel in Fig. 15 Taf. XIV und wiegt höchstens 600 kg, da der obere Wasserkessel aus 7<sup>mm</sup> starkem Eisenblech, der untere Natroncylinder aus 4<sup>mm</sup> Kupferblech hergestellt wird. Nur die mittlere Wand, wo 60 Messingröhren eingesetzt werden, erhält 12<sup>mm</sup>.

Gewicht des Kessels leer	=	600 kg,
« einer Natronfüllung	=	500 «
« « Wasserfüllung	=	500 «
		<hr/>
		1600 kg.

Dieser Kessel kann 400 kg Wasser bei einem Druck von 5—5½/2 Atmosphären verdampfen. Demnach hat der Natronkessel bei gleicher Stärke nur 1/5 des Gewichtes des Heisswasserkessels oder bei gleichem Gewichte der Kessel eine fünffache Verdampfungsfähigkeit.

Als Beispiel des Vergleiches des Natronkessels mit der comprimierten Luft als aufgespeicherte Kraft habe ich mir den Fischtorpedo gewählt. Der Fischtorpedo habe einen mittleren Durchmesser von 600<sup>mm</sup> bei 4<sup>m</sup> Länge, woraus sich der Raum,

welchen er im Wasser einnimmt, zu rund 1400 Liter ergibt. Derselbe wiege demnach auch rund 1400 kg. Die Maschine desselben nebst Zubehör und Sprengladung wiege 400 kg, so bleibt für den cylindrischen, vorn und hinten zugespitzten Mantel, welcher 80 Atmosphären Druck aushalten muss, 1000 kg, Summa 1400 kg. Dieser Torpedo habe einen Cubikmeter comprimirt Luft von 80 Atmosphären und arbeite dieselbe nach Passiren des Reductionventiles Anfangs mit 14 Atmosphären auf den Kolben und gehe gegen Ende bis auf 4 Atmosphären hinab, so wird der Durchschnittsdruck, mit welchem die Luft auf den Kolben wirkte, etwa 8 Atmosphären gewesen sein. Da nun 1 cbm Luft von 80 Atmosphären ursprünglich vorhanden war, so giebt dies 10 cbm von 8 Atmosphären, mit welchen die Dampfmengen zu vergleichen sind, welche der Natrontorpedo liefert. Derselbe bestehe aus:

Maschine nebst Zubehör und Sprengladung	
wie vorher . . . . .	400 kg,
Mantel aus leichtem Schmiedeeisen . . . . .	150 «
Natron dampfkessel . . . . .	225 «
Natronfüllung . . . . .	375 «
Wasserfüllung . . . . .	260 «
	<hr/>
	1400 kg.

Von dieser Wasserfüllung können, wie aus obigen Tabellen hervorgeht, bei einem Druck von 15 Atmosphären und einem allmählich eintretenden Gegendruck von 1 Atmosphäre im Natronkessel 130 Liter Wasser verdampft werden, dann weiter bis zu 5 Atmosphären hinab im Ganzen 250 Liter Wasser, welches bei einem Druck von 8 Atmosphären 56 cbm Dampf ergibt. Das Verhältniss der Leistungsfähigkeit des Lufttorpedo zum Natrontorpedo ist demnach 1:5,6!

Diese beiden Beispiele zeigen eclatant die Ueberlegenheit des Natron dampfkessels über jede andere Art von aufgespeicherter Kraft und man braucht nur in Aachen die Strassenlocomotive und die 45 Tonnen-Locomotive auf der Aachen-Jülicher Eisenbahn zu sehen, um sich durch den Augenschein davon zu überzeugen.

Indem ich meine Betrachtungen hiermit schliesse, hoffe ich, dass es mir gelungen ist, nachzuweisen, dass der feuerlose Betrieb der Maschinen mittelst Natronkessel nach den neuesten Aufschlüssen und Betriebsergebnissen sich durchaus demjenigen mit dem gewohnten gefeuerten Dampfkessel anpasst. Locomotiven mit Natronkessel können bei gleichem Drucke und ebenso lange mit einer Füllung arbeiten, wie gewöhnliche Locomotiven, bis solche von neuem Wasser schöpfen müssen. Das Gewicht derselben wird dabei durch den Natronkessel nicht grösser wie bisher, auch bleibt das Untergestell dasselbe, weshalb alte Locomotiven leicht mit einem Natronkessel versehen werden können. Die Betriebskosten sind keinesfalls höher, wie bei gefeuertem Dampf betrieb, die Reparaturkosten sind aber wesentlich geringer, da die kupfernen Natronkessel vollkommen haltbar sind.

Grevenberg bei Aachen, im November 1884.

Moritz Honigmann.

## Ueber die Benutzung der Petroleum-Rückstände als Brennmaterial für Locomotiv-Feuerung.

Von **Thomas Urquhart**, Ober-Maschinen-Ingenieur der Griasi-Tzaritziner Eisenbahn in Borisoglebsk (Russland).

In den nachfolgenden Mittheilungen sollen die Erfahrungen dargelegt werden, welche die ausgedehnte Anwendung der Petroleum-Rückstände zu Locomotiv-Feuerung auf der Griasi-Tzaritziner Eisenbahn im südlichen Russland ergeben hat.

Die ersten Versuche, Petroleum als Brennmaterial für Locomotiven zu benutzen, wurden auf der genannten Eisenbahn bereits im Jahre 1874 angestellt, des damaligen hohen Petroleumpreises wegen, aber als unökonomisch wieder aufgegeben, obgleich sich das Petroleum dabei in jeder anderen Beziehung als vollständig brauchbares Brennmaterial erwies. Neuerdings nun sind verschiedene Vorrichtungen für Benutzung des flüssigen Petroleums zur Heizung von Locomotiv- und anderen Kesseln erfunden und mit mehr oder weniger Erfolg zur Anwendung gebracht. Einzelne dieser Heizvorrichtungen wurden, unter Leitung des Verfassers, auf der Griasi- und Tzaritziner Bahn angewandt und gaben ihm dadurch beste Gelegenheit, deren Werth und Anwendbarkeit kennen zu lernen und genau zu erproben.

**Petroleum.** Die Eigenschaften des flüssigen Petroleums als Brennmaterial und die Art seiner Anwendung sind in Europa nur noch wenig bekannt, wohl aus dem Grunde, weil Petroleum in Europa bislang nur in Süd-Russland, und zwar bei Baku am südwestlichen Ufer des Kaspischen Meeres, in grösseren Quantitäten gefunden ist. Das Petroleum wird dort ausschliesslich aus Bohrlöchern gewonnen. Bei diesen Bohrungen kommen fast jährlich auch einzelne Springquellen vor, welche das Petroleum in einem Strahl von 10—15 Zoll Durchmesser, bei seinem Austritt aus dem Bohrloch, 50—75 Fuss hoch werfen. Solche Springquellen fliessen dann unaufhaltsam mehrere Wochen lang, überfluthen ihre unmittelbare Nachbarschaft und bilden hier vollkommene Petroleum-Seen. Das aus letzteren gewonnene Petroleum wird mit dem Namen *See-Petroleum* bezeichnet und verliert durch die längere Berührung mit der atmosphärischen Luft seine ursprüngliche Dünnsflüssigkeit.

Für die Herstellung von Kerosin, Benzin, Photogen etc. sind in Balaxna bei Baku viele grosse Oel-Raffinerien im Betriebe und werden in Russland die Nebenproducte (Rückstände) dieser Fabrikate zum Theil zur Darstellung von Schmieröl, zum grösseren Theil aber als Brennmaterial benutzt. Die Quantität der sich ergebenden Rückstände ist eine im Verhältniss zum dargestellten Kerosin sehr grosse; so beträgt das destillirte feinste Kerosin nur ungefähr 25% von dem Gewichte des zur Destillation angewandten Roh-Petroleums und erfolgen bei der Darstellung von dem gewöhnlichen Handels-Kerosin (Leuchtpetroleum) bis zu 30% des letzteren. Es ergeben sich danach bei dem Destillationsprocesse 70—75% Rückstände. Diese werden in Russland mit dem Namen *Naphta-Rückstände* bezeichnet und sind das diejenigen, welche Verfasser zum Heizen von Locomotiven benutzt.

Entgegengesetzt zu diesen Destillations-Resultaten erfolgen bei der Destillation des Roh-Petroleums in Pennsylvanien 70—75% Leuchtpetroleum und mag das wohl in einer ver-

schiedenen Leitung des Destillationsprocesses begründet sein, da, nach Ausweis der nachfolgenden Tabelle, die chemischen Zusammensetzungen der russischen und amerikanischen Rohöle wenig von einander verschieden sind.

Pennsylvanisches und Russisches Roh-Petroleum.				
Roh-Petroleum.	Pennsylvanisches	R u s s i s c h e s		
		Leichtes	Schweres	Naphta-Rückstände
	%	%	%	%
Kohlenstoff . . . . .	84,9	86,3	86,6	87,1
Wasserstoff . . . . .	13,7	13,6	12,3	11,7
Sauerstoff . . . . .	1,4	0,1	1,1	1,2
	100,0	100,0	100,0	100,0
Specificisches Gewicht bei 32° Fahr. (Wasser = 1,00)	0,886	0,884	0,938	0,928
Heizkraft (engl. Wärmeeinheiten) . . . . .	19210	22628	19440	19260
Theoretische Verdampfung bei 8 Atmosph. Druck, in Pfunden Wasser pr. Pfund Brennmaterial . . . . .	16,2	17,4	16,4	16,2

Obleich nun über die Eigenschaften und die Wirksamkeit des flüssigen Hydrocarbon-Brennmaterials bereits recht viele Versuche angestellt und veröffentlicht wurden, so scheint es dem Verfasser, dass doch noch manches bezügliche unerforscht geblieben ist. Vergleicht man die Naphta-Rückstände mit Anthracit, so ergibt sich, dass die ersteren eine Verdampfungsfähigkeit von 16,2 Pfd. Wasser pro 1 Pfd. Brennmaterial besitzen und Anthracit eine solche von 12,2 Pfd., bei dem effectiven Dampfdruck von 8 Atm. oder von 120 Pfd. pro Quadrat-zoll. Hieraus folgt, dass Petroleum, im Verhältniss des Gewichts, eine um 33% grössere Verdampfungskraft besitzt, als Anthracit. Bei der Locomotivfeuerung nun werden im Durchschnitt  $7\frac{1}{2}$  Pfd. Wasser mit einem Pfunde Anthracit verdampft, man erreicht dabei also einen Nutzeffect von 60%, während 40% der Heizkraft unvermeidlich verloren gehen. Mit Petroleum dagegen erzielt man eine Verdampfung von 12,25 Pfd. Wasser und einen Nutzeffect von  $\frac{12,25}{16,2} = 75\%$ . Es folgt hieraus erstens, dass Petroleum theoretisch eine um 33% grössere Verdampfungskraft besitzt als Anthracit, dass ferner sein Nutzeffect um 15% grösser ist (75% anstatt 60%) und dass drittens dem Gewichte nach der Verdampfungswerth des Petroleums von  $\frac{12,25 - 7,50}{7,50} = 60\%$  bis  $\frac{12,25 - 7,0}{7,0} = 75\%$  höher, als der von Anthracit, angenommen werden darf. —

Im Januar 1883 waren auf der Griasi-Tzaritziner Eisenbahn bereits einige Locomotiven mit Naphtaheizung des Systems Urquhart im beständigen Betriebe, gegenwärtig sind alle

Locomotiven dieser Bahn (deren Gesamtzahl 143 beträgt) auf Naphtaheizung eingerichtet. Bevor wir die Constructionseinrichtungen dieser Heizung beschreiben, theilen wir nachstehend noch eine Vergleichungstabelle des Verbrauchs der verschiedenen Heizmaterialien der Locomotiven der Griasi-Tzaritziner Eisenbahn mit und werden im nächsten Hefte die Zeichnungen und Beschreibung dieser Locomotiven und deren Details folgen lassen.

**Vergleichungstabelle des Verbrauchs der verschiedenen Heizmaterialien der Locomotiven der Griasi-Tzaritziner Eisenbahn. Russland.**

Datum der Probefahrt	No. d. Locomotiven	Arten des Heizmaterials	Anzahl der Wagen im Zuge	Bruttolast des Zuges resp. der Wagen in Tonnen	Durchlaufene Strecke in Kilom.	Summa der Wagen-Kilom.	Verbrauch des Heizmaterials incl. der Anheizung der Locomotive in Kilogr.				Bemerkungen.
							auf die ganze durchlaufene Strecke	auf ein Zug-Kilom.	auf ein Wagen-Kilom.	im Durchschnitt auf ein Wagen-Kilom.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

**Personenzuglocomotiven der Fabrik Borsig.**

Juni 8.	116	Naphtaabfälle	13	212,9	425	5525	3047	7,71	0,551	0,512	im Laufe des ganzen Monats.
" 10.	116	"	12,5	204,7	425	5312	2997	7,05	0,564		
August	111	"	12,07	197,7	6135	74173	31411	5,12	0,423		
Juni 9.	109	Anthracit	13	212,9	425	5525	5160	12,14	0,934	0,934	

**6-Kuppler Güterzuglocomotiven.**

Juni 13.	14	Naphtaabfälle	30	491,4	311,5	9345	2801	8,99	0,299	0,2985	Loc.-Fab. Schneider & Co. " Russ. Masch.- Bau-Gesellschaft. Loc.-Fab. Borsig. " "
" 25.	57	"	30	491,4	311,5	9345	2768,2	8,88	0,298		
" 25.	32	Anthracit	30	491,4	311,5	9345	5798,8	18,6	0,62	0,62	
" 13.	37	Backohle	30	491,4	311,5	9345	6388	20,5	0,68	0,68	

**8-Kuppler Güterzuglocomotiven der Fabrik Kessler.**

Juni 23.	141	Naphtaabfälle	45	737,1	220	9900	2998	11,25	0,262	0,2555	kalte Luftzuströmung.
" 26.	148	"	44	720,7	220	9680	2424	11,01	0,249		
" 23.	143	"	45	737,1	220	9900	2114	9,60	0,215		
" 27.	143	"	44	720,7	220	9680	2194	9,97	0,226	0,2205	heisse Luftzuströmung. günstiger Wind. starker Seitenwind. gutes Wetter.
" 20.	147	Anthracit	43	704,3	220	9460	4111	18,68	0,434		
" 22.	147	"	35	573,1	220	7700	4914	23,24	0,638	0,536	
" 24.	147	Backohle	38	622,4	220	8733	5733	26,25	0,685	0,685	

Anmerkung. Colonne 3. Diese Naphtaabfälle sind die, welche nach der ersten Destillation, bei der Gewinnung des reinen Petroleums zurückbleiben.

Colonne 10. Das ganze verbrauchte Quantum getheilt in der Anzahl der Wagen-Kilometer, ohne Maschine und Tender.

**Hauptmaasse der Locomotiven.**

<b>a. Personenzuglocomotiven der Fabrik Borsig.</b>	
Kolben . . . . .	440 × 560 <sup>mm</sup>
Kesseldruck . . . . .	8—9 Atm.
Durchmesser der Treibräder . . . . .	1600 <sup>mm</sup>
Adhäsionsgewicht . . . . .	25 Tonnen
Totale Heizfläche . . . . .	100 qm
Mittlere Geschwindigkeit pro Stunde . . . . .	48 km
<b>b. 6-Kuppler Güterzuglocomotiven.</b>	
Kolben . . . . .	460 × 610 <sup>mm</sup>
Kesseldruck . . . . .	9 Atm.
Durchmesser der Treibräder . . . . .	1295 <sup>mm</sup>

Adhäsionsgewicht . . . . .	36 Tonnen
Totale Heizfläche . . . . .	114,9 qm
Mittlere Geschwindigkeit pro Stunde . . . . .	25 km
<b>c. 8-Kuppler Güterzuglocomotiven der Fabrik Kessler.</b>	
Kolben . . . . .	500 × 650 <sup>mm</sup>
Kesseldruck . . . . .	9 Atm.
Durchmesser der Treibräder . . . . .	1200 <sup>mm</sup>
Adhäsionsgewicht . . . . .	46 Tonnen
Totale Heizfläche . . . . .	180,7 qm
Mittlere Geschwindigkeit pro Stunde . . . . .	23 km

(Fortsetzung folgt.)

## Centesimal-Brückenwaage ohne Gleiseunterbrechung. D. R. P. No. 26686.

Von L. Bianco und Antonio Opassi in Turin.

(Hierzu Fig. 1—4 auf Tafel XV.)

Die ganze Waage ist im Hauptgleise und vollständig unabhängig von demselben montirt, so dass die von den darüber fahrenden Wagen herrührenden Erschütterungen keinen Einfluss auf die Waage haben können. Ebenso ist die Feststellvorrichtung für die Plattform überflüssig geworden.

Die Zeichnungen auf Taf. XV veranschaulichen diese Brückenwaage im Längsschnitt, Fig. 1, Grundriss, Fig. 2, und Schnitt nach E-F, Fig. 3. Die ganze Waage ist, wie Fig. 2 und 3 zeigen, zwischen den Schienen des Hauptgleises montirt, innerhalb eines gusseisernen Kastens, so dass die Schienen des Gleises ohne Unterbrechung über die Waage fortgehen und auf dem Rande des Kastens befestigt werden können. Das bewegliche Gestell der Brückenwaage trägt nur zwei dem Hauptgleise parallele Schienen R und R<sup>1</sup>. Diese letzteren sind von den Schienen des Gleises für gewöhnlich, d. h. wenn keine Wägung auszuführen ist, in solcher Entfernung gehalten, dass für die Spurkränze der Wagenräder genügend Raum bleibt. Bei Vornahme des Wägens werden die Schienen R und R<sup>1</sup> durch ein passend angeordnetes Hebelwerk den Schienen des Gleises genähert, so dass die Wagenräder mit ihren Spurkränzen auf dieselben zu stehen kommen, wie Fig. 3 zeigt. Zu diesem Zweck haben die Schienen R und R<sup>1</sup> den in den Fig. 3 u. 4 dargestellten Querschnitt und befinden sich in einer solchen Höhe, dass, wenn die Räder mit ihren Spurkränzen auf denselben stehen, die Radreifen sich wenigstens 15<sup>mm</sup> über der Oberkante der Gleiseschienen befinden. Der Abstand von 15<sup>mm</sup> ist genügend gross, um die Befürchtung des Anstossens der Radreifen auf die Gleiseschienen beim Wägen als ausgeschlossen erscheinen zu lassen. Die Bewegung der Schienen R und R<sup>1</sup> wird durch folgenden Mechanismus bewerkstelligt. In der Mitte der Waage sind vier vertikale Wellen P<sup>1</sup> P<sup>2</sup> P<sup>3</sup> P<sup>4</sup> angeordnet, welche an den Querträgern, welche die Schienen R und R<sup>1</sup> tragenden I-Eisenträger verbinden, passend gelagert sind. Jede der vier Wellen trägt an ihrem oberen Ende einen kleinen Balancier B<sup>1</sup> B<sup>2</sup> B<sup>3</sup> B<sup>4</sup>, welcher durch die Zugstangen b b mit den Schienen R R<sup>1</sup> verbunden ist. Unterhalb der Balanciers sitzen auf den vertikalen Wellen P<sup>1</sup> . . . P<sup>4</sup> die Kurbeln L, welche an ihrem anderen Ende durch die Zugstangen T<sup>1</sup> T<sup>2</sup> T<sup>3</sup> unter sich verbunden sind. Auf der Welle P<sup>2</sup> ist an ihrem unteren Ende eine zweite Kurbel l festgekeilt, Fig. 2 und 3, welche durch Stange M und Kurbel m mit der

durch die Säule C gehenden vertikalen Welle V verbunden ist. Die Welle V trägt oben die mit Handgriff n versehene Kurbel D, deren Drehung durch auf der Säule C angebrachte Ansätze auf 180° beschränkt ist. Die Zugstange M ist in Stützen, die an dem gusseisernen Kasten angebracht sind, verschiebbar gelagert, um die Beweglichkeit der Waage in keiner Weise zu beeinflussen.

Will man eine Wägung ausführen, so nähert man durch Drehung der Kurbel D unter Vermittelung der Kurbel m, Stange M, Kurbel l, der Parallelkurbeln L, Wellen P<sup>1</sup> bis P<sup>4</sup>, der Balanciers B<sup>1</sup> bis B<sup>4</sup> und Stangen b die Schienen R R<sup>1</sup> den Gleiseschienen, worauf der zu wägende Wagen auf die Waage aufgefahren wird, und die Wägung kann vor sich gehen. Es sei noch bemerkt, dass sich in diesem Falle der Thätigkeit der Waage die Balanciers bezüglich der Stangen b auf ihrem Todtpunkte befinden, wodurch ein Verrücken der beweglichen Schienen R R<sup>1</sup> durch etwaige Stösse der Wagen verhindert wird. Diese Brückenwaage bietet vor der Henzel'schen Hebelwaage (vergl. Organ 1882 S. 253 und 1883 S. 97) den grossen Vortheil, dass bei ersterer die Stahlschneiden nur während des Abwägens belastet sind und eine Entlastungsvorrichtung ganz entbehrlich wird, wogegen bei der Henzel'schen Brückenwaage vor der Wägung die ganze Brücke aufgehoben und nach der Wägung wieder gesenkt werden muss. Diese Operation wird durch Drehbewegung der Hebel, welche auf den Schneiden ruhen, ausgeführt, wozu eine bedeutende Kraft angewendet werden muss, und folglich durch die wiederholten sehr weiten Drehungen der Hebel sehr leicht diese von den richtigen Stellen verschoben und die Schneiden abgenutzt werden, somit die Genauigkeit der Waage nach kurzer Zeit verschwindet, während zum Abwägen mit der hier beschriebenen Brückenwaage es genügt, in ganz einfacher Weise die beweglichen Schienen den continuirlichen zu nähern und den zu wägenden Eisenbahnwagen auf die ersteren zu schieben. Bei diesem System werden demnach die Schneiden in keiner Weise in Anspruch genommen, dass die Genauigkeit der Waage darunter leiden könnte\*).

\*) Nach Mittheilung von den Erfindern soll die beschriebene Brückenwaage in Italien auf allen grössern Eisenbahnstationen bereits fast ausschliesslich in Anwendung gekommen sein und sich vorzüglich bewährt haben. Der Herausgeber des Organs ist gern bereit, weitere Auskunft darüber zu ertheilen und Bestellungen zu vermitteln.

## Das Springen und Losewerden der Radreifen auf den russischen Eisenbahnen. \*)

Von A. Borodin, Maschinendirector der russischen Südwestbahn in Kieff.

Aus den von 23 russischen Eisenbahnen erhaltenen Auskünften über die im Zeitraume vom 1. April 1883 bis zum 1. April 1884 quergerissenen und lose gewordenen Radreifen ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

### A. Springen der Radreifen.

Im Laufe der genannten Zeitperiode sind auf 23 Bahnen durch Quersprünge zerstört: 195 Locomotiv-, 116 Tender- und 538 Wagen-Radreifen; auf je eine Million respective von Lo-

\*) Auszug aus dem Berichte, vorgetragen auf der VII. Versammlung der Ingenieure des Zugförderungsdienstes der russischen Eisenbahnen.

comotiven, Tendern und Wagen zurückgelegten Achswerste ergeben sich durchschnittlich Radreifenbrüche: a) der Locomotiven 1,05, — b) der Tender 0,56, — c) der Wagen eigener Bahnen 0,55, — d) der Wagen fremder Bahnen 0,13. Diese Zahlen zeigen, dass die meisten Brüche bei den Locomotiv-Radreifen vorkommen, welche auch die allergrösste Belastung aushalten müssen; dieses beweist, dass die Belastung der Achse einigermaassen im Verhältniss zu der Anzahl der Radreifenbrüche steht, und je grösser die Belastung ist desto öfter Brüche vorkommen, was auch leicht erklärlich ist.

Die relativ geringe Anzahl Brüche der Tender-Radreifen lässt vermuthen, dass das Bremsen keineswegs die Reifenbrüche vermehrt.

Besonders interessant ist die verhältnissmässig geringe Anzahl Reifenbrüche der Wagen fremder Bahnen; fremde Radreifen brechen im Durchschnitt 4 mal weniger als eigene. Diese Erscheinung ist fast auf allen Bahnen beobachtet worden. Eine gleich interessante Erscheinung, aber noch auffälliger, hat man bei den lose gewordenen Radreifen bemerkt: während die Zahl der lose gewordenen eigenen Radreifen 12,2 auf eine Million Achswerste ausmacht, beträgt dieselbe bloss 1,22 d. h. 10 mal weniger bei den Radreifen fremder Bahnen.

Ich übernehme es nicht für diese Erscheinung eine vollkommen richtige Erklärung zu finden; man muss sie möglicherweise in dem Umstande suchen, dass die meisten Radreifenbrüche und das Losewerden unmittelbar nach dem Aufziehen oder Wiederbefestigen der Reifen vorkommen (in Folge dieser schlecht ausgeführten Arbeiten) und sich noch vor Uebergang des Wagens auf fremde Bahnen zeigen. Wenn man die vorkommenden Radreifenbrüche und das Losewerden genauer untersuchen würde, so würde sich die Richtigkeit dieser Annahme erklären und es könnten zugleich Maassregeln zur Verminderung des Springens und Losewerdens ergriffen werden durch sorgfältigere Aufsicht über die Arbeiten des Aufziehens und Wiederbefestigens der Reifen.

Indem man die Totalsumme der Brüche im Verhältniss zur Stärke der Radreifen betrachtet, erhält man nachstehende Tabelle der procentmässigen Anzahl Brüche im Verhältniss zur Totalsumme bei verschiedener Stärke der Reifen:

	Stärke der Radreifen						
	unter 30mm	30 bis 35mm	35 bis 40mm	40 bis 45mm	45 bis 50mm	50 bis 55mm	über 55mm
Locomotiv-Radreifen	17	23	21	16	6	9	8
Tender- „	27	23	16	11	10	8	5
Wagen- „	16	24	24	16	10	5	5

Völlig richtige Folgerungen kann man aus dieser Tabelle keineswegs ziehen, da es unbekannt ist wie viele Radreifen von verschiedener Stärke im Dienste gewesen sind; ungeachtet dessen kann man jedoch mit vieler Wahrscheinlichkeit behaupten, dass hauptsächlich dünne Radreifen springen, namentlich bei einer Stärke unter 40<sup>mm</sup>, und zwar so, dass wenn z. B. die begrenzte Stärke der Tender-Radreifen auf allen Bahnen bis auf 35<sup>mm</sup> erhöht werden sollte, so würde sich die Zahl der gesprungenen Tender-Radreifen, möglicherweise, beinahe auf die

Hälfte verringern. Allein unzweifelhaft muss eine solche bloss auf den Ergebnissen eines Jahres gegründete Folgerung mit grosser Vorsicht aufgenommen werden. Die weiter unten aufgeführten Beobachtungen über lose gewordene Radreifen werden gleichfalls darthun, dass das Losewerden hauptsächlich bei dünnen Reifen vorkommt.

Welchen Einfluss die Temperatur auf das Springen der Radreifen ausübt kann man nicht mit Bestimmtheit sagen wegen der zu geringen Anzahl gesammelter Ergebnisse, aus denen bloss ersichtlich ist, dass die meisten Radreifenbrüche bei einer Temperatur unter 0° stattgefunden haben, was übrigens auch ohnehin allbekannt ist.

Folgende Tabelle giebt die Anzahl der in verschiedenen Monaten quergebrosenen Radreifen auf je eine Million der im Laufe des betreffenden Monats zurückgelegten Achswersten:

	1883									1884		
	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.	Januar	Februar	März
Locom.-Radreifen	0,59	0,22	0,00	0,14	0,00	0,06	0,17	0,47	0,82	1,32	1,80	1,31
Tender- „	0,16	0,01	0,23	0,28	0,13	0,29	0,09	0,43	0,21	0,68	1,20	0,38
Wagen- „	0,18	0,15	0,02	0,02	0,01	0,05	0,03	0,13	0,21	0,56	0,68	0,47

Hieraus ist zu ersehen, dass der Zeitraum vom November bis zum April sehr ungünstig in Bezug auf Radreifenbrüche ist, und dass der allergefährlichste Monat der Februar 1884 war, in welchem die meisten Reifenbrüche aller Gattungen vorgekommen sind; in der Zeitperiode vom April bis zum November hingegen sind am wenigsten Radreifen gesprungen.

#### B. Das Losewerden der Radreifen.

Die Totalsumme der lose gewordenen Radreifen betrug 1353 für Locomotiven, 703 für Tender und 13453 für Wagen.

Auf eine Million Achswerste kommen im Durchschnitt lose gewordene Radreifen: a) der Locomotiven 5,38, — b) der Tender 4,34, — c) der Wagen eigener Bahnen 12,2, — d) der Wagen fremder Bahnen 1,22. — Aus diesen Zahlen sind dieselben Folgerungen zu ziehen, welche bereits oben in Bezug der Zahlen über gesprungene Radreifen gemacht sind; man muss hier bloss hinzufügen, dass die verhältnissmässig grössere Anzahl der lose gewordenen Wagen-Radreifen lediglich dadurch zu erklären ist, dass bei diesen Reifen theilweise eine geringere Stärke erlaubt ist, theilweise auch weniger Sorgfalt beim Aufziehen der Wagen-Radreifen verwendet wird.

Die procentmässige Anzahl des Losewerdens im Verhältniss zu der Totalsumme der lose gewordenen Radreifen einer jeden Gattung in Anbetracht der Reifenstärke ist aus folgender Tabelle zu ersehen:

	Stärke der Radreifen						
	unter 30mm	30 bis 35mm	35 bis 40mm	40 bis 45mm	45 bis 50mm	50 bis 55mm	über 55mm
Locomotiv-Radreifen	11	18	22	21	13	9	6
Tender- „	16	19	28	15	9	8	5
Wagen- „	17	24	27	13	9	6	4

Hieraus ist zu ersehen, dass die Locomotiv-Radreifen hauptsächlich bei einer Stärke unter 45<sup>mm</sup> losewerden, die Tender- und Wagen-Radreifen aber bei einer Stärke unter 40<sup>mm</sup>.

Wenn man die geringe Anzahl der gesammelten Ergebnisse über den Einfluss der Temperatur auf das Losewerden der Radreifen durchsieht, so ergibt sich folgende Anzahl losegewordener Reifen bei einer Temperatur:

	unter 0°	über 0°
Locomotiv-Radreifen . . . . .	28	117
Tender- „ . . . . .	64	132
Wagen- „ . . . . .	788	1070

d. h. die meisten Radreifen werden lose bei einer Temperatur über 0°, was die Vermuthung unterstützt, dass die Temperatur keinen besonderen Einfluss auf das Losewerden der Radreifen ausübt.

Folgende Tabelle giebt die Anzahl der in den verschiedenen Monaten des Jahres lose gewordenen Radreifen auf je eine Million der im Laufe des betreffenden Monats zurückgelegten Achswersten:

	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.	Januar	Februar	März
Loc.-Radreifen	6,9	6,54	9,32	5,07	5,27	4,43	6,81	4,26	3,48	3,85	4,25	5,19
Tender- „	5,87	4,47	4,81	4,22	3,21	3,27	3,33	3,02	2,60	5,22	4,50	6,56
Wagen- „	6,99	5,50	5,34	5,54	6,00	5,08	4,98	5,62	5,72	8,93	10,37	8,21

Wie ersichtlich bemerkt man hier gar keine Regelmässigkeit. Dieses lässt gleichfalls vermuthen, dass die Jahreszeiten und Climaveränderungen bloß einen geringen Einfluss auf das Losewerden der Radreifen haben.

## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Ueber Tracirung und Vorarbeiten.

#### Curvenwiderstände auf Eisenbahnen.

Eine Formel für diesen Widerstand leitet Ingenieur Schunk wie folgt ab. Der zuschlägliche Widerstand der Curven muss zunächst abhängen von den Ursachen, welche auch in der Geraden wirken, d. h. dem Zuggewichte, der Neigung und der Reibung.

Weiter hängt der specifische Curvenwiderstand ab von der Zuglänge, denn er entsteht in erster Linie aus der schrägen Richtung des Zuges, welcher auf jeden Wagen ausgeübt wird. Während der Widerstand des einzelnen Wagens auf der Geraden durch den der hinter ihm laufenden nicht beeinflusst wird, diese vielmehr nur die Spannung in seinem Zugapparate erhöhen, so wirkt in der Curve der Widerstand jedes Wagens auf den jedes vor ihm laufenden Wagens ein, weil die Seitencomponente des Zuges sich von den letzten nach den vordern Wagen hin addirt. Während in der Widerstandsformel für die Gerade ausser dem Gewichte des Zuges für die Längeneinheit nur die erste Potenz der Zuglänge als Maass des Gewichtes vorkommen kann, muss sie für die Curve einen gewissen Widerstand für jede Längeneinheit enthalten, welcher sich aus einem constant bleibenden Widerstandsfactor und der nachfolgenden Zuglänge zusammensetzt; der gesammte Widerstand muss also für die Curve den Factor  $\frac{1(1+1)}{2}$  enthalten.

Ist also  $w$  die Dichtigkeit des Zuges, d. h. das Gewicht für die Einheit,  $r$  der Widerstand in Pfunden auf 1 Tonne auf der Geraden aus Reibung und Neigung,  $d$  der Centriwinkel der Curve für 100' Curvenlänge,  $l$  Zuglänge in Stationen von 100' und  $x$  der unbekannt Factor, so kann der Widerstand der Curve =  $x \cdot w \cdot d \cdot r \cdot \frac{1(1+1)}{2}$  gesetzt werden. Schunk setzt  $x$  für englisches Maass = 0,001, und wendet die Formel dann auf einige Beispiele an.

1) Zug der Tyrone und Clearfield Eisenbahn: Geschwindigkeit 8 bis 10 miles (3,6 bis 4,5<sup>m</sup>), Gewicht von Maschine und Tender 74 t (75 t), Gewicht auf den Triebachsen 40 t (40,7 t), Zuggewicht mit Locomotive 384 t (390,5 t), Zuglänge 350' (106,7<sup>m</sup>), rollende Reibung 7 Pfd. auf 1 t (3,12 kg auf 1 t), Steigung 1:44, relatives Zuggewicht  $\frac{2240}{44} = 51$  Pfd. auf 1 t (22,75 kg auf 1 t), Krümmung 10° auf 100' Curvenlänge. Danach ist  $w = \frac{384}{350} = 1,1$ ,  $r = 51 + 58$  Pfd.,  $d = 10$ ,  $l = 3,5$ , also der Widerstand der Curve:  $0,001 \cdot 1,1 \cdot 58 \cdot 10 \cdot \frac{3,5(3,5+1)}{2} = 5$  Pfd. auf 1 t (2,23 kg auf 1 t). Die ganze ausgeübte Zugkraft wäre demnach  $384(5 + 58) = 24192$  Pfd. (10973 kg) oder das 0,27 fache des Triebachsgewichtes.

2) Zug derselben Bahn: Ganzes Gewicht 300 t (305 t), Zuglänge 720' (220<sup>m</sup>), Steigung 1:35,7, Krümmung 12° auf 100' Curvenlänge, Locomotive wie oben. Es ist  $w = \frac{300}{720} = 0,416$ ,  $r = \frac{2240}{35,7} + 7 = 69,7$  Pfd., demnach Curvenwiderstand =  $0,001 \cdot 0,416 \cdot 12 \cdot 69,7 \cdot \frac{7,2(7,2+1)}{2} = 11,6$  Pfd. auf 1 t (5,17 kg auf 1 t): Die geleistete Zugkraft wäre demnach  $300(11,6 + 69,7) = 24390$  Pfd. (11063 kg) oder das 0,272 fache des Gewichtes auf den Triebädern. Schunk wendet die Formel weiter auf Angaben über Zugkraft von Maschinen von Wellington und Baldwin an.

(Railroad Gazette 1884 S. 19, 83, 198.)

B.

## Aussergewöhnliche Eisenbahnsysteme.

### Die Vesuv-Bahn.\*)

Der erste Versuch den mit  $33^{\circ}$  ansteigenden Aschenkegel des Vesuvs mit einer Zahnradbahn zu erklimmen, welcher 1872 nach dem Projecte des Ingenieurs Oblieght gemacht wurde, scheiterte an der Unmöglichkeit die Schwellen in der losen vulkanischen Asche zu sicherer Lagerung zu bringen. Ein neueres Project des Ingenieur Olivieri umgeht diese Schwierigkeit durch das Zusammenbauen aller Schwellen zu einer — einer Kegelseite folgenden — Stützleiter, welche sich unten auf eine feste Lavamasse stützt. Vom bereits früher durch einen Fahrweg zugänglichen Observatorium, ist in der erkalteten Lava zunächst noch eine Chausse von 3,2 km Länge und 1,8% grösster Steigung bis zum Anfangspunkte der Bahn erbaut. Diese Bahn ist eine zweigleisige Drahtseilbahn mit 2 geschlossenen Seilen, an welchen je ein Wagen aufwärts, einer abwärts geht; jeder Wagen ist beiderseits an den Seilen befestigt, welche durch eine stehende Dampfmaschine von 45 Pferden umgetrieben werden. Jedes Gleis besteht aus einer Vignoleschiene auf eichener Langschwelle von  $26 \times 47$  cm, welche aus zwei neben einander liegenden Hölzern mit versetzten Stössen zusammengebolzt und mit dem gleichfalls hölzernen Unterbau fest verbunden ist. Die Schiene liegt am Stosse in einem Stossstuhle mit Holzkeil, ist sonst in Abständen von  $1,0^m$  gelagert. Der Wagen läuft ausserhalb der beiden Stirnwände auf einem Vorder- und einem Hinterrade, und hängt zu beiden Seiten neben den Rädern so tief herunter, dass der Schwerpunkt unterhalb der Achsen liegt. Zwischen Langschwelle und Unterbau sind noch zwei Schienen aus hochgestellten ungleichschenkeligen Winkeln eingefügt, gegen welche nahezu horizontale Leitrollen zur Verhinderung von Seitenschwankungen treten. Die die Langschwelle unterstützenden Querschwellen sind in der Nähe der Enden mit zwei weitem Langhölzern verbunden, und in die beiden Felder, welche so zwischen je zwei Querschwellen entstehen, sind entgegengesetzte Streben mit Versatzung in die Querschwellen so eingesetzt, dass sich in zwei über einander liegenden Querschwellenfeldern beide Streben einmal von innen nach aussen, einmal von aussen nach innen neigen, so dass eine vollkommen steife Leiter entsteht.

Die Bahn liegt durchweg im Auftrage, dessen Höhe aber bei der Gleichmässigkeit des Kegels  $2,0^m$  nirgends überschreitet. Die Böschungen sind aus Lavastücken gepackt, und an den tiefsten Stellen des Dammes sind trockene Schutzmauern gegen Lavaströme errichtet. In grössern Abständen sind auf je zwei — auf den Aussenseiten zu diesem Zwecke verlängerten — Querschwellen die Böcke aufgestellt, welche die erst aus Holz, später versuchsweise aus Gusseisen, dann wegen zu grossen Verschleisses an den Seilen wieder aus Holz gefertigten Leitrollen der Seile tragen.

Die Strecke ist ganz gerade, ihre Steigung liegt zwischen 40% und 63%, beträgt im Mittel 50%.

Der Boden der Wagen ist in zwei entsprechend der Steigung  $0,9^m$  über einander liegende  $1,8^m$  tiefe Abtheilungen ge-

\*) Vergl. auch „Drahtseilbahn auf den Vesuv“ Organ 1879 S. 109, 1880 S. 175 und 1881 S. 212 und daselbst Zeichnungstafel XXII Fig. 14 und 15.

theilt, auf deren jeder sich zwei Bänke durch die Breite des Wagens laufend befinden; beide Theile sind durch eine Querwand abgesondert und bilden je ein Coupé für 4—6 Reisende. Auch die Perrons an den Haltestellen sind der Steigung der Wagenböden entsprechend treppenförmig angelegt.

Die Bremse wird von einem über dem Vorderrade sitzenden Führer gehandhabt, und ist nicht selbstthätig. Sie besteht aus eisernen Schraubenbacken, deren scharfe Zähne in die Seitenflanken der Holzschwelle greifen, da Reibung von Eisen auf Eisen den Wagen nicht halten könnte. Da der Wagen bei einem Seilbruche unmittelbar bedeutende Geschwindigkeit annimmt, die Bremse aber nicht momentan wirkt, so scheint sie wenig sicher zu sein; ihre irrthümliche Handhabung kann sogar einen Seilbruch herbeiführen.

Die Stahldrahtseile haben bei  $200$  qmm Stahlquerschnitt  $26^m$  Durchmesser; ihre Bruchfestigkeit beträgt  $25000$  kg, ihre thatsächliche Beanspruchung  $5000$  kg. Wenn daher ein Seil reisst, so wird das zweite, so lange es noch nicht erheblich abgenutzt ist, den Wagen vor dem Sturze bewahren können. Die Stütze der obern Seilrollen bildet gleichfalls der Unterbau, da auch hier kein fester Halt in der Asche zu finden war.

Das untere Bahnende liegt  $800^m$  über dem Meere, die Bahn selbst ist in der Neigung  $800^m$  lang und endet  $1180^m$  hoch nahe dem Kraterrande. Die Erleuchtung erfolgt in Abständen von  $100^m$  durch elektrisches Bogenlicht.

Die Wagen lieferte Miavi in Mailand, die Drahtseile die Firma Felten & Guillaume in Mülheim a/Rh.

Die Hochbauten der Fusstation sind massiv; sie enthält das Maschinenhaus, Telegraphenbureau, Wartesaal mit Restauration und Beamtenwohnung. Etwas tiefer liegt ein Pferdestall für die Strassenfuhrwerke nebst Kutscherraum. Die Kosten der Fahrt von Neapel zum Gipfel und zurück betragen 20 M. für die Person.

B.

(Centralblatt der Bauverwaltung 1884 S. 314)

### Kabel-Strassenbahn in London.

(Hierzu Fig. 7—12 auf Taf. IX und Fig. 7—10 auf Taf. X.)

Dieselbe schliesst an den Endpunkt der Pferdebahn Archway-Tavern-Highgate-Road an und führt in einer Länge von  $1200^m$  auf den Highgate-Hill, unter Ueberwindung starker Steigungen (im Maximum 1:11) und mit scharfen Curven, deren kleinster Radius  $61^m$  beträgt. Das System dieser Linie ist in Europa neu, auch sind die Einzelheiten wesentliche Verbesserungen im Vergleich mit den Anlagen in San Francisco und Chicago vorgenommen, während im vorliegenden Falle zugleich erhöhte Schwierigkeiten für die Ausführung zu überwinden waren.

Man verwendet auf dieser Bahn dreierlei Wagen, nämlich:

1) Achträderige Trambahnwagen, welche an jedem Kopfe in gleicher Weise mit einer Greifvorrichtung (Fig. 7 auf Taf. X) zur Verbindung des Wagens mit dem unter dem Pflaster liegenden Drahtseil ausgerüstet sind. Diese Wagen sind für 40 Personen bemessen und mit Decksitzen versehen; je zwei Achsen liegen vereint in einem Drehschemelgestell.

2) Kleinere vierräderige offene Wagen mit Greifvorrich-

tung an jedem Kopfende, die als Motoren für anzuhängende gewöhnliche Strassenfuhrwerke dienen sollen und selbst nur etwa 12 Personen aufnehmen.

3) Strassenbahnwagen, welche sich in nichts von den gewöhnlichen Pferdebahnwagen unterscheiden und an die unter 2) genannten Motoren angekuppelt werden. Die Spur beträgt 1,07<sup>m</sup>. Unter Berücksichtigung der starken Steigungen sind zwei von einander unabhängige Bremsen angewandt, eine auf alle Räder von beiden Seiten wirkende Backenbremse, die durch den Fuss des Wagenführers mittelst eines Pedals in Wirkung gesetzt wird; ferner eine durch Schraubenrad bewegte Schlittenbremse auf beiden Langseiten des Wagens, welche nach Art der Kniehebelpresse auf die Schienen wirkt, und den Wagen mit Sicherheit in kürzester Zeit zum Stehen bringt. (Vergl. Fig. 8 auf Taf. X.)

Zum Anschluss an das in fortlaufender Bewegung befindliche endlose Drahtkabel und zur Bewegung des Wagens dient der in Fig. 7 auf Taf. X dargestellte Greifer, welcher um einen senkrechten Drehbolzen A an dem Wagengestell schwingt und somit die schärfsten Curven zu durchfahren gestattet. Der obere Theil der Klaue ist an zwei als Führung dienende feste Schienen D angeschweisst, der untere Theil C sitzt an der mittleren beweglichen Stange E, welche über den Fussboden des Wagens in eine Schraubenspindel mit Handrad ausläuft. Durch Drehung des letzteren wird der rasche Schluss der Klaue herbeigeführt, welcher den Wagen zwingt an der Bewegung des Kabels theilzunehmen. Ein um den Greifer herumlaufendes Gitter F dient als Bahnräumer. Die Wagen wurden in der Fabrik der Falcon Car works in Leicester gebaut.

Das Drahtseil ist 22<sup>mm</sup> stark, von Tiegelsstahl und aus 6 Litzen von 19 Drähten hergestellt, welche auf 23 cm Länge eine ganze Windung vollziehen; die Gesamtlänge des Kabels beträgt 2740<sup>m</sup>, das Gewicht 5080 kg, der Preis 800 Mrk. für die Tonne bei zweijähriger Garantiezeit.

Der Kanal, in welchem das Drahtseil geführt wird, ist aus Cementconcret 30 cm hoch und 21 cm weit hergestellt; in Abständen von je 1,07<sup>m</sup> sind gusseiserne Stühle in das Concretmauerwerk fest eingebettet und durch zwei seitwärts stehende Arme A A besonders in ihrer Lage gesichert (vergl. Fig. 7 auf Taf. IX). Auf den Schienen sind die aus Stahl hergestellten Z-förmigen Schienen B, welche den 19<sup>mm</sup> weiten Schlitz im Pflaster begrenzen, aufgelagert und mit ihnen verschraubt. In grösseren Abständen tragen die Stühle gusseiserne Rollen C zur Führung des Kabels und behufs Verminderung der schädlichen Seil-schwingungen. Die Rollen sind abwechselnd nach der einen und andern Seite unter 45° geneigt und mit einer rechtwinkelig ausgedrehten Keilnuth versehen. Wenn der Wagen mit dem Greifer an einer Rolle vorüberkommt, so wird das Seil soweit angehoben, dass der Greifer nicht an die Rolle anstreift. Kisten mit verschliessbaren Deckeln, welche im Pflaster liegen, gestatten die Rollen zu reinigen und zu schmieren. Die Construction des Greifers bedingt, dass die Mitte des Kabels nicht senkrecht unter dem Pflasterschlitz liegt, wodurch das Kabel der Verschmutzung und den Witterungseinflüssen etwas mehr entzogen und vor muthwilliger Beschädigung geschützt wird, indem es von oben her nicht erreichbar und kaum zu sehen

ist. Da das Kabel in die lothrechte Schwerpunkts-Ebene des Fahrzeuges fallen muss, so folgt, dass der Schlitz im Pflaster nicht in der Mitte des Gleises liegen kann, sondern um etwa 20<sup>mm</sup> gegen die Mitte verschoben ist.

Besondere Schwierigkeit bot die Auffindung der geeigneten Form für den führenden Seiltrum mit Rücksicht auf die Entwicklung genügender Reibung, um das Gleiten des Kabels zu verhindern. In San Francisco hat man dasselbe in mehreren Windungen um die Trommel geführt, was eine starke Abnutzung des Kabels zur Folge hat. Nach verschiedenen Versuchen kam man auf eine einfache Scheibe zurück von 2,20<sup>m</sup> Durchmesser mit Hartgussnuth, deren Seiten wenig gegen einander geneigt sind, so dass sich das Kabel durch seine Spannung von selbst festklemmt (vergl. Fig. 9 auf Taf. X). Der Kraftverlust, welcher aus der Nothwendigkeit folgt, das festgeklemmte Kabel aus der Nuth herauszuziehen, dürfte hier nicht unerheblich sein. Mit der bekannten Fowler'schen Scheibe würde der Zweck wohl am besten erreicht, doch scheint man die Kosten derselben gescheut zu haben.

Der Antrieb des Kabels erfolgt durch zwei liegende, auf einer Welle gekuppelte Dampfmaschinen mit Colman'scher Ventilsteuerung, welche Dampf in 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Atmosphären aus zwei in einem Satz gebauten Kesseln mit Siederohr von Babcock und Wilcox erhalten. Jede Maschine besitzt 56 nominelle Pferdestärken, während angeblich deren nur 25 für die Beförderung eines vollbesetzten Wagens zu Berg erforderlich sind. Die zur Anwendung kommende Geschwindigkeit beträgt dabei 10—12 km in der Stunde.

Die Maschinen und Kessel sind mit dem darüber befindlichen Wagenschuppen in einem Hause an der Hauptstrasse eingerichtet, ungefähr 300<sup>m</sup> von dem oberen Endpunkt der Linie entfernt. Das Kabel ist an letzterem um eine waagrechte, im Mauerwerk befestigte Rolle geführt, während an der unteren Endstation die Führungsscheibe in einem Schlitten auf einer schwach geneigten Ebene sich bewegt und durch ein Gewicht nach abwärts gezogen wird, um dem Kabel die erforderliche Spannung zu geben (vergl. Fig. 10 auf Taf. X). Im Maschinen-hause ist eine zweite Spannvorrichtung vorhanden (vergl. Fig. 8 auf Taf. IX), um bei raschem Temperaturwechsel das Kabel zu entlasten oder anzuspannen; diese wird durch Wirkung einer Schraube von Hand bedient.

Vor dem Maschinenhause wird das Kabel durch zwei grosse Scheibenpaare rechtwinkelig zur Richtung der Strasse nach dem führenden Seiltrum hingeleitet (vergl. Fig. 9 auf Taf. IX). Es muss demnach auf die kurze, ebenfalls in starkem Gefälle liegende Strecke von A bis B die Verbindung des zu Thal gehenden Wagens mit dem Kabel gelöst werden. Der Wagen legt diese Strecke vermöge der ihm innewohnenden Geschwindigkeit von selbst zurück, wobei er die Gegencurven bei C und D durchfährt, welche eingelegt werden mussten, um den Greifer des Wagens an den grossen Scheiben vorbeizuführen. Unmittelbar darauf muss der Greifer wieder an das Kabel angeschlossen werden, so dass das Gewicht des bergabfahrenden Wagens für die Beförderung des ansteigenden Fahrzeuges nutzbar gemacht wird. Ein Bruch des Kabels, mit anderweitigen Katastrophen im Gefolge, würde unvermeidlich eintreten, sobald der Wagen-

fährer bei der Thalfahrt es versäumt, an der richtigen Stelle bei A den Greifer vom Kabel zu lösen und den Wagen unter Anwendung der Bremse gehen zu lassen, ein Umstand der im Betriebe nicht unbedenklich erscheint.

Die Linie ist eingleisig bis auf die Ausweichstellen, deren mehrere vorhanden sind. Der Kabelkanal führt demnach an manchen Stellen nur ein Kabel, an anderen deren zwei neben einander. Die Weichenvorrichtung in dem mittleren Schlitz für die Führung des Greifers ist in Folge der federnden Wirkung der Stahlzunge — vergl. Fig. 10 und 11 auf Taf. IX — stets auf das für die Fahrrihtung links liegende Gleis eingestellt, so dass jeder Wagen die spitz zu befahrende Weiche in der richtigen Stellung findet, während die andere Weiche sich für die Ausfahrt des Wagens öffnet und dann von selbst wieder schliesst.

Bei Beförderung von Fahrzeugen, mit oder ohne Spurkranzräder, durch Ankuppeln an die oben unter 2) aufgeführten Motoren ist nach Beendigung jeder Fahrt eine Rangirbewegung erforderlich, da der Motor stets an der Spitze des Zuges laufen muss. Diese Rangirbewegungen sind in der Ausführung ziemlich verwickelt und zeitraubend und an der oberen und unteren Station verschieden, da die untere gleichmässiges Gefälle bis zum Ende besitzt, während auf dem Scheitel eine kurze Horizontale angeordnet ist. Unten wird daher unter Wirkung des Eigengewichtes der Wagen im Gefälle rangirt, während oben ein wiederholtes Einschalten und rechtzeitiges Auslösen der Greifervorrichtung unerlässlich ist, wobei jeder Mangel an Aufmerksamkeit leicht Gefahren durch Seilbrüche nach sich zieht.

Von der Aufsichtsbehörde ist der Gesellschaft die Verpflichtung auferlegt worden, auf Verlangen auch gewöhnliche

Lastfahrzeuge ohne Spurkranzräder durch die genannten kleinen Wagen zu Berg zu befördern, was indess bei Kupplungsbrüchen gefährlich werden kann, indem die etwa vorhandenen Bremsen der Strassenfahrzeuge für die hier vorliegende Steilrampe, deren Neigung im Mittel 1:12 beträgt, nicht genügen dürften.

Abgesehen von den oben erwähnten Punkten erscheint der Betrieb einfach und besonders insofern wirtschaftlich vortheilhaft, als das Gewicht der zu Thal gehenden Wagen für die Arbeitsleistung voll ausgenutzt wird. Bei dem Beginn der Bergfahrt macht sich übrigens das etwas plötzlich erfolgende Anziehen des Wagens unangenehm fühlbar, was wohl nur unter vermehrter Seilabnutzung durch allmähliches Schliessen der Greiferklaue zu vermeiden sein dürfte.

Die Eröffnung dieser Bahnlinie erfolgte am 29. Mai 1884, der Erbauer ist der Ingenieur Eppelsheimer aus Kaiserslautern, welcher auch die entsprechenden amerikanischen Ausführungen geleitet hat.

K.

(Centralblatt der Bauverwaltung 1884 No. 24.)

#### Pfostenbahn mit nur einer Schiene.

Auf der Hochebene von Oran wurde im vorigen Jahre durch Carpentier eine Pfostenbahn mit nur einer Schiene ausgeführt, wie solche bereits mehrere in Algier bestehen. Die Fahrzeuge haben zwei hinter einander gesetzte Räder mit doppelten seitlichen Spurkränzen und hängen zu beiden Seiten der Fahrschienen herab, ähnlich der »Einschienenbahn von Le Roy-Stone« (siehe Organ 1877 S. 88). Eingehende Beschreibung mit Abbild. enthält: Revue industrielle 1884 S. 103—105.

K.

## T u n n e l b a u .

### Der Severn-Tunnel.

(Hierzu Fig. 9 auf Taf. XV.)

Um die Unbequemlichkeiten zu beseitigen, welche der Verbindung zwischen England und Süd-Wales aus der Kreuzung der Severn-Mündung nördlich von Bristol durch den 12,1<sup>m</sup> betragenden Fluthwechsel erwachsen, beantragte die Great Western Railway-Gesellschaft 1872 die Genehmigung der Erbauung eines Tunnels unter dem Flusse, und der Bau wurde März 1873 begonnen. Man senkte zunächst Schächte ab, und trieb den Richtstollen durch, ohne auf erhebliche Hindernisse zu stossen, bis bei der Herstellung des Durchschlages auf der letzten 120<sup>m</sup> langen Strecke am 16. October 1879 eine Wasserader in dem Richtstollen getroffen wurde, welcher sich von dem bei Sudbrook unmittelbar am Ufer von Wales abgesenkten Schachte aus landwärts erstrecken sollte, so dass die ganze Strecke unter dem Flusse unter Wasser gesetzt wurde.

Sir J. Hawkshaw, welcher bis dahin berathender Ingenieur war, wurde nun an die Spitze des Unternehmens gestellt in Verbindung mit dem Ingenieur Richardson, und es wurde ein Vertrag über die ganze Fertigstellung mit dem Unternehmer T. A. Walker abgeschlossen, welcher das Werk in den letzten 5 Jahren nahezu völlig vollendet hat.

Die Baustelle liegt 0,8 km südlich von der alten Fähr zwischen New Passage und Portskewett, wo die Mündung eine Breite von 3,6 km hat. Die Ebbe legt über  $\frac{2}{3}$  der Breite trocken, das Eintreten der Fluth erzeugt Geschwindigkeiten bis zu 5,7<sup>m</sup> in der Secunde. In dem aus Fels und Schiefer bestehenden Bette finden sich drei vertiefte Rinnen, von denen die tiefste »the Shoots« 800<sup>m</sup> vom Nordufer (Wales) entfernt ist, und 500<sup>m</sup> Breite, 19,1<sup>m</sup> Tiefe bei Ebbe und bis zu 30,5<sup>m</sup> Tiefe bei Fluth hat. Unter dem jetzigen Bette finden sich horizontale Lagen von Trias-Mergeln und Sandsteinen, welche auf stark fallenden Schichten der Kohlenformation, Sandstein und Schiefer ruhen.

Am englischen (südlichen) Ufer erstreckt sich ein ebener Landstrich 4,8 km bis zu einer plötzlichen Erhebung von Trias-schichten, welche auf kohlenhaltigem Kalksteine ruht. Der ganze Landstrich liegt 2,7<sup>m</sup> unter der höchsten Springfluth, ist aber durch einen Seedeich vor Ueberfluthung geschützt, und seine ganze Oberfläche ist über der unregelmässigen Mergelunterlage mit einer Schicht von Alluvium bedeckt, welche an einigen Stellen Torf auf Sand und Kiesbetten enthält. Die Felsen im trockenen Ebbebette sind Trias-Mergel und Sandsteine nebst einem Dolomit-Conglomerate, welches mit wechseln-

der Stärke die Basis der Triasschichten bildet. Das Conglomerat besteht aus meist nur 1<sup>m</sup> starkem Lager von runden Geröllstücken mit einem so festen Bindemittel, dass dieses Lager stellenweise als Riff aus den übrigen abgewaschenen Schichten vorragt. Am Nordufer steigt ein niedriges Riff von Triasmergeln 9,2<sup>m</sup> über Hochwasser, dessen Oberfläche bis zum Tunnelende mit Sand und Kies bedeckt ist. Eine Einsenkung am Ufer enthält Alluvium, welches zum Absenken eines Schachtes benutzt wurde. Vor dem Tunnelende liegt eine der am englischen Ufer ähnliche Alluvialebene. Besonders zu bemerken ist die kohlenführende Kalksteinschicht, welche in der Station und dem Dorfe Portskewett 510<sup>m</sup> von der Tunnelachse zu Tage tritt, und sich in einem hohen Landstriche nach Nordwesten zieht. Diese Schicht enthält wie die meisten Kalksteine viele unterirdische Wasserzüge.

Der Tunnel selbst durchschneidet im grössern Theile seiner Länge fast horizontal gelagerten Triasmergel, welche stark zerklüftet sind und in der Nähe des Südufers (Tunnel-Ostende) viel Wasser durchlassen. Im Einzelnen wird am Südufer zuerst ein Kiesbett durchfahren, dann das Lager der Triasschichten, bis 1,5 km ausserhalb des Seedeiches in einer plötzlichen Verwerfung die Kohlenschiefer und Kohlendsteinsteine erreicht werden, welche unter der tiefsten Rinne liegen, und namentlich im Penant-Sandsteine durch in vielen Risse der nur 13,6<sup>m</sup> starken Tunneldecke viel Wasser durchlassen. Auch unter dem Ufer von Wales bleibt der Tunnel noch 400<sup>m</sup> in der Kohlenformation und durchfährt trockene rothe Schiefer und Sandsteine, dann geht er wieder in die Conglomeratschicht über, welche am meisten Schwierigkeiten verursacht hat. Im mittleren Schachte wurde sie in 7,9<sup>m</sup> Mächtigkeit angetroffen und gab grosse Wassermassen. Dann geht der Tunnel wieder in Triasmergel über, welche er bis zum Westende nicht mehr verlässt.

Der Tunnel wird von Portal zu Portal 7012,5<sup>m</sup> lang; nach dem ursprünglich genehmigten Entwurfe sollte die Länge 7308<sup>m</sup> betragen, später wurde die angegebene Verkürzung genehmigt, um aus dem vermehrten Voreinschnitte das Material zur Erweiterung der Station Rogiett in den Fluss zu gewinnen, in welcher sich die Tunnellinie mit der Süd-Wales Eisenbahn vereinigt.

Eine andere wichtige Aenderung, welche Sir Hawkshaw bei seinem Eintritte 1879 befürwortete, besteht in der Tieferlegung des Tunnels um 4,55<sup>m</sup> zur Verstärkung der Decke. Ursprünglich lag der Scheitel des Tunnelsattels 9,05<sup>m</sup> unter dem tiefsten Punkte der Rinne »the Shoots«, dieses Maass ist nun auf 13,6<sup>m</sup> erhöht, und es werden so von der 240<sup>m</sup> langen horizontalen Sattelstrecke Steigungen von 1:100 nach dem englischen und von 1:90 nach dem walisischen Ufer erforderlich; letztere stärkere Steigung wurde behufs Verminderung der Voreinschnittsmassen gewählt, und sie ist um so unbedenklicher, als fast aller schwere Verkehr von Wales nach England geht. Die Rampe 1:90 liegt schon beinahe ganz im Ufer, also wird die Tunneldecke beinahe in der ganzen Ausdehnung des Flussbettes um dies angegebene Maass verstärkt bleiben.

Bereits vor der Vertiefung war vom Pumpwerke in Sudbrook aus ein nach dem tiefsten Punkte des Tunnels hin an-

steigender Entwässerungsstollen vorgetrieben, welcher nun durch einen neuen entsprechend tiefer liegenden ersetzt werden musste. Dieser wurde kreisrund, 1,51<sup>m</sup> weit, 34 cm stark, in Backstein ausgewölbt. (Vergl. Fig. 9 Taf. XV.)

Der Tunnel hat zweigleisiges Profil und ist durchweg in Backstein ausgewölbt; der Scheitel hat ein Halbkreisgewölbe von 3,93<sup>m</sup> Radius, an welches gekrümmte Widerlager und unten eine gewölbte Sohle anschliessen.

Nach dem Vertrage sollte die Ausmauerung 68 cm stark sein, jedoch wurde unter den Rinnen, »the Shoots« und »Salmon Pool«, sowie an andern besonders gefährdeten Stellen eine Verstärkung auf 91 cm im Scheitel und in den Wänden vorgenommen; an einigen Stellen wurde die Sohle auf 55 cm bzw. 45 cm verschwächt.

Die verwendeten Klinker wurden während der Ausführung fortlaufend auf einer hydraulischen Presse untersucht und sind sämtlich aus dem Kohlenschiefer geformt, welcher sich auch im Tunnel vorfand. Der Unternehmer errichtete daher Mühlen, Trockenschuppen und Brennöfen auf der Baustelle und gewann wöchentlich 150000 bis 170000 Stück aus dem ausgebrochenen Materiale. Die stärkste Wochenleistung war 1530 cbm Mauerwerk aus 660000 Steinen.

Der Mörtel hatte die Mischung 1 Th. Cement auf 2 Th. Sand. Besonders starke Quellen wurden durch in das Mauerwerk gesetzte Röhren gefasst, von denen einige später verkeilt wurden; andere fliessen heute noch. Die stärkste dieser Röhren war 15 cm weit und lieferte einen vollen Wasserstrahl unter hohem Drucke. Wenn der Wasserandrang nicht aus bestimmten Quellen, sondern aus grossen quelligen Flächen erfolgte, wie fast stets im Mergel, so konnte meist erst dann Mauerwerk eingebracht werden, wenn die Flächen mit einer doppelten Lage von Dachfilz bedeckt waren. Durch solche Nebenarbeiten wurde der Zeitaufwand für die Ausführung des Mauerwerks mehr als verdreifacht gegenüber einem trockenen Tunnel.

Unter den eingetretenen Erschwernissen der Ausführung steht der Kampf mit dem Wasser oben an. Vor 1879 genügten zwei Plungerpumpen mit 65 cm, eine mit 45 cm Durchmesser, und eine Kolbenaugpumpe mit 37,5 cm Durchmesser in Sudbrook um 3100<sup>m</sup> Richtstollen nach der Flussseite und 325<sup>m</sup> nach der Landseite trocken zu halten. Dieser letztere Theil durchfuhr ganz trockenen rothen Schiefer mit wenigen Sandfelsadern, welcher zu Ziegeln verarbeitet wurde. Am 16. October 1879 brach aber 325<sup>m</sup> vom Schachte in Sudbrook entfernt unter dem Ufer plötzlich eine Seitenwand ein, und ein Wasserstrom von 2,2<sup>m</sup> Breite und mehr als 30 cm tief strömte auf dem Gefälle des Stollens (1:100) hinab, und überfluthete die ganze Flussstrecke, da die Pumpen ihm nicht gewachsen waren. Wie oben gesagt, wurde die Arbeit nun an T. A. Walker vergeben, und es begannen Versuche das Wasser zu stopfen. Eichene Schilder wurden im Pumpschachte niedergelassen und durch Taucher vor den Oeffnungen des Richtstollens befestigt; die Pumpen waren nun im Stande den Wasserspiegel bis unter diese Oeffnungen und 9<sup>m</sup> über die Schachtsohle zu senken. Weiter versuchten die Taucher nun eine Thür zu schliessen, welche sich etwa 300<sup>m</sup> vom Schachte entfernt im Richtstollen unter dem Flussbette befand, um das diesem zufließende Wasser zu-

nächst abzuschliessen. Die Taucher konnten jedoch diese Stelle mit dem gewöhnlichen Anzuge nicht erreichen, bis, es einem Freiwilligen gelang im Fleuss's Anzuge hinreichend vorzudringen, und mit einem Zeitaufwande von 1 Stunde und 25 Minuten, während dessen er von der Aussenwelt vollkommen abgeschnitten war, die Thür zu schliessen. Gleichzeitig wurde ein Thürrahmen für den die Quelle enthaltenden Land-Stollen hergestellt, und nach Einsetzung in denselben gleichfalls durch eine Thür geschlossen, welche nun das zuströmende Quellwasser im Stollen einschloss. Nach dem Ausbruch waren alle Quellen und Brunnen der Gegend versiegt, und der Fluss Nedern, dessen Wasser sich vielfach in Spalten des Kalkgebirges verliert, wurde beinahe trocken. Nach Einsetzung der Thür in den Stollen stellte sich bald überall der alte Wasserstand her. Das abgeschlossene Wasser liess man unberührt bis zum 30. Mai 1883 an welchem Tage ein zweiter Pumpschacht in Sudbrook mit 3 neuen Pumpen fertig gestellt war; diese waren im Stande das ganze Wasser, in einer Menge von 27,25 cbm in der Minute zu bewältigen. Der alte Stollen wurde nun trocken gelegt, wobei sich zwei Niederbrüche, einer von 12,2<sup>m</sup> Höhe über dem Stollen, vorfanden, deren Trümmer beseitigt werden mussten. Ein neuer Sohlenstollen unter dem alten wurde im trockenen Felsen vorgetrieben bis zu einem Punkte etwa 90<sup>m</sup> jenseits der eingesetzten Thür und 90<sup>m</sup> vor dem alten Wasserbruche. Hier brach das Wasser diesmal von unten mit solcher Gewalt ein, dass der ganze Tunnel zum zweiten Male bis 28,7<sup>m</sup> unter H. W. überfluthet wurde, erst in dieser Höhe vermochten die Pumpen das Wasser zu halten, und der Zufluss wurde auf 122,6 cbm in der Minute geschätzt. Die andauernd arbeitenden Pumpen senkten bei 50 cbm Leistung pro Minute den Wasserspiegel während drei Wochen langsam, zuletzt jedoch nur noch 17,5 cm in 24 Stunden. Der alte, wie der neue Stollen war mit einer Abschlussthür versehen worden; die im alten Stollen hatten die Arbeiter noch schliessen können, im neuen war das durch den Wasserandrang verhindert. Der Taucher Lambert, welcher schon früher die Thür unter dem Severn geschlossen hatte, übernahm auch diese Arbeit, welche ihn 137<sup>m</sup> in den Stollen führte mit Erfolg in gewöhnlichem Taucheranzuge, indem zwei andere Taucher die Freihaltung seines Luftrohres besorgten.

Der Spiegel sank nun schnell ab, und als der Tunnel wieder zugänglich war, begann man eine Quermauer 80<sup>m</sup> vom Pumpschachte, welche 4,55<sup>m</sup> Dicke erhielt, und man füllte dann die ganze Tunnelstrecke wieder aus. In die Blockirung wurde eine eiserne Thür nebst zwei Rohren von 30,5 cm Durchmesser mit Schieberventilen eingesetzt. Weiter rückwärts werden nun noch drei neue Pumpen in einen Förderschacht in Sudbrook eingesetzt, welche die Leistungsfähigkeit auf 122,6 cbm in einer Minute erhöhen, und dann wird es möglich sein die mächtigen Quellen zu überwinden. Der vermehrte Andrang im unteren Stollen erklärt sich wahrscheinlich aus dem Vorhandensein erheblicher Wassermassen in den Felsklüften zwischen dem Niveau des alten und des neuen Stollens. Ist diese Annahme richtig, so würde anhaltendes Pumpen den Andrang im untern Stollen auf den früher im obern beobachteten verringert haben.

Nach der Ueberfluthung von 1879 müssen auch nahe der englischen Küste am andern Tunnelende Niederbrüche erfolgt

sein, welche man jedoch nicht bemerkte, da die Stollenzimmerung nicht zusammengedrückt wurde. Die Ausmauerung schritt hier vom Seedeichschachte aus schnell vor, bis am 29. April 1881 auch hier plötzlich ein heftiger Wassereinbruch erfolgte, welcher das Werk überfluthete. Man fand über dieser Stelle im Salmon Pool ein Loch im Mergel von 4,85<sup>m</sup> auf 3,05<sup>m</sup>, dessen Seiten nach angestellten Peilungen überhingen, und welches bis auf geringe Tiefe mit grossen Mergelblöcken gefüllt war. Man füllte dieses Loch mit Thonschlag, und packte einen Haufen Thonschlag in Säcken darauf. Der Durchschlag war damals noch nicht erfolgt, so dass diese Ueberfluthung auf das Ostende des Stollens beschränkt blieb. Nach der angegebenen Eindichtung genügten die vorhandenen Pumpen, um das Wasser zu bewältigen. Ein ähnlicher Niederbruch wurde bald darauf gefunden, welcher 7,0<sup>m</sup> hoch war und bis etwa 6<sup>m</sup> unter die Flusssohle reichte; die Höhlung wurde ausgezimmert und nach Maassgabe des Tunnelfortschrittes ganz in Klinkern und Cement ausgemauert.

Bedeutende Wassermengen traf man am Westende landeinwärts von Sudbrook, sowohl in dem Conglomeratlager unter dem Mergel, wie noch weiter westlich in den unteren Mergelschichten, doch erfolgten keine plötzlichen Wassereinbrüche. Gleichwohl wurden auch die Schächte westlich von Sudbrook in Folge von Betriebsstörungen an den Pumpen wiederholt überfluthet. Trocken waren nur die tiefsten Tunneltheile im festen Triassandsteine und Kohlschiefer, sowie das Westende in den obern Mergelschichten.

Die Lösung des Erdreichs. Am Ostende bedurfte man in dem losen Kiese zuerst starker Verzimmerung, später jedoch musste, abgesehen von einer kurzen Strecke weichen Kohlschiefers, alles gesprengt werden. Das Bohren erfolgte zum Theil mit der Hand, zum Theil mit comprimierter Luft durch Maschinen, welche die Great Western Eisenbahn-Gesellschaft selbst in Swindon erbaut hatte, und welche 1879 an Walker übergingen, welcher daneben auch andere einstellte. Sie arbeiten schnell; bedürfen aber sehr vieler Reparatur, ein Uebelstand der namentlich der Darlington-Maschine nicht anhaftete. Als Sprengmittel wurde Torrit dem Dynamite vorgezogen, weil seine Gase sich als weniger schädlich erwiesen; der Verbrauch stieg bis zu 2720 kg wöchentlich. Die grösste Leistung an Aushub betrug rund 2800 cbm in einer Woche.

Der erst begonnene Stollen sollte Sohlstollen sein, kam aber später durch die Vertiefung und die Aenderung der Rampen unregelmässig in das Profil zu liegen, und man musste fast auf die ganze Länge einen zweiten Sohlstollen durchtreiben. Aufbrüche wurden in Abständen von 40<sup>m</sup> bis 100<sup>m</sup> angeordnet, und Auszimmerung wurde fast in jeder Länge an mehreren Stellen nöthig. nur der Penant-Sandstein, das Dolomit-Conglomerat und der Triassandstein standen streckenweise ohne Zimmerung; am meisten drückten Kies und Schiefer.

Vier Dampf-Excavatoren arbeiten jetzt in dem 604 000 cbm haltenden Voreinschnitte am Ostende in Kies und Alluvium. Am Westende liegt der Einschnitt im Alluvium und Triassandstein; dieser ist beinahe beendet. Die Einschnitte sind, soweit ihr Rand unter H. W. liegt, mit Schutzdeichen versehen.

Die Pumpen. Im Ganzen sind 19 Pumpen in Thätig-

keit; von ihnen stehen 8 in den Schächten von Sudbrook mit 130 cbm Leistung in der Minute, 4 im Middle-Schacht mit 44 cbm, 3 im Marsh-Schacht mit 12 cbm und weitere 4 mit 23 cbm sind an andern Stellen einzeln vertheilt; im Ganzen können also 209 cbm in der Minute gehoben werden, die tatsächliche Leistung beträgt jetzt jedoch nur 86 cbm. Jede Pumpe hat vier Schlagventile aus Kanonenmetall, welche sich gut bewähren.

Die Schächte. Auf der ganzen Länge des Tunnels sind 7 Angriffstellen abgeteuft, eine an jedem Mundloche und fünf dazwischen. Der grösste Abstand zwischen zwei Schächten ist der unter dem Severn vom Seedeiche bis Sudbrook und beträgt 3700<sup>m</sup>, die übrigen stehen 500<sup>m</sup> bis 800<sup>m</sup> von einander. Die ursprünglich als solche angelegte Schächte befinden sich seitwärts vom Tunnel, und sind mittelst Durchlässen mit diesem verbunden, welche durch Schieber verschlossen werden können, um die Schächte besteigbar zu halten wenn eine Reparatur an den Pumpen nöthig ist. Die Förderschächte sind von den Pumpschächten meist getrennt, jedoch haben in ursprünglich als Förderschächte gebaute später Pumpen eingesetzt werden müssen. Zweck und Anordnung der Schächte zeigt die nachstehende Tabelle.

	O r t	Z w e c k	Durchmesser m	Tiefe m
1	Green lane . .	Pumpen und Fördern	3,05	22,3
2	Seedeich . . .	Fördern	5,45	29,0
	" . . .	Pumpen	4,55	32,7
3	Sudbrook . . .	Fördern	5,45	58,7
	" . . .	Pumpen und Fördern	4,55	61,0
	" . . .	Pumpen	5,45	62,0
	" . . .	"	3,63	66,5
4	Middle-Schacht .	Fördern	4,55	45,5
	"	Pumpen	4,55	47,0
5	Marsh-Schacht .	Fördern und Pumpen	4,55	31,7
6	Hill-Schacht . .	" " "	4,55	26,0
7	West-Mundloch .	" " "	3,05×5,45	21,5

Abgesehen von dem Schachte am Westmundloche sind alle in Klinkern und Cement ausgekleidet; nur der definitive Pumpschacht in Sudbrook hat gusseiserne Cylinderwandung.

Die Stollen wurden 2,12<sup>m</sup> bis 2,72<sup>m</sup> im Quadrate weit angelegt.

Die Ventilation wurde im Richtstollen durch die Bohrmaschinen geleistet, welche in einigen Fällen durch weitere Rohre in dieser Beziehung unterstützt wurden. Nach dem Durchschlage wurde in Sudbrook ein Sauger von 5,45<sup>m</sup> Durchmesser und 2,12<sup>m</sup> Tiefe aufgestellt, welcher von einer 10 pferdigen Maschine betrieben wird, und die Lüftung in ausreichender Weise leistet.

In den überirdischen Anlagen wie an den Stellen wo eingewölbt ist, wird die Erleuchtung durch elektrisches Bogenlicht erzielt. Lampen von 2000 Kerzen hängen im fertigen Tunnel in Abständen von etwa 200<sup>m</sup>, und man hat so eine der Hauptursachen der Verunreinigung der Luft beseitigt.

(Engineering 1884 II. S. 209 mit Abbildung.) B.

**Profil des Severn-Tunnels.**

Der Unternehmer Mr. Walker theilt zugleich mit dem in Fig. 34 dargestellten Profile des Tunnels die Hauptdimensionen der Pumpen mit,

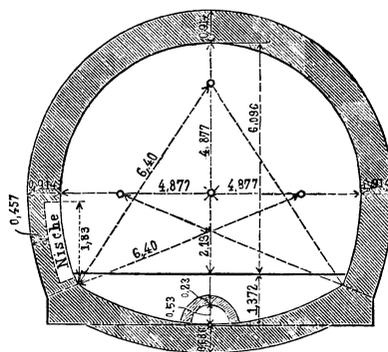
welche täglich 2 Millionen Cubikm. Wasser zu bewältigen haben.

Im Laufe der nun schon beinahe 12 Jahre dauernden Arbeit ist für die 3000 Arbeiter und deren Familien vom Unternehmer eine kleine Stadt gebaut, welche mit Kirche und Schulen versehen ist.

Vor kurzem brannte die erst errichtete Kirche ab, und wurde binnen 3 Wochen durch eine neue massive für 1200 Besucher ersetzt.

(Engineer 1884 II. S. 243.) B.

Fig. 34.



**U n t e r b a u .**

**Neue Niagara-Fall-Eisenbahn-Brücke.**

In neuerer Zeit sind die zuerst in Deutschland in grössem Maassstabe durchgeführten continuirlichen Gelenkträger für Brücken (Zeitschr. d. Hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. 1877 S. 639, 1875 S. 167) in England (Firth of Forth) und Amerika namentlich in solchen Fällen mit Vorliebe verwendet worden, wo sehr weite Oeffnungen ohne die Möglichkeit der Einsetzung auch nur provisorischer Stützen überbrückt werden mussten. Die neuesten Bauwerke der Art in Amerika sind so zu sagen Zwillinge: die Fraser-River-Brücke bei Lytton in der Canadian-Pacific-Eisenbahn (vergl. Engineering 1884 II. S. 219) und die oben genannte Brücke, beide nach Entwürfen des Ingenieurs C. C. Schneider erbaut. Bis auf gewisse Details (steinerne und eiserne gegliederte Pfeiler, einfaches und doppeltes System der

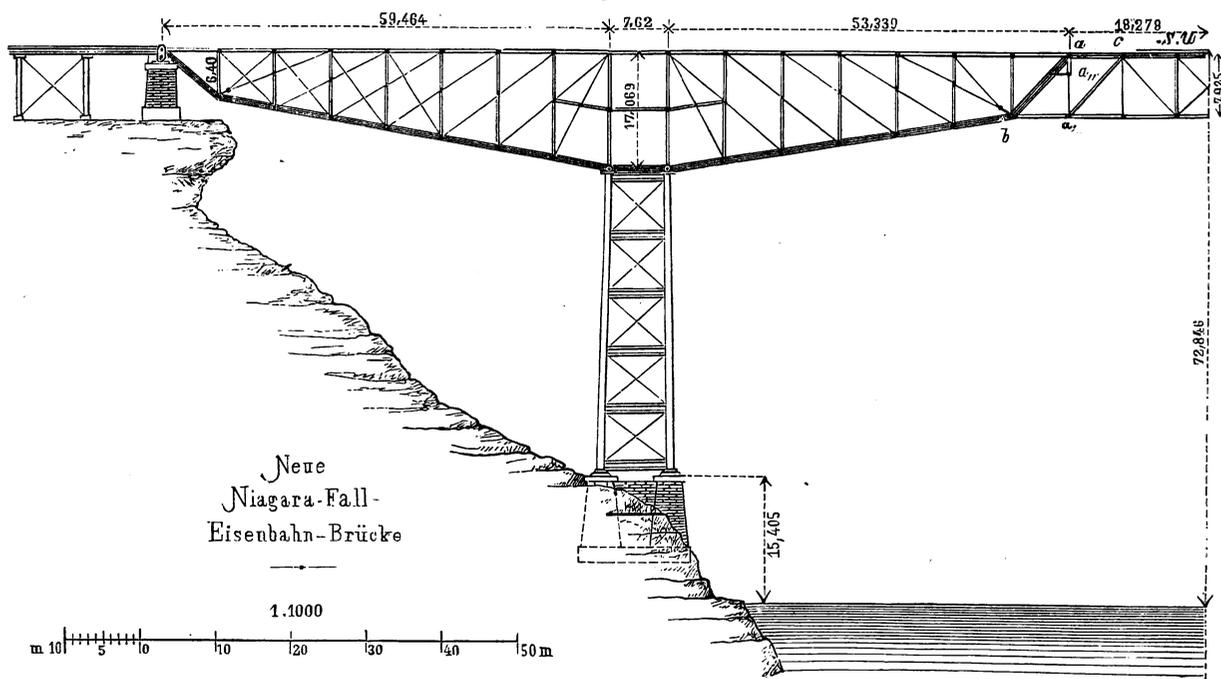
Wandglieder) sind beide übereinstimmend behandelt, es soll daher nur letztere hier kurz beschrieben werden. Sie ist im Auftrage der Niagara River Bridge Company durch die Central-Bridge Company, Buffalo, in der ausserordentlich kurzen Zeit von 8 Monaten fertig aufgestellt. Auf den untersten Bänken der Felsufer der Niagara-Stromschnellen unterhalb der Fälle, wo das Einbringen irgend einer Stütze in den Fluss undenkbar ist, sind auf massiven Unterbauten die Pfeiler aus je 4 Stahlstielen von Kastenquerschnitt mit Quersteifen und Verkreuzung errichtet, und jeder derselben unterstützt die beiden in die Mittelöffnungen ragenden Hauptträger in zwei Knoten der untern Gurtung nahe der Trägermitte. Das etwas längere Landende (vergl. Fig. 35) dieser Kragträger wurde zuerst auf leichtem Gerüste, zwischen dem massiven Endauflager und dem Ufer-

pfeiler montirt, sodann stellte man den Kragarm her indem ohne Rüstung Feld für Feld im Dreiecksverbande seiner Glieder vorgesetzt wurde; auch der Schlussträger in der Mitte ist so angeordnet und derart mit den Consolen verbunden, dass auch bei ihm das Prinzip des freien Vorkragens durchgeführt werden konnte.

Die Lagerungen sind in folgender Weise durchgeführt. Das Endauflager hat hohe Stelzen mit 2 Bolzen erhalten, welche auf Gusschuhen des Steinpfeilers stehen; der obere Stelzenbolzen ist zugleich der Gelenkbolzen des Schnabelknotens, am untern Stelzenbolzen greifen die in den massiven Pfeiler hinabreichenden Ankerbolzen an, welche den Träger bei voller Belastung des Kragarmes und des Mittelträgers mittelst des Mauergewichtes niederzuhalten haben. Da bei der genannten Belastungsart unter den vorliegenden Verhältnissen wirklich Auflagerzug entsteht, so kann bei zugleich eintretender hoher

schaffen werden muss. Das Kragstück schliesst bei a mit einem spitzen Schnabel in der obern Gurtung ab, und an diesem ist der Schnabel des Trapezträgers der Mittelöffnung a, mittelst des Hängegliedes a a, aufgehängt, die Glieder a c und a, b sind im Trägersysteme daher überflüssig, und dienen nur zur Herstellung der Seitensteifigkeit. Vermuthlich weil die Anschluss-ebenen des Hängegliedes a a, in a und a, nicht dieselben sein konnten, ist das Glied durch ein Zwischengelenk a, getheilt, welches in fester Verbindung mit dem Schnabel des Kragstückes steht. Um nun aber die durch Einfügung der Glieder a c und a, b entstehende Unbestimmtheit in der Wirkung der Aufhängung aufzuheben, findet der Bolzen a, in dem Gliede b a, einen langen horizontalen Schlitz, in welchem er gleitet, wenn Temperaturveränderungen in den Trägern oder Einsenkungen in der Lagerung des Mittelträgers vor sich gehen. Als sehr wirksame Ursache für die letztere ist ausser den elastischen Durchbiegun-

Fig. 35.



Temperatur ein Abheben der Stelzen von den Sitzen eintreten, was dann ein Niederhämmern derselben beim Fortschritte der Last gegen das Auflager zur Folge haben muss. Da hierdurch zugleich die Einsenkungen am freien Ende des Kragstückes wesentlich erhöht werden, so ist diese im Prinzip nicht wohl zu vermeidende Art der Endauflagerung als ein Nachtheil des Systemes zu bezeichnen. Temperatur-Ausdehnungen kommen durch die Neigung der Stelzen zum Austrage, deren untere Bolzen in den Pfeilerschuhen fest gelagert sind.

Auf den Stielen der Uferpfeiler ist die untere Gurtung unverschieblich mittelst regelrechter Bolzenknoten gelagert, so dass hier Verdrehungen, nicht aber Verschiebungen eintreten können; diese Lager sind also als die festen anzusehen.

Am schwierigsten ist die Lagerung des Mittelträgers auf den Schnabel des Kragstückes, da hier für Durchbiegungen und Temperaturänderungen der Glieder freie Beweglichkeit für die Einwirkungen des Windes aber durchlaufende Steifigkeit ge-

gen der Träger, und dem Nachgeben der Endverankerungen noch die verschiedene Höhe der Stahlpfeiler bei verschiedenen Temperaturen an beiden Ufern aufzuführen. Dadurch, dass a, b für die Spannungen im Träger unwirksam gemacht ist, wird auch a c ausgeschaltet. Um nun aber in seitlicher Richtung gegen Winddruck die nöthige durchlaufende Steifigkeit zu schaffen, ist der Windverband durch den ganzen Kragträger über den Knoten b hinaus bis zu einer Windquersteife geführt, welche die geschlitzten Glieder b a, dicht vor dem Knoten a verbindet und mittelst ihrer Anschlussbleche zugleich eine steife obere und untere Verbindung der beiden [-Eisen dicht am Schlitz im Stege schafft, aus denen das Glied b a, besteht. An die Bolzen der Knoten a, schliesst gleichfalls eine Windsteife an, welche den Beginn des Windverbandes für den Mittelträger bildet. Diese beiden die Abschlüsse von einander unabhängiger Systeme von Winddiagonalen bildenden Steifen liegen von Mitte zu Mitte nur 46 cm von einander, und dieser Abstand ist be-

nutzt, um ein Windauflager für den Mittelträger in der Weise zu bilden, dass der Schnabel des letztern zwischen die beiden geschlitzten [-Eisen des Gliedes a, b eingesteckt ist, und zwischen ihnen gleitet.

Uebrigens bestehen die gezogenen Theile aus Flacheisen, die gedrückt in der Wand und den Querconstructionen aus [-Eisen, in den Gurtungen aus Platten und Γ-Eisen. Als Material ist für die schweren gedrückt Glieder (Uferstiele, untere Gurtung der Landträger, Vertikalen über den Pfeilern) Heerdstahl, für die gezogenen Schmiedeeisen verwendet. Gusseisen ist nur in den Schuhen für die Uferstiele und für die Pendel der Endlagerung verwendet.

In die Berechnung wurde ein Winddruck von 162 kg auf 1 qm eingeführt, welcher auf die doppelte Ansichtsfläche eines Hauptträgers, die Fahrbahn und einen Zug von 3,048<sup>m</sup> Höhe auf derselben wirkt.

Die hauptsächlichsten Maass- und Massenangaben sind folgende:

Länge zwischen den Stelzen . . . . .	227,40 <sup>m</sup>
Länge des Mittelträgers . . . . .	36,556 <sup>m</sup>
Länge jedes Landträgers . . . . .	120,422 <sup>m</sup>
Abstand der Hauptträger von Mitte zu Mitte . . . . .	8,534 <sup>m</sup>
Fussabstand der Pfeilertiefe quer zur Brücke . . . . .	18,472 <sup>m</sup>
Höhe der Träger über den Uferpfeilern . . . . .	17,069 <sup>m</sup>
« « « am Endauflager . . . . .	6,4 <sup>m</sup>
« « « am Mittelträger . . . . .	7,925 <sup>m</sup>
« « Querträger . . . . .	1,219 <sup>m</sup>
« « Schwellenträger . . . . .	0,762 <sup>m</sup>
Querschwellen (Eichen) in 0,457 Theilung . . . . .	23 × 23 cm
Schutz-Längsschwellen (Eichen) . . . . .	20 × 20 cm
Gesamtmasse an Stahl . . . . .	577,4 t
« « Schmiedeeisen . . . . .	1403,0 t
« « Gusseisen . . . . .	57,2 t
Beton in den Fundamenten . . . . .	109,83cbm
Mauerwerk in den Uferpfeilern . . . . .	3663 cbm
« « « Endankerpfeilern . . . . .	1177 cbm

(Railroad Gazette 1884 p. 178, 199, 216.) B.

**Brücken und Bahnschwellen aus Catalpa-Holz.**

Im Südwesten der Vereinigten Staaten ist jetzt das Catalpa-Holz zu Bahnzwecken — namentlich zu Brückenconstructionen und zu Bahnschwellen — in vielfacher Benutzung. Diese Holzart wächst sehr schnell und widersteht den atmosphärischen Einflüssen in ganz besonderem Maasse.

General Harrison von Indiana theilte in der landwirthschaftlichen Versammlung von Ohio mit, dass ein Fusssteg aus Catalpa-Holz über einen Fluss im Wabasch-Gebiete 100 Jahre seine Dienste gethan habe und noch keine Zeichen von Abgängigkeit zeige.

K.  
(Engineering vom 15. Aug. 1884.)

**Strassenunterführungen in den Anschlusslinien des neuen Centralbahnhofes Strassburg.**

Mit Ausnahme der in Haustein gewölbten Wallstrassenunterführungen sind eiserne Bogenträger mit einer Decke von Trägerwellblech und darauf ruhendem Kiesbett verwendet. Die

so vorgrösserte ruhende Last ist günstig für die Beanspruchung des Eisens, die Stösse der Fahrzeuge werden nur erheblich abgeschwächt auf die Eisenconstruction übertragen, das Geräusch der fahrenden Züge wird gedämpft, und man ist in dem Kiese frei in Bezug auf die Lage von Gleisen und Gleisverbindungen.

Die Hauptmaasse der Unterführungen zeigt folgende Tabelle:

Bezeichnung des Bauwerks.	Lichtweite m	Lichte Höhe im	
		Scheitel m	Kämpfer m
3 Unterführungen im Kehler Anschluss . . . . .	10,0	4,16	2,63
Schirmecker Strasse . . . . .	12,5	4,21	2,83
Unterführung am Kronenburger Thor:			
Hauptöffnung . . . . .	12,0	4,335	3,25
Fusswege . . . . .	2 mal 3,0	3,00	2,60
Unterführungen am Weissthurmtor:			
Hauptöffnung . . . . .	12,00	4,585	3,50
Fusswege . . . . .	2 mal 3,0	3,25	2,85

Die Constructionshöhe war wie in allen ähnlichen Fällen beschränkt, sie wurde auf 66,5 cm (18,5 cm Kiesbett, 36 cm Bogenhöhe bemessen. Um den nöthigen Querschnitt zu erhalten, ist der Bogen kastenförmig angeordnet, und die so entstehende grosse Quersteifigkeit gestattete den Diagonalverband auf die 2 Kämpferfelder jedes zweiten Bogenzwischenraumes zu beschränken. Der Anschluss der Kreuze liegt im Bogenobergurt. Die Mittellinie der Bögen ist eine Parabel, bei den grösseren Oeffnungen von 12,1<sup>m</sup> Sehne und 1,05<sup>m</sup> Pfeil, die Bogenhöhe wächst vom Scheitel nach den Kämpfern von 36 cm auf 46 cm. Für jedes Gleis sind 2 Hauptträger in 2,5<sup>m</sup> Abstand angeordnet.

Senkrecht zur Bogenebene erstrecken sich in 1,1<sup>m</sup> Abstand Querträger, deren Höhenlage so angeordnet ist, dass das unmittelbar auf die Querträger gelagerte Wellblech mit 1:30 auf die Widerlageroberkante entwässert. Die den Kämpfern zunächst liegenden 2 Querträger jeder Seite schliessen über den Bögen an und nehmen die Höhe zwischen Bogenoberkante und Wellblech ganz ein. Der nächste jeder Seite liegt halb über dem Bogen, halb stösst er gegen dessen Flanke, und die 6 mittleren sind mit allmählich nach dem Scheitel abnehmender Höhe innerhalb der Bogenhöhe an die Bogenflanken angeschlossen. Am Scheitel sind die Querträger so niedrig, dass das Wellblech oben bündig mit der Bogenoberkante liegt. Zwischen den Bogen-Untergurten liegt mit diesen gleich gekrümmt eine zweite schwache Wellblechdecke, welche das durch die Stütze der obern tropfende Wasser auffängt; diese Decke ist zur Vermeidung des Klirrens fest mit den Trägergurten und den versteifenden Querwinkeln vernietet. Im Scheitel liegt ein fest vernieteter Stoss, Gelenke finden sich nur an den Kämpfern, und zwar bestehen sie aus Stahlbolzen zwischen Gussplatten, von denen die untere in gewöhnlicher Weise auf Keile gelagert ist.

Während die obere Wellblechdecke auf die Widerlager und vermöge deren Abschrägung hinter sie entwässert, ist für die untere eine Sammelrinne unter die Kämpfer gehängt.

In der Aussenansicht ist die Construction durch einen gusseisernen Bogen mit Rankenornamenten in den Zwickeln und

gusseisernem Gesims abgeschlossen, welcher jedoch mittelst kurzer Querträger nur die Bettung neben dem letzten Gleise zu tragen hat.

Bei den mit besondern Fusswegen versehenen Unterführungen sind diese mittelst überwölbter Oeffnungen durch die aufgelösten Widerlager geführt. Der starke Pfeiler, wie das bis auf die unter Fusswege durchgeführte Betonsohle in Bruchstein gewölbte eigentliche Widerlager bilden mittelst dieser Sohle einen schweren Widerlagskörper. Die Betonsohle hat im hintersten Theile eine der untersten Schicht der Widerlagswölbung entsprechend geneigte Oberfläche erhalten. Um die Fusswegöffnungen nach beiden Seiten gleich und regelmässig gestalten zu können, ist auf der Aussenseite unter die innere Leibung der Widerlagswölbung eine schwache vertikale Blendmauer eingesetzt.

Der Durchschnittspreis der Construction für eine Ueberführung eines Gleises hat sich auf 10500 M. gestellt.

Der Entwurf hat im constructiven Theile Herrn Regierungsrath Dr. Zimmermann, im architectonischen Herrn Baumeister C. Braun zum Verfasser.

B.

(Centralblatt der Bauverwaltung 1884 S. 324.)

#### Lichtweiten der Eisenbahndurchlässe in Russland.

Nach einer Verfügung des Ministerium für Verkehrswege vom 26. Juni 1884 soll die dem Durchlasse zufließende Wassermasse u cbm bei einem Sammelgebiete  $\bar{\bar{L}}$  56 qkm nach der Köstlin'schen Formel  $u = A \cdot Q \cdot L$  berechnet werden. Darin ist  $A = 0,000016^m$ ,  $Q =$  der Fläche des Sammelgebietes in qm und  $L$  ein Coefficient, der folgender Tabelle zu entnehmen ist.

Längenausdehnung des Sammelgebietes

$\bar{\bar{L}}$  3,75 km 3,75—7,5 km 7,5—11,2 km 11,2—15,0 km 15—18,7 km

Coefficient L:

$\frac{1}{2}$        $\frac{3}{8} - \frac{1}{4}$        $\frac{1}{4} - \frac{3}{16}$        $\frac{3}{16} - \frac{1}{8}$        $\frac{1}{8} - \frac{1}{16}$ .

Die Durchflussgeschwindigkeit an der Sohle darf im Holzgerinne 6,1<sup>m</sup>, auf einem Sohlengewölbe 4,2<sup>m</sup>, auf Pflaster 2,1<sup>m</sup> in der Secunde höchstens betragen.

B.

(Centralblatt der Bauverwaltung 1884 S. 336.)

#### Localbahn von Gemünden nach Hammelburg.

Am 1. Juli 1884 wurde die erste bayerische eigentliche Localbahn zwischen Gemünden und Hammelburg eröffnet, deren Anlage zuerst auf Grund des Gesetzes vom 1. Februar 1880, jedoch später unter Berücksichtigung der neuern Grundsätze für Localbahnen bearbeitet wurde. Es wurden dem Projecte die Formen und Grundsätze einer Dampftrambahn zu Grunde gelegt, welche man nur in einzelnen Punkten verstärkte bzw. erweiterte. Diesem Gesichtspunkte entsprechend behielt man trotz normaler Spur den Aufriss einer Spur von 1<sup>m</sup> völlig bei, und änderte den Grundriss einer solchen nur soweit, als die Curvenradien durch die weitere Spur beeinflusst werden.

Um schwierige Kunstbauten zu vermeiden liess man die Trace völlig dem freilich stark gewundenen Thale der fränkischen Saale folgen. Von Gemünden folgt sie zunächst der Linie

nach Elm, um nicht das zwischen Main, Sinn und Saale liegende grosse Ueberschwemmungsbecken quer zu durchschneiden; da aber auch so dieser Zweck nicht völlig erreicht werden konnte, legte man das Planum 1,4<sup>m</sup> unter das höchste nur in langen Zwischenräumen eintretende Hochwasser, um diesem den Abfluss zu gestatten. Die Linie folgt dann dem im Buntsandsteine liegenden Saalethale. Eine grössere mitzubeneutzende Strasse findet sich nur auf kurze Strecken, man schloss daher die Trace den schmalen Vizinalwegen, ausserdem aber den Kulturgrenzen thunlichst an, um die theuern Ackerdurchscheidungen zu umgehen. Um sich auch in vertikalem Sinne dem Boden eng anzuschmiegen, scheute man verlorene Gefälle nicht, wobei die Gegensteigungen ohne zwischenliegende Horizontale mit 2000<sup>m</sup> Radius ausgerundet wurden. Die Maximalsteigungen sind nach Hammelburg (meist Leerfahrt) 25 ‰, nach Gemünden 16,7 ‰. Der kleinste Curvenradius beträgt 150<sup>m</sup> und gestattet noch den Uebergang von Güterwagen der Hauptbahn, jedoch treffen mit den Maximalsteigungen nur Radien von 200<sup>m</sup> an derselben Stelle zusammen. Der Widerstand beträgt somit nach v. Röckl auf der grössten Steigung in stärkster Krümmung 0,0343 bzw. 0,026 des Zuggewichtes.

Zwischen Gegenkrümmen sind 10<sup>m</sup> Gerade eingelegt. Die Kronenbreite ist 3,0<sup>m</sup>, alle Böschungen sind  $\frac{5}{4}$  fach. Die Höhenlage des Planum wurde zuerst auch im Saalethale unter dem höchsten Hochwasser angenommen, später aber unter geringer Kostenvermehrung auf die Höhe des Wasserstandes vom 24. November 1882 gehoben. Die Erdarbeiten waren trotz dieser Annahmen nicht ganz unerheblich, der höchste Damm hat 5<sup>m</sup> Höhe, der tiefste Einschnitt 4,4<sup>m</sup> Tiefe in der Bahnachse; der Dammfuss musste mehrfach durch ausgedehnte Steinpackungen gegen die Saale geschützt werden. Da wo Strasse und Bahn neben einander liegen, strebte man regelmässig mindestens die Böschungsfüsse, sonst Böschungsfuss und Kronenkante, beider zusammentreten zu lassen, um keine unbenutzbaren Terrainstreifen zwischen beiden erwerben zu müssen, jedoch ist dieser Grundsatz streckenweise zu Gunsten der Erhaltung theurer Alleebäume verlassen, welche bei den Vorarbeiten mit eingemessen waren. Unter Umständen weicht die Trace sogar einzelnen besonders werthvollen Obstbäumen aus. So wurden auch einige Fischteiche durch Einlegung mehrerer Gegencurven von 150<sup>m</sup> Radius vermieden.

Bezüglich der Kunstbauten wurde auch grösste Billigkeit, dann aber unveränderte Belassung aller Vorfluthverhältnisse zur Vermeidung aller Entschädigungen im Auge behalten. Ganz kleine Durchlässe erhielten Cementrohre, bei grösseren kamen Plattendurchlässe mit rauhen Platten zur Verwendung. An vielen Stellen wurden wegen der durchweg beschränkten Constructionshöhe offene Durchlässe verwendet. Auch Quader sind vermieden, Gewölbe wurden in Bruchstein und selbst die Gesimse in rauhen Steinen ausgeführt. Dafür erhielten aber alle wichtigern Mauerkörper besten Cementmörtel mit wenig Sandzusatz.

Für Eisenconstructions kamen Walzträger bis zu 9<sup>m</sup> Weite als Zwillingsträger im allgemeinen mit aufgelegten Holzschwellen in ausgedehntestem Maasse zur Verwendung. Die in den Zwillingsträgern liegenden hölzernen Langschwellen sind behufs

Einrichtung der Schienen in engen Grenzen durch zu beiden Seiten eingelegte Holzkeile seitlich verschieblich gemacht.

Die Bauwerke sind durchweg trocken auf den hoch anstehenden Fels gesetzt, und sie bestehen abgesehen von den

Auflagerquadern aus Bruchstein, doch sind die Ecken zum Schutz gegen Hochwasser mit eisernen Schienen armirt. Für die grössern Eisenconstructions sind mehrfach anderweit frei gewordene alte Träger verwendet. B.

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

#### Oberbau der Localbahn von Gemünden nach Hammelburg.

(Hierzu Fig. 4—12 auf Taf. XIII.)

Der Oberbau erhielt der auf die Dauer geringern Unterhaltung wegen eiserne Langschwelen, welche bei den geringen Geschwindigkeiten genügenden Querverband leicht gestatten, und die Vorbedingung sichern Untergrundes auf den niedrigen Dämmen hier erfüllt fanden. Da nur Güterwagen der Hauptbahnen auf der Strecke laufen, so wurde der Oberbau auf deren Maximalgewicht mit 4,25 t für 1 Rad oder 17 t für den Wagen eingerichtet, zur Sicherheit jedoch 5 t Radlast berechnet. Der Oberbau ist in Fig. 7—12 auf Taf. XIII dargestellt.

Die Langschwelen zeigen Vautherinprofil mit dreieckigen Fussansätzen, und haben oben den Schienenfuss umschliessende Nasen, müssen also für die Curven gebogen werden. Sie sind wie die Schienen 9<sup>m</sup> lang, und erhalten starke im Innenraume liegende Laschen. Die Stösse beider sind rund 46 cm gegen einander versetzt, die der Schienen haben kräftige Winkel-laschen. Die Schienen sind mittelst Klemmplättchen und Schrauben befestigt, die Spurweite und Schienenneigung werden durch Spurstangen gehalten, von denen 3 auf jede Schiene in der Geraden und in Curven mit Radien > 200<sup>m</sup>, und 5 auf jede Schiene in Curven mit Radien ≤ 200<sup>m</sup> kommen; sonstige Querverbindungen sind auch an den Stössen nicht vorhanden. Das ganze Gewicht des Oberbaues beträgt 79,81 kg für 1 lfd. Meter, der Schienenquerschnitt ist 24,45 qcm, der Schwerpunkt liegt bei 10,2 cm Schienenhöhe 5,45 cm über dem Fusse, und das Widerstandsmoment in cm beträgt 61,7 für die neue, 58,0 für die 6<sup>mm</sup> abgenutzte Schiene. Die Langschwelle hat 21,37 qcm Querschnitt, die beiden Schienenlaschen haben 27,1 qcm, die Schwellenlasche hat 19,75 qcm. Die Widerstandsmomente in cm sind 19,1, 30,8 und 12,7. Sonstige Angaben finden sich in den nachstehenden Tabellen.

#### Gewichtstabelle.

9,006 lfd. Meter Gleis erfordern ein Gewicht von:

- a. 18 lfd. Meter Schienen à 18,855 kg . = 339,390 kg
- b. 2 äussere Schienen-Laschen à 4,107 kg = 8,214 <
- c. 2 innere < à 4,133 kg = 8,266 <

zusammen Schienen und Laschen 355,870 kg

Somit A pro lfd. Met. Gleis an Schienen und

Laschen . . . . . 39,515 <

- d. 17,96 lfd. Meter Schwellen à 16,606 kg = 298,244 kg
- e. 2 Schwellenlaschen à 8,312 kg . . . = 16,624 <

zusammen Schwellen und Laschen 314,868 kg

Somit B pro lfd. Met. Gleis an Schwellen und

Laschen . . . . . 34,962 <

- f. 4 Spurbolzen mit Zubehör à 5,401 kg . = 21,604 kg
- g. 52 Schienenbefestigungsplättchen mit Fixierungsplättchen für die Mutter des Schienenbefestigungsbolzens à 0,228 kg = 11,856 <
- h. 36 kl. Schienenbefestigungsb. à 0,171 < = 6,156 <
- i. 16 grosse < à 0,209 < = 3,344 <
- k. 8 Laschenbolzen mit Mutterfixierungsplättchen à 0,232 kg . . . . . = 1,856 <
- l. 4 Kopfwinkel mit je 2 Nietköpfen à 0,804 kg . . . . . = 3,216 <

zusammen Kleineisenzeug 48,032 kg

Somit C pro lfd. Met. Gleise an Kleineisenzeug 5,333 <

#### Zusammenstellung.

- A. Schienen mit Laschen . . . . 39,515 kg
- B. Schwelen mit Laschen . . . . 34,962 <
- C. Kleineisenzeug . . . . . 5,333 <

Ein lfd. Met. Gleis wiegt . . 79,810 kg

#### Inanspruchnahme des Systems (nach Winkler):

Schiene	Bettungs-Coefficient C	k.l==	A	Druck auf die Bettung p = kg pro qcm	Ein-senkung y = cm	Inanspruchnahme in kg pro qcm der	
						Schiene	Schwelle
neu abge-nutzt	4	1,671	9,448	1,397	0,350	1283	983
	15,81	2,356	6,701	1,970	0,125	910	697
	13,94	2,356	6,916	1,970	0,141	937	791

$$\text{Zulässige Freilage } l = \frac{W a}{0,188 g}$$

bei α	des ganzen Systems		der Schienen allein	
	neu	abgenutzt	neu	abgenutzt
1000	85 cm	81 cm	54 cm	51 cm
1200	102 "	97 "	65 "	61 "

Die Unterbettung besteht aus zwei Koffern von Kleinschlag bzw. Mainkies und ist mit dem mittleren Erdkörper in Abständen von 3<sup>m</sup> durch Querdohlen aus Steinpackung entwässert (Fig. 4—6 Taf. XIII). Bettung und Entwässerung verlangen 0,4 cbm auf 1<sup>m</sup> Bahnlänge.

Berechnung des Bedarfs an Unterbaumaterial.

Vortrag	Dimensionen			Cubikinhalt	
	Länge	Breite	Höhe	Einzel	im Ganzen
Für 1 lfd. Meter Gleise ist erforderlich:	m	m	m	cbm	cbm
1. Rollirung.					
a. Sickerdohlen unter den Langschwellen . . . . . 2 ×	1,00	0,35	$\frac{0,180 + 0,240}{2}$	0,150	
b. Seitliche Entwässerungsdohle . . . . . 2 ×	$\frac{1,50 + 2,05}{2}$	0,30	$\frac{0,338 + 0,440}{2}$	0,138	
zusammen					0,288
Hiervon ab:					
Die Beschotterung über den Entwässerungsdohlen . . . . . $\frac{1}{3}$ ×	0,30 ×	0,154 cbm		0,015	
Die Ausmuldung der Entwässerungsdohlen zwischen den Schienen $\frac{2}{3}$ ×	0,75	0,30	$\frac{0,075}{2}$	0,006	
zusammen ab					0,021
bleibt ad 1					0,267
2. Beschotterung.					
Die Einbettung der Langschwellen . . . . . 2 ×	1,00	$\frac{0,79 + 0,55}{2}$	0,12	0,161	
Die Ansmuldung zwischen den Schienen . . . . . 2 × $\frac{1}{2}$	1,00	0,395	0,036	0,007	
bleibt ad 2					0,154

Ueber den eisernen Kunstbauten sind die Langschwellen sattelförmig auf Langhölzer aufgepasst und verbolzt.

Der Oberbau wurde in Gemünden montirt, und dann mittelst Materialzuges mit Krahnwagen an der Spitze vorgelegt: täglich gingen 3 Züge von je 3 Wagen mit zusammen 36 Schienenlängen (324<sup>m</sup>) ab, so dass pro Tag 972<sup>m</sup> verlegt wurden. Die Schwellen waren nur nach Radien von 150, 200, 250, 350 und 600<sup>m</sup> gebogen, in deren Spielräume die Uebergangscurven einzubringen waren, und die von 600<sup>m</sup> Radius genügten auch für 500 und 700<sup>m</sup> Curven. Die Biegung erfolgte auf dem liefernden Werke von Krämer in St. Ingbert. Die Schienen liessen sich an Ort und Stelle mit der Hand genügend biegen. Die Ueberhöhung des äussern Stranges wurde bestimmt nach  $h = \frac{4,72}{r}$ , die Länge der zugehörigen Anlaufsrampe nach  $l = \frac{1180}{r}$ , die Verschiebung der Curve nach innen durch die Uebergangscurve nach  $m = \frac{58000}{r^3}$  und die Uebergangscurve selbst nach  $y = \frac{x^3}{7080}$ , schliesslich die Spurerweiterung nach  $w = 0,000035 (1000 . r)$ .

Die Weichen erhielten in den Herzstücken Gussstahlspitzen; sie ruhen auf eisernen Querschwellen von Hilfprofil ohne Mittelrippe und 19 kg Gewicht. Das Gewicht der hier auf 11 cm Höhe gebrachten Schienen in der Weise beträgt 25,4 kg. Das Profil wurde von früher vorhandenen Walzen entnommen. B.  
(Fortsetzung unter Bahnhöfe.)

Ueber hölzerne Querschwellen im Eisenbahnbau.

Die Lieferungsbedingungen für Holzschwellen schliessen weder die Entnahme derselben aus den untern Stammtheilen junger, noch die aus den obern ausgewachsener Bäume aus; die Folge ist, dass sich viele Schwellen finden in denen das nach jeder Richtung mangelhaftere Splintholz vorwiegt. Imprägnirung kann zwar die Zerstörung durch Fäulniss verlangsamen, jedoch

nicht die Widerstandsfähigkeit des losen Holzes gegen mechanische Angriffe erhöhen, und bezüglich der Tränkung mit Zinkchlorid haben Versuche ergeben, dass schon nach kurzer Zeit ein merkliches Auslaugen der im feuchten Boden liegenden Schwelle eintritt; es ist also auch der Fäulniss wenigstens durch dieses verbreitete Mittel auf die Dauer nicht genügend entgegengewirkt. Austrocknen und Ansaugen von Wasser, welche ein solches Auslaugen befördern, wechselt bei der im Gleise liegenden Schwelle wie bei der im Freien gelagerten, und an letztern sind durch Versuche bedeutende auslaugende Einflüsse festgestellt.

Schwellen- zeichen	Gewicht der Schwelle am			Gewichtsabnahme in % im	
	23. März kg	27. Juli kg	31. Aug. kg	einzelnen	Mittel
A	80,0	47,0	48,0	41,25	
B	87,0	54,5	54,5	37,36	
C	95,0	56,0	63,0	41,05	
D	75,5	47,5	51,0	37,09	39
E	77,0	52,0	56,0	32,47	
F	85,0	48,0	50,0	43,53	
G	80,0	48,0	50,5	40,00	

Während der Versuche an den kiefernen Schwellen wechselten Sonnenschein, Bewölkung und Regen nach den Verhältnisszahlen: 54 : 49,4 : 16,6. Die Tabelle zeigt, dass das Maximum der Austrocknung nach etwa 4 Monaten erreicht war, denn nach Professor Pressler's holzwirtschaftlichen Tabellen nimmt Kiefernholz vom »grünen« bis zum »dürren« Zustande von 860 kg Gewicht für 1 cbm auf 490 kg also um 43 % ab. Die Schwelle F wurde weiter mit Wasser in Berührung gebracht und ergab

am 1. Oct.	50 kg	Gewicht	ausser	Wasser
< 10.	< 57	<	<	im <
< 18.	< 57	<	<	<
< 3. Nov.	56	<	ausser	<

am 16. Nov. 56 kg Gewicht unter Wasser

< 14. Dec. 79 < < < <

Es trat nun Frost ein, welcher die beim Trocknen entstandenen Risse noch erweiterte.

Da die hygroskopische Beschaffenheit der Hölzer auch nach dem Imprägniren bleibt, so werden sich imprägnirte Schwellen ähnlich verhalten. Man sucht ihnen in lufttrockenem Zustande so viel Lauge einzupressen, dass etwa das Grüngewicht wieder hergestellt wird; das Resultat ist jedoch ein äusserst schwankendes, wie folgende Nachweisung zeigt:

Stückzahl der Schwellen	Gewicht der Schwellen		Gewichts- zunahme kg	Aufnahme an Lauge für eine Schwelle
	vor der Imprägnirung	nach		
27	1510	2159	649	24,0
26	1400	2070	670	25,8
28	1672	2320	648	23,2
26	1561	2145	584	22,5
26	1480	2130	650	25,0
27	1495	2226	731	27,1
27	1582	2291	709	26,3
27	1453	2258	805	29,8
28	1459	2234	775	27,7

Die Imprägnirung erfolgte nach  $1\frac{1}{2}$  stündigem Dämpfen und Verdünnung der Luft durch dreistündigen Ueberdruck mit 2 grädiger Zinkchloridlösung. Es ist so das Grüngewicht in wenigen Stunden wieder hergestellt, was bei selbstthätigem Ansaugen Monate beansprucht.

Die Schwellen kommen nun nach rund 1 jähriger Stapelung, während welcher Zeit sie den Wechselwirkungen des Wetters ausgesetzt sind, lufttrocken oder dürr, jedenfalls stark rissig in die Gleise, wo sich Aufsaugen und Verdunsten des Wassers wie bei den Versuchsschwellen wiederholt, wodurch ein Auslaugen um so schneller bewirkt werden muss, je rissiger die Schwellen sind.

Das völlige Austrocknen der Schwellen ist nicht günstig, weil die dadurch vermehrten Risse den mechanischen Zusammenhalt beeinträchtigen. Die Wahl der Entnahme des Schwelle aus dem Stamme hat man nicht in der Hand, unter den bedingungsgemässen werden wesentlich drei Arten zu finden sein, solche bei denen der Kern noch ganz vom Splinte umschlossen ist, solche bei denen die obere und untere Ebene den Kern etwa berühren, und solche bei denen Ober- und Unterlager den Kern anschneiden. Da der Kern für sich und zwar meist früher reisst als der Splint, so werden die ersteren Sorten in den Aussenflächen weniger Risse zeigen als die letzteren, es tritt aber im Laufe der Zeit eine völlige Loslösung des Splintes vom Kerne ein.

Um nun die Zahl der Risse möglichst zu beschränken ist es zweckmässig die Schwellen im Freien aber so zu lagern, dass sie durch die oberste schräge Lage einigermaassen geschützt werden, übrigens aber in abwechselnd flach liegende und hochkant stehende Schichten gestapelt sind. Zu gleichem Zwecke soll man den Querschnitt thunlichst so wählen, dass das Unterlager mitten durch den Kern geht. Es sind dann alle Jahres-

ringe durchschnitten und können sich ungehindert zusammenziehen, wodurch freilich das Unterlager allmählich eine geringe vorspringende Wölbung annimmt, dafür aber vor Rissen, also vor dem massenhaften Eindringen von Feuchtigkeit, thunlichst geschützt wird.

B.

(Civilingenieur 1884 p. 418.)

#### Schienenbefestigung von J. Steen und B. P. Walker.

Die genannten Ingenieure haben ein Patent auf eine Befestigung der Stuhlschienen in den Stühlen erhalten, welche in alle in England gebräuchlichen Stühle statt der Holzkeile eingesetzt werden kann. Die Schiene liegt aussen mit dem unteren Kopfe und Stege fest an der entsprechend geformten Stuhlwandung an, innen wird eine C-Feder aus Stahl so eingeschoben, dass sie sich mit beiden Enden gegen den Schienensteg, mit dem Scheitel gegen den innern Theil des Stuhles stemmt. Bei Neuherstellung ist es ein Leichtes der Feder auf der Aussenseite des Scheitels einen kleinen Vorsprung, dem Innentheile des Stuhles eine entsprechende Vertiefung zu geben, wodurch dann das so unangenehm empfundene selbstthätige Lösen der Befestigung unmöglich gemacht ist. Die Befestigung ist auf zwei kurzen Strecken von Hauptbahnen seit Monaten im Betriebe und soll weiter eingeführt werden.

B.

(Engineering 1884 II. S. 8 mit Abbildung.)

#### Eine Verbesserung der Stühle für Doppelkopfschienen

von der Express Railway Chair Co., Leeds, eingeführt, ist von der Great Northern Railway geprüft, und soll sich bewährt haben. Die Verbesserung bezweckt die Verhinderung selbstthätiger Lösung der Holzkeile. Zu dem Zwecke schliesst der eine Stuhlbacken genau an das Schienenprofil an, während der andere einen keilförmigen Raum neben dem Stege offen lässt. Die Innenfläche dieses Backens trägt fünf scharfe vertikal gestellte Sägenzähne, welche nach der Seite, wo der Keilraum am engsten ist, normal zum Stege stehende, nach der entgegengesetzten Seite schräg stehende Begrenzung haben. Offenbar verhindern diese Zähne den Rückgang des eingetriebenen Holzkeiles.

B.

(Engineer 1884 II. S. 71.)

#### Gibbon's Schienenstoss ohne Bolzen.

(Siehe Organ 1885 S. 21.)

Von den früher angegebenen Versuchen wird nachträglich festgestellt, dass sie, soweit sie sich auf den schwebend gelagerten Stoss bezogen, so vorgenommen sind, dass sie nur für verbindungslos über die Stossschwellen ragende Schienenenden gelten, und für die Güte des Stosses wenig beweisen. Ferner werden einige Irrthümer in den Annahmen über gewöhnlich vorkommende Lasten richtig gestellt, welche den Folgerungen aus den Versuchen zu Grunde gelegt sind. (Railroad Gazette 1884 p. 338. Weitere Erfahrungen daselbst 1884 S. 561.)

B.

#### Befestigungen der Laschenbolzen-Muttern.

Eine Befestigung nach Smith's Patent besteht darin, dass dem Bolzen ausserhalb des eigentlichen Gewindes noch einige Gänge mit geringerem Durchmesser linksgängig ange-

schnitten werden. Ist die Mutter festgezogen, so wird ein mit Linksgewinde versehenes Stückchen Blechabfall nachgeschraubt und mit einer Ecke um die Kante der Mutter umgehämmert, welches dann Rückdrehung unmöglich macht. Der Preis des Bolzens ist 5 cents gegenüber 4,8 bis 5,4 cents für einen gewöhnlichen Bolzen mit elastischer Unterlagscheibe.

Atwood's Patent bezieht sich auf zwei andere Formen. Bei der einen ist die Mutterunterfläche cylindrisch concav, so dass sie nur mit den Kanten anliegt, in die Oberfläche ist durch die Cylinderachse ein Sägenschnitt geführt. Bei festem Anziehen federt die Mutter aussen zusammen und klemmt sich auf dem Bolzengewinde unbeweglich fest. Die zweite Form beruht auf demselben Principe, nur ist die Herstellung einfacher. Die quadratischen Muttern werden aus einem Flacheisen geschnitten, das an den beiden Breitseiten cylindrisch hohl gewalzt ist, also dieselbe elastische Verbiegung gestattet, wie die erste Form. (Railroad Gazette 1884 p. 331.) B.

#### **Unterlagscheiben zur Befestigung der Bolzenmuttern aus vulkanisiertem Kautschuk (vulcanized fibre),**

welche durch ihre Elasticität die Bolzen in Spannung halten, sind auf amerikanischen Bahnen in Anwendung und werden als den vielfach zu gleichem Zwecke verwendeten Unterlagscheiben (washer) aus pitch pine Holz der Leistung nicht dem Preise nach überlegen angesehen. Die Vulcanized Fibre Co., Wilmington, bringt solche Scheiben in den Handel, welche an einer Kante von einem eisernen Winkelringe umfasst werden, um sie gegen das Wetter und gegen die Reibung der Mutter beim Andrehen zu schützen. (Railroad Gazette 1884 p. 714.) B.

#### **Eine Laschenmutter-Befestigung,**

welche auf der Houston & Texas Central Railway geprüft und eingeführt ist, besteht in einer windschief gebogenen Unterlagscheibe aus Stahlblech mit 2 Löchern für die 2 Bolzen auf einer Seite des Schienenstosses, in welcher von den beiden Langseiten her je ein unter einem von  $90^0$  verschiedenen Winkel zur Oberfläche geführter Schnitt bis zum Bolzenloche angebracht ist. Die Ränder jedes dieser Schnitte sind nach beiden Seiten aufgebogen. Das Anziehen der Muttern ruft eine doppelte Federwirkung hervor, einmal durch das Niederdrücken der auf-

gebogenen Schnittränder, zweitens durch das Niederpressen des windschiefen Stahlbleches auf die ebene Laschenfläche. Die erstere Wirkung fällt mit der der in Deutschland gebräuchlichen Stahl-Federringe zusammen, die letztere muss die Wirksamkeit diesen gegenüber erlöhen. (Railroad Gazette 1884 p. 561.) B.

#### **Van Dusen's Sicherung der Muttern von Bolzen**

(Patent vom 4. April 1884)

besteht in einer ringförmigen Stahlplatte, von deren Rand vier stumpfe Spitzen nach Innen vorspringen. An beiden Enden der Basis jeder stumpfen, gleichschenkeligen dreieckbildenden Spitze ist ein Schnitt nach Aussen etwa durch die halbe Breite des Ringes geführt, und die so entstehenden vier spitzen Lappen sind aus der Ringebene so weit nach unten gebogen, dass der Ring über die vorspringenden Gewindegänge auf die Fläche der angezogenen Mutter geschoben werden kann. Ein ringförmiger Setzhammer wird dann aufgesetzt und mit einigen Hammer schlägen niedergetrieben, wobei die ungebogenen Spitzen, welche auf der Mutter ruhen, in die Ringebene zurückzukehren suchen; sie pressen sich dabei dicht über der Mutter in die Gewindegänge ein und verhindern die Rückdrehung der Mutter.

(Railroad Gazette 1884 p. 548.) B.

#### **Für Speisewasser-Teiche**

in den Gleisen werden die folgenden Vortheile angeführt. Die Füllung des Tenders auf der Strecke lässt den Führer und Bremser auf den Stationen zur Untersuchung der Maschine frei. Das Wasser ist auf der Strecke in der Regel billiger. In den Stationen ist man sehr häufig an ungeeignetes Wasser gebunden, das, Brunnen entnommen, zwar klar ist, aber viel Kesselstein giebt, oder aus Wasserläufen gepumpt, in Folge von Beimengungen von Fabrik-Abwässern die Kessel zersetzt. Auf der Strecke ist man in der Wahl des Wassers freier, da man nicht an bestimmte Entnahmestellen gebunden ist. Auch wird man hier bei der bedeutenden Länge der Teiche (mindestens 300<sup>m</sup>) häufig das Hülfsmittel der Mischung zweier Wasserarten verwenden können, welche ihre nachtheiligen Einflüsse gegenseitig aufheben. An die Erörterung dieser Vorzüge schliesst sich eine Besprechung der Anlage der Teiche in Beziehung zum Längenprofile. (Railroad Gazette 1884 p. 339.) B.

## **B a h n u n t e r h a l t u n g .**

### **Prüfung der Lage von Oberbau.**

Bei maassgebender Prüfung der Lage von Oberbau, namentlich wenn dieselbe die Grundlage zur Beurtheilung verschiedener Systeme bilden soll, ist es vor allem nothwendig den Zustand der Versuchsstrecke vor Beginn der Beobachtungen und wiederholt während des Verlaufes nach den verschiedensten Richtungen genau und übersichtlich festzustellen, da die Güte des Oberbaues nicht aus dem in einem Augenblicke zufällig gefundenen Zustande, sondern nur aus der grössern oder geringern Veränderlichkeit der Lage sicher beurtheilt werden kann. Zu diesem Zwecke ist also rasche und sichere Registrirung von Spurweite, Ueberhöhung, Bahnneigung und Hebung bezw. Senkung

der Stösse erforderlich. Für die Feststellung dieser Daten stehen der fahrbare Apparat von Dorpmüller\*), der Bahnmeisterstock von Pollitzer\*\*) und der Wessel'sche Gleismesser zur Verfügung. Der erste der genannten Apparate giebt eine bildliche Darstellung der Spurweite und Ueberhöhung, aus welcher man die Stelle jeder erheblichen Abweichung ablesen kann, wenn die Stationirung der Strecke genau eingetragen ist. Die Schwankungen des fahrenden Apparates und die Trägheit des die Ueberhöhung zeichnenden Pendels sind jedoch häufig Quellen erheblicher Fehler in der Darstellung. So giebt der Apparat

\*) Abgebildet und beschrieben im Organ 1879 S. 259.

\*\*) Abgebildet und beschrieben im Organ 1880 S. 139.

auf hölzernen Querschwellen stark schwankende Darstellungen, welche gegenüber den Langschwellenoberbauten ein entschieden zu ungünstiges Bild liefern.

Die Messungen mit dem Stocke von Pollitzer nehmen viel Zeit in Anspruch, und sind bei der Zusammensetzung aus zwei in einander verschieblichen und verdrehbaren Theilen etwas unsicher. Er giebt auch ausserdem die Lage der Stösse und die Bahnneigung nicht unmittelbar.

Bei dem Wessel'schen Gleisemesser ist jede Unregelmässigkeit für das Spurmessen von Einfluss auf die Stellung der Wasserwaage; auch ist die Theilung zum Ablesen der Ueberhöhung eine veränderliche, d. h. der Weg der Wasserwaage auf dem Keilschieber steht nicht immer in einem und demselben Verhältnisse zu der zugehörigen Ueberhöhung.

An ein für den Zweck vollständig genügendes Instrument müssen die folgenden Anforderungen gestellt werden.

Es darf keine drehbaren oder verschieblichen Verbindungen enthalten, welche den Gang der Wasserwaage beeinflussen können.

Es muss bei hinreichender Festigkeit so leicht sein, dass es bequem in der Hand getragen werden kann.

Das Messen der Spur, Ueberhöhung, Neigung und Stosslage muss schnell hinter einander ohne besondere Handgriffe möglich sein.

Die Theilungen zum Ablesen von Ueberhöhung und Gefälle müssen der genauen und einfachen Herstellung wegen eine gleichmässige sein.

Auf Grundlage dieser Anforderung hat Herr Eisenbahn-Bauinspector Mehrrens einen Gleisemesser construirt, welcher im Organ 1884 S. 210 ausführlich beschrieben und durch Abbildung erläutert wurde; derselbe hat sich beim praktischen Gebrauche durchaus bewährt.

B.

(Centralbl. der Bauverwaltung 1884 S. 289.)

### Der Schienenbruch im Eisenbahnbetriebe.

Der Schienenbruch hat bei den früher verwendeten Eisenbahnschienen wegen des erheblichen Ueberwiegens anderer Mängel

anfangs keine grosse Rolle gespielt. Man vereinigte die Schiene aus einem sehnigen Fusse und hartem Kopfe aus Feinkorneisen, welche durch einen Steg aus gut schweisendem Luppeneisen verbunden wurden. Diese Schienen neigten sehr zu Längsrissen, so dass man auf die alten birnenförmigen Profile kam, um die Verbindung des Steges mit Kopf und Fuss fester zu machen. Besonders fühlbar wurden die Mängel der Eisenschiene als man die Nothwendigkeit starker Verlaschungen erkannt hatte, und zu deren Herstellung nun zu scharfer, den Stegansatz schwächender Unterschneidung des Kopfes geführt wurde, und es hat Strecken gegeben, welche alljährlich neu beschient werden mussten. Auch Versuche mit Cementirung der Köpfe und Verwendung von Puddelstahl hatten keinen wesentlichen Erfolg, ein erheblicher Fortschritt datirt erst von der Erfindung des Bessemerverfahrens, welches bald die Einführung der Bessemerstahlkopf-Schiene zur Folge hatte; ganz stählerne Schienen hielt man zunächst für brüchig. Auch bei diesen um die Mitte der 60er Jahre eingeführten Schienen (Eisenwerke der k. k. Südbahn zu Graz) spielte der Querbruch keine bedeutende Rolle, vielmehr gelang es auch hier bei ausreichender Härte des Kopfes nicht ein sicheres Anschweissen an den Steg zu erzielen, und man hatte immer noch erheblich mit Längsrissen zu kämpfen. Die Scheu vor der Sprödigkeit ganz stählerner Schienen wurde erst um die Mitte der 70er Jahre soweit überwunden, dass man solche in grösserer Ausdehnung verwendete, heute haben sie die eisernen zwar wegen der geringern Abnutzung auf den meisten Strecken verdrängt, immer aber giebt es noch viele Techniker, welche die Gefahr der Querbrüche bei Ganzstahlschienen für grösser erachten, als bei ganz oder zum Theil aus Eisen hergestellten.

Die Statistik ergiebt für den Schienenbruch als Unfallsursache Folgendes.

In Amerika wird eine bezüglich schwererer Unfälle ziemlich sichere Statistik von der Railroad Gazette geführt.

Die Ergebnisse derselben sind:

	1873	1874	1875 (Winter streng)	1876	1877	1878 (Winter mild)	1879	1880	1881 (Winteranfang streng)
Gesamtzahl der bekannt gewordenen Unfälle	1283	980	1201	982	891	740	910	1078	1458
durch Entgleisung . . . . .	815	684	840	655	581	481	557	597	857
davon Schäden am Oberbau . . . . .	200	146	261	165	137	72	94	89	169
davon Schienenbruch . . . . .	111	42	107	50	46	17	56	45	85
Bahnlänge . . . . . km	115000	118300	120900	124700	128300	132500	135600	152200	182500
1 Schienenbruch auf Bahnlänge . . . km	1040	2820	1130	2500	2800	7800	2420	3380	2150
„ „ „ auf Mill. Stück Schienen . .	0,34	0,94	0,38	0,83	0,93	2,6	0,81	1,13	0,73

Die Schienen sind dabei 6<sup>m</sup> lang, die Bahnen alle ein-  
gleisig gerechnet, die Nebengleise sind nicht berücksichtigt.

Im Durchschnitt kam also 1 Schienenbruch auf 2890 km Bahn-  
länge und auf 0,92 Mill. Stück Schienen.

In Deutschland entstanden unter der Gesamtzahl von Unfällen fabrender Züge in den Jahren

	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881
durch Entgleisung auf freier Bahn . . . . .	130	121	185	150	116	365	441	286	195
Schienenbrüche kamen vor . . . . .	1712	2029	2751	3105	2176	2571	3182	3342	2978
dieselben veranlassten Unfälle . . . . .	0	1	0	0	2	17* (3)	15* (3)	2* (0)	19* (3)
Bahnlänge } mit 2. Gleis . . . . .	40000	42500	45300	48200	50400	52500	55500	56300	57000
km } ohne 2. Gleis . . . . .	51000	53700	56900	60300	62700	64700	67500	68700	69700

Die mit \* bezeichneten Zahlen enthalten solche Unfälle, bei denen Schienenbrüche nur nebenher eintraten, die eingeklammerten Zahlen geben die Schienenbrüche als Unfallsursachen.

Der neunjährige Durchschnitt der Schienenbrüche ist also: 2650.

Es kommen also Unfälle hervorrufende Schienenbrüche vor in Amerika: einer auf etwa 3000 km Bahnlänge und 1 Mill. Stück 6<sup>m</sup> Schienen, die Deutschland einer auf mehr als 30000 km Bahnlänge und 10 Mill. Stück 6<sup>m</sup> Schienen. Schienenbrüche überhaupt finden sich in Deutschland je einer auf 17 km Bahnlänge oder 21 km Hauptgleislänge und auf 7000 Stück 6<sup>m</sup> Schienen.

Einzelne besondere Beispiele für das Vorkommen von Schienenbrüchen sind folgende.

1878. Einschliesslich Nebengleise waren in Deutschland vorhanden 84100 km Gleis. 2571 Brüche ergaben also einen auf 327 km Gleis oder 10900 Stück 6<sup>m</sup> Schienen. Es kamen

auf 56700 km Gleis aus Eisenschienen 997 Brüche  
 < 19400 < < < Stahlschienen 1461 <  
 < 8000 < gemischter Gleise 113 <

also entstand 1 Bruch auf

56,87 km oder 19000 Stück 6<sup>m</sup> Eisenschienen  
 13,38 < < 4460 < < Stahlschienen  
 79,65 < < 26550 < < Stahlkopfschienen

und Schienen gemischter Gleise. Insbesondere entstanden 52 Brüche auf 1480 km Hilf-Oberbau, d. h. 1 Bruch auf 27,7 km oder 8310 Stück 6<sup>m</sup> Schienen.

1881. Es waren vorhanden 89500 km Gleise im Ganzen. 2978 Brüche ergaben 1 Bruch auf 300 km Gleis oder 10000 Stück 6<sup>m</sup> Schienen.

Es kamen auf  
 49700 km Gleis aus Eisenschienen 662 Brüche  
 31300 < < < Stahlschienen 2189 <  
 8500 < < < gemischten Schienen 127 <

also entstand 1 Bruch auf

75,8 km oder 25000 Stück 6<sup>m</sup> Eisenschienen  
 14,3 < < 4800 < < Stahlschienen  
 66,9 < < 22000 < < Stahlkopfschienen

und Schienen gemischter Gleise.

Insbesondere entstanden 142 Brüche auf 3850 km Hilf-Oberbau, d. h. 1 Bruch auf 27,1 km oder 9000 6<sup>m</sup> Schienen.

Beispiel von der Oberschlesischen Bahn (Organ 1880). Auf 168,2 km Gleis mit 131<sup>mm</sup> Stahlschienen kamen in 6 Jahren 329 Brüche, also im Jahre 55 Brüche auf 168,2 km, also 1 Bruch auf 1000 Stück 6<sup>m</sup> Schienen.

Es fanden statt:

207 Brüche in 164 km freier Bahn oder 1,5 Brüche auf 1 km  
 122 < < 29 < dumpf liegender Bahn oder 4,2 auf 1 <

Es waren Bruchstellen

73 = 22,2 % im vollen Profile  
 51 = 15,5 % in Einklinkungen  
 205 = 62,3 % in Laschenlöchern.

Beispiel der Magdeburg-Leipziger Bahn. 1875 sprang eine Eisenschiene von Carl Ruetz & Co. bei — 5° R. nach stärkerm Froste unter einem Personenzuge in 5 Stücke.

Beispiel der Köln-Mindener Eisenbahn. Im Decbr. 1874 sprang unter einem Expresszuge eine Gussstahlschiene in 17 Stücke bei — 3° R. nach anhaltender Kälte von — 12° R. Die umfassendsten Versuche mit den Reststücken ergaben hohe Qualitätszahl, namentlich hohe Contraction und sonst günstige Eigenschaften.

Im Königreiche Sachsen ist seit Einführung der Stahlschienen 1875 kein Unfall durch Schienenbruch entstanden, obwohl von 1870 bis 1883 also in 14 Jahren auf 93900 Stück 6<sup>m</sup> Schienen 1922 Brüche oder im Jahre ein Bruch auf 4900 Stück Schienen vorkam.

Die Vertheilung auf verschiedene Schienensorten ergibt Folgendes.

Profil IV. Bessemer-Stahlkopfschiene der Königin-Marienhütte.

Bei 84900 bis 494000 Stück Schienen, welche von 1870 bis 1880 lagen, kam ein Bruch im Jahre auf 8900 Stück. 56 % erfolgten in den Laschenlöchern, 7 % in Einklinkungen und 43,5 % in vollem Profile. Die zahlreichen Brüche in den Laschenlöchern entstanden durch unvollkommene Verbindung zwischen Stahl und Eisen.

Profil IV. Bessemerstahlschienen von Königin-Marienhütte und Krupp, 130<sup>mm</sup> hoch, 105<sup>mm</sup> Fussbreite, 15<sup>mm</sup> Stegstärke, 36,2 kg Gewicht auf 1 lfd. Meter.

Es entstanden in 36000 Krupp'schen und 52000 bis 155000 6<sup>m</sup> Schienen der Königin-Marienhütte, welche von 1875 an bis 1880 durchschnittlich lagen, jährlich 1 Bruch in 5150 Schienen, und zwar 5,1 % durch die sorgfältig gebohrten Laschenlöcher, 2,9 % in gefrästen Einklinkungen, 92 % an anderer Stelle.

Für die folgenden Jahre ergab diese Schiene bei 6<sup>m</sup> bzw. 7,5<sup>m</sup> Rechnungslänge Folgendes:

	1881	1882	1883
Stückzahl . . . . .	182000	184000	183700
Bruchzahl . . . . .	50	40	40
1 Bruch auf Stück Schienen . .	3600	4600	4600
% der Brüche in Laschenlöchern	2	7,5	7,5
< < < < Einklinkungen	4	0	5
< < < < an andern Stellen	94	92,5	87,5

Im 9 jährigen Durchschnitte kam 1 Bruch bei 4700 Stück dieser Sorte im Jahre vor, und es entstanden 5 % in den Laschenlöchern, 2,7 % in Einklinkungen, 91,4 % an andern Stellen. Im Ganzen hat sich die Zahl der Brüche von 1880 bis 1883 vermehrt.

Profil V. Bessemerstahlschiene der Königin-Marienhütte, 7,5<sup>m</sup> lang, 11<sup>mm</sup> Stegdicke, 35,5 kg Gewicht, 1882 eingeführt.

In 17500 Schienen 1882 und 29800 1883 entstanden 42 Brüche oder 1 Bruch auf 1130 Schienen im Jahre, davon 0 % in den Laschenlöcher, 1,7 % in Einklinkungen, 98,3 % an andern Stellen. Die Zahl der Brüche hat sich also bei diesem den Eigenschaften des Stahles besser angepassten Profile erhöht.

Nach den Herstellungsmonaten vertheilen sich die Brüche wie folgt:

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Novbr.	Decbr.	
Walzfabrikat 1882 gab Brüche im Gleise bis Ende 1883 . .	1	3	1	3	4	6	4	6	7	2	} 42
Walzfabrikat 1883 wie vor . .	1	1	0	1	0	0	2	0	0	0	
Walzfabrikat 1882 gab Brüche beim Biegen . . . . .	4	1	3	2	0	0	8	10	18	5	} 59
Walzfabrikat 1883 wie vor . .	6	2	0	1	2	0	0	0	0	0	

Einige der Chargen waren zu hart, und Proben der zerbrochenen Schienen ergaben ebenso oft genügende, wie ungenügende Resultate. Die Zunahme der Brüche ist noch nicht aufgeklärt.

Es geht aus obigem hervor, dass gut hergestellte Laschenlöcher und Ausklinkungen ungefährlich sind. Die Brüche im vollen Profile entstanden in Curven vorwiegend zwischen dem Stosse und der zweitnächsten Querschwellen, in zweigleisiger Bahn vorwiegend an dem der Fahrriechtung entgegengerkehrten Ende.

**Einfluss der Jahreszeit und Witterung auf Schienenbrüche.**

Die Oberschlesische Bahn zählte in 6 jährigem Durchschnitte 65,7% der Brüche im 1. Quartale, 8,5% im zweiten, 4,2% im dritten und 21,6% im vierten.

In Sachsen stellten sich die Monatsdurchschnitte wie folgt in Procenten.

	1879	1881	1882	1883	1881—83 Durchschnitt
Januar	7,3	7,4	7,6	7,7	7,6
Februar	18,2	13,1	6,9	4,6	8,2
März	10,9	16,7	9,9	11,9	12,8
April	14,5	5,6	7,6	13,7	9,0
Mai	7,3	3,8	6,3	5,5	5,2
Juni	1,8	8,2	5,1	5,9	6,4
Juli	6,4	6,3	3,2	5,5	5,0
August	5,5	5,1	10,0	7,7	7,6
Septbr.	1,8	7,5	8,2	7,7	7,8
Octbr.	11,8	7,5	5,7	6,9	6,7
Novbr.	10,0	11,9	18,1	9,1	13,0
Decbr.	4,5	6,9	11,4	13,8	10,7

Demnach sind die Wintermonate am ungünstigsten, jedoch scheinen auch die Unterhaltungsarbeiten und der schwerere Verkehr des Sommers nicht ohne Einfluss zu sein.

Der Einfluss der Streckenbeschaffenheit und des Verkehrs auf das Entstehen von Brüchen kann aus dem vorliegenden Materiale noch nicht sicher beurtheilt werden. Dasselbe zeigt zwar eine Erhöhung der Bruchzahlen in Curven und Steigungen, unter stärkerer Frequenz und grösserer Geschwindigkeit, doch sind die Zahlen noch viel zu wenige, um mit Rücksicht auf die erheblichen Fehler, welche die statistischen Aufzeichnungen enthalten müssen, sichere Schlüsse aus ihnen ziehen zu können.

Mittel zur Abwehr von Schienenbrüchen sind folgende.

1) Zweckmässiges Oberbausystem, welches bei nicht zu weit gehender Schwächung des Steges den Kopf so verstärkt,

dass er auch abgenutzt noch überschüssigen Widerstand leisten kann, welches die gegen Kanten und Wandern der Schienen zu verwendenden Mittel berücksichtigt und kräftige Verlaschungen einführt.

2) Homogener Stahl, sowohl bezüglich der Festigkeits- und Härteverhältnisse, wie der Zusammensetzung des Materiales. In dieser Beziehung ist selbst erprobten Werken gegenüber Vorsicht am Platze.

3) Bedingungsgemässer Stahl. Leider geben hier die vom Vereine deutscher Eisenbahnverwaltungen angenommenen Qualitätszahlen keinen sichern Anhalt, wie die folgenden Zahlen zeigen:

Jahr	No.	Schienensorte aus Bessemerstahl	ZerreiBungsergebniss			Bemerkungen.
			Festigkeit	Contraction	Qualitätszahl	
1881	19	Kön.-Mar.-Hütte IV	58,2	12,6	70,8	} Bruch an 2 Stellen
"	27	" " " "	57,3	37,6	94,9	
"	25	" " " "	65,7	48,9	114,6	} Bruch auf Stosschwelle oder zwischen einer solchen und der nächsten Schwelle
"	1	" " " Ia	62,4	36,8	99,2	
"	2	" " " "	62,5	36,8	99,3	
"	3	" " " "	60,0	46,0	106,0	
1882	31	" " " IV	70,5	40,7	111,2	
"	6	" " " V	57,8	16,3	74,1	
"	1	" " " Ia	61,5	51,7	113,2	
1883	7	" " " IV	62,5	46,7	109,2	

Von 10 zerbrochenen Schienen zeigten also nur zwei ungenügende Contraction und Qualitätszahl.

Zuverlässiger sind Druckproben gegen das volle Profil horizontal und Fallproben vertikal auf den Kopf.

Druckproben in der Kön.-Mar.-Hütte an einer 1<sup>m</sup> freiliegenden 15,5 kg wiegenden Schmalspurschiene ergaben 195<sup>mm</sup> horizontale, und vertikale Fallproben von 6<sup>m</sup> Höhe mit 500 kg schwerem Blocke 190<sup>mm</sup> vertikale Biegung ohne der Schiene zu schaden.

Am Profile IV, 130<sup>mm</sup> hoch, 36,2 km schwer, ergaben sich bei 750<sup>mm</sup> Stützweite horizontale Biegungen von 49<sup>mm</sup>, entsprechend 100 cm Biegungsradius, und vertikale Fallproben, bei denen der 500 kg schwere Block 6,5<sup>m</sup> hoch fiel, zeigten bei 100 cm Stützweite 120<sup>mm</sup> bis 145<sup>mm</sup> Durchbiegung ohne beim 2. und 3. Schlage den Bruch zu erzielen; trat der Bruch nach dem 4. Schlage ein, so ergaben sich Durchbiegungen von 180<sup>mm</sup>.

Mittelst derartiger Proben erhält man schnell die nöthige Erfahrung zu sicherer Beurtheilung der Güte der Schienen, und sie sind mit geringern Mitteln an Geld und Zeit anzustellen, als die ZerreiBungsproben. Diese Prüfungen werden voraussichtlich ein werthvolles Mittel zur Beschränkung der Schienenbrüche bilden.

4) Sorgsame Behandlung der Schienen während der Fabrication, des Transportes und der Verwendung. Manche der vorkommenden Brüche fallen unter die Rubrik »alter Riss« und sind vielleicht schon vor dem Ankaufe der Schienen vorbereitet.

5) Völliges Vermeiden kalten Abhauens und Einklinkens. Es sollen genügende Vorräthe an Passstücken, und auf allen

grössern Stationen Kaltsägen und Durchstösse vorhanden sein. Günstig wirkt die Erwärmung der zu bearbeitenden Schiene bis zur dunkeln Rothgluth.

6) Biegen unter gleichmässigem langsam entstehendem Drucke ist unerlässlich; die alten Arten mittelst Niedertreten, Niederwuchten und Werfen sind zu verbieten.

7) Gute Lagerung und Unterhaltung der Stahlschiene. Vor allem sollen die Stossschwellen absolut sicher und besonders nicht schlammig liegen und zu weite Schwellenlagen sorgfältiger vermieden werden, als bei Eisenschienen.

Als Mittel zur Vermeidung der Gefahren, welche durch die entstandenen Brüche hervorgerufen werden, kann nur die Wachsamkeit der Strecken- und Fahrbeamten aufgeführt werden. Die Aussetzung von Prämien für die Entdeckung der Brüche ist daher sehr zu empfehlen.

Die Beamten sind auch darüber zu instruiren, an welchen

Stellen und zu welchen Jahreszeiten vorwiegend Brüche entstehen, auch darüber, wie entdeckte Brüche durch Unterlegen von Schwellenstücken und provisorische Verlaschungen mit Zwingen und Holzkeilen zu schützen sind.

Die Gefahr der häufigen Brüche im Winter wird glücklicherweise durch die Festigkeit des gefrorenen Bodens vermindert. Bei starkem Froste genügt meist das Aufstecken von Langsamfahr-Signalen zu augenblicklicher Deckung des Bruches.

Im Allgemeinen ist die Bruchgefahr bei Ganzstahlschienen nicht so gross, wie bei ihrer Einführung angenommen wurde, immerhin müssen aber die Bestrebungen der Hüttentechniker, wie der Bahnbeamten auf unausgesetzte Verbesserung der Mittel gegen diese Gefahr gerichtet sein, wenn Deutschland die 10fach sicherere Stellung, welche es jetzt z. B. Amerika gegenüber einnimmt, bewahren will.

B.

(Civil-Ingenieur 1884 p. 161.)

## Bahnhofseinrichtungen.

### Das Empfangsgebäude und die Halle des Centralbahnhofs Mainz.

(Hierzu Fig. 1 und 2 auf Taf. XIII.)

Der im 1. Hefte S. 25 des diesjährigen Organs mitgetheilten ausführlichen Beschreibung des neuen Centralbahnhofs der Hessischen Ludwigsbahn können wir nach der Wochenschrift des Oesterr. Ingen.- und Architekten-Vereins 1884 No. 47 in Fig. 1 auf Taf. XIII einen Grundriss des Personenbahnhofs mit dem Empfangsgebäude und den für Post- und Eilgutverkehr dienenden Nebengebäuden, sowie in Fig. 2 einen Querschnitt der Einsteighalle mittheilen, denen wir zur Erläuterung noch das Folgende hinzufügen:

Das Empfangsgebäude ist dem grossen Personenverkehre, zu dessen Aufnahme es bestimmt ist, entsprechend durchgeführt. Die geräumige Vorhalle enthält die Billetkassen, die Gepäckannahme, sammt dazu gehörigem Kassen-Büreau, und die Räume für Portier und Garderoben. Von dieser Vorhalle, welche das Centrum des Gebäudes bildet, führen zwei breite Corridore nach rechts und links zu den in zwei Gruppen getheilten Wartelocalen. Dadurch wird eine Theilung des reisenden Publikums und Verhütung unliebsamen Gedränges erzielt, indem auf der einen Seite die für Reisende I. und II. Classe, auf der entgegengesetzten Seite die für Reisende III. Classe bestimmten Wartesäle und Restaurationen, sammt den nöthigen Nebenräumlichkeiten sich befinden. Dieser Disposition entspricht auch die doppelte Anlage der Aborte, Toiletten und Waschcabinette.

Im rechten Eckpavillon ist ein herrschaftlicher Wartesalon (Hofsalon) mit anschliessenden Nebenlocalitäten, die eine Bedienung seitens der Restauration erster Classe gestatten, angeordnet. In dem linksseitigen Eckpavillon sind die Bureaux der Stationsverwaltung untergebracht.

Nach dem auf den deutschen Eisenbahnen nunmehr in allen grossen Stationen durchgeführten Grundsatz, dass die Reisenden nirgends die Gleise überschreiten dürfen, sind die Zugänge zu den zwischen den Gleisen liegenden Perrons durch zwei Tunnels mit entsprechenden Treppen hergestellt. Drei Perrons von je 10<sup>m</sup>, 10,50<sup>m</sup> und 9,50<sup>m</sup> Breite und 300<sup>m</sup> Länge, zwischen

denen sich vier durchlaufende Gleise befinden, und welche auf dieser ganzen Länge von der Perronhalle eingedeckt sind, vermitteln hier den Verkehr. Für das durchreisende Publikum sind auf diesen Perrons noch vier eiserne Abtrittgebäude angeordnet.

Die Perronhalle ist im Lichten 42<sup>m</sup> breit, 300<sup>m</sup> lang und 17,5<sup>m</sup> hoch. Sie besteht aus einem segmentförmigen Bogen-dache, dessen Bundgespärre sammt den beiderseitigen Stützen aus Winkel- und Flacheisen zusammengenietet sind. Das Profil der Halle ist aus der Skizze Fig. 2 auf Taf. XIII. zu ersehen. Jeder dieser Binder bildet einen Gitterträger, dessen untere Gurte in elliptischer Form unmittelbar am Fusspunkte der Stützen denselben entwächst, dessen obere Gurte segmentförmig ist. Auch dort, wo die Halle an das Empfangsgebäude grenzt, sind die schmiedeisernen Stützen derselben selbstständig durchgeführt; nirgends liegen die Bundgespärre der Halle auf den Umfassungsmauern des Gebäudes auf.

Die Entfernungen der Bundgespärre von einander sind entsprechend der Achsentheilung des Empfangsgebäudes angeordnet und ergaben sich hieraus:

4	Bundweiten von je	14,8 <sup>m</sup>
1	<	<
1	<	<
9	<	<
2	<	<
8	<	<
2	<	<
2	<	<

Die beiden letzten Bundweiten von je 3<sup>m</sup> befinden sich an den beiden Enden der Halle. Ausser der durch die Construction bedingten Pfettenverbindung sind die Bundgespärre in Gruppen von je zweien noch durch Diagonalverstreibungen versteift; an den beiden Enden der Halle ist diese Windversteifung auf je 3 Bundweiten verbreitet.

Nach der Längenausdehnung des Hallendaches ist zum Zwecke der Ventilation eine 8<sup>m</sup> breite Laterne aufgesetzt. Das Hallendach ist mit verzinktem eisernem Wellenbleche abgedeckt, doch

sind des erforderlichen Oberlichtes wegen die Laterne, so wie zu beiden Seiten derselben zwei Streifen von je 5,50<sup>m</sup> Breite mit geripptem belgischem Glase gedeckt.

Die beiderseitigen schmiedeeisernen Hallenständer sind auf je 2,50<sup>m</sup> Höhe mit viereckigen, gusseisernen, ornamental verzierten Schutzwänden umgeben.

Das Gewicht dieser Hallenconstruction beträgt 60 kg pro 1 qm Grundfläche, die Herstellungskosten belaufen sich auf 28 M. pro 1 qm.

Diese Halle, eine der schönsten und grössten Deutschlands, wurde construirt und ausgeführt von der Süddeutschen Brückenbau-Actiengesellschaft in München.

Das Empfangsgebäude, ein Quaderbau in italienischer Renaissance, ist, wie bereits aus dem Grundrisse zu ersehen war, hervorragend durch die übersichtliche grossräumige Anlage der einzelnen Theile, ebenso durch seine entsprechende architectonische Gruppierung der Façaden. Es wurde nach dem Entwurfe und unter der Leitung des Architekten Berdelle in Mainz erbaut.

A. a. O.

### Das neue Empfangsgebäude am Bahnhof zu Bonn.

(Hierzu Fig. 3 auf Taf. XIII.)

Der Grundriss dieses Empfangsgebäudes, welches in Fig. 3 auf Taf. XIII. skizzirt ist, zeignet sich durch die compendiöse und übersichtliche Anordnung der Haupträume aus, die es ermöglichte, dass die für Corridore nöthige Fläche auf das Geringste reducirt werden konnte.

Das Vestibule nimmt auch hier die Mitte ein und ist die vielfach angewandte Theilung des reisenden Publikums in zwei nach entgegengesetzten Richtungen dirigirte Hauptgruppen (Reisende I. und II. Classe und solche III. und IV. Classe) auch hier in glücklichster Weise zur Durchführung gebracht worden. Dem Haupteingange von der Strasse gegenüber sind im Vestibule die Billetkassen situirt, welche sich in einem schön gestalteten hölzernen Pavillon befinden. Zu beiden Seiten der Kasse führen kurze, breite Gänge auf den Perron, durch sie gewinnt das ankommende Publikum den Ausgang. Rechts ist die Gepäckannahme; links eine Garderobe angeordnet.

Die zwei kurzen Corridore leiten rechts in den Wartesaal III. und IV. Classe, links in den Wartesaal und Restauration I. und II. Classe. Der letztere besitzt noch zwei geräumige Nebensäle, ein Damen- und ein Herrenzimmer, jedes mit entsprechender Toilette versehen. Diese besondere Bequemlichkeit für die Reisenden I. und II. Classe war auch wohl bedingt durch die Anlage der Aborte, welche nur von dem Perron oder der Strasse zu erreichen, also für die Abreisenden immerhin etwas unbequem gelegen sind.

An der linken Stirnseite des Gebäudes ist ein Salon für hohe Herrschaften mit separater Vorfahrt in einer architectonisch sehr wirkungsvollen Weise angeordnet, indem er zwischen zwei offenen loggienartigen Vorhallen gelegt ist, von denen die eine den Eingang in den Salon, die andere den Ausgang auf den Perron vermittelt.

Die Bureaux für die Bahnverwaltung und die Räumlichkeiten der Post befinden sich an der rechten Stirnseite des Gebäudes. Im Souterrain sind die Küchen für die beiden

Restaurationen, ferner die Heizkammer für die Luftheizung der Saallocalitäten angelegt.

Im ersten Stock der beiden Eckpavillons sind die Bureaux der königl. Eisenbahn-Inspection und die Wohnung des Stationsverwalters untergebracht.

Die Perrons sind durch eine eiserne Halle gedeckt, die auf runden gusseisernen Säulen ruht und deren Dach segmentförmig gestaltet ist. Zwischen dieser Halle und dem Empfangsgebäude ist ein Pultdach angeordnet, welche einerseits auf den Säulen der Halle, andererseits auf den Längsmauern des Gebäudes aufliegt und sein Gefälle gegen die Halle nimmt; auf der anderen Hallenseite ist ein Schirmdach befestigt. Diese Halle, sowie die anschliessenden Perronbedachungen sind nach beiden Richtungen über die Länge des Empfangsgebäudes hinausgeführt; sie überspannen im Ganzen eine Fläche von 24<sup>m</sup> Breite und 147<sup>m</sup> Länge.

Die Façaden des Empfangsgebäudes sind im Style der italienischen Renaissance ausgeführt. Die Flächen in gelbem (lederfarbenen) Ziegelrohbaue, die architectonischen Gliederungen in dem schönen rothen Sandstein des Neckarthaales. Während die Seitentracte einfacher gehalten sind, erscheint der Mittelbau in reicherer Gestaltung; das Hauptportal ausgezeichnet durch die vorgelegte grosse Freitreppe, die Säulenstellung zwischen den Thoröffnungen, und ein grosses halbrundes Fenster, welches mit reicher Glasmalerei decorirt und innerhalb dessen eine originale transparente Uhr angebracht werden wird.

Eine besondere Sorgfalt ist der Ausführung und decorativen Ausstattung der Innenräume gewidmet. Dies gilt vor Allem den drei Haupträumen des Gebäudes: dem Vestibule und den beiden Restaurationen, welche in imposanter Höhe bis unter das Dach reichen, und neben dem Seitenlichte der Fenster noch mit reichlichem Oberlichte versehen sind. Insbesondere ist es die in deutscher Renaissance stylvoll hergestellte Holzarchitectur, welche in diesen Räumen zur Geltung kommt.

Die abendliche Beleuchtung dieser Räume soll vermittelt elektrischen Lichtes geschehen, dessen Anordnung in der Weise geplant ist, dass sowohl im Vestibule, als in den beiden Restaurationen in der Mitte jedes dieser Locale in angemessener Höhe je eine Bogenlampe und tiefer unten an den Wänden Glühlichter in passender Vertheilung angeordnet werden. Alle übrigen Localitäten werden durch Glühlichter allein beleuchtet werden; nur der Saal für hohe Herrschaften und die Postbureaux erhalten Gasbeleuchtung. Der Vorplatz vor dem Bahnhofe soll durch zwei Bogenlampen auf hohen Masten, die Perrons unterhalb der Halle durch sieben Bogenlampen und ausserdem durch eine Anzahl von der an der Längswand des Gebäudes angebrachten Glühlichtern allabendlich erhellt werden.

Der ursprüngliche Entwurf dieses Empfangsgebäudes, welches in der Kürze seiner Bestimmung übergeben werden wird, rührt vom Baumeister Schellen her. Die Ausführung und Durcharbeitung des Projectes, sowie der Entwurf der gesammten decorativen Ausstattung ist das Werk des bauleitenden Architecten und Regierungs-Baumeisters Franz Unger in Bonn.

(Wochenschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architecten-Vereins 1884 No. 47.)

### Neues Empfangsgebäude auf Bahnhof Hildesheim.

Der alte Bahnhof der Linie Lehrte-Nordstemmen genügte bereits seit langer Zeit trotz verschiedener Erweiterungen nicht mehr. Der Bahnhof hat bereits die Linie Löhne-Vienenburg aufnehmen müssen, und nach Ausbau der Strecken Hannover, Hildesheim und Hildesheim-Braunschweig wird er ausser der alten Nebenlinie Lehrte-Nordstemmen, die beiden Hauptlinien Löhne-Braunschweig und Hannover-Vienenburg zu bedienen haben. Beim Umbau wurden die Gleise so angehoben, dass sie 3,85<sup>m</sup> über die anstossenden Strassen zu liegen kamen, und diese mit geringer Senkung unterführt werden konnten. Die Unterführung der Hannover'schen Landstrasse trennt die nördlich von ihr und etwa 10 Minuten vom alten Bahnhof entfernt an der Westgrenze der Stadt liegende Stelle des neuen Personenbahnhofes von der neuen Güterbahnhofsanlage ab, welche sich von dieser Unterführung südlich bis zu dem wieder benutzten alten gewölbten Viaducte über das Innerste-Thal erstreckt.

Gleichzeitig mit den Arbeiten am Projecte für das neue Stationsgebäude (1880) wurde mit der Ausführung der Damm-schüttungen, der Unterführungen und des Güterbahnhofes begonnen, damit also die Anlage in den grossen Zügen festgelegt, bevor der Entwurf des Stationsgebäudes feststand. Der erste Entwurf für letzteres zeigte in einfachen gothischen Formen eine Verkleinerung des neuen Tunnelbahnhofes in Hannover, entsprechend den kleinern Verkehrsverhältnissen. Das Empfangsgebäude sollte vor dem erhöhten Planum liegen und die Eingangshalle, Billet- und Gepäckexpedition, Wartesäle, Betriebsräume und Dienstwohnungen in zwei symmetrischen Flügeln mit Mittelbau enthalten. Von dem Gebäude führten zwei Tunnel mit Treppen zu den Perrons, welche zwischen den gleich in vollster Entwicklung vorgesehenen Gleisen der 3 Linien gedacht waren.

Dieser Entwurf fand die Billigung der Akademie des Bauwesens nicht, theils wegen ästhetischer Bedenken, hauptsächlich aber, weil die Wartesäle nicht dicht am Hauptperron lagen und keinen Ueberblick über die Gleise gestatteten.

Es wurde nun versucht, alle Räume in einem Vordergebäude jedoch so unterzubringen, dass die im Gebäude mit Treppen versehenen Wartesäle in Perronhöhe zu liegen kamen, andererseits, das ganze Stationsgebäude auf eine Insel zwischen den Hauptlinien zu stellen. Die erste Anordnung erwies sich der zahlreichen dadurch bedingten Gleiseüberschreitungen wegen als unzumuthbar, die zweite war nicht mehr möglich, weil der Bauplatz nicht mehr entsprechend erbreitert werden konnte. Im Januar 1882 wurde daher vom Arbeitsminister folgendes Programm für die Anlage des Gebäudes festgestellt.

Die Eingangshalle mit Billet- und Gepäckexpedition, sowie den Räumen für die Post und den erforderlichen Dienstwohnungen bilden ein Gebäude vor dem Planum in Höhe des Vorplatzes. Tunnel führen von dort auf einen Inseleperron, woselbst ein zweites Gebäude mit Wartesälen und Betriebsräumen errichtet wird. Hiernach wurde der definitive Bauplan bis April 1882 festgestellt und von der Akademie des Bauwesens gebilligt; derselbe ist in Fig. 1 Taf. XVI\*) dargestellt.

Nach dem so entstandenen Projecte wird zwischen den beiden sich entgegenstehenden Ansichten über die Anlage derartiger Bahnhöfe vermittelt. Die Wartesäle liegen direct an

den Hauptperrons zwischen den Linien, die äussern Gleise der Linien sind aber nur mittels Ueberschreiten der Gleise zu erreichen. Der letztere Mangel, welcher bei starkem Verkehre zu einem bedenklichen Hindernisse wird, fällt hier, wo der Verkehr in absehbarer Zeit mässige Grenzen nicht überschreiten wird, nicht sehr schwer in's Gewicht, während sich die Lage der Wartesäle den besonderen Beifall des Publikums bereits erworben hat. Bei stärkerem Uebergangsverkehre ist das Hinabsteigen in die Eingangshalle zum Zwecke der Lösung eines neuen Billets sehr unbequem. Bislang ist nun ein solcher Verkehr kaum vorhanden; sollte er sich nach Ausbau der noch fehlenden Linien stärker entwickeln, so wird beabsichtigt, eine zweite Billetexpedition auf dem Inseleperron einzurichten.

Das Eingangsgebäude. Der mittlere hoch herausgebauete und durch zwei Thürmchen flankirte Mittelbau enthält die Eingangshalle von 12,5<sup>m</sup> Breite, 16,5<sup>m</sup> Tiefe und 12<sup>m</sup> Höhe, mit 3 mit eisernem Vordache geschützten Eingängen, an welche links die 3 Schalter der Fahrkartenausgabe, rechts die Gepäckannahme und Ausgabe anschliessen. Von der Mitte der Hinterwand führt ein zweimal 3<sup>m</sup> breiter Tunnel mit Säulenstellung in der Mitte von 2,3<sup>m</sup> Höhe bis zur Mitte des Hauptperrons für den Personenverkehr, und ein zweiter 3<sup>m</sup> breiter verbindet die Gepäckexpedition mit den beiden hydraulischen Aufzügen, welche zwischen die beiden je 3<sup>m</sup> breiten Aufgangstrepfen des Personentunnels gelegt sind. Von hieraus werden die Gepäckkarren auf dem Mittelperron und mittels Ueberfahrten über die ersten Gleise der Linien auf den Zwischenperrons befördert, welche ausreichend bemessen sind, um Belästigungen des Publikums ausgeschlossen erscheinen zu lassen.

An den Mittelbau schliessen 2 Flügel an, deren rechter unten die Post aufnimmt, welche ihre Karren mittelst Rampe 1:20 an der östlichen Aussenseite des Planums auf Perronhöhe befördert, und hier auf Ueberfahrten über die Gleise auf die Perrons vertheilt. Ueber der Post liegt die Dienstwohnung des Vorstehers der Bahninspection Hildesheim; der linke Flügel enthält unten die Dienstwohnung des Restaurateurs, oben die des Stations-Vorstehers.

Das Insel-Gebäude ist von den vor seinem südlichen Giebel mündenden Treppen zugänglich; sein Südgiebel ist 18<sup>m</sup> gegen die Mittelachse des unteren Gebäudes nach Norden verschoben. Diese Anordnung ergab sich aus dem vollzogenen Grunderwerbe für das Eintrittsgebäude, und daraus, dass die bis zur Unterführung der Hannover'schen Landstrasse zusammenziehenden Gleise eine Erbreiterung der Insel weiter nach Süden nicht gestatteten. Wäre die Verschiebung in die Achse des Tunnels möglich gewesen, so hätte dieser in einem Mittelvestibul des obern Gebäudes münden können.

Zunächst den Treppen liegt der Wartesaal III. und IV. Classe (250 qm), an welchen der Wartesaal I. und II. (180 qm), dann ein Damenzimmer und ein kleinerer Speiseraum anschliessen. Zwischen den Wartesälen liegt das Buffet mit den Aufzügen von den darunter liegenden Wirtschaftsräumen. Hinter dem Wartesaal II. Classe liegt ein von beiden Hauptperrons zugänglicher Querflur mit den Retiraden. Nördlich davon liegen in 2 Geschossen über einander die Betriebsräume, während die Wartesäle die gleiche Höhe (9<sup>m</sup>) in einem Geschoße einnehmen.

\*) Die Taf. XVI folgt im nächsten Hefte.

Die Perrons liegen mit 9,5<sup>m</sup> Breite zu beiden Seiten des Gebäudes; östlich schliessen die beiden Gleise Hannover-Vienenburg, westlich die der Linie Löhne-Braunschweig, jedes Gleisepaar mit einem 4<sup>m</sup> breiten Zwischenperron an. Die Gleise sind auf 100<sup>m</sup> Länge überdacht. An die Langseiten des Gebäudes schliessen beiderseits 14<sup>m</sup> breite Pultdächer mit 4,625<sup>m</sup> Bindertheilung und 9,2<sup>m</sup> Säulenthailung unter der Traufe an, und von der Säulenreihe ragt dann noch ein 3,5<sup>m</sup> breiter Streifen bis zur nächsten Gleismitte frei vor. Die Säulenreihe steht mitten zwischen den Gleisen auf dem Zwischenperron. An beiden Enden schliesst an die Giebel noch eine kurze dreischiffige Halle an, welche am Südende die Tunneltreppen bedeckt. Die Seitenschiffe entsprechen den Pultdächern an den Langseiten, das 14<sup>m</sup> breite Mittelschiff ist mit einem nach oben herausgehobenen Satteldache bedeckt. Ebenso ist in der Mitte der Langseiten mit der Achse normal zu diesen ein höher überdachtes Querschiff angeordnet, um für die grossen Prachtfenster des Wartesaales II. Classe Höhe zu gewinnen.

Die Halle ist im Allgemeinen mit Wellblech gedeckt, nur im Anschlusse der Querschiffe und der Mitteltheile der Kopfhallen liegt zur bessern Erleuchtung des Gebäudes Glas; ausserdem ist zwischen je zwei Binder des Pultdaches an den Langseiten ein kastenförmiges Oberlicht gesetzt.

Der künstlerische Entwurf des Gebäudes, wie aller seiner Einzelheiten stammt vom Professor H. Stier in Hannover, die Leitung des Baues war Herrn Bauinspector Herzog übertragen.

B.

(Centralblatt der Bauverwaltung 1884, Seite 407.)

#### Die Stationen der Localbahn von Gemünden nach Hammelburg.

Die Stationen sind einfachster Art.

Haltestellen, an denen die Züge nur nach Bedarf halten, sind in grösserer Zahl angeordnet, jedoch lediglich durch eine Tafel mit dem Namen der Haltestelle markirt.

Die kleinen Stationen mit Güterabfertigung, Wolfmünster, Morlesau und Diebach, haben ein Nebengleis an beiden Enden mit Weichen und einem kurzen Rampenkopfe. Es ist nur ein Beamter da, welchem zugleich noch die Streckenbegehung obliegt, und welcher eine kleine Wohnung im Dache des Stationsgebäudes hat. Etwas grösser ist Gräfenberg, wo das Gebäude noch Platz für einen zweiten Beamten bietet.

Die Endstation Hammelburg (3000 Einwohner) hat Wohnung für den Betriebsleiter der Bahn, einen Gehülfen und einen Stationsdiener im Hauptgebäude, neben dem Locomotivschuppen eine kleine Werkstatt und Wohnung für einen Assistenten und das Fahrpersonal.

Wasserstation ist nur in Hammelburg; sie besteht in einem von der Locomotive betriebenen Pulsometer.

Alle Hochbauten sind massiv nach Entwürfen des Bauleiters Obergeringieur Seidel ausgeführt.

Es ist nur ein Telegraphendraht mit Morseapparat in Gräfenberg und Hammelburg; die kleinern Stationen sollen noch Telephonleitung erhalten.

Interessant ist die Kostenverminderung, welche sich bei der Umarbeitung des ersten nach den alten Grundsätzen für Vizinalbahnen aufgestellten Projectes auf Grund der neuen An-

forderungen für Localbahnen ergab; sie ist aus folgender Tabelle zu ersehen.

	Kostenanschlag für eine		
	Vizinalbahn M	Localbahn normalspurig M	schmalspurig M
I. Project und Aussteckung . .	28000	21500	21500
II. Grunderwerb u. Lastenablösung	590000	132000	101000
III. Erd- und Chaussirungsarbeiten	607000	151000	120000
IV. Brücken und Durchlässe . . .	512000	106000	86000
V. Einfriedigung, Kilometertheilung, Curven u. Neigungszeiger	14000	3000	3000
VI. Oberbau mit Bettung . . . .	907000	500000	400000
VII. Hochbauten, Stations- und Betriebseinrichtungen . . . .	379000	100000	100000
VIII. Instrumente, Werkzeuge . . .	14000	3000	3000
IX. Rollendes Material . . . . .	479000	100000	100000
X. Oberleitung, Bauführung . . .	141000	40000	40000
XI. Reserve . . . . .	129000	123000	95500
	3800000	1280000	1070000

Es kostete also

1 km der 28,15 km langen Vizinalbahn . . . .	135000 M
1 « « 26,8 « « normalspurigen Localbahn	47800 «
1 « « 26,8 « « schmalspurigen «	40000 «

In Folge weitem Ausschwenkens der Curve im Hochwassergebiet des Mains erhöhte sich der Anschlag für die ausgeführte Bahn auf 1330000 M.

Bezüglich einzelner Preise sei noch Folgendes angeführt.

Es wurden erworben 15<sup>ha</sup> Feld, 6,7<sup>ha</sup> Wiesen und 7,8<sup>ha</sup> Wald für zusammen 130000 M, bei 12<sup>m</sup> Durchschnittsbreite. Durch Erwerb zweier Höfe, Schlussvermessung und Besteinung erhöht sich die Summe auf 150000 M, also kostet der Grunderwerb 5400 M für 1 km.

Die Erdarbeiten umfassten 106800 cbm, welche einschliesslich aller Nebenarbeiten 106000 M kosten, pro 1 cbm also 1 M.

Dazu kommen für Pflasterungen, Uferdeckungen und Trockenmauern 20000 M, für Chaussirungen 14600 M.

63 Cementrohrdurchlässe, 0,2 — 0,45<sup>m</sup> weit, zusammen 435<sup>m</sup> lang, kosteten 6162 M, also für 1<sup>m</sup> 33 M.

35 offene Durchlässe, 0,45 bis 1,5<sup>m</sup> weit, mit hölzernen Langschwelen unter den eisernen, kosteten 6710 M, ein Stück also 192 M.

6 Stück Durchlässe mit Walzträgern, 1,5 bis 4<sup>m</sup> weit, kosteten 3880 M, einer also 650 M.

3 Wegeunterführungen, 5 bis 6<sup>m</sup> weit, 4962 M, jede also 1650 M.

1 Unterführung, 11<sup>m</sup> weit, 3200 M.

Die Oelbachbrücke, 3 Oeffnungen mit Walzträgern, zusammen 19<sup>m</sup> weit, 3400 M.

Die Sinnbrücke, Trapezträger 22<sup>m</sup> und 2 Walzträger je 9<sup>m</sup>, 15800 M.

Die Sinnfluthbrücke, 4 Walzträger je 9<sup>m</sup>, 8300 M.

Die Schondrabrücke, ein 17,72<sup>m</sup> langer Pauliträger und 2 Walzträger von je 9<sup>m</sup>, 13400 M.

Die Tulba brücke, 2 Blechträger 12 und 18,5<sup>m</sup>, 9300 M.  
Die Bettung, unten Packlage, oben Kleinschlag oder Mainkies, kostete auf 1<sup>m</sup> Gleis 2,20 M.

Der Oberbau, einschliesslich Verlegen (1,0 M) und erstmaligen Regulirens, 14,3 M.

Die Hochbauten einer Station kosteten durchschnittlich: Hauptgebäude 9500 M, Ladehalle mit Verbindungsgang 1900 M, Nebengebäude mit Abtritt und Hofeinfriedigung 2600 M, Kiesperron, fahrbare Rampe, Bodenwaage, Beleuchtungsapparate, Brunnen, Entwässerung, Ladeprofil und Stationsuhr 3400 M, Geräte des Wartezimmers 250 M, Betriebsausrüstung 350 M, zusammen 18000 M.

Die Station Gräfenberg, auf welcher die obigen Anlagen etwas vergrössert sind, kostete 25000 M.

Die Station Hammelburg in Folge der Zufügung des Locomotivschuppens, der vermehrten Dienstwohnungen, der Wasserstation und der Werkstätte 63800 M.

Insgesamt kosteten die Stationsanlagen mit der Telegrapheneinrichtung 153000 M, ergeben also eine Ueberschreitung, welche durch nachträgliche Erweiterungen einzelner Stationen entstand.

B.

(Fortsetzung unter Maschinen- und Wagenwesen.)

#### Elektrische Beleuchtung des Rangirbahnhofs (Porta Sempione) in Mailand.

Auf dem neuen von der Verwaltung der oberitalienischen Eisenbahnen an der Porta Sempione in Mailand (vergl. Organ 1884 S. 161) erbauten Rangirbahnhof, auf welchem das Rangiren mittelst Ablaufgleisen bewirkt wird, muss auch die Nachtzeit zur Ausführung von Rangir-Operationen verwendet werden. Die ursprünglich versuchte Beleuchtung durch Petroleumlaternen

zeigte sich ungenügend und ebenso erwies sich auch eine Beleuchtung durch elektrisches Licht in gewöhnlicher Weise wegen der dabei erforderlichen hohen Säulen unzweckmässig. Man hat deshalb elektrisches Licht in Verbindung mit Reflectoren angewendet. Drei mit Reflectoren versehene elektrische Leuchtvorrichtungen sollen einen Raum von 40000 qm genügend hell erleuchten, so dass alle Rangirarbeiten sicher ausgeführt werden können. Zur Erzeugung der Elektrizität wird eine Zwillingsmaschine von 35 Pferdekräften verwendet, die Kessel sind gewöhnliche Locomotivkessel. Die 7 dynamo-elektrischen Maschinen sind von Siemens & Halske in Berlin geliefert.

(Glaser's Annalen 1884 Decemb. S. 228.)

#### Locomotivschuppen der Taff Vale Eisenbahn in Cathays bei Cardiff.

Dieser Schuppen ist zur Aufnahme von 60 grossen Tender-Locomotiven bestimmt und bildet ein Rechteck von 116,7<sup>m</sup> Länge und 40,8<sup>m</sup> Breite, das durch eine Mittellängswand in zwei Räume von je 20,4<sup>m</sup> Breite getheilt wird; in jedem Raum befinden sich 5 Gleise, zusammen also zehn. In der Mitte der Länge ist eine 12,19<sup>m</sup> lange, unversenkte Dampfschiebebühne angeordnet, die über alle zehn Gleise läuft. Die Löschgruben sind 1,07<sup>m</sup> tief und erstrecken sich mit Ausnahme des von der Schiebebühne eingenommenen Raumes durch die ganze Länge des Gebäudes; sie sind in Abständen von 14,27<sup>m</sup> mit Entwässerung versehen. In jedem zweiten Zwischenraum zwischen den Gleisen liegt ein Wasserleitungsrohr mit Hydranten in Abständen von je 11,43<sup>m</sup>. Das Dach ist ein eisernes, mit zwei Spannweiten à 20,4<sup>m</sup> und zu zwei Fünfteln mit Schiefer, zu drei Fünfteln mit geripptem Glase eingedeckt.

(Glaser's Annalen 1884 Septb. S. 109.)

## Maschinen- und Wagenwesen.

### Güterzuglocomotive der Great-Eastern-Railway.

(Hierzu Fig. 5 und 6 auf Taf. XV)

Die neue, von Worsdell construirte Güterzugmaschine unterscheidet sich nicht von der englischen Normale, hat aber mehrere interessante und neue Details aufzuweisen. Die Räder von 1,475<sup>m</sup> Laufkreisdurchmesser haben gusseiserne Radgestelle mit Speichen, welche einen ovalen Querschnitt — ohne Kern — haben. Die Reifen sind mit Klammerringen auf den Untergestellen befestigt, Achsbüchse und Lager sind aus einem Stück Rothguss gefertigt und sind die Lagerlaufflächen mit Streifen von Weissmetall gefüttert. Die Achsbüchsenführungen sind von Gusseisen und haben Stellkeile. Der Gradführungshalter, weil innere Cylinder, für beide Cylinder aus einem Stück, ist aus Stahlguss gefertigt und mit abgedrehten Nieten kalt an die stählernen Rahmplatten genietet. Pleuel- und Kuppelstangen sind von Schmiedeisen, die Kuppelstangenköpfe sind mit runden Rothgussbüchsen ohne Stellvorrichtung versehen. Die Köpfe der Pleuelstangen haben Stellvorrichtungen für die Lagerschalen. Um auf der Treibachse die Anbringung von Keilnuthen für die Excenter-Scheiben, welche oft Ursache zur Entstehung von Anbrüchen und Brüchen der Achsen gewesen sind, zu vermeiden,

sind an den Kurbelhälsen Einschnitte angebracht, in welche die an den Scheiben angegossenen Mitnehmernasen eingreifen. Siehe Fig. 5 auf Taf. XV.

Die Excenterscheiben sind nicht einzeln aufgesetzt, sondern Vor- und Rückwärtsexcenter sind zusammen zweitheilig ausgeführt. Die Kesselbleche sind vom besten Yorkshire-Eisen, die kupferne Feuerbüchse besitzt Barrendeckenversteifung und sind dieselben in I-förmigem Querschnitt von Gusstahl ausgeführt und mittelst Kopfschrauben an die Feuerbüchsedecke befestigt.

4 dieser Deckenbarren (Fig. 6 Taf. XV) sind mittelst Laschen und Winkeleisen an der Kesselwandung aufgehängt.

Die äussere Feuerbüchsrückwand ist mit der vorderen Rohrwand durch 11 runde, in den Wänden eingeschraubte Ankerstangen versteift, welche zwischen und neben den Deckenbarren über der Feuerbüchse liegen.

Die Maschine wiegt in Dienst 36,5 Tonnen, leer 33,4 Tonnen.

(Engineering, April 1884.) E.

### Verbesserte Gaslampen für Eisenbahnwagen.

(Hierzu Fig. 10—12 auf Taf. XV.)

Die Société internationale d'éclairage par le gaz d'huile, welche das Pintsch'sche Beleuchtungssystem der Eisenbahnwagen

in Frankreich ausführt, hat in neuerer Zeit an ihren Gaslampen die Einrichtung getroffen, dass ein Schliessen des Lampenschleiers selbstthätig ein Verkleinern der Flamme herbeiführt. Da es indess vorkommt, dass ein Reisender durch Herabziehen einer Schleierhälfte sich vor dem Lichte schützt, während ein gegenüber sitzender Mitreisender nicht auf die Beleuchtung zu verzichten wünscht, so ist Bedacht darauf genommen, dass ein Schliessen der einen Schleierhälfte ohne Einfluss auf die Lampe bleibt und dass nur ein vollständiger Schluss des Schleiers auf die Flamme verkleinernd einwirkt.

Die Fig. 10—12 auf Taf. XV erläutert die hierauf bezügliche Einrichtung der Lampe. Das Gas gelangt aus der Hauptleitung a durch das Rohr c, den Doppelhahn b und die Rohre f und g zum Brenner k. Der Doppelhahn b enthält zwei nebeneinander liegende, von einander durchaus unabhängige Kükten, auf welchen je ein Zahnbogen d  $d_1$  befestigt ist; letzere stehen in Eingriff mit den an den Bügeln e  $e_1$  des Schleiergestelles angebrachten Zahnbogen, weshalb das Herabziehen einer Schleierhälfte das Schliessen eines Kükens im Doppelhahn b zur Folge hat. Da nun die Bohrung dieser Kükten so gross bemessen ist, dass die zur vollen Speisung der Flamme erforderliche Gasmenge durch eine einzige Küktenbohrung hindurchgeht, so kann auch eine Verkleinerung der Flamme nur durch gleichzeitigen Schluss beider Kükten im Doppelhahn b — entsprechend dem vollständigen Schlusse des Lampenschleiers — bewirkt werden. Die zum schwachen Fortbrennen der Lampe erforderliche Gasmenge tritt nach dem Schliessen des Doppelhahns b aus der Hauptleitung a durch eine kleine, mittelst Schraube i regulirbare Umgangsöffnung unmittelbar in das Rohr g. Eine zweite Schraube l dient zum Reguliren der normalen Flammengrösse.

Um die Schleierhälften in offener oder geschlossener Lage mit Sicherheit zu halten, sind an den Bügeln e,  $e_1$  des Schleiergestelles den Zahnbogen diametral gegenüber die Daumen m,  $m_1$  angebracht, gegen welche die am Lampenringe befestigten Plattenfedern o,  $o_1$  drücken, so dass eine Aenderung der Daumen- und Bügellage nicht unabsichtlich erfolgen kann. Durch diese Einrichtungen ist es möglich, während der Fahrt bedeutend an Gas zu sparen, sobald den Reisenden ein schwächeres Licht erwünscht ist. Zu diesem Zwecke hat man zwar auf den deutschen Bahnen seither die Einrichtung getroffen, dass die Flamme mittelst eines vom Wageninnern aus stellbaren Regulirhahnes nach Belieben gross oder klein gestellt werden kann. Allein die Reisenden bedienen sich nur selten dieses Regulirhahnes und dämpfen häufig die Beleuchtung mittels des unter der Glasschale der Lampe angebrachten Lampenschleiers, wobei freilich die Flamme nutzlos weiter brennt. Die oben beschriebene französische Einrichtung entspricht daher viel besser dem erwähnten Zweck.\*)

(Nach Revue industrielle 1884 S. 273.)

\*) Zu demselben Zweck hat Mich. L. Gaillard in Paris (D. R. P. No. 28293) sich eine Einrichtung patentiren lassen, bei welcher die beiden Hähne, welche den Gasdurchgang bei obiger Anordnung vermitteln, durch einen Hahn mit zwei in einander liegenden Kükten ersetzt werden und ist auch die Anwendung jeder Verzahnung durch geeignete Hebelverbindungen umgangen. Anmerk. d. Redact.

### Elektrische Beleuchtung der Eisenbahnzüge.

Die kgl. Eisenbahn-Direction in Frankfurt a. M. hat — nach den von dem Regier.- und Baurath Stock in der Versammlung des Vereins für Eisenbahnkunde in Berlin am 2. Dec. 1884 gemachten Mittheilungen — ihre schon früher angestellten Versuche in letzter Zeit in grösserem Umfange wieder aufgenommen und zwar anscheinend mit günstigem Erfolge. Zu den Versuchen wurde ein Zug benutzt, welcher aus einem Gepäckwagen, zwei Personenwagen I. und II. Classe und einem Personenwagen III. Classe bestand. In dem Gepäckwagen, welcher zugleich als Apparatwagen dient, befindet sich an dem einen Ende in einem besonderen Verschlage die von der Firma Möhring in Frankfurt a. M. hergestellte Dynamo-Maschine, an dem anderen Ende ein Kasten mit den Accumulatoren. Zweck der in und unter dem Apparatwagen angebrachten Vorrichtungen ist: während der Fahrt in der dynamo-elektrischen Maschine den zum Betriebe der elektrischen Glühlampen und zur Ladung der Accumulatoren nöthigen Strom zu erzeugen, sowie während des Stillstandes des Zuges und während einer Fahrt mit geringerer Geschwindigkeit als 30 km in der Stunde selbstthätig die Dynamo-Maschine auszuschalten und die Beleuchtung durch die Accumulatoren erfolgen zu lassen. Auf der der Dynamo-Maschine entgegengesetzten Achse des Wagens sitzt eine konische Trommel, welche einer unter der Dynamo-Maschine ebenfalls unterhalb des Wagens angebrachten zweiten konischen Trommel entspricht. Die konische Form der Trommeln, sowie die Durchmesser der Riemscheiben sind so gewählt, dass bei einer Fahrgeschwindigkeit von 30 bis 70 km in der Stunde die Dynamo-Maschine stets die gleiche Umdrehungszahl von 760 in der Minute macht. Die Uebertragung der Kraft auf die Dynamo-Maschine und den für die wechselnde Geschwindigkeit erforderlichen Regulator erfolgt durch ein Wechselgetriebe und entsprechende Riemscheiben.

Während der vollen Fahrt des Zuges geschieht die Ladung der Accumulatoren bei eingeschalteten Lampen. Bei Fahrgeschwindigkeiten unter 30 km in der Stunde werden die Lampen von den Accumulatoren gespeist und die hierzu erforderliche Veränderung des Stromlaufes wird durch einen sich selbstthätig verschiebenden Moment-Umschalter bewirkt, auf dessen Platinen vier Bürsten abwechselnd aufliegen. Bei der Tagesfahrt sind die Lampen ausgeschaltet und es kann alsdann die Verladung der Accumulatoren stattfinden. Die Anzahl der letzteren beträgt 26. Die Gesamtbelastung des Wagens durch die unter demselben befindlichen, mit einem staubdichten Holzkasten geschützten Vorrichtungen, die Maschine und die Accumulatoren beträgt 600 kg. Die Einrichtung kostet etwa 2500 M.

Die Zahl der in dem Zuge befindlichen Glühlampen beträgt 12, von denen sich je 2 in dem Apparatwagen und im Personenwagen III. Classe und je 4 in den beiden Personenwagen I. und II. Classe befinden. Die Dynamo-Maschine und die Accumulatoren sind aber so berechnet, dass mit ihnen noch zwei weitere Personenwagen betrieben werden können. Die Einrichtung eines Personenwagens für die elektrische Beleuchtung kostet 65 bis 80 M.

Mit dem in vorstehend beschriebener Weise ausgerüsteten Zuge wurden Versuchsfahrten auf der 106 km langen Eisenbahnstrecke zwischen Fulda und Sachsenhausen ausgeführt. Dabei

erwies sich die Beleuchtung der Wagen sowohl während der Fahrt bei wechselnden Fahrgeschwindigkeiten, als auch während des Aufenthaltes auf den Stationen (in einem Falle bei 35 Minuten) als gut und gleichmässig. Nur vor und nach der Einfahrt und Ausfahrt in und aus einer Station, auf welcher der Zug zum Halten gebracht wurde, war in Folge des eintretenden Wechsels zwischen Maschinen- und Accumulatorlicht ein zeitweises Zucken in den Lampen bemerkbar, welches jedoch nicht als störend empfunden wurde. Wegen des Umstandes, dass alle Regelungen und Umschaltungen durch den Mechanismus selbstthätig ausgeführt werden, bedarf die Beleuchtung ausser der vor Beginn der Fahrt vom Zngführer durch Umlegen einer Kurbel zu bewirkenden Einschaltung keinerlei weiterer Bedienung. Die Accumulatoren haben in ihrer neuen, wesentlich verbesserten Einrichtung während einer sechsmonatlichen Benutzung weder an Ladungsvermögen noch an Leistung eine Einbusse erlitten; bei einer Versuchsfahrt dienten dieselben nach vorhergegangener vierstündiger Verladung 55 Minuten lang zum Betriebe der Lampen und lieferten nach 24stündigem Stehen des Zuges abermals eine Stunde und am nächsten Tage nochmals 45 Minuten lang ausreichenden Strom zur Beleuchtung des Zuges. Die Betriebskosten der elektrischen Beleuchtung werden zu 0,8 Pfennig für die Lampe und die Stunde angegeben. (Centralblatt der Bauverwaltung 1885 S. 13.)

#### Die stärkste Locomotive der Welt.

Zum Betriebe der Gebirgsbahn über die Sierra Nevada wurde in den Werkstätten der Central-Pacific-Eisenbahn zu Sacramento nach der Construction des dortigen Maschinenchefs J. Stevens eine Maschine, «El Gobernador» genannt, gebaut, welche auf 5 gekuppelten Treibradachsen und nach vorn auf einem Satz Wendeschmel ruht und folgende ausserordentliche Dimensionen hat:

Cylinder-Durchmesser . . . . .	0,532 <sup>m</sup>
Kolbenhub . . . . .	0,915 <sup>m</sup>
Triebraddurchmesser . . . . .	1,440 <sup>m</sup>
Entfernung der gekuppelten Achsen . . . . .	5,970 <sup>m</sup>
Gesamtlänge der Locomotive und des Tenders	12,880 <sup>m</sup>
Gesamtwicht der Locomotive im dienstfähigen	
Zustande . . . . .	66,138 t
Gewicht des leeren Tenders . . . . .	22,915 t
Wassergewicht des Tenders . . . . .	13,590 t
Kohlengewicht des Tenders . . . . .	4,500 t
Gesamtwicht der dienstfähigen Locomotive	
und des Tenders . . . . .	102,673 t
Gewicht vertheilt auf die Triebachsen . . . . .	58,000 t
Gewicht pro Triebachse . . . . .	13,600 t
Länge der Feuerbüchse . . . . .	3,200 <sup>m</sup>

Um bei dem grossen Radstand von 5,970<sup>m</sup> das Durchlaufen der Curven zu erleichtern hat die Hinterachse ein seitliches Spiel erhalten, welche aber dennoch die Anordnung der Kuppelstangen zwischen dieser Achse und der vorhergehenden gestattet, diese Stangen liegen ausserhalb der Kuppelstangen der vier andern Räder und sind mit sphärischen Kurbelwarzen versehen. Die Räder der zweiten und dritten Kuppelachse haben ausserdem keine Spurkränze. Durch diese Anordnung ist es

möglich, dass diese Maschine mit Leichtigkeit Curven von 145<sup>m</sup> Radius durchläuft.

Die Feuerbüchse ist sehr lang und erstreckt sich über die beiden hinteren Achsen. Die Cylinder liegen etwas geneigt und haben den grössten Kolbenhub, welcher jemals bei Locomotiven angewandt wurde.

Die Berechnung ergibt, dass diese Locomotive auf einer Steigung von  $22 \frac{0}{100} = \text{rot. } 1:45$  einen aus 28 Wagen mit 533 t Gesamtwicht bestehenden Zug mit 13 km pro Stunde befördern kann. (Genie Civil, Bd. V No. 10 und K. Revue générale des chemins de fer 1884 Decemb. S. 358.)

#### Neue Feuerbüchsen-Construction.

Von Ignatz Wottitz,

Inspector der k. k. Direction für Staatseisenbahn-Betrieb in Wien.

Nach einem Erlass der k. k. General-Inspection ist diese Feuerbüchsen-Construction versuchsweise sowohl bei einer Locomotive der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn als der k. k. Direction für Staats-Eisenbahn-Betrieb in Wien zur Anwendung gekommen und hat ganz günstige Resultate geliefert, insbesondere eine bessere ökonomische Verbrennung des Feuerungsmateriales, und lässt grössere Widerstandsfähigkeit der einzelnen Theile der Feuerbüchse bei entsprechender Verminderung der die Reinigung erschwerenden Verankerungen der Wände und geringere Reparaturkosten voraussehen.

Wir hoffen in einem der nächsten Hefte des Organs eine genaue Zeichnung mittheilen zu können. Das Wesentliche der Construction besteht darin, dass der Feuerkasten in zwei Theile getheilt ist, wovon der untere mit halbrunder Decke und rechteckigem horizontalem Querschnitt den Rost, der obere von kreisförmigem (senkrechten) Querschnitt die Rohrwand enthält; beide Abtheilungen sind durch einen Hals verbunden, durch welchen die Feuergase aus dem unteren Theil in den oberen und von da in die Rohre gelangen.

#### Die Betriebsmittel der Localbahn von Gemünden nach Hammelburg.

An rollendem Materiale wurden beschafft:

- 3 Tenderlocomotiven, 3achsige, im Dienst 25,5 t schwer, jede zu 26500 M.
- 3 Personenwagen II. und III Classe mit je 38 Plätzen, jeder zu 4400 M.
- 3 Personenwagen III. Classe mit 40 Plätzen, jeder zu 4000 M.
- 3 Dienstwagen mit Postabtheilung, jeder zu 4200 M.
- 3 Stückgutwagen zu 3800 M.
- 12 Steinwagen jeder zu 2250 M.

Mit Nebenkosten für Geschwindigkeitsmesser, Heizvorrichtungen stellt sich der Gesamtpreis des rollenden Materials auf 162000 M.

Diese Ueberschreitung und die in den Stationen werden durch anderweite Ersparungen soweit ausgeglichen, dass die Anschlagsumme von 1330000 M. nur unerheblich überschritten wird. Es ergibt sich somit, dass leichte Localbahnen, abgesehen vom Grunderwerb, der in Baiern für solche Linien den Interessenten zur Last fällt, für rund 40000 bis 42000 M. für 1 km bei 25—30 km Gesamtlänge herzustellen sind, und somit

die Schmalspurbahnen an Preis nicht so wesentlich übertreffen, wie meist angenommen wird. Die Feldbahn kostet z. B. pro 1 km 31000 M. mit und 25000 M. ohne Betriebsmittel, in Sachsen überschreiten die Kosten von Schmalspurbahnen wohl in Folge schwierigen Terrains den Satz von 40000 M. mehrfach erheblich. Nach dem Anschlage verhalten sich für vorliegende Strecke die Kosten der schmalen Spur zur normalen einer Localbahn wie 5 : 6 ein Unterschied, der das bei schmaler Spur in Gemüden nöthig werdende Umladen der vorwiegend zu befördernden Massengüter nicht aufwiegen kann.

Die Normalgeschwindigkeit der Bahn ist mit 20 km, die grösste mit 25 km in der Stunde, für Strecken, welche besonderer Vorsicht bedürfen, eine Verringerung auf 15 km vorgesehen. Die Uebergänge bedürfen sonach keiner Bewachung und haben keine Verschlüsse.

Vorläufig ist Folgendes für die Art des Betriebes bestimmt. Die Billets werden in den Interkommunikationswagen

abgegeben. Da der Beamte der kleinen Stationen auch die Streckenaufsicht zu führen hat, so ist hier die Güterexpedition auf bestimmte Tagestunden beschränkt. Als Vorstand in Hammelburg ist ein Ingenieur angestellt, welchem die Betriebsleitung der ganzen Bahn einschliesslich der Unterhaltung obliegt. Die Gütertarife zeigen in allen Güterbeförderungsklassen Zuschläge zu den Sätzen der Hauptbahnen.

Die Ausführung der Linie erfolgte mit Ausnahme der Hochbauten in Regie mit kleinen Accorden. Die Linie war daher in zwei Sectionen mit 8 kleineren Loosen getheilt, denen die Ingenieure Ferchel in Lohr und Hennch in Hammelburg vorstanden. Unter diesen waren 7 mit der speciellen Leitung beauftragte Ingenieur-Assistenten beschäftigt. Entwurf und Ausführung standen unter der Oberleitung des Eisenbahnbaudirectors Schnorr von Carolsfeld.

B.

(Zeitschrift für Baukunde 1884 p. 357.)

## Signalwesen.

### Burrell's doppelscheinige Hand-Signal-Laterne.

In der Mitte eines doppelt-sphärisch gestalteten Lampenglases ist in der Mitte ein weit geöffneter eiserner Bügel drehbar befestigt, der an seiner Wurzel zugleich die Lampe und die Drehachse für das Lampenglas bildet. Letzteres ist an den beiden Enden mit verschiedenfarbigen Glasscheiben (roth und weiss oder roth und grün) abgeschlossen, so dass der Signalwärter nur durch Umlegen des Lampenglases das betreffende Signal hervorbringen kann. Diese Laternen können von Metzler Railway-Signal-Latern-Comp. zu Philadelphia bezogen werden. K. (Railroad-Gazette 1884, May S. 408).

### Horn's neuer Geschwindigkeitsmesser für Locomotiven.

Bei diesem auf den Elsass-Lothringischen Bahnstrecken in Anwendung gekommenen Apparate ist in einem Kasten aus starkem Eisenblech in der Mitte der Rückwand eine Welle befestigt, auf welcher ein Zahnrad aufgekeilt ist. Ein zweiarmiger Hebel ist mit dem Zahnrad durch eine Leitstange verbunden, während der andere Hebelarm ein Gleitstück bewegt, welches am untern Ende ein Bleistift trägt. Durch die excentrische Befestigung der Leitstange am Zahnrad wird die Kreisbewegung des Letzteren in eine »auf- und abgehende« für das Gleitstück verwandelt. Zur Bewegung des Zahnrades dient folgende Einrichtung: An einem Ständer ist oben drehbar eine Pendelstange befestigt, dessen unteres Ende mit dem Kreuzkopf der Maschine verbunden ist. Oben in der Pendelstange ist in einem Schlitz eine Verbindungsstange befestigt, welche die Bewegung auf das Zahnrad überträgt, und zwar ist durch eine versicherte Sperrvorrichtung die Einrichtung getroffen, dass bei jeder Hin- und Herschwingung der Pendelstange das Zahnrad um je einen Zahn weitergeschoben wird. Das Zahnrad trägt ferner noch einen Stift, welcher den Zweck hat, bei jeder Umdrehung auf einen Hebel zu drücken, welcher ein aus 100 Zähnen bestehendes

Hemmungsrade um je einen Zahn weiterschiebt; vor diesem Hemmungsrade befindet sich an der Aussenseite des Kastens das Kilometerzifferblatt nebst Zeiger.

Ferner befindet sich auf dem Boden des Kastens senkrecht eine Schraube mit flachem Gewinde, auf welcher sich eine Walze drehen lässt. Diese Walze wird durch Uebertragung von Winkelrädern durch ein Uhrwerk um ihre Achse gedreht.

Der Apparat wird auf dem Trittbrett der Locomotive aufgeschraubt und das Pendel, mit dem Kreuzkopf der Maschine verbunden. Jede Hin- und Herbewegung des Pendels resp. des Kreuzkopfes entspricht einer Umdrehung des Triebrades. Das Zahnrad im Apparat hat nun gerade soviel Zähne, als der Umfang des Triebrades in einem Kilometer enthalten ist; hat daher die Maschine einen Kilometer zurückgelegt, so wird das Zahnrad gerade eine Umdrehung vollendet haben und mittelst des Stiftes ist der Kilometerzeiger um einen Theilstrich weitergerückt. Man kann also die Zahl der von der Maschine zurückgelegten Kilometer direct vom Zifferblatte ablesen. Um nun die Fahrgeschwindigkeit zu notiren, wird die Walze mit Papier bezogen, gegen welches das Bleistift elastisch anliegt. Jede Umdrehung des Zahnrades bewirkt durch die Gelenkverbindung ein Auf- und Abgehen des Schreibstiftes, was also während eines Kilometers einmal geschehen muss. Ein Auf- und Niedergehen des Schreibstiftes entspricht also genau der zurückgelegten Entfernung eines Kilometers. Da nun die Walze selbst durch die Uhr in jeder Stunde einmal um ihre Achse gedreht wird, so muss der Schreibstift auf dem Papier eine gebrochene Linie markiren, deren einzelne Theile um so dichter zusammen liegen, je schneller das Auf- und Abgehen des Stiftes erfolgt, je schneller also die Maschine gefahren ist. Beim Halten auf Stationen wird der Stift einen waagerechten Strich markiren, genau entsprechend der Haltezeit. Das um die Walze gespannte Papier ist in 60 gleiche Theile getheilt, es entspricht mithin der Raum zwischen zwei Theilstrichen der Zeitdauer einer Minute. Hierdurch ist

es möglich, die Fahrzeit eines jeden zurückgelegten Kilometers direct abzulesen.

Dadurch, dass sich die Walze auf der Schraube langsam abwärts bewegt (bei jeder Umdrehung um 22<sup>mm</sup>), wird vermieden, dass nach Ablauf einer Stunde die Darstellung der Fahr- geschwindigkeit mit der der ersten zusammen fällt; die gebrochene Linie wird also schraubenförmig um den Cylinder (Walze) markirt, und kann die Fahrzeit von grosser Dauer sein, ohne dass es nöthig ist, den Apparat zu stellen, oder den Papierüberzug zu erneuern. Nach vollendeter Fahrt wird die Walze herausgenommen, die Papierbekleidung durch einen senkrechten Schnitt gelöst und das so erhaltene Papier ergibt ein genaues Bild von Zeit, Strecke und Geschwindigkeit.

Die Vortheile des Apparates sind folgende:

Die Fahrgeschwindigkeiten der Locomotiven lassen sich auf jeder Stelle der zurückgelegten Strecke auf das Genaueste ablesen. Mit Hilfe einer durchsichtigen Schablone sogar auf je 100<sup>m</sup>. Die Aufenthaltszeiten auf den Stationen werden ebenso genau fixirt. Nach beendeter Fahrt kann der Locomotivführer genau controlirt werden, ob er stets den Vorschriften gemäss gefahren hat, wie er gefährliche Stellen, Bahnhöfe etc. passirt hat; ob und wo er etwaige Verspätungen wieder eingeholt hat u. s. w. Schliesslich hat der Locomotivführer an diesem Apparat stets eine genau gehende Uhr und den Kilometerzeiger vor Augen, kann sich also stets über die Normalmässigkeit seiner Fahrt orientiren.

K.

(Glasers Annalen 1884, April S. 130).

#### Deckung von Drehbrücken.

(Hierzu Fig. 6 auf Taf. X).

Die Union Switch- und Signal-Company hat für die Deckung von Drehbrücken ein System eingeführt, welches in Fig. 6 Taf. X schematisch dargestellt ist; dasselbe wiederholt sich für das zweite Gleis auf der andern Seite der Drehbrücke in genau gleicher Weise.

Der ganze Apparat besteht zunächst aus dem Brückenriegel 1 nebst Hebel 1, welcher nur nach völligem Schlusse der Brücke bewegt werden kann, durch deren geringste Bewegung aber verriegelt wird. Der Schluss des Brückenriegels giebt den Hebel 2 für die Stellung der Entgleisungsweiche 2 frei, welche 150<sup>m</sup> vor der Brücke liegt, und deren Schliessung auf das Hauptgleis den geschlossenen Brückenriegel verriegelt; ist also die Weiche für das Hauptgleis gestellt, so ist die Brücke unbeweglich. Durch die Weichenstellung auf das Hauptgleis wird die vor der Weiche liegende Saxby und Farmer'sche Pedalschiene 3 nebst Hebel 3 frei gegeben, mittelst deren der ankommende Zug die etwa auf halb gestellten Zungen der Entgleisungsweichen fest anlegt. Die Einstellung der Pedalschiene 3 auf Weichenschluss verriegelt die Weiche auf das Hauptgleis und giebt das Weichenortssignal 4 frei, das vorher auf »Gefahr« verriegelt war, und dessen Stellung auf »freie Fahrt« einerseits die Pedalschiene 3 festriegelt, anderseits das Vorsignal 5 aus der verriegelten Stellung »Gefahr« auf »freie Fahrt« verstellbar macht; dessen Umstellung verriegelt schliesslich das Ortssignal, und es ist somit nun schliesslich nur das Vorsignal beweglich.

Es ist noch möglich, dass, wenn ein Zug das Vorsignal passirt hat und in die Weiche gelangt ist, die Rückstellung der Hebel zu früh begonnen wird, wodurch dann ein Theil des Zuges in die Entgleisung geführt werden kann.

Es ist daher vorgesehen, dass die erste Achse, welche die Weiche durchfährt die Pedalschiene 3 nebst Hebel 3 so verriegelt, dass sie und folglich auch die Weiche 2 selbst nach Rückstellung der Signale 4 und 5 nicht eher bewegt werden kann bis die letzte Achse auf die Brücke gerollt ist. Zu dem Zwecke ist an ein isolirtes Gleisstück zwischen Weiche und Brücke eine schwache Batterie 6 angeschlossen, welche durch die Schienen und den Stromkreis des Electromagneten 7 den Stromkreis des Electromagneten 8 schliesst, und dadurch eine zweite Verriegelung des Pedalschienenhebels 3 frei hält. Rollt eine Achse auf das Gleisstück, so wird 6 kurz geschlossen, 7 verliert den Strom, wodurch der Kreis 8 unterbrochen und die Verriegelung von 3 eingerückt wird. Diese wird erst dann durch 6 wieder gelöst, wenn die letzte Achse das isolirte Gleisstück nach der Brücke zu verlassen hat. Um die Verriegelung von 3 aber auch unabhängig vom Gleise einrücken zu können, ist an den Kreis 8 noch der Ausschalter 9 angeschlossen, dessen Strom mittels Magnet 9 den Kreis 8 schliesst. Schliesslich befindet sich 1,60 km vor der Brücke gleichfalls ein isolirtes Gleisstück, dessen Berührung durch die erste Achse den Strom der Wecker Glocke 10 schliesst, und so dem Signalwärter den kommenden Zug anmeldet.

Wie oben gesagt, befindet sich dieser ganze Apparat für das zweite Gleis, oder für die andere Fahrriichtung eines einzigen Gleises auf der andern Seite der Brücke.

Kommt nun ein Zug von A, so giebt er zuerst das Wecksignal an 10. Kann der Wärter nun wegen geöffneter Stellung der Brücke den Hebel 1 für den Riegel nicht bewegen, so sind ihm auch alle andern Hebel festgestellt, und der Zug findet »Halt« am Vorsignale, läuft in die offene Entgleisung, wenn dieses Signal und das Ortssignal 4 nicht beachtet wird. Der Sturz in die Brücke kann also auch von einem nachlässigen oder böswilligen Führer nicht erreicht werden. Ist die Brücke aber geschlossen, so kann Hebel 1, aber nur dieser allein bewegt werden, wodurch die Brücke verriegelt und die Fahrstellung der Weiche 2 ermöglicht wird. Diese verriegelt wieder Hebel 1 und giebt die Pedalschiene frei, welche ihrerseits die Weiche verriegelt und das Ortssignal 4 frei macht. Durch dessen Fahrstellung wird Hebel 3 verriegelt und Vorsignal 5 beweglich, dessen Stellung schliesslich 4 und damit alle vorhergehenden festlegt. Findet also der Zug bei seiner Ankunft das Vorsignal auf freie Fahrt, so muss alles in Ordnung sein. Böswillige Rückstellung der Hebel 5, 4, 3 und 2, während der Fahrt von 5 nach 4, kann den Zug nun zwar noch in die Entgleisung führen, ist aber die richtig stehende Weiche einmal passirt, so ist wegen der Verriegelung von 3 und damit 2 und 1 durch 6, 7 und 8 selbst dem Böswilligen die Oeffnung der Brücke während der Fahrt von 2 zur Brücke unmöglich gemacht. Der Sturz in die offene Brücke ist somit unter allen Umständen ausgeschlossen.

(Railroad-Gazette 1884, S. 273). B.

Zeichnungen zu den Einrichtungen selbstthätiger elektrischer Zugsignale auf der Gotthardbahn (vergleiche Organ 1885, S. 32) finden sich Engineer 1884 II. S. 138.

B.

### Currie und Timmis Elektromagnet

zur Bewegung von Weichen und Signalen (vergleiche Organ 1885 p. 33). Weitere Beschreibung von Anwendungen mit Abbildungen: Engineering 1884 II. S. 485. B.

## Allgemeines und Betrieb.

### Sturm als Ursache eines Eisenbahn-Unfalles.

Der am Morgen des 10. December 1884 in Wien und Umgegend tobende Orkan hatte auf der Wien-Aspang-Bahn einen ersten Unfall zur Folge. Der um 6 $\frac{1}{2}$  Uhr früh von Wien abgegangene Personenzug, welcher aus neun Waggons bestand, befand sich um 8 Uhr, also nachdem er in anderthalb Stunden kaum mehr als zwei Meilen zurückgelegt hatte, nächst der Station Biedermannsdorf, als ein heftiger Windstoss die vier letzten Waggons, welche nur schwach oder gar nicht besetzt waren, aus dem Gleise hob und über einen ca. 5 m hohen Damm hinab warf. Zum Glück riss dabei die Kupplungskette und blieben die vorderen Waggons, welche stark besetzt waren, auf dem Gleise stehen. In den abgestürzten Waggons befanden sich fünf Passagiere, von welchen zwei schwer verletzt wurden, ausserdem erlitt auch der Zugführer eine lebensgefährliche Verletzung.

Man kann aus diesem Unfälle ungefähr auf die Stärke des Sturmes zurückschliessen. Die abgestürzten Wagen, welche der Raab-Oedenburger Bahn gehörten, waren drei Personenwagen (Coupéwagen) und ein leerer Lastwagen. Die nur mit höchstens 2—3 Personen besetzten Personenwagen hatten ein Gewicht von durchschnittlich je 8500 kg, der Lastwagen wiegt 6000 kg, die dem Winde dargebotene Fläche beträgt bei einem Personenwagen ungefähr 15 qm, beim Lastwagen etwa 16,5 qm. Der Hebelarm des Winddruckes kann zu 20 m angenommen werden. Hiernach ergibt sich aus dem Umwerfen eines Personenwagens ein Winddruck von  $\frac{8500 \cdot 0,75}{2 \cdot 15} = 211$  kg pro 1 qm, während für das Umwerfen des Lastwagens, wenn auf die Kuppelung keine Rücksicht genommen wird, schon ein Druck von  $\frac{6000 \cdot 0,75}{2 \cdot 16,5} = 136$  kg pro 1 qm ausgereicht hat. Der Winddruck dürfte sonach thatsächlich eine zwischen den beiden Ziffern liegende Intensität gehabt haben. Die meteorologische Reichsanstalt giebt an, dass der Sturm eine maximale Geschwindigkeit von 130 km pro Stunde (36 m pro Secunde) erreicht hat; dies würde nach der Formel  $10 = 0,13 v^2$  einem Drucke von ca. 138 kg pro 1 qm entsprechen. Der Sturm gehörte zu den stärksten Orkanen, welche seit Jahren in hiesiger Gegend beobachtet wurden. (Wochenschrift des Oesterr.-Ingen. u. Archit.-Vereins 1884, S. 336.)

### Mittel und Vorkehrungen, die Gefahren zu verhüten, welche im Betriebe brechende Radreifen verursachen können.

Nach einer Mittheilung des Herrn Ingenieurs Pohl in Oberhausen im Verein für Eisenbahnkunde in Berlin am 14. October 1884 werden als Ursache der Radreifenbrüche bezeichnet: Material-

fehler, geschwächten Querschnitt, innere Spannungen, welche von der Erzeugung herrühren, Spannungen, welche durch das Aufschumpfen entstehen, äussere Einflüsse wie Kälte, Stösse u. s. w. Wie bedeutend die durch das Aufschumpfen der Radreifen auf die Radgestelle entstehenden Spannungen sind, hat Herr Eisenbahn-Director Spoerer durch Versuche in der Werkstätte zu Witten nachgewiesen. Danach ergab sich die Spannung in maximo bei einem 1168<sup>mm</sup> im Durchmesser grossen Locomotivrad zu 17,1 kg pro qmm und in minimo bei einem 856<sup>mm</sup> im Durchmesser grossen Wagenrad zu 9,3 kg. Die seit Jahren angestellten Bemühungen, eine Radreifen-Befestigung herzustellen, welche das Abfliegen der zerbrochenen Reifenstücke verhindern soll, sind nach Herrn Pohl's Ansicht als erfolglos zu betrachten. Hierbei hat Herr Pohl die Befestigungsweise mittelst Klammerringe, System Mansell, nicht beachtet; diese gewährt nach Erfahrungen auf der Berlin-Anhaltischen Eisenbahn vollkommene Sicherheit. Nach solchen Erfahrungen ist es schwer zu erklären, weshalb diese Befestigungsweise noch nicht grössere Verbreitung gefunden hat; vermuthlich haben darauf die Kosten eingewirkt und die Umständlichkeit, die Befestigung mit Klammerringen bei den vielen vorhandenen und für andere Befestigungsarten eingerichteten Speichen-Radgestellen anzubringen. Nach den Erfahrungen auf der Anhaltischen Bahn treffen diese vermeintlichen Nachtheile nicht ganz zu. Die Kosten der Befestigung eines Reifens mittelst Klammerringe stellen sich bei der Neubeschaffung des Reifens einschliesslich der Klammerringe auf etwa 93 M.; bei der Befestigung durch Sprengringe unter den gleichen Voraussetzungen auf etwa 71 M., die Kosten bei Ersatz eines Reifens unter Benutzung der vorhandenen Klammerringe auf etwa 65 M. und in gleichem Falle bei der Befestigung durch Sprengringe auf 67 M. Beim Ersatz von Reifen, wenn die Klammerringe schon vorhanden sind, stellen sich die Kosten also um ein geringes niedriger als bei Sprengringen. Der höhere Preis bei Neubeschaffung der Klammerringe wird aufgewogen durch die grössere Sicherheit der Befestigung. Herr Pohl bezeichnet das Verfahren zur Prüfung von Radreifen, wobei nur einzelne Reifen aus der Lieferung geprobt werden, als ungenügend. Die einzige Eisenbahn-Verwaltung, welche jeden einzelnen Reifen einer Prüfung unterzieht, ist die der französischen Westbahn; dieselbe hat hierdurch die Fälle der im Dienst eingetretenen Reifenbrüche um 95 % gegen früher vermindert. Herr Pohl hat nun ein neues Prüfungs-Verfahren angeregt, wobei jeder einzelne Reifen einer Probe unterworfen wird, durch welche derselbe in gleicher Weise wie im Betriebe, jedoch in erhöhtem Maasse beansprucht wird. Diese Vorrichtung besteht in vier rechtwinklich zu einander angeordneten aus einem Stück Stahlguss hergestellten Kolben und vier sie umgebenden Cylindern,

welche zusammen vier hydraulische Pressen bilden, bei welchen die Kolben fest stehen und die Cylinder sich bewegen. Durch die durchgebohrten Kolben tritt das Druckwasser (bis 1000 Atmosphären Druck) in die Cylinder und presst diese nach aussen, wodurch die umgelegten Reifen ausgedehnt werden. Die Reifen sind mittels Pass-Stücken aufgelegt und werden je nach dem Material mit 25 bis 35 kg pro qmm gepresst: während dessen werden dem Reifen mehrere kräftige Hammerschläge an verschiedenen Stellen des Umfangs ertheilt. Dieses Prüfungsverfahren erscheint sehr angemessen und es dürfte nur erübrigen, an der Vorrichtung noch eine Sicherung gegen das Abspringen der Reifenstücke bei den Proben, etwa durch einen hinreichend starken eisernen Mantel, anzubringen.

(Deutsche Bauzeitung 1884, S. 529).

#### Die Locomotiven der Galizischen Carl Ludwigsbahn im Feuerlöschdienst.

Nach Mittheilung der Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1884 S. 1052 wurden bereits im Jahre 1879—80 einzelne Locomotiven der Galizischen Carl Ludwigsbahn auf Veranlassung des Betriebsinspectors Herrn A. Elsner mit Spritzen-Vorrichtung für Feuerlöschzwecke versehen. Da sich die Vorrichtung gelegentlich eines im Jahre 1881 ausgebrochenen Kanzleibrandes im Aufnahmegebäude der Station Lemberg gut bewährte und der Brandstätte in schnellster und wirksamster Weise Wasser zuführte, so wurden bald nachher die Locomotiven aller Reservestationen mit der Vorrichtung versehen. Während ursprünglich Kautschukschläuche mit Hanfeinlagen zur Verwendung gelangten, wendete man später Hanfschläuche mit innerer Kautschuklage an, die mit einem Spritzenmundstück armirt sind, so zwar, dass jede Reservelocomotive nach einfacher Ankuppelung eines derartigen 30—35<sup>m</sup> langen Schlauches sofort in Wirksamkeit treten kann. Im letzten Jahre wurde diese Maassregel dahin erweitert, dass nun jede Locomotive gelegentlich ihrer Hauptreparatur mit der Spritzenvorrichtung versehen wird, so dass demnächst der ganze Locomotivpark der Galizischen Carl Ludwigsbahn hiermit ausgerüstet sein wird.

A. a. O.

#### Ein Schneepflug mit rotirenden Stahlmessern,

welche den Schnee in ein schnell umlaufendes Schaufelrad werfen, so dass er aus dessen Gehäuse von 2,7<sup>m</sup> Durchmesser mit grosser Geschwindigkeit in verstellbarer Richtung ausgeworfen wird, findet sich Railroad Gazette 1884 S. 663 mit Zeichnungen. Im Anschlusse an diese Veröffentlichung wird hervorgehoben, dass kein Schneepflug im Stande sei unter schwierigen Umständen, wie z. B. bei Schneetreiben in der Prairrie die Bahn frei zu halten, dass namentlich in den gefährlichen flachen Einschnitten danach gestrebt werden müsse, dass Entstehen der Verwehung zu verhindern. Nach Beobachtungen, welche an anderer Stelle zufällig gemacht sind, wird zu diesem Zwecke vorgeschlagen, über den Einschnittsböschungen parallel zu deren Oberflächen in etwa 1,2<sup>m</sup> Abstand von denselben auf Pfahlreihen mit Holmen eine dichte Dielenschalung herzustellen, welche den über den Boden streichenden Wind fängt, ihn mit

samt dem Treibschnee die Böschung hinabführt, und an der Graben-Kronenkante durch etwas verengte Oeffnung mit vergrösserter Geschwindigkeit austreten lässt. Der Schnee wird so zur entgegengesetzten Böschung getrieben, und hier theils von dem künstlichen Luftzuge, theils von dem diese Böschung direct bestreichenden Winde auf und unter dem Plankenschutz in die Höhe geführt, so dass er also beim Passiren des Einschnittes nirgend Ruhe zur Ablagerung findet. B.

(Railroad Gazette 1884 S. 714.)

#### Rangiren mit Pferden und Locomotiven.

Ueber die Kosten beider Arten des Rangirens sind auf Bahnhof Mochbern bei Breslau Versuche angestellt, wo die Kohlen- und Güterzüge aus Oberschlesien nach den Richtungen Berlin, Sachsen und Halle a/S. wie nach den Stationen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zu ordnen sind. Im Jahre 1878 wurde hier eine Rangirgruppe parallel den Hauptgleisen mit 10700<sup>m</sup> bis 200<sup>m</sup> langen Gleisen erbaut, deren westliche Weichenstrasse in ein mit 1:100 steigendes Ablaufgleis mündet, während an die östliche ein Ausziehekopf anschliesst. Schon während des Baues stellte sich eine Erweiterung durch eine Gruppe von 9 an das Ablaufgleis anschliessenden Strängen als nöthig heraus, von denen 5 tod sind, 4 mit dem östlichen Ausziehegleise und den Hauptgleisen in Verbindung stehen. Zwischen den 2 westlichen Weichenstrassen steht ein Weichenstellapparat, welcher die vom Ablaufgleise aus zu befahrenden Weichen bedient. Am Fusse der Rampe steht ein sechsstrahliges Signal, welches dem Weichensteller den zu öffnenden Weg anzeigt. Auf diesem Systeme arbeiteten bis 1881 4 Locomotiven, 2 tags, 2 nachts, welche jeden zu bearbeitenden Zug zugleich vorn und hinten in Angriff nahmen. Auf das Ablaufgleis wurden dabei etwa 25 Wagen geschoben, nach Loskuppelung rief der Oberangirer dem Signalsteller die Nummer des zu öffnenden Gleises zu, der eingelaufene Wagen wurde durch Rangirer mit Bremsknitteln an der verlangten Stelle der Gleise angehalten. Dieser ganze Apparat ist beseitigt als sich 1881 herausstellte, dass das Rangiren mit Pferden billiger und für den Betrieb sicherer sei. An Stelle von je 2 Locomotiven traten 10 Pferde, welche das Rangiren in folgender Weise besorgen. Je 5 Pferde, deren jedes von einem Führer und einem als Hülfsweichensteller vereidigten Rangirer mit Bremsknittel begleitet ist, nehmen den Zug an beiden Enden in Angriff und ziehen eine Gruppe Wagen vor die Endweiche der Weichenstrasse. Die Zahl der Wagen hängt von der Belastung, der Schmierung und Windrichtung ab, schwankt also stark. Im Allgemeinen zieht ein Pferd 2 volle oder 5 leere Wagen. Vor der Endweiche werden die in verschiedene Gleise zu bringenden kleinern Wagengruppen bis zu doppelter Wagenlänge auseinander gezogen, damit zwischen ihnen durch die Rangirer die Weichen umgestellt werden können, und in die verschiedenen Gleise gezogen, dort mit dem Knittel gebremst. Nachdem so der ganze Zug in Wiederholung des obigen Verfahrens auseinander rangirt ist, holt sich die Zugmaschine die Gruppen aus den Gleisen zusammen. An Zeitaufwand ist dies Verfahren dem alten etwa gleichwerthig, die Kosten haben sich wie folgt gestellt. Zu den 20 Pferden für den grossen Rangirverkehr kommen noch etwa 3 bis 5 im Local-

verkehr (Viehrampe u. dgl.), also steht die Leistung einer Locomotive der von 6 Pferden mit dem zugehörigen Personale gegenüber. 1 Pferd und Führer erhalten für 12 stündige Arbeit incl. Vorhalten des Geschirres 6,30 M, also 6 Pferde 37,8 M, während eine Locomotive incl. Personal, Material und Ausbesserung 40 M kostete. Zu diesem Vortheile kommt noch der wesentliche grösserer Schonung des rollenden Materiales, das bei dem ältern Verfahren bekanntlich harten Stössen und oft schweren Verletzungen ausgesetzt ist. Ebenso sind die Rangirer geringerer Gefahr und die Gleisanlagen geringerm Verschleisse ausgesetzt. B.

(Centralblatt der Bauverwaltung 1884 S. 437.

Amtsblatt der Kgl. Eisenbahndirection Berlin 1884 No. 69 u. 74.)

**Schutzvorrichtungen gegen das Einklemmen des Fusses zwischen Zwang- oder Hornschienen und Fahrschiene** oder in den Zwischenraum in Schienenherzstücken vor der Spitze haben sich auf vielen amerikanischen Bahnen als nothwendig erwiesen, da sehr häufig Beamte in dieser Lage von Maschinen gefasst sind. Die verwendeten Schutzmittel bestehen darin, dass in den Zwischenraum von den Kopfunterkanten an Theile eingefügt werden, welche nur einen nach unten keilförmig scharf zulaufenden Raum offen lassen, so dass der in den Spalt gerathende Fuss nicht unter die Kopfsflantsche gerathen und leicht befreit werden kann. Zur Ausfüllung werden entsprechend geformte Holzleisten an die Stege gebolzt, oder Stahlbleche auf die Schienenunterlagen genagelt. Bei gegossenen Herzstücken und Zwangschienen fällt diese Gefahr mit der Unterschneidung des Kopfes von selbst. (Railroad-Gazette 1884, S. 351). B.

### Preisaufgaben.

**A. Der Niederländische Verein für Secundärbahnen und Strassenbahnen** im Haag hat als Preisfrage das Thema gestellt:

»Eine gute Anweisung zur Controle der Beförderung von Passagieren auf den Strassenbahnen.«

Die Anweisung muss einfach und nicht zu kostspielig in der Ausführung sein.

Sie soll dem Publikum möglichst wenig Beschwerden und ein Minimum von Aufenthalt verursachen, auch die Möglichkeit zu fraudiren, sowohl beim Publikum, wie bei den Schaffnern auf ein Minimum zurückführen.

Sie soll ermöglichen, eine vollständige Statistik über die Anzahl der Reisenden und die von Ihnen zurückgelegten Strecken zu führen.

Schon eingeführte Systeme kommen auch in Betracht.

Von den Billeten und weiteren Schriftstücken oder Einrichtungen, welche der Controle unterworfen und in der Antwort genannt werden, müssen Muster vorgelegt werden.

Die Beantwortungen der Preisfrage müssen spätestens am 1. Juli 1885 franco an die Adresse des Herrn Secretärs der obengenannten Gesellschaft im Haag Balistraat 2 b eingeschickt werden.

Die Antworten können entweder in holländischer, französischer, deutscher oder englischer Sprache auf halb gebrochenem Folio-Papier geschrieben sein.

Dieselben dürfen nicht vom Concurrenten unterzeichnet werden, müssen aber mit einem Namen, einem Motto oder dergleichen versehen sein, während in einem mit dem nämlichen Kennzeichen versiegelten, der Antwort beizulegenden Briefe, Name und Adresse des Concurrenten anzugeben ist.

Die Antwort, welche von der Jury gekrönt worden ist, wird einen Preis von 300 Fl. erhalten.

Die Gesellschaft behält sich jedoch vor, den Preis unter mehrere von der Jury als die besten bezeichneten Antworten zu vertheilen, falls nicht eine einzelne Antwort von der Jury würdig befunden worden ist gekrönt zu werden.

Das Urtheil der Jury soll spätestens am 1. October 1885 dem Verein mitgetheilt werden.

Die mit der Beurtheilung der Einsendungen beauftragte Jury ist aus den Herren H. F. Guichart, Director der Rotterdamer Tramway-Gesellschaft, E. D. Kits van Heyningen, Inspector bei der Holländischen Eisenbahn-Gesellschaft, und A. B. Wenting, Inspector des Rechnungswesens bei der Gesellschaft für die Verwaltung von Staatseisenbahnen, zusammengesetzt.

B. Durch denselben Verein ist ein Preis von 300 Fl. ausgesetzt für das beste Mittel zur Ermässigung der grossen Anstrengung der Pferde, welche nöthig ist, um die Wagen bis auf ihre normale Geschwindigkeit in Bewegung zu setzen, entweder durch die Kraft, welche man bei Anwendung der Bremse verliert, oder durch eine andere Vorrichtung, welche zum Zwecke führt. Die Vorrichtung soll jedoch so beschaffen sein, dass man sie beim Vor- wie auch beim Rückwärtsfahren benutzen kann.

Die Antworten, in der Form von deutlichen Zeichnungen in duplo, oder besser noch von Modellen, müssen vor dem oder am ersten Juli 1885 franco an die Adresse des Herrn Secretärs des Niederländischen Vereins für Secundär- und Strassenbahnen im Haag Balistraat 2 b eingeschickt werden.

Sie sollen nur ein Kennzeichen tragen, während der Name und die Adresse des Einsenders in einem versiegelten Briefe, der das nämliche Kennzeichen trägt, anzugeben ist.

Vor dem 1. October 1885 wird die aus den Herren J. J. Beynes, Fabrikant von Eisenbahn- und Strassenbahnen, C. W. Verloop, Maschinen-Ingenieur der Niederländischen Rhein-Eisenbahn-Gesellschaft, und G. A. A. Middelberg, Ingenieur und Maschinenbetriebschef der Holländischen Eisenbahn-Gesellschaft, zusammengesetzte Jury sich über diejenigen Vorrichtungen aussprechen, welche ihrer näheren Prüfung, resp. Begutachtung unterworfen zu werden verdienen.

Danach sollen die Briefe mit dem Namen des Einsenders dieser Entwürfe von dem Vorsitzenden dieser Gesellschaft geöffnet und der Erfinder ersucht werden die Vorrichtung auf eigene Kosten herstellen zu lassen, um dieselbe an einem der Wagen der Amsterdamer Omnibusgesellschaft in Anwendung bringen zu können. Dieses soll vor dem 1. April 1886 geschehen sein.

Nachdem jede Vorrichtung einen Monat an einem derartigen Wagen Dienste geleistet hat, wird die Jury den Preis zuerkennen.

Der Ausspruch soll vor dem 1. October bekannt gemacht werden.

Die Modelle bleiben Eigenthum der Erfinder, denen es ganz freisteht ein Patent darauf zu nehmen.

Die Direction der Gesellschaft wird mit dem Erfinder der gekrönten Vorrichtung einen Contract über die Vergütung abschliessen, welche bezahlt werden muss, um jede Vorrichtung auf den Bahnen der Vereinsmitglieder einzuführen.

Die Modelle und Zeichnungen, welche nicht gekrönt werden, sollen ganz geheim gehalten und an die Adressen, welche von den Eigenthümern aufgegeben sind, zurück geschickt werden.

## Technische Literatur.

**Materialienkunde** zum Gebrauche für Eisenbahnen, mechanische Werkstätten, Gewerbeschulen, Gewerbetreibende und Kaufleute von B. Simon, Vorsteher der Central-Werkstätten-Materialiencontrole der Reichseisenbahnen, VI und 416 S. gr. 8<sup>o</sup>. Lahr 1884, Druck und Verlag von Moritz Schauenburg. 7 Mark.

Da die vorhandenen Waarenkunden, Technologien und Specialwerke über Materialien meist sehr umfangreich sind, sich grösstentheils mit theoretischen Erörterungen befassen und oft nicht das enthalten, was für die Praxis von Wichtigkeit ist, so hat ein lange Jahre im Materialien- und Rechnungswesen thätiger praktischer Eisenbahnfachmann im Verein mit einem erfahrenen Chemiker es unternommen, durch das vorliegende mit vielem Fleiss bearbeitete Werk abzuhefen.

Das Buch behandelt alle die bei den Eisenbahnen und von mechanischen Werkstätten gebrauchten Materialien, deren Gewinnung und Eigenschaften, sowie namentlich auch auf die Kennzeichen verfälschter Waaren und auf die Ermittlung von Fälschungen aufmerksam gemacht wird, während gleichzeitig Anweisungen über leicht auszuführende Untersuchungen, über zweckmässige Aufbewahrung und die beim Ankaufe zu berücksichtigenden Handelsgebräuche in verständlicher Weise gegeben werden.

Aus folgender Uebersicht der Hauptabschnitte geht der behandelte sehr reiche Stoff hervor: I. Metalle; II. Metalllegirungen; III. Nutzhölzer; IV. Heizstoffe; V. Leder; VI. Glas; VII. Gummi; VIII. Gespinnste und Gewebe; IX. Polster-Materialien; X. Fette; XI. Seife; XII. Aetherische Oele und Harzöle; XIII. Mineralöle; XIV. Harze, Firnisse und Lacke; XV. Farbmaterialien; XVI. Chemikalien; XVII. Klebmittel; XVIII. Schleif- und Poliermittel; XIX. Feuerfeste Materialien, Formsand und Materialien zur Mörtelbereitung; XX. Schreibmaterialien; XXI. Verschiedene Materialien. Als Anfang sind noch eine Vergleichung der gebräuchlichsten Blech-, Draht- und Holzschraubenleeren, Gewichtstabellen für Quadrat-, Rund- und Flacheisen, gerade Metallplatten, Bleche und Draht, Tabellen zur Berechnung des Gewichts von Gussstücken nach dem Gewicht des Modells und einige andere praktische Tabellen beigegeben.

Von Herrn Friederici erfolgte die Bearbeitung des chemischen Theils dieser Materialienkunde und kann das auch vorzüglich ausgestattete Simon'sche Werk als ein vortreffliches Nachschlagebuch allen Eisenbahn-Technikern und denjenigen Beamten, welche mit der Beschaffung und Aufbewahrung der Materialien zu thun haben, bestens empfohlen werden. H.

**Taschenbuch zum Abstecken von Kreisbögen** mit und ohne Uebergangskurven für Eisenbahnen und Strassen. Mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung

bearbeitet von O. Sarrazin und H. Oberbeck, dritte durchgesehene Auflage. Berlin 1884, Verlag von Julius Springer, Preis in Leinwand gebunden 3 Mark.

Die vorliegende 3. Auflage ist aufs Neue sorgfältig durchgesehen und in manchen Punkten vervollständigt, und bezweifeln wir nicht, dass dieses zweckmässige und praktische Taschenbuch dazu beitragen wird, die sorgfältige Ausführung der Gleiscurven zu erleichtern und daher namentlich allen denen, welche mit dem Bau und der Unterhaltung von Bahnen betraut sind, willkommen sein wird. Die Brauchbarkeit des schön ausgestatteten Büchelchens geht schon daraus hervor, dass binnen 10 Jahren 3 Auflagen nothwendig wurden.

**Statistik der im Betriebe befindlichen Eisenbahnen Deutschlands**, nach den Angaben der Eisenbahn-Verwaltungen bearbeitet im Reichseisenbahn-Amt, Band III. Betriebsjahr 1882/83, Berlin 1884, Druck und Commissionsverlag von E. L. Mittler und Sohn. Preis 16 Mark.

Der 3. Jahrgang dieser werthvollen Statistik entspricht in Form und Inhalt genau den frühern Veröffentlichungen, (vergleiche Organ 1883 S. 154 und 1884 S. 158). Es bietet dieses Werk in 35 Tabellen alle Schlussergebnisse des Betriebes, alle Mittheilungen über die Bestände an Material und Personal, eine Uebersicht über die Finanzen, eine Statistik der Unfälle etc. beigegeben ist eine Karte der Deutschen Eisenbahnen auf Grund der Eigenthumslängen und eine graphische Zusammenstellung über die Anlagekapitalien im Vergleich zu den Betriebseinnahmen und Ueberschüssen für 1882/83. Da diese Statistik den einzig richtigen Maassstab zu vergleichen über Anlagekapital, Betriebskosten, Frequenz und erzielte finanzielle Resultate der einzelnen Bahnen gewährt, so geht hieraus die grosse Bedeutung des Werkes für das Volkswirtschaftliche hervor, dasselbe ist ein mustergiltiges Repertorium über dieses ausgedehnte und mächtige Gebiet unseres öffentlichen und Kulturlebens.

Der dem vorliegenden Jahrgang beigegebene Anhang ist durch eine Uebersicht der Betriebs-Eröffnungen der Deutschen Eisenbahnen vermehrt, in welcher die bereits im Anhang II des ersten Jahrgangs dieser Statistik veröffentlichten Daten, mit den durch die inzwischen stattgehabten Besitzänderungen gebotenen Modificationen, in neuer Gruppierung und vervollständigt nach dem Stand am Ende des Betriebsjahres 1882/83, mitgetheilt werden.

H.

**Elektrisches Formelbuch** mit einem Anhang, enthaltend die elektrische Terminologie in deutscher, französischer und englischer Sprache. Von Professor Dr. G. Zech. Mit 15 Abbildungen, 15 Bogen Octav geheftet. 3 Mark.

In diesem Handbuch, welches den X. Band der elektrotechnischen Bibliothek bildet, hat der Verfasser in gedrängter Form zusammengestellt, was der Elektrotechniker, wenn er seine Messungen mit der Bussole und Galvanometer nach den verschiedenen gebräuchlichen Methoden macht, an Formeln zur Berechnung der Resultate braucht. Keine Formel ist aufgestellt, ohne die Voraussetzungen auf denen sie beruht, genau anzugeben. Es ist vielleicht in einzelnen Artikeln noch über das nächste Bedürfniss des Elektrotechnikers hinausgegangen, doch wird wohl Jedermann zugeben, dass die Grenze zu ziehen schwierig ist und dass zu viel zu geben wohl besser ist, als zu wenig, insbesondere angesichts der Fortschritte in exacter Forschung

auf diesem Gebiete. In dem Anhang sind, um ihn nicht zu gross werden zu lassen, die gleichlautenden Fremdworte weglassen, ist nichts aufgenommen, was in jedem gewöhnlichen Lexikon zu finden ist. Dagegen ist jeder technische Ausdruck, dessen Bedeutung ein solches Lexikon nicht giebt und nicht geben kann, nach den Hauptwerken der englischen und französischen Literatur auf dem Gebiete der Elektrizität aufgenommen. Bei dem Reichtum der Engländer an spezifischen Ausdrücken kam es dem Verfasser wohl zu Statten, dass ein Schüler von ihm, in einer grossen Werkstätte Englands angestellt, bei Zweifeln zuverlässige, wie er sagt, nicht immer leicht zu findende Auskunft gab.

### Druckfehler-Berichtigungen.

In dem Artikel „Beachtenswerthe Erfahrungen an eisernen Querschwellen“ sind folgende Berichtigungen vorzunehmen:

Auf S. 9. Erste Columnne Zeile 10 von oben muss es heissen verhielten anstatt erhielten.

Ebendasselbst Zeile 12 von oben muss es heissen plattgedrückt anstatt glattgedrückt.

Dasselbst zweite Columnne Zeile 5 von oben muss es heissen Spurverengung anstatt Spurvornehmung.

Abonnement bei allen Postämtern und Buchhandlungen. Inserate durch Rudolf Mosse, Leipzig.

Soeben erschien No. 1 von

## Der praktische Maschinen-Constructeur.

Zeitschrift für Maschinen- und Mühlenbauer, Ingenieure und Fabrikanten.

Unter Mitwirkung bewährter Ingenieure herausgegeben von

**W. H. Uhland.**

Jährlich 24 reich illustrierte Nummern.

Preis pro Quartal 8 Mark.

Jede No. mit 4 grossen Tafeln (Werkzeichnungen und mit eingeschriebenen Maassen, so dass sofort darnach gearbeitet werden kann) und 2-3 Skizzenblättern.

INHALT von No. 1. 1885: Glas-, Stein- und Thonindustrie: Anlage und Betrieb der Glasfabriken mit besonderer Berücksichtigung der Hohlglasfabrikation. Von Robert Dralle, Civil-Ingenieur, früher Hütten-Director, in Charleroi (Belgien). (Fortsetz.) (Mit Zeichnungen und Holzschnitten.) — Walzenstuhl für Gips. (Mit Zeichnungen.) — Land- und Forstwirtschaft: Geräte und Maschinen zur Boden- und Pflanzencultur, ihre Theorie, Construction, Gebrauch und Prüfung. Von Paul Lázár, Ingenieur. (Mit Zeichnungen und Holzschnitten.) — Motoren: Die neueren Windräder, die sogenannten amerikanischen Windmühlen, speciell die Halladay-Windräder. Von A. Hollenberg, Ingenieur. — Grundsätze und Anleitung für die Untersuchungen an Dampfkesseln und Dampfmaschinen zur Ermittlung ihrer Leistungen. Zweiter Entwurf der gemeinschaftlichen Commission des Vereins deutscher Ingenieure und des Verbandes der Dampfkessel-Ueberwachungsvereine. — Metallbearbeitung: Nuthenfräsmaschine für Seilscheiben. (Mit Zeichnungen.) — Essenseisen für Schmiedefeuer von Gebr. Buschbaum, Maschinenfabrik in Darmstadt. (Mit Zeichnungen und Holzschnitt.)

Leipzig.

— Transportwesen: Sackwinde. (Mit Zeichnungen.) — Triebwerke und Maschinenelemente: Einige Beiträge zur Construction der Evolventenverzahnung. (Mit Zeichnungen.) — Apparate zum Reguliren, Messen, Wägen etc.: Die registrirenden Dynamometer von Fr. v. Hetner-Altenack, Wale und Schuckert. (Mit Zeichnungen.) — Eisenbahn-, Strassen- und Brückenbau: Transportable Brücken von veränderlicher Spannweite und Breite (Mit Zeichnungen.) — Elektrotechnik: Gefahren der elektrischen Beleuchtung. — Gesundheitspflege und Rettungswesen: Maschinen und Einrichtungen für Desinfectionsanstalten und Dampfwaschanstalten von Osc. Schimmel & Co., Maschinenfabrik in Chemnitz i. S. (Mit Holzschnitten.) — Holzbearbeitung: Holzwoolmaschine von Anthon & Söhne, Maschinenfabrik in Flensburg. (Mit Holzschnitt.) — Patentrecht: Beiträge zur Reform des deutschen Reichs-Patent-Gesetzes. — Handel und Gewerbe: Notiz des Vorstandes des Vereins zur Wahrung der wirtschaftlichen Interessen von Handel und Gewerbe, das Actiengesetz betreffend. — Bücherverzeichniss. — Bücherschau. — Fragen. — Beantwortungen. — Briefkasten.

Die Expedition.

(Baumgärtner's Buchhandlung, Rosspatz 18.)

Carl Heymanns Verlag, Berlin W.  
Rechts- und Staatswissenschaftlicher Verlag.

## Eisenbahnrechtliche Entscheidungen Deutscher Gerichte.

Herausgegeben

von

**Dr. jur. Georg Eger,**

Regierungsrath, Justiziar der Königl. Eisenbahndirektion in Breslau.

Band I., II. und III., Heft 1 und 2.

Jährlich erscheint ein Band von 4 Heften zum Preise von M. 10.

Die Sammlung enthält in erschöpfender Weise alle das Eisenbahnwesen unmittelbar oder auch nur mittelbar betreffende Entscheidungen, soweit sie von besonderer principieller Bedeutung oder von allgemeinerem Interesse sind; auch wichtige Entscheidungen ausländischer Gerichte haben Berücksichtigung gefunden. — Die beiden ersten Bände enthalten die Entscheidungen seit Bestehen des Reichsgerichts, die beiden ersten Hefte des dritten Bandes die neuesten Entscheidungen.

## Neue Ausgabe von 1882.

Von C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden ist durch jede Buchhandlung zu beziehen:

## Technische Vereinbarungen

des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen über den Bau und die Betriebs-Einrichtungen der Haupt-Eisenbahnen.

Redigirt von der technischen Commission des Vereins

nach den Beschlüssen der am 19. und 20. Mai 1882 in Graz abgehaltenen Techniker-Versammlung des Vereins.

Herausgegeben

von der geschäftsführenden Direction des Vereins.

Mit 6 Blatt Zeichnungen. Gross 8°. geheftet. Preis: M. 1,50.