

# DIE BAUTECHNIK

3. Jahrgang

BERLIN, 31. Juli 1925

Heft 33

## Ausgestaltungsmöglichkeit der Standseilbahn-Linienführung.

Stabs Gross

Alle Rechte vorbehalten.

Von Ing. Dr. Eugen Czitary, Wien.

### Einleitung.

Die ersten Bergbahnen waren Zahnradbahnen.<sup>1)</sup> Kurz nachdem die Amerikaner den Mount Washington mit Hilfe der Zahnstange bezwangen und so die erste eigentliche Bergbahn schufen, erhielt auch Europa in den Jahren 1870/71 durch Nikolaus Riggenbach seine erste Zahnradbahn, und zwar auf den als Aussichtspunkt bekannten Rigikulm in der Schweiz. Der lebhafteste Zuspruch, dessen sich diese Bahn erfreute, und die hierdurch bewirkten günstigen Betriebsergebnisse boten den Anlaß zum Bau weiterer Zahnradstrecken. Das Ertragnis dieser Bahnen blieb jedoch weit hinter dem der Rigibahn zurück und führte zu ersten Rückschlägen im Bergbahnwesen. Die Ursache des Übels lag einerseits in der hohen Bausumme, andererseits in den großen Betriebskosten, an denen der sehr beträchtliche Energiebedarf der Zahnradbahnen erheblichen Anteil hatte. Man wandte sich daher jetzt einem neuen, in Bau und Betrieb billigeren Bergbahnsystem zu, und dies waren die Standseilbahnen. Schon im Jahre 1877 wurde die erste schweizerische Standseilbahn von Ouchy am Genfer See nach Lausanne eröffnet, der seither viele andere gefolgt sind. Gegenwärtig sind in der Schweiz allein ungefähr ein halbes Hundert solcher Bahnen im Betriebe; aber auch in den benachbarten Ländern hat sich, wenngleich in weit geringerem Maße, dieses Bergbahnsystem ausgebreitet.<sup>2)</sup> Die Zahnradbahnen nahmen nach Überwindung der vorhin geschilderten Krise, die eine Reihe von Verbesserungen und Abänderungen zeitigte, auch wieder an Ausbreitung zu; doch blieb in den Fällen, wo es sich um geringe Bahnlängen, gleichmäßigeren Personenverkehr und geringe Gütertransporte handelte, die Standseilbahn Siegerin. Die Vorteile dieses Bergbahnsystems gegenüber den Zahnradbahnen liegen hauptsächlich in dem weitaus geringeren Energiebedarf, also in der Verbilligung des Betriebes. Während nämlich bei den Standseilbahnen im Bewegungszustande nur für die Nutzlast und die Bahnwiderstände Arbeit geleistet werden muß, kommt bei den Zahnradbahnen noch hinzu die bedeutende Arbeit für das Lokomotiv- und Wagengewicht. Weiter ist bei den Zahnradbahnen die Einhaltung einer bestimmten Höchststeigung notwendig, wodurch Linienentwicklungen erforderlich werden, die die Baukosten vergrößern. Bei den Standseilbahnen ist man dagegen an eine solche Beschränkung der Steigung nicht gebunden, was kurze, zu den Schichtenlinien also nahezu senkrechte Trassen ergibt. In längster Zeit ist noch ein drittes, große Erfolge versprechendes Bergbahnsystem — die Schwebeseilbahn — zur Anwendung gelangt, das gegenüber den Standseilbahnen noch geringere Bau- und Betriebskosten aufweist.<sup>3)</sup> Diese Vorteile ergeben sich aus der fast vollkommenen Unabhängigkeit der Linienführung dieser Bahnen von der Bodengestaltung, während die Standseilbahnen nur eine sehr geringe Anpassungsfähigkeit an das Gelände zeigen. Die Schwebeseilbahnen erscheinen demnach als das günstigste System. Man darf aber nicht vergessen, daß ihnen auch die geringste Leistungsfähigkeit zukommt, so daß sie namentlich nur bei schwierigen Geländebedingungen und bei zu erwartendem schwachen Verkehr den Standseilbahnen vorzuziehen sind. Ein in Bau und Betrieb billiges und außerdem leistungsfähiges System gibt es bis jetzt noch nicht. Aus diesem Grunde soll es die Aufgabe der folgenden Ausführungen sein, einige Anhaltspunkte für die Ausgestaltungsmöglichkeiten der Standseilbahnen zu geben, die bei Erhöhung der Leistungsfähigkeit auf eine Verminderung ihrer Baukosten durch bessere Anschmiegung an die Bodengestalt abzielen.

### Die Betriebssysteme der Standseilbahnen, ihre Vor- und Nachteile.

#### 1. Das Zweiwagensystem.

Dieses System ist bisher fast ausschließlich zur Anwendung gelangt. Es sind hierbei zwei Wagen (A und B, Abb. 1) durch ein Drahtseil, das am oberen Bahnende über die Umführungsscheibe S läuft, ver-

bunden. Bewegt sich der eine Wagen bergwärts, so befindet sich der andere auf der Talfahrt. Sind die Wagen in den Endstationen angekommen, dann muß zwecks Einleitung einer neuen Fahrt der Bewegungssinn umgekehrt werden; es herrscht also Pendelbetrieb. Die Bahn

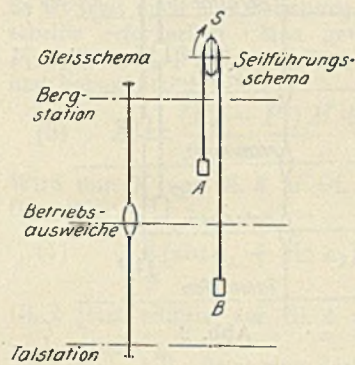


Abb. 1.

ist gewöhnlich eingleisig und besitzt in der Mitte eine selbsttätige Weiche. Die Anwendung von Krümmungen zur besseren Anschmiegung an das Gelände bereitet keine Schwierigkeiten. Dadurch können die Baukosten herabgesetzt werden. Der Antrieb geschieht entweder durch Wasserballast des abwärts fahrenden Wagens oder durch einen Motor, der mit Hilfe eines Vorgeleges die Scheibe S in Bewegung setzt. Die kleinsten Betriebskosten ergeben sich für konstante Betriebskraft, was aber die Ausführung des richtigen Längenschnittes bedingt.<sup>4)</sup> Jede Abweichung von diesem ergibt einen erheblichen Mehrverbrauch an Energie. Bei dem jetzt ausschließlich gebräuchlichen elektrischen Antrieb ist wegen der Überlastungsfähigkeit der Elektromotoren eine besonders strenge Einhaltung des richtigen Längenschnittes nicht notwendig, womit eine gewisse Freiheit in der Linienführung erzielt wird.

Auf die allgemeinen Vorteile dieser auch als Schweizer System oder Stanserhornbahntype bekannten Bauart wurde schon an früherer Stelle hingewiesen. Sie gipfeln in dem geringen Energiebedarf.

Dem Zweiwagensystem haften aber auch eine Reihe von Nachteilen an.<sup>5)</sup> Bei längeren Bahnen sinkt wegen der größeren Fahrdauer die Leistungsfähigkeit bedeutend, wodurch sich nur eine geringe Eignung derartiger Anlagen für außerordentlichen Stoßverkehr ergibt. Gütertransporte können nur in bescheidenem Maße, etwa mit Hilfe eines Vorsetzewagens durchgeführt werden. Da dem richtigen Längenschnitt große Bedeutung zukommt, so wird man stets bestrebt sein, ihn zur Ausführung zu bringen. Dessen aber auch nur näherungsweise Einhaltung setzt die Anpassungsfähigkeit der Bahn an die Bodengestalt schon wesentlich herab. Große Kunstbauten, die den Bahnbau sehr verteuern, sind deshalb bei den Standseilbahnen durchaus nicht selten.<sup>6)</sup>

Die Standseilbahnen würden ein ideales Bergbahnsystem vorstellen, wenn es gelänge, die vorhin aufgezählten Nachteile ganz oder wenigstens zum größten Teile zu beseitigen. In letzter Zeit ist nun ein Weg beschritten worden, der eine brauchbare Lösung zu bringen scheint. Sie ist das erstmalig am steirischen Erzberg durch die Firmen A. E. G. Union und Leo Arnoldi zur Ausführung gebrachte Vierwagensystem, dessen Eigentümlichkeiten und weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten nachfolgend geschildert und untersucht werden sollen.

#### 2. Das Vierwagensystem.

Von der Alpinen Montangesellschaft wurde seinerzeit für die am Erzberg beschäftigten Arbeiter die Kolonie Trofeng am Fuße des Berges geschaffen. Um zu den Arbeitsstellen auf der Höhe des Erzberges zu gelangen, hatten die Arbeiter täglich einen mehrstündigen Weg zurückzulegen. Zufolge der bedeutenden zu ersteigenden Höhe langten die Leute bereits erheblich ermüdet am Ziele an, wodurch die Arbeitsleistung natürlich empfindlich litt. Im Winter waren die auf den Erzberg führenden Steige nahezu ungangbar. Diesen ungünstigen Umständen suchte nun die Alpine Montangesellschaft durch die Erbauung einer Bahn von Trofeng über St. Barbara

<sup>1)</sup> Die nachfolgenden geschichtlichen Angaben sind dem Handbuch für Ingenieurwissenschaften, V. Teil, 8. Bd., Lokomotiv-Steil- und -Seilbahnen entnommen, sowie dem Aufsätze von H. H. Peter in der Schw. Bauztg. Bd. LXXVII, Nr. 21: Fünfzig Jahre schweizerische Bergbahnen.

<sup>2)</sup> Vergl. Armbruster, Die Tiroler Bergbahnen, Verlag für Fachliteratur, Wien.

<sup>3)</sup> Vergl. Armbruster, Die Tiroler Bergbahnen, Verlag für Fachliteratur, Wien.

<sup>4)</sup> Näheres hierüber: v. Reckenschuß, Der theoretische Längenschnitt von Standseilbahnen mit Doppelbetrieb, Organ f. d. Fortschr. im Eisenbahnwesen 1913, Heft 21 bis 24.

<sup>5)</sup> Vergl. H. H. Peter, Fünfzig Jahre schweizerische Bergbahnen, Schw. Bauztg. Bd. LXXVII, Nr. 21.

<sup>6)</sup> Die Mendelbahn in Südtirol weist zwei Viadukte, wovon einer über 100 m lang ist, und zwei Tunnel auf; vergl. Strub, Die Mendelbahn, Schw. Bauztg. Bd. XLII, Nr. 20 bis 23.



zum Berghaus am Erzberg abzuhefen. Die Frage nach dem Betriebssystem stieß aber wegen des erforderlichen ausgesprochenen Stoßverkehrs auf Schwierigkeiten.

Eine Zahnradbahn wäre zu teuer gewesen. Eine gewöhnliche Standseilbahn hätte nach den vorherigen Darlegungen den gestellten Anforderungen nicht gerecht werden können. Man entschloß sich deshalb nach längeren Studien zur Anwendung einer neuen Bauart, nämlich des Vierwagensystems.

Das Wesen dieses Systems ist folgendes: An jedem Zugseiltrum hängt in der Entfernung der halben Bahnlänge je ein Wagen. Im ganzen sind demnach vier Wagen vorhanden, die nur über die halbe Bahnstrecke pendeln.<sup>7)</sup> Das Vierwagensystem besteht also aus zwei hintereinander liegenden,

zwangläufig verbundenen Zweiwagensystemen (Abb. 2). In der Bahnmitte muß eine Umsteigestation angeordnet werden. Die Wagen halten dort entweder neben- oder hintereinander, je nachdem insgesamt drei bzw. zwei Abtsche Ausweichungen ausgeführt werden. Im Grundriß stellt die Strecke einen mehrfach gekrümmten, aber von der unteren bis zur oberen Station stetigen Linienzug vor. Man erkennt, daß dieses System geeignet ist, die doppelte Leistung

des Zweiwagensystems zu entwickeln, wodurch es auch zur Bewältigung des Stoßverkehrs geeignet wird.<sup>8)</sup> Der Antrieb ist elektrisch und nach den gleichen Grundsätzen wie beim Schweizer System ausgebildet. Die unteren Seilstücke  $AC$  und  $BD$  sind schwächer gehalten als das obere  $AB$ . Naturgemäß kommt auch hier dem richtigen Längenschnitt eine wichtige Rolle zu. Für seine Herleitung kann man sich die ganze Bahn, entsprechend der obigen Definition des Vierwagensystems, in zwei Teilsysteme zerlegt denken, und erhält dann je einen für die obere und untere Strecke.

Die unter diesen Gesichtspunkten erbaute Erzbergbahn stellt zunächst nur einen Teilerfolg dar. Wohl erscheint durch die neue Anordnung der Nachteil geringer Leistungsfähigkeit längerer Seilsektionen behoben, wobei auf die den Reisenden erwachsende kleine Unbequemlichkeit durch das Umsteigen in Bahnmitte weiter nicht Rücksicht genommen wird. Was jedoch das zweite Übel anbelangt, nämlich die schwache Anschmiegunsmöglichkeit an die Geländegestalt, so ist gegenüber dem Zweiwagensystem, wegen der beregten Verwandtschaft mit diesem, noch kein nennenswerter Fortschritt zu erblicken. Durch die Notwendigkeit von Kunstbauten werden auch bei diesem System die Baukosten beträchtlich sein. Es gibt denn auch bei der Erzbergbahn einen längeren Viadukt, gemauerte Dämme und dergl. mehr. Nichtsdestoweniger wohnt aber gerade dieser neuen Bauart eine Reihe von Eigenschaften inne, die eine Beseitigung des noch vorhandenen Nachteils erlauben. In welcher Weise das geschehen kann, soll nun gezeigt werden.

#### Die Ausgestaltungsmöglichkeiten des Vierwagensystems.

Des dem Vierwagensystem noch anhaftenden Mangels der schlechten Anpassungsfähigkeit an die Geländegestalt kann man sich auf einfache Art durch Umgestaltung des richtigen Längenschnittes und durch zweckmäßige Abänderung der für die Linienführung geltenden Grundsätze entledigen. Zunächst wird die Frage des richtigen Längenschnittes beim Vierwagensystem behandelt. Wegen der aber schon im vorigen Kapitel besprochenen Zusammenhänge erscheint es notwendig, vorerst noch kurz auf den richtigen Längenschnitt des Zweiwagensystems einzugehen.

<sup>7)</sup> Die erstmalige Beschreibung des Vierwagensystems befindet sich in Dr. E. Seefehlner und H. H. Peter, Die elektrische Zugförderung, Julius Springer, Berlin.

<sup>8)</sup> Gemeint ist natürlich gegenüber einem Zweiwagensystem gleicher Wagengröße, denn man könnte sich auch ein Zweiwagensystem mit doppelt so großen Wagen denken, das dann die gleiche Leistung wie das Vierwagensystem zu entwickeln vermag. Abgesehen von den vergleichsweise hohen Baukosten eines derartigen Zweiwagensystems stellt bei reinen Personenbahnen, und um solche handelt es sich hier, auch die Zugfolgezeit allein eine Art Maßstab für die Leistungsfähigkeit dar, und diese ist beim Vierwagensystem nur halb so groß wie beim Zweiwagensystem. Für die Reisenden ist es nämlich gewiß nicht gleichgültig, ob sie beispielsweise 15 Minuten oder eine halbe Stunde auf ihre Beförderung warten müssen.

#### 1. Der richtige Längenschnitt beim Zweiwagensystem.

Wie bereits bekannt, entspringt der richtige Längenschnitt der Forderung nach konstanter Betriebskraft. Mit dieser müssen für jede Wagenstellung alle auftretenden Kräfte ein Gleichgewichtssystem bilden. Von diesem Gesichtspunkte aus wurde der richtige Längenschnitt unter Berücksichtigung aller rechnerisch erfassbaren Einflüsse erstmalig durch Alphonse Vautier hergeleitet.<sup>9)</sup> Bei der in Wirklichkeit nicht ganz zutreffenden Annahme, daß gleichen Strecken der geneigten Bahnlinie gleiche Horizontalprojektionen entsprechen, erhielt er eine quadratische Parabel. Prof. v. Reckenschuß gebührt das Verdienst, 1913 die Berechnung streng durchgeführt zu haben; er gibt eine gemeine Zykloide als richtigen Längenschnitt an.<sup>10)</sup>

Die Parabel ist einfach in ihrer Berechnung, die Zykloide dagegen umständlich in ihrer Festlegung bei der Entwurfsaufstellung. Zufolge der von Vautier eingeführten Näherung ergibt sich bei Ausführung der Parabel im Betriebe wohl keine konstante Zugkraft. Sie ist zu Beginn der Fahrt am größten, am Ende der Fahrt am kleinsten, und die Schwankungen betragen gegenüber dem Mittel rd.  $\pm 15\%$ . Aber auch bei Verwendung der Zykloide erhält man keine gleichmäßige Zugkraft, weil eine Reihe von Einflüssen sich bei der Herleitung des richtigen Längenschnittes rechnerisch nicht erfassen lassen. Dies sind die Krümmungswiderstände der Bahn, Windkräfte, Schnee und dgl. Die neuerzeitlichen Standseilbahnen haben ausnahmslos elektrischen Antrieb. Bei diesem kommt es auf eine strenge Einhaltung des richtigen Längenschnittes, wie schon an früherer Stelle erwähnt, nicht an, was übrigens in den seltensten Fällen wegen der Geländegestalt möglich sein wird. Wesentlich dagegen ist, daß die Umfangskraft an der Antriebscheibe für die ganze Fahrt einen stetigen Verlauf mit nicht zu großen Änderungen zeigt, also Belastungsspitzen vermieden werden. Dies wird aber durch die Parabel ebenso wie durch die Zykloide erreicht. Es sei daher in den nachfolgenden Berechnungen für das Vierwagensystem von der Vautierschen Näherung Gebrauch gemacht.

#### 2. Der richtige Längenschnitt beim Vierwagensystem.

##### a) Bei Zerlegung in zwei Zweiwagensysteme.

Es wurde früher der Satz ausgesprochen, daß das Vierwagensystem aus zwei zwangläufig miteinander verbundenen und hintereinander angeordneten Zweiwagensystemen zusammengesetzt gedacht werden kann. Diese Zerlegung ist vom Standpunkte der Theorie die nächstliegende und auch durch den Werdegang der neuen Bauart begründet. Obwohl, wie schon betont, bei einer derartigen Auffassung eine Anschmiegun an das Gelände nicht erreicht wird,<sup>11)</sup> so erscheint es dennoch zweckmäßig, zumindest die mathematischen Gesichtspunkte für die Längenschnittberechnung mitzuteilen, einerseits weil das Problem der Bestimmung des richtigen Längenschnittes beim Vierwagensystem hier gleichsam im Grundfall vorliegt und andererseits dadurch bereits eine Reihe von Anhaltspunkten für die später durchgeführte Umgestaltung des Höhenplanes geschaffen wird.

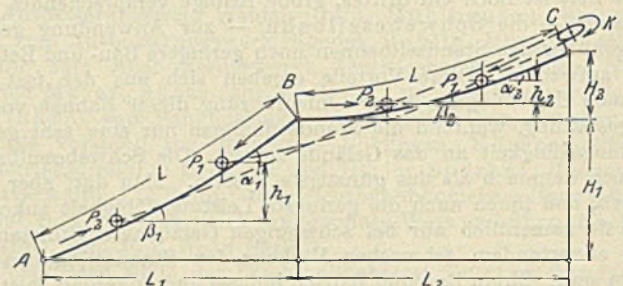


Abb. 3.

In Abb. 3 ist der Längenschnitt veranschaulicht. Das untere Zweiwagensystem umfaßt die Strecke  $AB$ , das obere die Strecke  $BC$ . Für die Rechnung wird vorausgesetzt, daß die beiden bergwärts

<sup>9)</sup> Vergl. A. Vautier, Etude des chemins de fer funiculaires, A. Lévy-Lambert, Chemins de fer funiculaires, Transports aériens und K. Walloth, Die Drahtseilbahnen der Schweiz, Verlag Kreidel, Wiesbaden.

<sup>10)</sup> Siehe R. v. Reckenschuß, Der theoretische Längenschnitt der Standseilbahnen mit Doppelbetrieb. Nach Fertigstellung des Aufsatzes sind dem Verfasser Veröffentlichungen über den gleichen Gegenstand von Peter in Zürich, Schweiz. Bauztg., Bd. LXXXIII, Nr. 6 und Dr. Bäseler in München, Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. 1923, Heft 4 bis 6 zu Gesicht gekommen, deren letztere (insbesondere soweit sie den Wasserballastbetrieb betrifft) sehr verdienstvolle Klarstellungen in der früher zum Teil recht unübersichtlich behandelten Längenschnittfrage bringt.

<sup>11)</sup> Die beliebig wählbare Höhenlage der Mittelstation verbessert die Verhältnisse nur unwesentlich.



fahrenden Wagen gleiches Gewicht haben, und ebenso die beiden auf der Talfabrt befindlichen. Diese Annahme dürfte im allgemeinen immer zutreffen, weil das neue System nur dann seinen Zweck voll erfüllt, wenn beide Strecken die gleiche Frequenz aufweisen. Die hier gemachte Voraussetzung wird deshalb auch allen künftigen Untersuchungen zugrunde gelegt, ohne daß dies ausdrücklich bemerkt wird. Die unteren Wagen sind an den oberen durch Seile vom Metergewicht  $p_1$  und dem Seilleitungswiderstand  $S_1$  befestigt (Abb. 4). Das die beiden oberen Wagen verbindende und über die Antriebscheibe laufende Seiltrum hat das Gewicht  $p_2$  und den Seilleitungswiderstand  $S_2$ . Für die Zerlegung in die beiden Teilsysteme denkt man sich die Verbindung der unteren Seile mit den oberen Wagen gelöst und das stärkere obere Seil über seine ganze Länge so zerschnitten, daß zwei Stränge vom Einheitsgewicht  $p_1$  und  $\Delta p = p_2 - p_1$  entstehen. Wie aus Abb. 5 ersichtlich, erhält man durch eine solche Zerschneidung zwei eigentlich unabhängige Zweiwagensysteme, die bloß eine gemeinsame Antriebscheibe besitzen. Das eine System hat das Seilgewicht  $p_1$  und den Seilleitungswiderstand  $S_1 + \frac{S_1}{2}$ , das andere

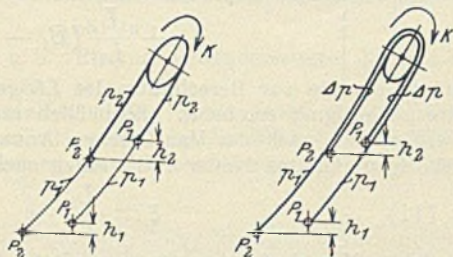


Abb. 4.

Abb. 5.

das Seilgewicht  $\Delta p$  und den Seilleitungswiderstand  $\Delta S = S_2 - \frac{S_1}{2}$ . Von dieser Betrachtung ausgehend, kann man jetzt den richtigen Längenschnitt nach den früher genannten Verfahren für jede der beiden Teilstrecken getrennt herleiten.

b) Bei gegebener Gestalt einer Teilstrecke oder nicht-zusammengehöriger Stücke beider Teilstrecken.

Um nun der schlechten Anschmiegunsmöglichkeit der Bahn an das Gelände abzuwehren, soll von folgender Überlegung ausgegangen werden.<sup>12)</sup>

Bei der früher beschriebenen Herleitung des richtigen Längenschnittes für das Vierwagensystem besteht zwischen den beiden Höhenplänen der Teilstrecken eigentlich keine Abhängigkeit. Sie läßt sich aber herbeiführen, wenn man entweder den Längenschnitt einer Teilstrecke oder nicht zusammengehörige Teile beider Bahnabschnitte beliebig wählt und gleichzeitig die Forderung erhebt, daß der Gesamtlängenschnitt der Bahn wieder ein richtiger sei. Daraus sind die Gesetze ableitbar, nach denen sich die beiden

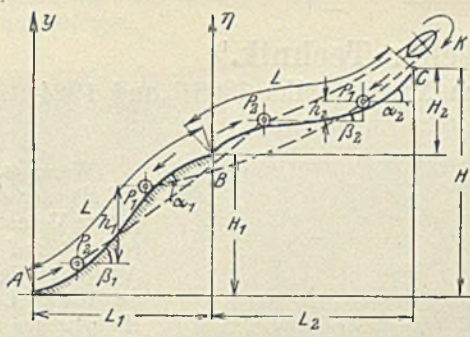


Abb. 6.

Teillängenschnitte gegenseitig beeinflussen. Kennt man diese Gesetze, dann bereitet es keine Schwierigkeiten mehr, den Gesamtlängenschnitt so zu formen, daß er sich in hohem Maße dem Gelände anpaßt.<sup>13)</sup> In Abb. 6

- $P_1$  das Gewicht des leer talwärts fahrenden Wagens,
- $P_2$  das des voll besetzt steigenden Wagens,
- $K$  die Umfangskraft an der Antriebscheibe,
- $r$  den Laufwiderstand der Wagen,

und nimmt man an, daß bezüglich des Reibungsbeiwertes  $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \alpha_2 = \cos \beta_2$  gesetzt werden kann, so lautet die Gleichgewichtsbedingung für die ganze Bahn bei der in Abb. 6 dargestellten Wagenstellung:  $P_1 \sin \alpha_1 + P_1 \sin \alpha_2 + K = P_2 \sin \beta_1 + P_2 \sin \beta_2 + 2(P_1 + P_2)r + \Delta p h_2 + p_1 h_1 + S_1 + S_2$ . Vertauschen die Wagen

ihre Stellungen im Verlaufe der Fahrt, so gilt:  $P_1 \sin \beta_1 + P_1 \sin \beta_2 + K = P_2 \sin \alpha_1 + P_2 \sin \alpha_2 + 2(P_1 + P_2)r - \Delta p h_2 - p_1 h_1 + S_1 + S_2$ . Durch Addition der beiden Gleichgewichtsbedingungen ergibt sich:

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} &[(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) + (\sin \beta_1 + \sin \beta_2)] \\ &= \frac{2[K - 2r(P_1 + P_2) - (S_1 + S_2)]}{P_2 - P_1} \end{aligned} \right.$$

Werden die beiden obigen Gleichgewichtsbedingungen voneinander subtrahiert, so erhält man:

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} &[(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) - (\sin \beta_1 + \sin \beta_2)] \\ &= 2 \cdot \frac{\Delta p h_2 + p_1 h_1}{P_1 + P_2} \end{aligned} \right.$$

Es ist jetzt noch eine Beziehung für die Umfangskraft an der Antriebscheibe erforderlich. Man gewinnt sie aus der Arbeitsgleichung:  $P_1 H_1 + P_1 H_2 + K L = P_2 H_1 + P_2 H_2 + 2(P_1 + P_2)r L + (S_1 + S_2)L$  und bekommt:

$$(3) \quad K = \frac{(P_2 - P_1)H + 2(P_1 + P_2)rL + (S_1 + S_2)L}{L}$$

Wird nun  $K$  aus Gl. 3 in Gl. 1 eingeführt, so nimmt letztere die Gestalt an

$$(4) \quad [(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) + (\sin \beta_1 + \sin \beta_2)] = \frac{2H}{L}$$

Gl. 2 jetzt additiv der Gl. 4 zugefügt, ergibt  $\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2 = \frac{H}{L} + \frac{\Delta p h_2 + p_1 h_1}{P_1 + P_2}$ . Setzt man darin  $\frac{H}{L} = A$ ,  $\frac{\Delta p}{P_1 + P_2} = B_2$ ,  $\frac{p_1}{P_1 + P_2} = B_1$ , dann lautet die zuvor aufgeschriebene Gleichung

$$(5) \quad \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2 = A + B_2 h_2 + B_1 h_1$$

Sie ist die Bedingungsgleichung des richtigen Längenschnittes der ganzen Bahn.

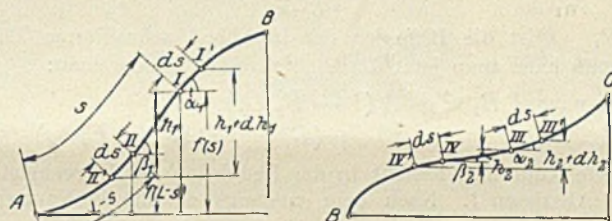


Abb. 7.

In Abb. 7 bezeichnen I, II, III und IV zusammengehörige Wagenstellungen. Nach einem Zeitelement sind die Wagen nach I', II', III' und IV' gelangt. Man kann deshalb die Beziehungen aufstellen  $dh_1 = ds(\sin \alpha_1 + \sin \beta_1)$  und  $dh_2 = ds(\sin \alpha_2 + \sin \beta_2)$ . Die Addition der beiden gibt  $dh_1 + dh_2 = ds[(\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2) + (\sin \beta_1 + \sin \beta_2)]$ . Wird in dieser Gleichung für den Klammerausdruck der Wert aus Gl. 4 eingesetzt und integriert, so folgt  $h_1 + h_2 = s \cdot \frac{2H}{L} + C$ , wobei sich die Integrationskonstante aus der Überlegung bestimmt, daß für die Endstellungen der Wagen  $s = L$  und  $h_1 + h_2 = H_1 + H_2 = H$ , somit  $C = -H$  ist. Das Integral hat also, wenn außerdem  $h_1$  auf die andere Seite gebracht wird, die Form

$$(6) \quad h_2 = s \cdot \frac{2H}{L} - H - h_1$$

Durch Einführung des Wertes von  $h_2$  aus Gl. 6 in die Bedingungsgleichung 5 bekommt man schließlich die Beziehung

$$(7) \quad \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2 = A + B_2 \left( s \cdot \frac{2H}{L} - H - h_1 \right) + B_1 h_1$$

Sie stellt gleichsam die Grundgleichung für den richtigen Längenschnitt der oberen Teilstrecke vor, dessen Berechnung daraus nachstehend wiedergegeben ist:

Durch einige Umformungen nimmt die Grundgleichung zunächst die Gestalt  $\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2 = A + 2A B_2 s - B_2 H + (B_1 - B_2) h_1$  an. Nun wird für  $h_1$  aus dem bekannten unteren Teillängenschnitt die Differenz der entsprechenden Ordinaten in die geänderte Grundgleichung eingeführt. Bezeichnet  $y = f(x) = f(s)$  die Kurvengleichung des unteren Längenschnittes, so gilt nach Abb. 7 für zwei zusammengehörige Wagenstellungen  $h_1 = f(s) - f(L - s)$ . Schreibt man noch statt der Winkelfunktionen die entsprechenden Differentialquotienten, so erhält man  $\frac{dy}{ds} + \frac{d\eta}{ds} = A + 2B_2 s - B_2 H + (B_1 - B_2)[f(s) - f(L - s)]$  und nach Multiplikation mit  $ds$ :  $dy + d\eta = A ds + 2A B_2 s ds - B_2 H ds + (B_1 - B_2)[f(s) - f(L - s)] ds$ .

<sup>12)</sup> Durch Vergrößerung des Seilgewichtes über das notwendige Maß eine Anpassung der nach Abschnitt 2a festgelegten Teillängenschnitte an die Geländeform herbeizuführen, muß wegen der äußerst ungünstigen Beanspruchung eines so starken Seiles auf den Antriebscheiben als unwirtschaftlich und deshalb verfehlt bezeichnet werden.

<sup>13)</sup> Die Anregung hierzu verdanke ich Herrn Prof. Ing. Robert Findeis an der Technischen Hochschule in Wien.



Die Integration der Differentialgleichung ergibt:  $\eta = As + AB_2 s^2 - B_2 Hs + (B_1 - B_2) \left[ \int_0^s f(s) ds - \int_0^s f(L-s) ds \right] - f(s) + C$ .

Da für  $s=0$  auch  $\eta=0$  sein muß, wird die Integrationskonstante  $C=0$ . Durch einige Vereinfachungen folgt dann

$$(8) \quad \begin{cases} \eta = AB_2 s^2 + A(1 - B_2 L) s \\ + (B_1 - B_2) \left[ \int_0^s f(s) ds - \int_0^s f(L-s) ds \right] - f(s). \end{cases}$$

Diese Gleichung gibt den Ausdruck für den Längenschnitt der oberen Teilstrecke, wenn jener der unteren Strecke beliebig gewählt wurde. Für die praktische Verwendung muß jedoch die Gl. 8 noch eine geeignete Umgestaltung erfahren. Es wird daher zuerst die Bedeutung der Integrale in der eckigen Klammer zu untersuchen sein. Man erhält unter Beachtung der Abb. 8, bei der für den unteren Teillängenschnitt zu den Ordinaten nicht die zugehörigen Abszissen  $x$ , sondern die entsprechenden Bogenlängen  $s$  aufgetragen sind ( $L-s=s'$ ):

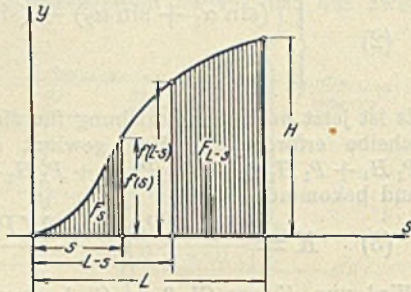


Abb. 8.

$$\begin{aligned} \int_0^s f(s) ds - \int_0^s f(L-s) ds &= \int_0^s f(s) ds + \int_0^s f(L-s) d(L-s) \\ &= \int_0^s f(s) ds - \int_s^L f(s') ds' = \int_0^s f(s) ds - \int_{L-s}^L f(s') ds' \\ &= \int_0^s f(s) ds - \int_{L-s}^L f(s) ds = F_s - F_{L-s}. \end{aligned}$$

$(F_s - F_{L-s})$  ist die Differenz der in Abb. 8 schraffierten Flächen. Demgemäß kann man jetzt die Gl. 8 vereinfacht schreiben:

$$(9) \quad \begin{cases} \eta = AB_2 s^2 + A(1 - B_2 L) s \\ + (B_1 - B_2) (F_s - F_{L-s}) - f(s). \end{cases}$$

Die zweite Änderung besteht in der Reduktion der Kurvengleichung auf die Abszissen  $\xi$ . Nach dem eingangs erwähnten Vautierschen

Näherungsverfahren gilt  $\frac{x}{s} = \frac{L_1}{L}$ ,  $\frac{\xi}{s} = \frac{L_2}{L}$  und daraus  $s = \frac{L}{L_1} \cdot x$  bzw.  $s = \frac{L}{L_2} \cdot \xi$ . Dementsprechend müssen auch die Flächen  $F_s$  und  $F_{L-s}$  umgewandelt werden:  $F_s = \frac{L}{L_1} \cdot F_x$ ,  $F_{L-s} = \frac{L}{L_1} \cdot F_{L_1-x}$ .

Setzt man diese Werte in Gl. 9 ein, so nimmt sie die endgültige Form

$$(10) \quad \begin{cases} \eta = \frac{HB_2L}{L_2^2} \cdot \xi^2 + \frac{H}{L_2} (1 - B_2 L) \xi \\ + \frac{L}{L_1} (B_1 - B_2) (F_x - F_{L_1-x}) - y \end{cases}$$

an, in der sie zur Berechnung des Längenschnitts der oberen Teilstrecke geeignet erscheint. Schließlich muß noch darauf verwiesen werden, daß nach der Vautierschen Annahme zwischen zusammengehörigen Punkten beider Teilstrecken auch die Beziehung

$$(11) \quad \xi = \frac{L_2}{L_1} \cdot x$$

besteht. Man darf daher zusammenfassend sagen:

Ist der untere Teillängenschnitt gegeben, so wird durch die Gl. 10 und 11 zu jedem Punkte  $(x, y)$  der unteren Strecke ein solcher  $(\xi, \eta)$  der oberen Teilstrecke eindeutig bestimmt; der Gesamtlängenschnitt ist dann ein richtiger.<sup>14)</sup>

Es bedarf wohl nicht erst eines besonderen Beweises, daß der vorhin ausgesprochene Satz auch umkehrbar ist, das heißt, daß man zu gegebenem oberen Teillängenschnitt den unteren bloß durch sinn-gemäße Abänderung der Gl. 10 und 11 findet. Da die der Ableitung zugrunde gelegten Wagengewichte nur im Nenner der Ausdrücke  $B_1$  und  $B_2$  als Summen vorkommen, wird bei Ausführung des richtigen Längenschnittes die Zugkraft immer dann konstant sein, wenn die Summe der im betreffenden Betriebsfall auftretenden Bruttogewichte den gleichen Wert ergibt. Hiermit ist der Gültigkeitsbereich des richtigen Längenschnittes eindeutig umschrieben.

<sup>14)</sup> Will man den Längenschnitt genauer erhalten, als dies mit der Vautierschen Näherung möglich ist, so kann man etwa die von Dr. Bäseler vorgeschlagenen Näherungsverfahren benutzen, wobei die Gl. 9 unter Annahme, daß gleichen Strecken des Längenschnitts gleiche Strecken der Bahnsehne entsprechen, auf ein schief liegendes Koordinationssystem bezogen wird, oder man trägt die Differenzgleichung punktweise auf, zu welchem Zweck man sie in der Form:  $\Delta \eta = A \Delta s + 2AB_2 s \Delta s - B_2 H \Delta s + (B_1 - B_2)(y_s - y_{L-s}) \Delta s - \Delta y$  schreibt. (Schluß folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

### 25 Jahre amerikanischer Technik.<sup>1)</sup>

Eindrücke von zwei Studienreisen nach Nordamerika 1898<sup>2)</sup> und 1924.

Von Geheimrat Buhle, Professor in Dresden.

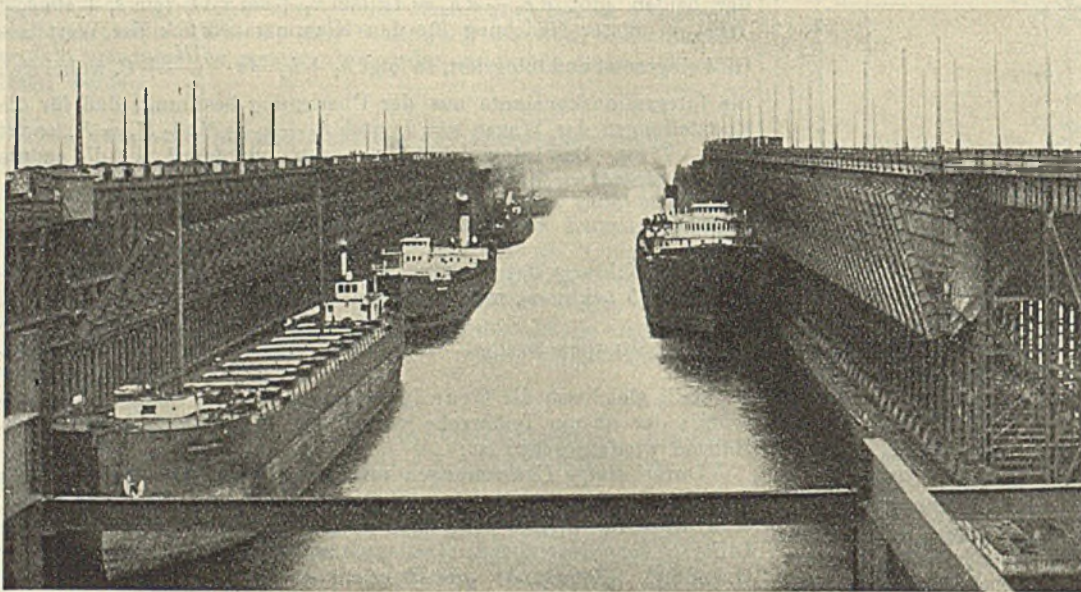


Abb. 1. Eisenerz-Docks in Duluth, Minn. Gegenwärtiger Zustand. (Missabe & Northern-Eisenbahn-Gesellschaft).

Wenn es richtig ist, daß der Beruf als der schwierigste gilt, der die größte Verantwortung mit sich bringt, so folgt auf den in Ausübung seines Amtes tätigen Strategen der Ingenieur. Letzterem obliegt als dem Hauptträger des Kulturfortschrittes, möglichst ebenso frühzeitig, wie der Kaufmann es zu tun pflegt, auf weiten Reisen sich mit eigenen Sinnen einen Weltmaßstab anzueignen und dadurch ausgleichend sowohl technisch verbessernd und durch praktische Organisation zugleich allseitig fördernd zu wirken. Insbesondere der Verkehrsingenieur, dem die technische Ausbildung der Eisenbahn wie der Hebe- und Transportmaschinen übertragen ist, hat die schwierige Aufgabe, die am wenigsten menschenwürdige und außerdem heutzutage meist unzulängliche Arbeit der Lastenbewegung durch belebte Motoren (Mensch und Tier), durch Einführung und Vervollkommnung mechanisch betriebener Einrichtungen immer

<sup>1)</sup> Auszug aus einem Vortrage, der in der Sitzung vom 19. Mai 1925 in der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft in Berlin gehalten wurde; vgl. hierzu „Die Bautechnik“ 1924, S. 639

(Nachtrag), sowie „Fördertechnik und Frachtverkehr“ 1925, S. 37, 80, 98, 110 u. 143.

<sup>2)</sup> Über die erste Reise vgl. Z. d. V. d. I. 1899, S. 270.





Abb. 2a.

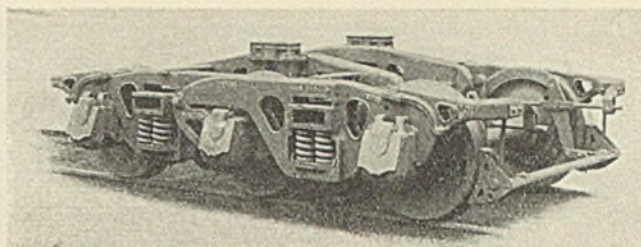


Abb. 2b.

Abb. 2a u. b. Eiserner Großgüterwagen der Pressed Steel Car Co., Pittsburg, Pa. (Inhalt rd. 109 000 kg.)

wirtschaftlicher zu gestalten. Man sucht heute überall den Betrieb durch zeit- und arbeitsparende mechanische Vorrichtungen unter gleichzeitiger Vergrößerung der Betriebssicherheit zu verbilligen und die Handhabung der oft schnell anwachsenden Massen zu bewältigen.

Die Hauptanregung zu meiner ersten (bis nach San Francisco führenden) Amerikafahrt hatten die Kruppwerke in Essen und Rheingausen gegeben, nachdem ich vorher durch Studien in Deutschland, Österreich-Ungarn, Skandinavien, England, Holland und Belgien einen guten europäischen Überblick gewonnen hatte.

Treffliche Einführungsbriefe von einflußreichen Behörden und Persönlichkeiten (Krupp, Pintsch, Ballin usw.) gestalteten die 3½ monatige Reise zur schönsten und erfolgreichsten meiner bis dahin unternommenen Studienfahrten.

Auch die gründliche Kenntnis der Landessprache und die besondere Beachtung der wirtschaftlichen Verhältnisse haben viel zu dem großen Erfolge beigetragen, der später in zahlreichen Vorträgen, Abhandlungen

in der Fach- und Tagespresse, sowie in mehreren Bücherwerken zum Ausdruck gekommen ist und mir 1902 den Lehrstuhl für Transportwesen usw. an der Dresdner Technischen Hochschule eingetragen hat. Ich muß es mir leider versagen, im einzelnen auf so manche auch heitere Erlebnisse einzugehen, durch die Amerika und seine Bewohner gezeichnet würden.



Abb. 3. Pennsylvania Station in New York, 7. Avenue und 32./33. Straße (rd. 240 × 131 m<sup>2</sup>).

Nach der Zehn-Tage-Überfahrt auf dem 20000-t-Hapag-Dampfer „Pennsylvania“ und einem kurzen Aufenthalt in New York reiste ich über Boston, Albany, Montreal und Niagarafalls nach Buffalo. Dort war seinerzeit gerade der größte Getreidesilo der Welt

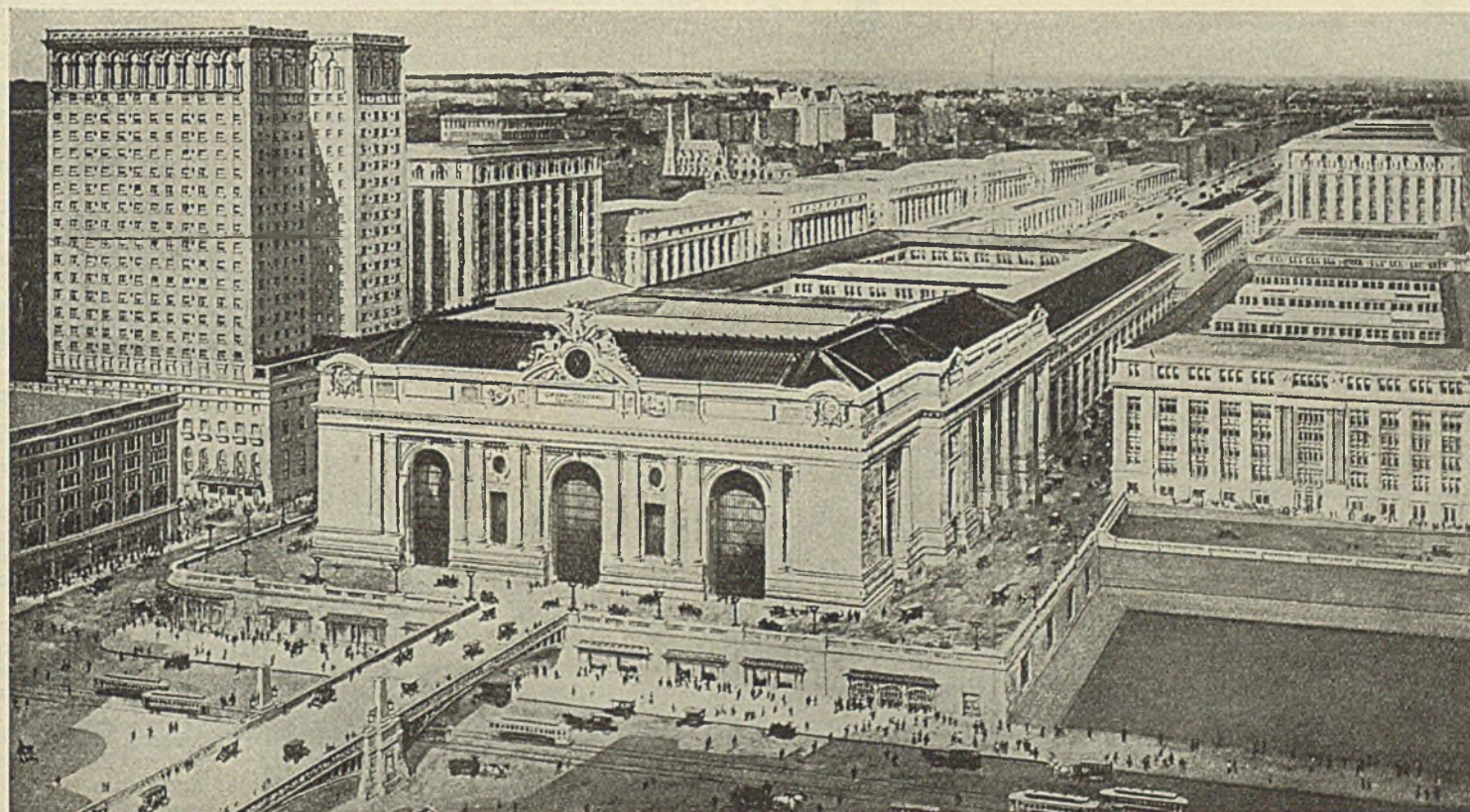


Abb. 4. Grand Central Endstation in New York. (Park Avenue und 42. Straße; rd. 205 × 95 m<sup>2</sup>).



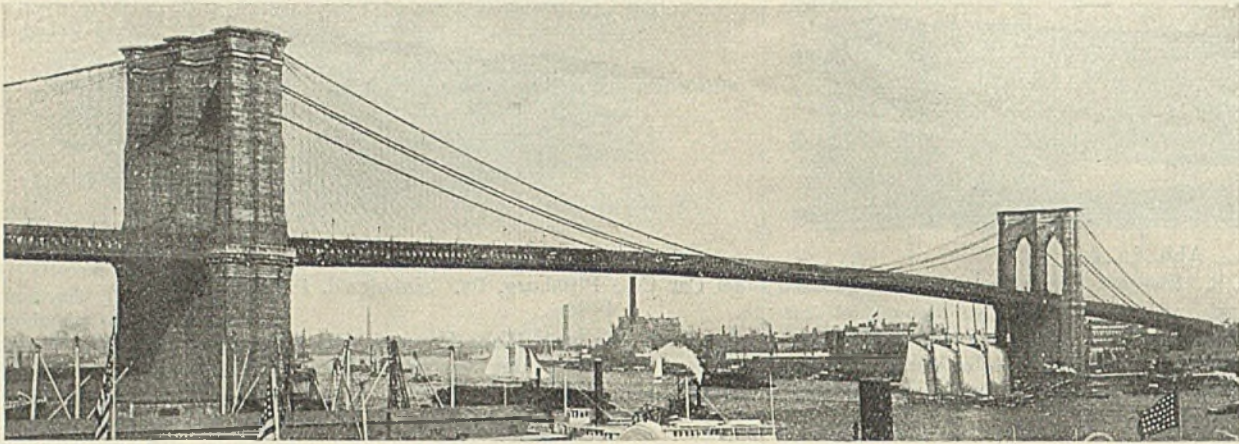


Abb. 5a. Brooklyn-Brücke.

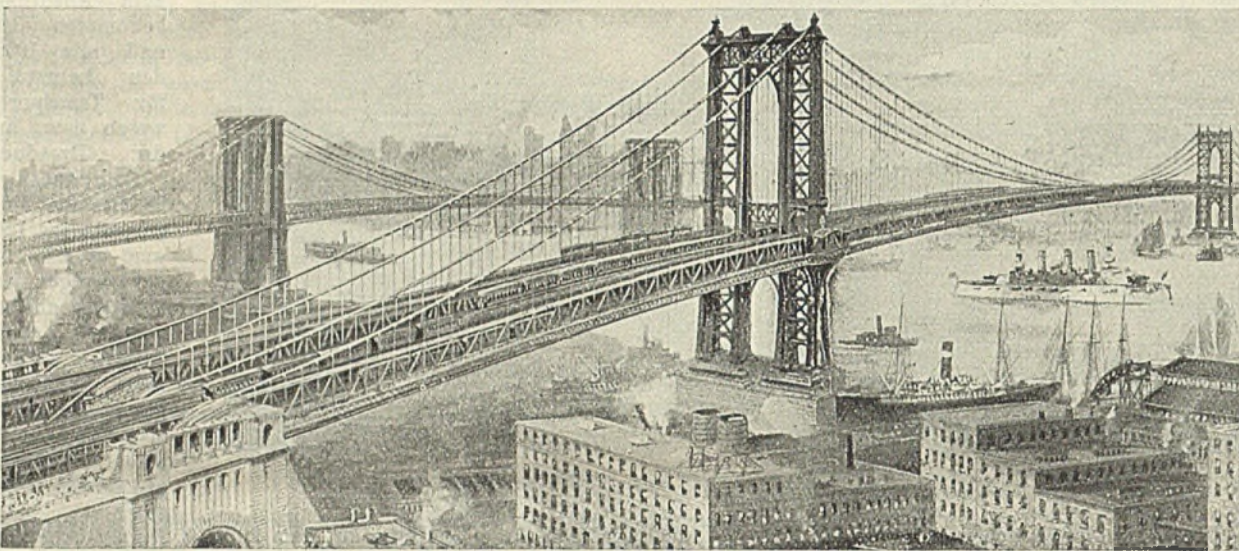


Abb. 6a. Manhattan-Brücke.

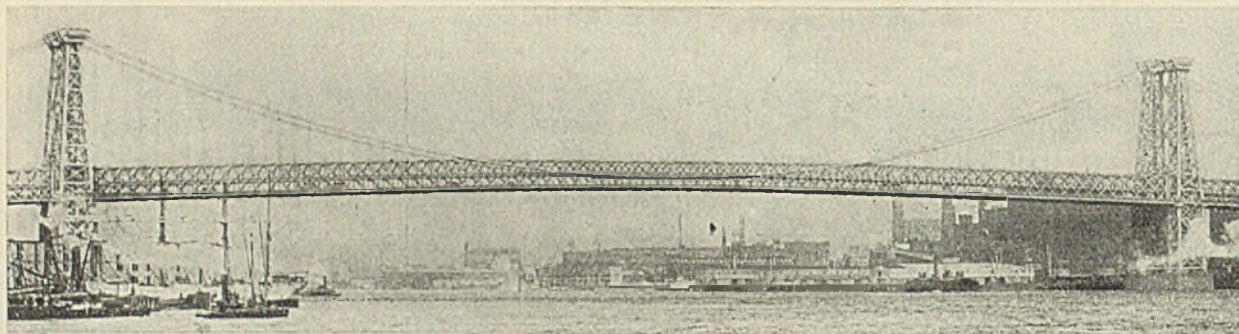


Abb. 7a. Williamsburg-Brücke.



Abb. 8a. Queensborough-Brücke.

(1 280 000 Zentner) errichtet. Das führte zu einem Vergleich mit den schönen deutschen Kornspeichern<sup>3)</sup>, die den Beweis dafür erbracht haben, daß Nutzbauten gerade so gut wie Kunstbauten in ihrem Äußern künstlerisch gestaltet werden können, ohne an Zweckmäßigkeit einzubüßen. Über den Erie-See ging die Reise weiter nach Cleveland (Ohio), woselbst in der Hauptsache die damals das Staunen der Welt erregenden, an 100 m langen Erzverladebrücken studiert wurden. Wir haben seinerzeit viel von Amerika gelernt. Gegenwärtig werden von Deutschland aus derartige Verloader nach Holland geliefert, die 200 m (!) Katzenfahrt aufweisen und mit Greifern ausgerüstet sind, die mit einem einzigen Hub 30 000 kg (!) Erz heben können.<sup>4)</sup> Die gewaltigen Erzmengen werden vor allem in Chicago und Pittsburg gebraucht, woselbst in den wenigen Sommermonaten auch die Wintervorräte namentlich von Duluth aus über die großen Binnenseen befördert werden müssen (Abb. 1).<sup>5)</sup>

Die in drei Wochen ausgeführte Reise von Minneapolis (Kornzentrum) über den Yellowstone-Park (Geysir) nach Frisco und von dort über Saltlake-City (Mormonen) nach

<sup>3)</sup> Buhle, Die Speicher im Berliner Westhafen, „Die Bautechnik“ 1924, S. 140 ff. u. 1925, S. 1 ff.; vgl. hierzu Buffalo-Silo: Buhle, Glasers Annalen 1898, I, S. 187 ff.

<sup>4)</sup> Buhle, „Die Bautechnik“ 1924, Heft 12, S. 139.

<sup>5)</sup> Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Kohlen und Eisenerzen, Z. d. V. d. I. 1900, S. 509 ff.; derselbe, Zur Frage der Bewegung und Lagerung von Hüttenrohestoffen, „Stahl u. Eisen“ 1906, S. 641 ff.; ebenda S. 855, Abb. 46: Die frühere, in Holz ausgeführte Bauart dieser Erztaschen. — Über neuzeitliche Erzschiffe s. Z. d. V. d. I. 1925, S. 671.



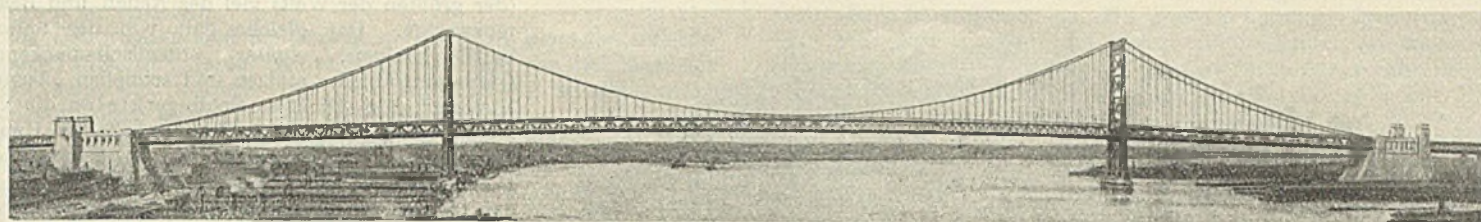


Abb. 9a. Brücke über den Delaware-Fluß von Philadelphia nach Camden (im Bau).

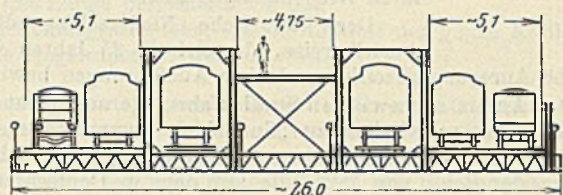


Abb. 5b. Brooklyn.

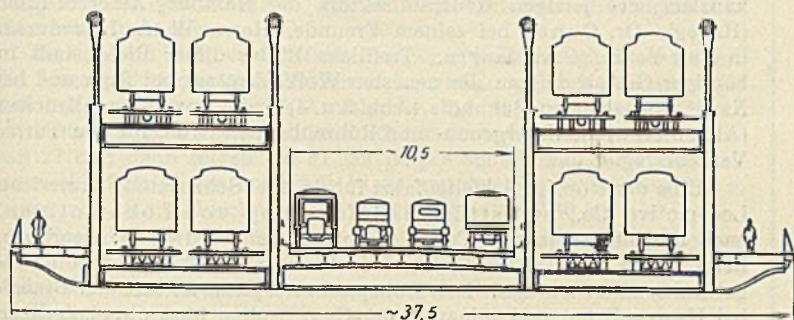


Abb. 6b. Manhattan.

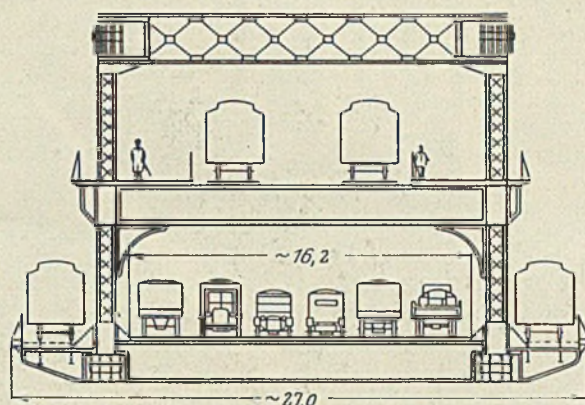


Abb. 8b. Queensborough.

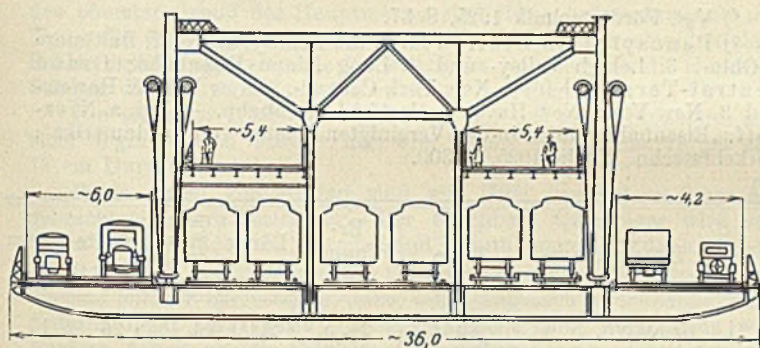


Abb. 7b. Williamsburg.

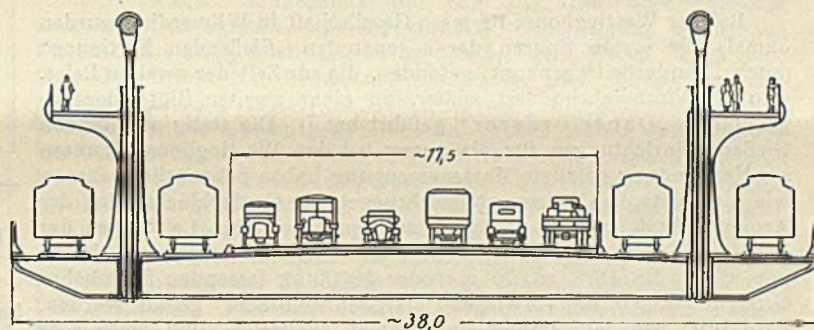


Abb. 9b. Philadelphia.

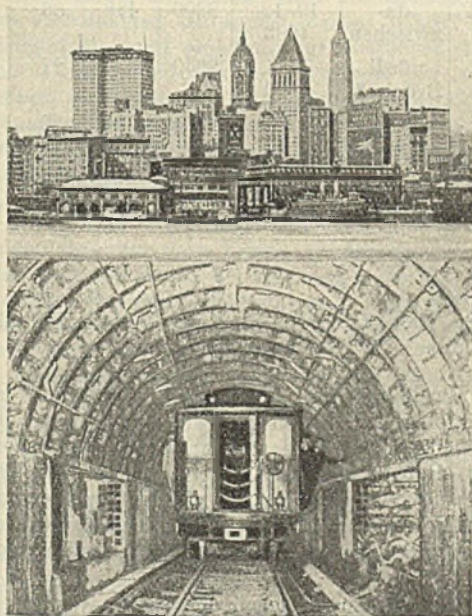


Abb. 10. Querschnitt durch die Brooklyn-Röhrenbahn, eröffnet Anfang 1909. (Innendurchmesser 4,7 m; Unterkante Tunnel 28,7 m unter dem Flußbett.)

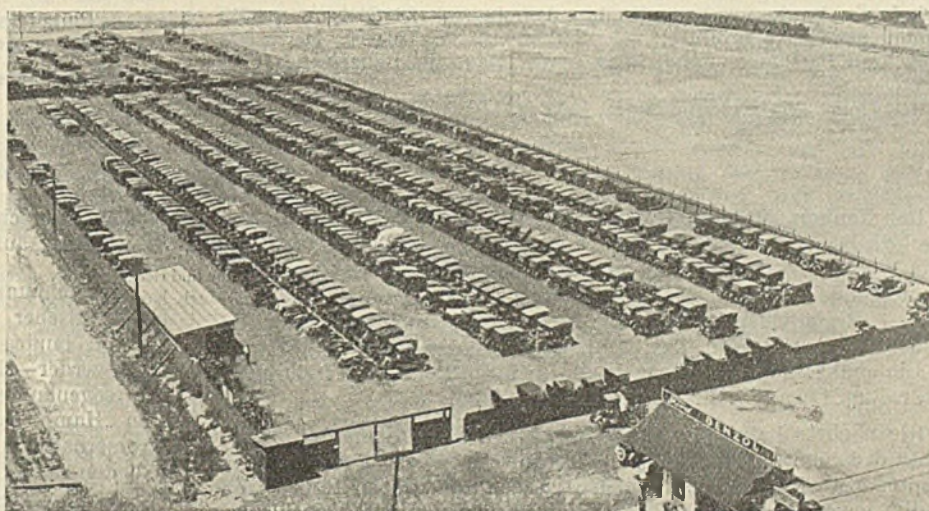


Abb. 11. Einer der Wagenparks für Fords-Beamte und -Arbeiter in Highland-Park (Detroit).



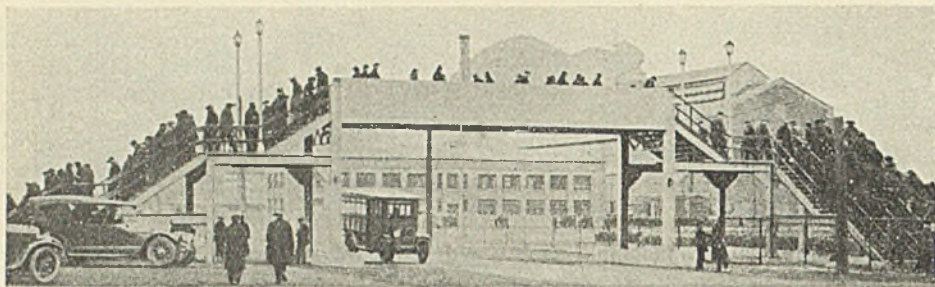


Abb. 12. Eine der drei Sicherheitsbrücken in River-Rouge (Detroit).

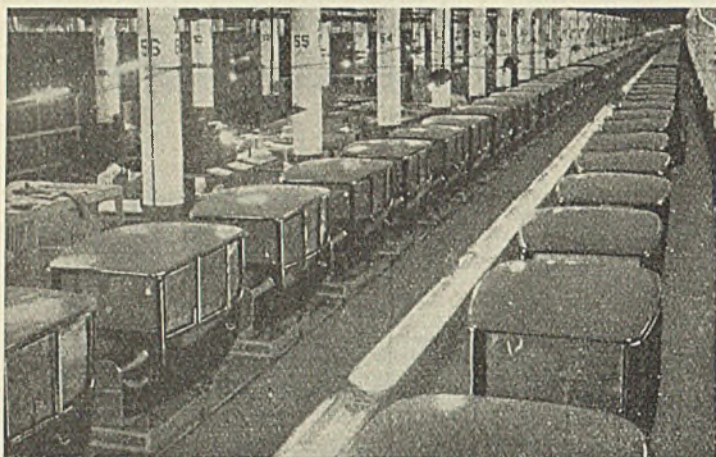


Abb. 13. Wagenkastenfabrik in River Rouge. (Länge rd. 540 m).

St. Louis<sup>6)</sup> darf ich wohl als meine „Ferien- und Erholungsreise, in den Vereinigten Staaten bezeichnen.

Bei der Westinghouse-Bremsen-Gesellschaft in Wilmerding wurden damals die ersten Spuren der sogenannten „fließenden Fertigung“ (auch „Bandarbeit“ genannt) gefunden, die zur Zeit der zweiten Reise, also ein Vierteljahrhundert später, zu einer zweiten Blüte der sogenannten „Dauerförderer“ geführt hat.<sup>7)</sup> Die stetig arbeitenden Gießerei-Einrichtungen für die zuerst bei den Westinghouse-Bremsen zur Verwendung gelangte Massenerzeugung haben bekanntlich (ebenso wie die geistvollen Transporteinrichtungen der Großschlächtereien der Armour, Swift usw. in Chicago) zu den fabelhaften Leistungen der Fordwerke in Detroit geführt (s. unten). In Pittsburg interessierten vor allem die 1898 rd. 70 m<sup>3</sup> oder 50000 kg fassenden Eisenbahn-Großgüterwagen, die vorwiegend als „Selbstentlader“ gebaut wurden. Endlich, nachdem immer und immer wieder — und zwar sehr oft auch durch mich — auf die großen wirtschaftlichen Vorteile dieser Betriebsweise hingewiesen worden war, hat man auch bei uns in Deutschland begonnen, diese Wagenart einzuführen. Allerdings sind inzwischen die Amerikaner (auf ihren „Privatbahnen“) bei der doppelten Menge angelangt (d. h. bei Wagen von rd. 109 t, Abb. 2a/b). Philadelphia bot u. a. mit den Studien der Baldwin-Lokomotivwerke

<sup>6)</sup> In St. Louis war gerade der damals (mit 32 Gleisen) größte Bahnhof der Welt eröffnet; vgl. Buhle u. Schimpff, Der neue Haupt- und Personenbahnhof in St. Louis, Deutsche Bauzeitung 1899, S. 297 ff.

<sup>7)</sup> Buhle, Fördertechnik usw. 1925, S. 110.

(der größten der Welt) viel des Neuen und Beachtenswerten. Das gleiche galt von der anfangs herrlich-ruhigen, später stürmisch-packenden Ozeanfahrt auf der stolzen und schnellen „Auguste Victoria“, die mit ihren Schlingerkiefern die Vorstufe zu den heutigen so überaus beliebten Hapag-Dampfern mit Schlingertanks (s. unten) bildete. Die mühselige Heizer- und Trimmerarbeit ist auf den Ozeanriesen verschwunden; die Ölfuehrung von heute ist sicher, sauber und vor allem menschenwürdiger als die damalige Kohlenfuehrung mit ihren Aschenmengen usw.

Der literarische Niederschlag dieser ersten Amerikareise, der sich in 25 Jahren vollzog, hat manche Anregung gezeitigt und viele Ausführungen bewirkt.<sup>8)</sup>

Den Anreiz zur zweiten Studienfahrt, die aus leicht erklärlichen Gründen weit schwieriger zu „finanzieren“ war als die erste, haben vor allem die Fordschen Bücher und Filme gegeben. Die großartige „Ernte“ der Reise von 1924, die auf dem in Deutschland gebauten Harriman-Dampfer „Reliance“ angetreten wurde, war nahezu ausschließlich der bereitwilligen Fürsprache unseres früheren Reichskanzlers, des jetzigen Generaldirektors der Hamburg-Amerika-Linie (Hapag), Dr. Cuno, bei seinem Freunde, Herrn W. A. Harriman in New York, zu verdanken. Treffliche Bilder dieser Riesenstadt in heutiger Gestalt zeigten die neuesten Wolkenkratzer bei Tage und bei Nacht, die schönen Bahnhöfe (Abb. 3 u. 4)<sup>9)</sup>, die gewaltigen Brücken (Abb. 5 bis 9)<sup>10)</sup>, Untergrund- und Röhrenbahnen (Abb. 10), die Turm-Verkehrsregler usw.

Eine dreiwöchige Schleifenfahrt führte über Schenectady (American Locomotive Co., selbsttätige Befuehrung von Lokomotiven) nach Detroit, wo in vier Tagen die berühmten Fordwerke: Dearborn, River Rouge (Abb. 12 u. 13), Highland Park (Abb. 11) und Lincoln eingehend studiert wurden. Den Höhepunkt der Reise bildete der Besuch bei Henry Ford und seinem Sohn Etzel, dem jetzt die eigentliche Leitung der Fabriken übertragen ist.

<sup>8)</sup> Vgl. Fördertechnik 1925, S. 37.

<sup>9)</sup> Pennsylvania-Station für 1. die Pennsylvania-, 2. Baltimore & Ohio-, 3. Lehigh Valley- und 4. Long Island-Eisenbahn; Grand Central-Terminal für 1. New York Central-, 2. New York & Harlem- und 3. New York, New Haven & Hartford-Eisenbahn. — Vgl. a. Nierhoff, „Eisenbahnstudien in den Vereinigten Staaten von Nordamerika“, Verkehrstechn. Woche 1925, S. 300.

<sup>10)</sup>

Abb.	Nr.	Brückenname	Lage	Eröffnungs-tag	Länge in m	Größte Spann-ung in m	Breite in m	Kosten Mill. \$
5 a/b	I	Brooklyn, N. Y.	südl. Brücke	24. 5. 1883	2000	rd. 486	26	10
6 a/b	II	Manhattan, N. Y.	da-zwischen	31. 12. 1909	2091	—	37,5	13,4
7 a/b	III	Williamsburg, N. Y.	da-zwischen	19. 12. 1903	2200	488	36	10
8 a/b	IV	Queensborough, N. Y.	nördl. Brücke*)	30. 3. 1909	2330	—	27	25
9 a/b	—	Philadelphia-Camden	—	im Bau	2930	534	38	—

\*) Die Hellgate-Brücke (eine andere Art) liegt noch nördlicher.

(Schluß folgt)

### Vermischtes.

Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, VII. Jahrgang der Zeitschrift Die Volkswohnung. (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 66.) Das am 24. Juli ausgegebene Heft 14 (I R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Architekt Albert Eitel: Haus Eitel, Stuttgart. — Regierungspräsident Krüger: Die „Beamstensiedlung“ in Preußen. — Architekten Reg.-Baumeister Dollinger und Fetzer: Ein Einfamilienhaus in Obertürkheim bei Stuttgart. — Regierungsrat Dr.-Jug. Donath: Elektrisch beheizte Öfen.

Die nächste Leipziger Baumesse wird vom 30. August bis 5. September d. Js. stattfinden, die große Technische Messe dauert bis zum 9. September. Die Bauausstellungen werden die großen Hallen und das diesen vorgelagerte freie Ausstellungsgelände am Völkerschlachdenkmal einnehmen.

Ausstellung „Heim und Technik“ in Leipzig. Die für 1926 geplant gewesene Ausstellung, über deren Zweck und Anordnung sich

in der „Bautechnik“ 1925, Heft 24, S. 316, eine kurze Mitteilung findet, ist vorläufig auf den Sommer 1927 verschoben worden.

**Strombauarbeiten Preußens im Köhlbrand.** Während auf hamburgischer Seite infolge der durch Preußen noch nicht bewirkten landespolizeilichen Abnahme der Bahn über Waltershof-Altenwerder-Moorburg-Hausbruch die Arbeiten, die in Beziehung zum sogenannten Köhlbrandvertrage stehen, ganz ruhen, werden nach dem „Hamb. Korr.“ von Preußen in diesem Sommer zum Zwecke der Stromerhaltung und Regulierung der Köhlbrandufer umfangreiche Arbeiten ausgeführt.

In dem Nebenarm „Rethe“, der zwischen den Inseln Neuhof und Krusenbusch den Köhlbrand mit dem Reiherstieg verbindet, werden augenblicklich Baggerungen ausgeführt, und zwar wird die Redthe bis auf — 4 bis — 6 ausgebagert. Eine Erweiterung der Arbeiten soll etwa Ende Juli noch eintreten, worüber umfangreiche Ausschreibungen



stattfinden. Geplant ist, alsdann die Rethen in 106 m Sohlenbreite auf etwa — 8 zu vertiefen.

An Uferarbeiten sind bis jetzt ausgeführt: Die sogenannte Rethen-ungung ist aufgespült, ferner ist der lange Sand und das Zwischenstück bereits aufgehöhht worden. Das Ufer von Kattwyk ist bekanntlich schon vor Jahren aufgehöhht und nach dem Köhlbrand hin abgeböschht worden. So wird die dazwischenliegende Insel Krusenbusch immer mehr eingeengt, und vielleicht ist der Zeitpunkt nicht mehr fern, wo auch sie vom Industriegebiet verschlungen wird. Gegenüber der Stadt Harburg wird an der Süderelbe der sogenannte Sandort aufgespült. Diese Uferaufschwemmung soll bis an den Moorbürger Graben fortgeführt werden. Gegen den Köhlbrand soll dann eine Uferbefestigung von etwa 1 km Länge hergestellt werden.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß in Zukunft der ganze Köhlbrand von Industrie eingeschlossen werden wird.

**Signalmasse aus nahtlosen Rohren.** Während Eisenbahn-Signalmasse im allgemeinen aus leichtem Gitterfachwerk hergestellt werden, nur selten, z. B. in England, zu diesem Zwecke noch Holz verwendet wird und nur ältere Masse noch aus genieteten, aus Blechen zusammengesetzten Rohren bestehen, werden neuerdings derartige Masse aus nahtlos gezogenen Stahlrohren zusammengesetzt. Bemerkenswerte Beispiele für solche Masse finden sich bei der Ostbengalischen Eisenbahn in Indien.

Es wird ein Stahl von 5460 bis 6240 kg/cm<sup>2</sup> Zugfestigkeit verwendet. Ein Mast mit einem nach beiden Seiten ausragenden Querträger für drei nebeneinander stehende Armsignale, der im ganzen etwa 9 m hoch ist, besteht z. B. aus vier Schüssen: der unterste hat einen Durchmesser von 27 cm; dann folgen ein 91 cm langer Schuß mit 23 cm, ein weiterer, ebenfalls 91 cm lang, mit 19 cm und der oberste Teil von 1,22 m Länge mit 15 cm Durchm. Der Mast wiegt etwa 360 kg.

Die auf dem Querträger sitzenden, die Signale tragenden kleinen Masse bestehen aus Rohren von 13 cm Durchm., die am unteren Ende, wo sie im Querträger sitzen, auf 30 cm Länge auf 12 cm Durchm. eingeschnürt sind. Der Querträger umfaßt den oberen, 15 cm starken Schuß des Hauptmastes und setzt sich auf den Absatz auf, der durch den folgenden 19 cm starken Schuß gebildet wird. Auf den obersten Schuß des Hauptmastes sind Ringe aufgeschraubt, mit denen die Querträgerteile ringsum durch Schrauben verbunden sind. Leider enthält unsere Quelle keine Angabe darüber, wie die einzelnen Schüsse des Hauptmastes gegeneinander festgelegt sind.

Ein einfacher Mast ohne Querträger mit nur einem Signalarm und einer Signalscheibe besteht aus drei Teilen von 18 cm, 15 cm und 13 cm Durchm.

Beide Arten von Masten sind mit Hilfe von fest an ihnen angebrachten Leitern besteigbar. Der begehbare Querträger wird von einem leichten Fachwerk getragen und ist mit einem Geländer umgeben.

Rohrmaste sollen gegenüber Gittermasten manche Vorzüge haben. Sie sind leichter herzustellen, daher billig, und auch vorteilhafter in der Unterhaltung. Ihre glatte Oberfläche macht beim Anstreichen weit weniger Arbeit als die Flächen eines Gittermastes und bietet wegen ihrer Glätte auch dem Rost keine Angriffsfläche. Da der Querschnitt rund ist, braucht beim Aufstellen nicht darauf geachtet zu werden, daß der Querschnitt die richtige Lage zur Gleisachse erhält, während man beim rechteckigen Gittermast darauf achten muß, daß seine Seiten gleichgerichtet und senkrecht zur Gleisachse stehen. In Krümmungen kann es vorkommen, daß der Signalarm nicht senkrecht zur Gleisachse, sondern senkrecht zur Blickrichtung des Lokomotivführers auf dem herannahenden Zug steht; das läßt sich beim Rohrmast ohne weiteres erreichen, weil der Signalarm in jeder Stellung richtig zum Mastquerschnitt steht.

Wkk.

**Zwei neue Personen-Drahtseilbahnen in den Alpengebieten.** Einige Jahre vor dem Kriege ist der Bau einer Drahtseil-Personenbahn von Chamonix nach Aiguille du Midi, einem Gipfel der Montblanc-Gruppe, begonnen und nach Unterbrechung durch den Krieg weiter gefördert worden, so daß vorläufig ihre unterste Strecke betriebsfertig hergestellt ist.

Die Bahn beginnt beim Bahnhof Gare des Pèlerins und führt über La Para und Les Glaciers nach dem Col du Midi und ist des weiteren bis zur Aiguille du Midi geplant. Die unterste Strecke von der Gare des Pèlerins (N. N. + 1059 m) bis zur ersten Haltestelle der Station für Wintersport (auf N. N. + 1240 m) hat eine Länge von 1060 m und eine Steigung von 17%. Die folgenden Bauabschnitte mit Steigungen von 50, 72, 61, 69, 60, 49 und 41% zwischen den einzelnen Haltestellen bieten größere Schwierigkeiten; die ganze näher geplante Linie der Bahn (ohne die höchste Endstrecke) soll eine Fahrlänge von 5650 m entsprechend einer Wagerechten von 4952 m erhalten.

Zur Förderung der Baustoffe wurde eine vorläufige Drahtseilbahn auf Holzmasten errichtet; die Holzgerüste wurden in einzelnen Teilen

herangeschafft, schwere Eisenteile bis zu 500 kg durch Menschenkraft mittels Seile heraufgewunden. Die eisernen Leitungsträger sind 12 bis 33 m hoch über der Erde auf massiven Unterbauten errichtet, deren Herstellung durch die Gefahr von Lawinen erschwert wurde, die dort 2000 m tief herunterrutschten und dabei an 150 000 m<sup>3</sup> Schnee, Steingeröll, Felsen und Bäume in die Tiefe wälzten, und zu einzelnen Trägern bis zu 250 m<sup>3</sup> Mauerwerk erforderte. Die beiden Linien der Bahn liegen 4 m entfernt voneinander; sie fördern Wagen von rd. 4,5 t Gewicht mit je 18 Plätzen mit Geschwindigkeit von 2,5 m/Sek. Das Gleis-Tragseil enthält 250 Tiegelgußstahl-Drähte von je 3 mm Durchm.; zur Bewegung des an vier Laufrädern hängenden Wagens dient ein endloses Zugseil mit Antrieb durch einen 70-PS-Elektromotor auf der oberen Haltestelle. Ein drittes Seil dient als Bremsleitung; der Wagen bremst — bei etwaigem Bruch des Zugseils — durch sein Eigengewicht und vermindert dann seine Geschwindigkeit. Eine vierte Leitung ist durch einen Ring am Boden des Wagens und durch Seilrollen an Stützen der Leitungsmaste geführt, um das Schwanken der Wagen, besonders im Winde, zu verhindern. Ein Zehntel der Zugfestigkeit des Tragseils und ein Achtel der der übrigen Leitungen ist durch die Arbeitsleistung mit völlig ausreichender Sicherheit beansprucht.

Der Bau der Bahn im zweiten Abschnitt geht für das Jahr 1925 bis Les Glaciers, der dritte Abschnitt bis zum Grat auf 2684 m Höhe über N. N. ist für das Jahr 1926 vorgesehen. Die weitere Fortsetzung der Seil-Schwebbahn liegt noch im ungewissen.

Eine neue Personen-Drahtseilbahn am Südhänge der bayerischen Alpen ist bei Ehrwald-Obermoos beginnend angeordnet; dort erstet die Antriebstation in einem Gebäude von 30 m Länge, 22 m Breite; der Antrieb der 3 km langen Seilbahn geschieht in dem Aufnahmegebäude durch zwei Dieselmotoren mit Ölbetrieb. Die nach neuesten Forschungen konstruierte Seilanlage besteht aus dem in zwei aneinandergesetzten Stücken von je 1500 m Länge zusammengesetzten Tragseil, einem Zugseil und einem Bremsseil. Das Tragseil hat 48 mm Durchm. und 3,5fache Sicherheit; die zwei Stücke sind wegen sonst zu hohen Gewichts von zusammen 40 t für die Montage im Felsgelände nötig. Zug- und Bremsseil sind Litzenseile von 23,5 mm Durchm. Die Trasse führt von Obermoos zunächst auf die Ehrwalder Knöpfen, zwischen Sonnenspitze und Neustädter Hütte über Schneekar zum Wettersteinkamm, zur Bergstation. Die Steigung beträgt im Durchschnitt 38%, höchstens 45%; das Seil geht bis zu 100 m hoch über den Grund (im Schneekar). Insgesamt sind nur sieben Traggerüste in Eisen errichtet; die freie Seilstrecke mißt höchstens 1000 m. Die Traggerüste müssen großenteils mit großen Mühen und Gefahren ins Gestein der steilen Felsen einbetoniert werden. Die Bergstation ist 2,5 m tief in den durchgesprengten Fels eingesetzt, ist gegen Lawinen usw. gesichert, auch durch einen Felsvorbau von 10 m Dicke geschützt; in ihrem Innern sind Vorrichtungen zur Befestigung der 3 m Durchm. weiten Drehscheiben für Zugseil und Bremsseil hergestellt; für den Ausstieg der Fahrgäste ins Freie ist eine Caverne aus dem Fels gesprengt. Für den Antrieb ist in der Talstation ein zweiter Dieselmotor von auch 80 bis 100 PS als Reserve hergestellt, es werden jedoch nur 70 PS gebraucht. Bei etwa gewaltsamem Reißen des Zugseils wird der Wagen selbsttätig am Bremsseil festgeklemmt und sofort gehemmt, und er läßt sich daran langsam in die Station zurückholen.

L. Kropf, Regierungsbaumeister.

**Bockbrücken aus Beton.** Bei den amerikanischen Eisenbahnen hat sich als Ersatz für hölzerne Brücken mit geringer Höhe eine Bauart in Beton entwickelt, die von vielen Eisenbahnen als Regelform angenommen worden ist. Nur in der Art, wie die Fahrbahnplatten auf die Böcke oder Joche aufgelegt werden und wie die Fugen zwischen diesen Platten ausgefüllt werden, bestehen Verschiedenheiten. Während den hölzernen Brücken häufig der Gedanke zugrunde lag, daß es sich nur um einstweilige Bauten handle, sind die Betonbrücken dauernde Bauwerke, und so werden denn hölzerne Brücken häufig durch Beton ersetzt, wenn man erkannt hat, daß die Eisenbahn dauernd ihre Lage beibehalten soll, während man bei der ersten Anlage in Amerika häufig davon ausgegangen ist, nur schnell eine Eisenbahn zu bauen und etwaige ungünstige Stellen später durch Verbesserung der Neigungs- und Krümmungsverhältnisse zu beseitigen.

Bei der Missouri-Kansas-Texas-Eisenbahn ist kürzlich eine Bockbrücke von 439 m Länge aus Eisenbeton gebaut worden, die nur ungefähr 200 Dollar für 1 lfd. m Gleis gekostet hat. Die einzelnen Böcke, aus je fünf Eisenbetonpfählen bestehend, haben 4,9 m Abstand; jeder fünfte Bock ist als Doppeljoch ausgebildet; seine beiden Pfahlreihen haben 60 cm Abstand von Mitte zu Mitte. Die Pfahlköpfe sind durch ein Querbaupt verbunden, in das sie eingebettet sind. Auf den Endböcken und den Doppeljochen ist durch eine Betonwand, die bis zur Oberkante der Fahrbahnplatten reicht, eine Lagerkammer für diese Platten gebildet. Die Zwischenböcke sind zur Aufnahme der Platten in Höhe von deren Unterkante mit der Kelle mit Mörtel



abgeglichen und ebenso wie die Lagerflächen der Endböcke und Doppeljoche mit einer wasserdichten Masse gestrichen.

Die Fahrbahnplatten sind 4,9 m lang und 2,13 m breit; zwei nebeneinander gelegte solche Platten ergeben also eine 4,26 m breite, dichte Fahrbahn. In die Platten sind in der Nähe der Querkanten Bügel eingebettet, mit deren Hilfe sie durch einen Kran auf die Böcke aufgelegt werden. Die Bügel zweier aneinanderstoßender Platten werden durch Längseisen miteinander verbunden. Bügel und Längseisen liegen in einer Aussparung der Platten, die mit Beton ausgefüllt wird, nachdem die Verbindung hergestellt ist. Da die Platten außerdem in der Längsrichtung dicht an dicht, also mit so schmalen Querfugen, wie es die Beschaffenheit der Stoßflächen erlaubt, verlegt sind, ist die Fahrbahn, die zugleich den Hauptträger bildet, bis zu einem gewissen Grade ein durchgehender Träger. Auf den Endböcken und den Doppeljochen haben die Platten gegen die Kammerwände 25 und 35 mm Spielraum, damit sie sich dem Wärmewechsel folgend bewegen können. Der Zwischenraum wird mit einer dichtenden Masse ausgegossen, wobei man die Fugen seitlich mit Werg kalfatert, um das Ausfließen dieser Masse zu verhindern. Ebenso wird die Oberfläche der Fahrbahnplatten vor dem Aufbringen des Bettungskieses mit einer heiß aufgetragenen, dichtenden Masse gestrichen. Die Höhe der Brücke über Gelände bis Schienenunterkante über dem Boden beträgt bis 4,9 m.

Unterfangungsarbeiten in 30 m Wassertiefe waren erforderlich für die Neugründung der Wasserseite des Mallery-Fabrikgebäudes in Chicago, die ohne jede Störung des Betriebes ausgeführt wurde und über die Eng. News-Rec. vom 14. Mai 1925 berichtet:

Das acht Stock hohe, der Bekleidungsindustrie dienende Gebäude liegt am Ostufer des Chicago-Flusses zwischen Quincy- und Jackson-Street und hat eine Grundfläche von etwa  $63 \times 70$  m. Seine dem Flusse zugekehrte Außenwand ruht nach Abb. 1 auf gußeisernen Säulen, die eine Last von je 250 t auf den Boden übertragen und zwischen denen sich der Uferverkehr abwickelt.

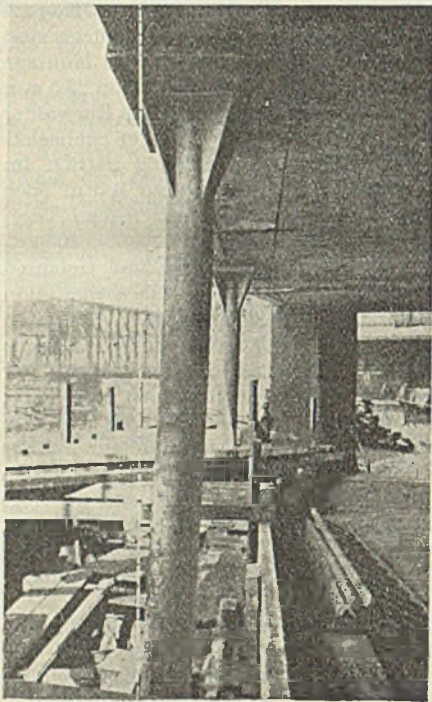


Abb. 1.

Das Ufer wird an dieser Stelle durch ein hölzernes Bollwerk geschützt, dessen äußerste Kante 1,82 m von der ursprünglichen Säulenachse entfernt ist; die mittlere Wassertiefe beträgt etwa 5,50 m, die Entfernung von der Flußsohle bis zur Oberkante des Bollwerks etwa 7,30 m. Da das letztere stark nach außen überhing, mußte die größte Vorsicht angewandt und jede Lagerung von Baustoffen oder sonstige Belastung zwischen Gebäude und Ufer zunächst vermieden werden; auch die vorerwähnte Pfahlgründung der Säulenfundamente erwies sich als größtenteils verfault, weil der Wasserspiegel dieses Flusses bereits mehrere Jahre unterhalb der Pfahlhäupter geblieben war.

Die Wiederherstellungsarbeiten geschahen in der Weise, daß zunächst die Uferwand mit Hilfe halbzölliger Seile zurückgewunden, gehalten und gegen neugerammte Pfahlböcke sowie nach hinten gegen die vierte und fünfte — unversehrt gebliebene — Reihe der Stützenfundamente verankert wurde, wozu zehn Tage erforderlich waren; gerade während dieser Arbeiten erreichte die Verschiebung der vorderen Säulenreihe ihre Höchstgrenze.

Da, wie bemerkt, das Bollwerk keinerlei senkrechten oder seitlichen Beanspruchungen ausgesetzt werden durfte, wurden nach Abb. 2

zwischen den alten Stützenfundamenten in ausgezimmerter Baugrube Holzroste hergestellt, auf denen Schraubenspindeln eine weitere Balkenlage trugen als Auflager für vier miteinander verbolzte schwere Abfangträger, die parallel zur Gebäudefront verlegt wurden und von Rost zu Rost reichten. An jeder Säule bildeten diese Abfangträger ihrerseits das Auflager für einen ebenfalls aus vier I-Profilen bestehenden Konsolträger, dessen Enden über die Säulen der Außenwände hinausreichten und diese nach Abb. 2 abfingen; während am hinteren Ende die weniger gefährdeten Säulen der zweiten Reihe einfach dadurch unterstützt wurden, daß ein durch sie geführter starker Bolzen von einer auf zwei Querträgern gehaltenen starken Platte getragen wurde.

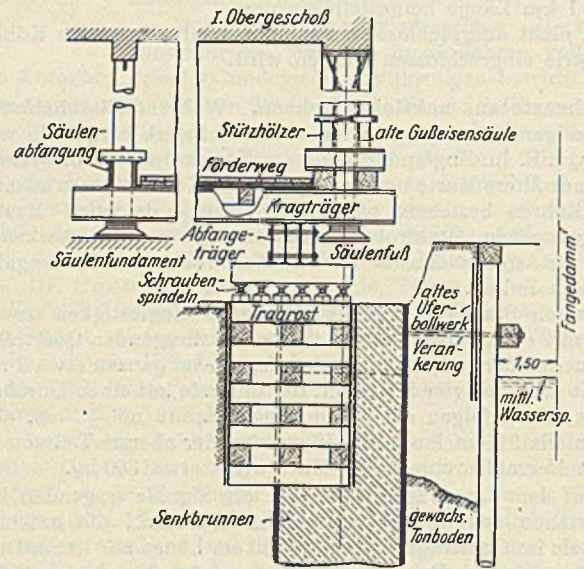


Abb. 2.

Dadurch, daß man die Abfangträger so nahe als möglich an die Säulen der Außenwand verlegte und so die Höhe der Kragträger einschränken konnte, ermöglichte man es, wie sonst längs des Ufers unter dem Gebäude einen Verkehr aufrecht zu erhalten, was für den Transport der Baustoffe und Geräte von großem Vorteil war. Nach der Unterfangung der Säulenfundamente und der Verankerung des Uferbollwerks bestand der nächste Schritt in der Anlage eines (auf der Abbildung nicht mehr sichtbaren) vor die alte Uferlinie vorgeschobenen Spundwandfangedammes, nach dessen Fertigstellung der etwa 1,50 m betragende Zwischenraum zwischen beiden mit Lehm verfüllt wurde. Jetzt endlich wurde das alte Fundamentmauerwerk beseitigt; an seiner Stelle wurden Senkbrunnen von 1,80 m Durchmesser, etwa 30 m tief unter Wasser bis auf tragfähigen Felsboden abgelenkt, bis über den Wasserspiegel ausbetoniert und mit einem genau in der erforderlichen Höhe abgeglichenen rechteckigen Betonaufleger versehen, die frei schwebenden Säulenfüße mit diesem verankert, die Abfangkonstruktion durch Senken der Spindeln abgelassen und entfernt.

Endlich wurden die Säulenfüße einbetoniert und — ebenfalls in Beton — der Fußboden für die vorerwähnte Uferstraße hergestellt zum Schluß der Fangedamm wieder beseitigt und das alte Uferbollwerk gründlich ausgebessert. Die Arbeiten dauerten etwa fünf bis sechs Monate und haben vollen Erfolg ergeben. Die nach ihrer Vollendung beobachtete größte Setzung betrug nicht mehr als etwa 6,5 mm. Ki.

Zur Eröffnung der Bauausstellung Essen 1925. Die am 18. Juli eröffnete, bis zum 16. August dauernde Ausstellung bringt zunächst einen Überblick über die wichtigsten Baustoffe. Die grundlegenden Baustoffe, wie Zement und Ziegel, werden von den großen Firmen in mannigfaltiger Ausführung vorgeführt. Gipsbaukonstruktionen, Steinzeug in jeder Verwendung, Mittel zur Abdichtung und zur Verschönerung sehen wir neben Holzkonstruktionen aller Art, Teilen des Eisenbaues und Eisenbetons, Bedachungsmaterial und Dachkonstruktionen. Auch die wissenschaftlichen Grundlagen sowohl in geologischer wie in material-technischer Hinsicht haben kleine Sonderausstellungen erhalten. Von Interesse sind neue Konstruktionen der Beschlagmittelindustrie, Modelle von großen Holzhäusern, die neuen Rollschutzgitter, neuzeitliche Ausführungen von Türen und Fenstern. Der innere Ausbau kommt zur Geltung durch Ausstellungen für Tapeten und Fußbodenbelag sowie Farben und Stuckdecken.

Die moderne Baukonstruktion ist vertreten durch Decken- und Wandkonstruktionen. Bei ihnen wird auch das Gebiet der Wärmewirtschaft im Hause durch die Vorführung zahlreicher vorbildlicher Öfen und Heizanlagen, besonders solcher von Kachelofenfabriken be-



rücksichtigt. Auch Einrichtungen für Badezimmer und Waschküchen in den verschiedensten Ausführungen sind zu sehen. Das Hilfsmittel beim Bauvorgang zeigt sich in der Ausstellung zahlreicher Maschinen für die Verarbeitung von Mörtel und Beton, Aufzüge aller Art beim Bau und im Hause, Fahrzeuge für Bauzwecke, Baupumpen, Straßenreinigungsmaschinen u. dergl. Auch die neuen Verfahren, den Beton unter Druck mit Maschinen zu verarbeiten, werden gezeigt. Wir sehen weiterhin die Verwendung neuzeitlicher Straßenbaustoffe.

Eine besondere Abteilung „Industriebau“ zeigt Bauten von Bauunternehmungen, Architekten, Ingenieuren und großen Industrieunternehmungen sowie vom Bunde „Heimatschutz“ und weist auf die Bedeutung über die Anwendung des Bauwesens in allen Zweigen der Industrie und des reinen Zweckbaues hin. Die Sonderausstellung „Deutsches Bauwesen“ zeigt richtunggebende Bauten aus allen Gebieten Deutschlands, darunter die Entwürfe führender Architekten. Die künstlerische Leitung des Aufbaues der Ausstellungshallen lag in den Händen der Architekten Metzendorf und Schneider in Essen.

Hauptversammlung des Verbandes Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 1925 in Essen. In der am 19. Juli in Essen stattgefundenen Hauptversammlung begrüßte der Vorsitzende Oberbaurat Schenk, Frankfurt, die Teilnehmer. Dann sprach Oberbaurat Dr. Hercher, Düsseldorf, im Namen des Regierungspräsidenten von Düsseldorf. Bürgermeister Schäfer, Essen, betonte den Zusammenhang zwischen besetztem Gebiet und Reich und wies auf die Absicht einer künftigen Sonderausstellung für den Industriebau als Ausdruck des Ruhrgebietes hin. Der Rektor der Aachener Technischen Hochschule Prof. Dr.-Ing. Bonin sprach über das gegenseitige Wirken von Praxis und Lehre, Prof. Dr. Strecker, Heidelberg, über den Wert der Technik und ihren Zusammenschluß. Weiter sprachen Vertreter von Oberschlesien und Saargebiet. Die Geheimräte Schmick, München, und Dr.-Ing. Kölle, Frankfurt, wurden zu Ehrenmitgliedern ernannt. Die nächste Hauptversammlung findet in Dresden statt.

**Zuschriften an die Schriftleitung.**

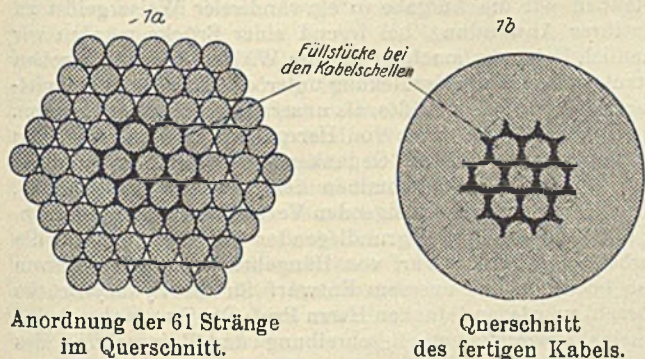
Zu dem Entwurf der Ingenieurfirma Robinson & Steinman, New York, für die Sydney-Brücke.<sup>1)</sup> Der Entwurf der Firma Robinson & Steinman für den Wettbewerb um die Sydney-Brücke weicht unter anderem darin von der gewöhnlichen Bauweise ab, daß

<sup>1)</sup> Die von Prof. Dr.-Ing. W. Schachenmeier in der „Bautechnik“ 1925, Heft 11, S. 125, ausgesprochene Hoffnung, daß Dr. Steinman, New York, sich ebenfalls auf die dort veröffentlichte Zuschrift von Dr.-Ing. Bohny, Sterkrade, zu dem obengenannten Entwurf äußern werde, hat sich als richtig erwiesen. Wir geben der Äußerung von Dr. Steinman im folgenden gern Raum. Die Schriftleitung.

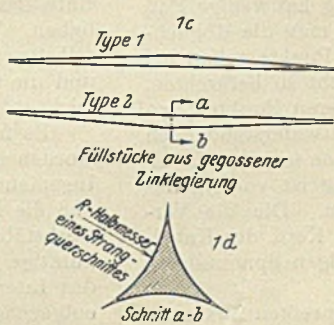
er Fachwerkstäbe unmittelbar mit einem Drahtkabel verbindet. Wie Herr Dr. Bohny ausführte, ist dieser Gedanke nicht neu, sondern in früheren Entwürfen schon vorgeschlagen worden. Tatsächlich ausgeführt wurde er in kleinerem Maßstabe bei der Lambeth-Brücke über der Themse in London. Trotzdem sind die von unserer Firma ausgearbeiteten konstruktiven Einzelheiten zur Erreichung einer vollkommen wirksamen Verbindung als neu zu bezeichnen, und nach unserer Meinung bilden sie eine erfolgreiche Lösung dieses lange studierten Problems. Wir haben seine Schwierigkeiten nicht unterschätzt, und erst nach langem und sorgfältigem Studium fanden wir eine konstruktive Lösung, durch die die Bedenken der ersten Autoritäten unseres Faches beseitigt sind und die den Beifall aller bedeutenden Brückeningenieure gefunden hat, denen wir sie unterbreitet haben.

Der Grundgedanke der in Abb. 1 dargestellten Verbindung ist, eine Anschwellung oder Verdickung in dem zusammengepreßten Drahtkabel zu erzeugen und die Kabelschelle dieser Schwellung anzupassen, um ein wirkliches Festhalten zu bewirken, das den gewöhnlichen Reibungswiderstand gegen Verschiebung ergänzen soll. Wollte man die gewünschte Anschwellung mittels eines dicken, spindelförmigen Füllstückes im Kern des Kabels erreichen, so würden sich besondere Konstruktionsschwierigkeiten ergeben, die den weiteren Nachteil zur Folge hätten, daß die inneren Kabelstränge stark verformt werden und die gleichmäßige Spannungsverteilung gestört wird. Diesen Schwierigkeiten sind wir begegnet durch Anwendung einer großen Zahl von schlanken Füllstücken an Stelle eines einzigen dicken Kernes. An jedem Knotenpunkte sind vierundzwanzig solcher Füllstücke vorgesehen. Sie bestehen aus einer gegossenen Zinklegierung und sind so geformt, daß sie die Zwischenräume zwischen den kreisförmigen Querschnitten der einzelnen Stränge ausfüllen, die das Kabel vor dem Zusammendrücken bilden. Zwischen und um die sieben inneren Stränge werden die Füllstücke eingebracht, bevor der übrige Teil des Kabelquerschnittes gesponnen wird. Sie sind spitz zulaufend von ihrer größten Dicke in der Mitte bis auf die Dicke Null an ihren Enden, so daß eine sanfte Anschwellung im fertigen Kabel entsteht. Nach dem Zusammenpressen des Kabels werden die Füllstücke eine örtliche Anschwellung um  $\frac{3}{8}$ " ( $\approx 1$  cm) in dem Kabel von 30" ( $\approx 76$  cm) Durchmesser erzeugen. Die gußstählernen Kabelschellen werden auf ihren Innenflächen so bearbeitet, daß sie genau auf die Anschwellung im Kabel passen. Sie bilden ein einheitliches Ganzes mit den großen Knotenblechen, an welche die Wandstäbe des Fachwerkträgers angeietet werden.

Die Länge jeder Kabelschelle und die zu deren Befestigung erforderliche Anzahl Schrauben sind bemessen nach der errechneten zu übertragenden Kraft. Die gewählte Konstruktion gewährt nach unserer Meinung, sowie nach derjenigen maßgebender Fachleute, die



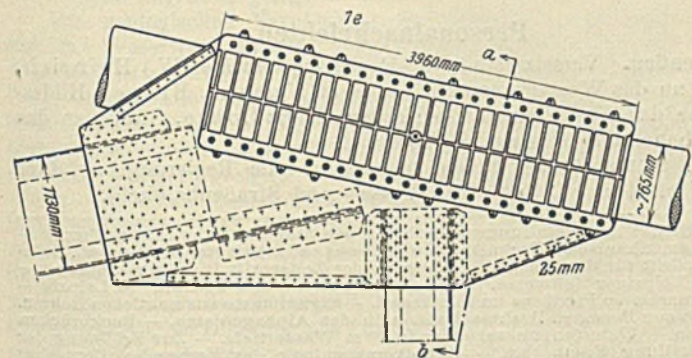
Anordnung der 61 Stränge im Querschnitt.  
308 Drähte je Strang.  
18 788 Drähte im Kabel.



Maßstab für 1a bis 1c etwa 1:25, für 1d etwa 1:5.



Schnitt a-b durch einen Preßwasserzylinder (in doppeltem Maßstabe).



Maßstab etwa 1:75. Obergurtknotenpunkt beim Zusammentreffen des Kabels mit dem angeteten Gurt.

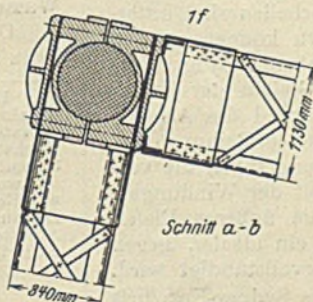
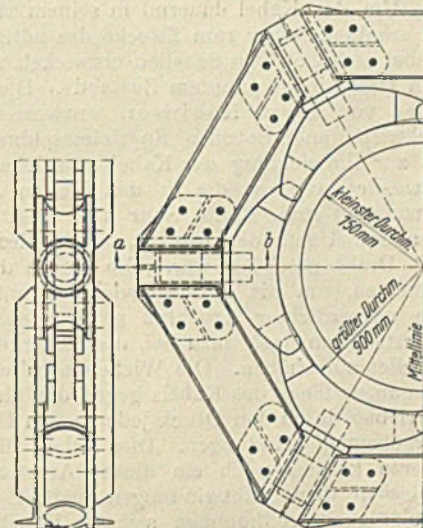


Abb. 1.



Maßstab etwa 1:25. Abb. 2. Kabelpresse.



sie geprüft haben, weitgehende Sicherheit gegen jede Möglichkeit des Gleitens. Versuche, die für die Kabel und Schellen der Philadelphia-Camden-Hängebrücke angestellt wurden, haben gezeigt, daß man vollkommen sicher geht, wenn man mit einem Reibungsbeiwert zwischen Kabel und Schelle von 60% rechnet, wobei dieser Beiwert das Verhältnis zwischen dem Widerstande gegen Verschieben der Kabelschelle und der Summe aller in den Verbindungsschrauben beider Schellenhälften herrschenden Zugkräfte bedeutet. Wir rechneten jedoch mit einem Beiwert von nur 50% bei der Bemessung der Kabelschellen unseres Sydney-Entwurfes. Die vorgesehenen Schrauben würden demnach eine weitgehende Sicherheit gegen Verschieben gewährleisten, selbst dann, wenn keine Anschwellung im Kabel vorhanden wäre. Darüber hinaus sahen wir also jene Anschwellung von  $\frac{3}{8}$ " im Durchmesser des Kabels vor, was nach unserer Berechnung für sich allein ebenfalls genügen würde, um die zu übertragende Kraft aufnehmen zu können, selbst dann, wenn keine Reibung vorhanden wäre. Demgemäß haben wir doppelte Sicherheit in diesem Konstruktionsteil, da entweder die Reibung oder die Verdickung, beide unabhängig voneinander, genügen würde, um den berechneten Verschiebungskräften zu widerstehen.

Die Bemerkungen des Herrn Dr. Bohny über das Zusammenpressen oder Verdichten von Drahtkabeln lassen einen gewissen Mangel an Vertrautheit mit der neuzeitlichen Entwicklung dieses Arbeitsvorganges erkennen. Herr Robinson von unserer Firma ist persönlich aufs innigste mit dieser Entwicklung verbunden. Abb. 2 zeigt die von ihm entworfene und ihm patentierte Druckwasserpresse, die verwendet wurde zum Verdichten der Kabel bei der Manhattan-, Williamsburg-, Kingston-, Bear-Mountain- und Philadelphia-Brücke. Die alle früheren übertreffenden Kabel der Philadelphia-Brücke sind unter der Leitung des Herrn Robinson erst vor kurzem beendet worden. Mittels der genannten Maschine wurden sie aus einem Sechseck von 34" ( $\approx 86,3$  cm) mit 61 Strängen zu einem kreisrunden Querschnitt von weniger als 30" ( $\approx 76$  cm) Durchmesser zusammengedrückt, was einer Verringerung um mehr als 20% des Brutto-Querschnitts entspricht. Versuchsarbeiten mit derselben Maschine an Probestücken des Kabels zeigten, daß alle Hohlräume zwischen den Strängen vollständig beseitigt wurden, indem sämtliche Einzeldrähte in dichte Berührung miteinander gebracht wurden. Der bei jedem Zusammendrücken angewandte Druck beträgt in jedem der sechs Zylinder 30 t. Der Druck wird auf je 18" ( $\approx 46$  cm) der Längenausdehnung des Kabels wiederholt. Alle Sachverständigen waren davon überzeugt, daß durch dieses Verdichten tatsächlich eine einheitliche Wirkung sämtlicher Drähte im Kabel gewährleistet wird. Die innere Reibung infolge des angewandten Druckes ist so groß, daß jedes gegenseitige Gleiten der Drähte praktisch unmöglich ist. Durch den Versuch wurde tatsächlich bestätigt gefunden, daß irgend ein an beliebiger Stelle durchschnittenen Kabeldraht schon wieder volle Spannung hat wenige Fuß entfernt von der Schnittstelle. Demgemäß braucht man die Möglichkeit des Gleitens der Kabeldrähte an irgend einem Punkte schon bei der gewöhnlichen Kabelkonstruktion überhaupt nicht zu befürchten. Noch geringer ist diese Möglichkeit bei den besonderen Punkten, wo Füllstücke vorgesehen sind, da hierdurch der Gleitwiderstand noch vermehrt wird. Überdies wird durch die Konstruktion unserer Kabelschellen bewirkt, daß ihre Festhaltung unabhängig ist von irgendwelchem merkbar inneren Gleiten von Drähten. Die die Verdickung erzeugenden Füllstücke befinden sich im Kern des Kabelquerschnitts, wo sie weit entfernt sind von denjenigen Spannungen, die auf die Oberfläche des Querschnitts einwirken.

Um das Kabel dauernd in seinem zusammengepreßten Zustande zu erhalten, ferner zum Zwecke des nötigen Schutzes wird das ganze Kabel zwischen den Schellen umwickelt mit einer wasserdichten Hülle von Draht in gespanntem Zustande. Diese Umwicklung wird mittels einer von Herrn Robinson entworfenen und ihm patentierte elektrische angetriebene Spezialmaschine aufgebracht (Abb. 3). Sie ist zur Umwicklung der Kabel sämtlicher großen Hängebrücken angewendet worden, die in den letzten zwanzig Jahren in Amerika entstanden sind. Keine Spur von Rost ist jemals in irgend einem Drahtkabel gefunden worden, das in dieser Weise durch Umwicklung mit Draht geschützt war. Die Enden der Kabelschellen sind untergeschnitten, um die Drahtumwicklung aufnehmen zu können, so daß ein wasserdichter Anschluß gewährleistet ist. Nebenbei trägt diese Konstruktion noch dazu bei, die Sicherheit gegen Gleiten der Kabelschellen zu erhöhen. Die Wickelmaschine wird während des Arbeitsvorganges längs des Kabels gegen die hier auftretende Reibung vorgetrieben durch den Druck jeder neuen Drahtwindung gegen die vorhergehenden Windungen. Dies sichert die Dichtheit der Windungen. Hierzu kommt noch ein dicker Anstrich, der die äußeren Riefen zwischen den Drahtwindungen ausfüllt, wodurch ein idealer, gegen Feuchtigkeit vollkommen sicherer Kabelschutz vervollständigt wird.

Die Querschnittabmessungen der Kabel unseres Sydney-Entwurfes sind praktisch dieselben wie bei der Philadelphia-Brücke. Die vor

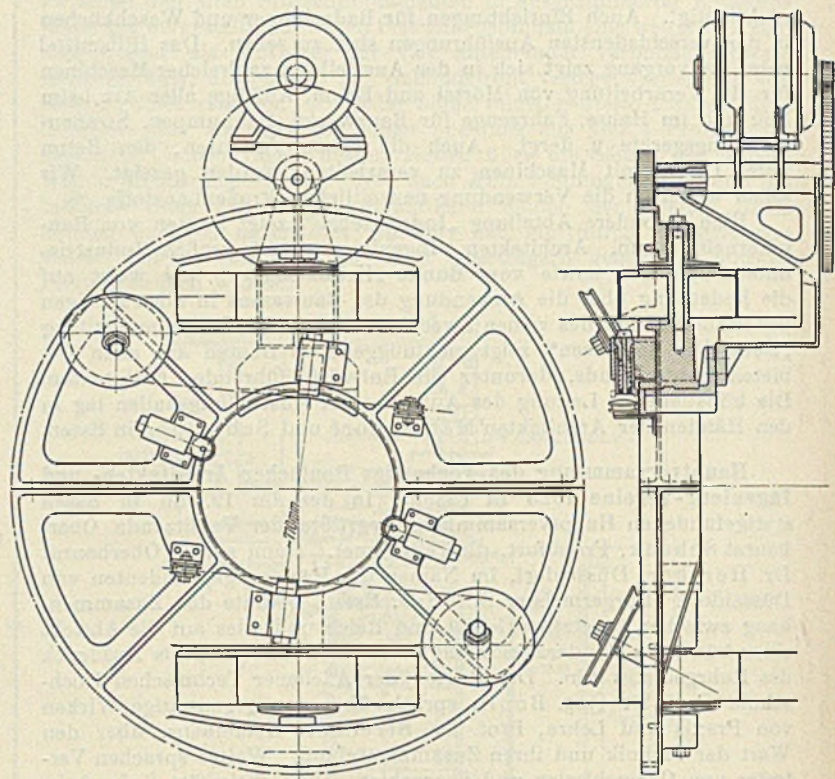


Abb. 3. Kabelumwicklungsmaschine.  
Maßstab 1: 33 $\frac{1}{3}$ .

kurzem erfolgreich vollendeten Kabel von 30" ( $\approx 76$  cm) Durchmesser dieser Brücke haben alle früheren Zweifel bezüglich der Ausführbarkeit eines kompakten Kabels von 61 Strängen oder nahezu 19 000 Drähten zum Schweigen gebracht. Wer aber nicht vertraut ist mit den Ergebnissen der oben beschriebenen Verfahren des Verdichtens und Umwickelns von Kabeln, der kann schwerlich die hervorragende Gleichmäßigkeit und Dichtheit der fertigen Kabel richtig einschätzen. Die Ausführung einer bestimmten, richtig bemessenen Verdickung unter den Kabelschellen in einem durchgehends zusammengepreßten Kabel erscheint somit als wissenschaftliche Lösung des Problems einer befriedigenden Verbindung zwischen Kabel und Fachwerkstäben. Mit den Konstruktionseinzelheiten unseres Sydney-Entwurfes glauben wir die Aufgabe in einwandfreier Weise gelöst zu haben. Vor ihrer Anwendung bei irgend einer Brücke würden wir selbstverständlich Versuche machen, um ihre Wirksamkeit zu erproben und zu festzustellen, ob die Verdickung unter den Kabelschellen vielleicht stärker gemacht werden müßte, als unsere Berechnungen ergaben.

Es freut uns, daß diese Frage von Herrn Dr. Bohny aufgegriffen worden ist, und wir werden die Gedanken und Vorschläge anderer Ingenieure zu dieser Sache willkommen heißen; denn wir glauben, daß die Entwicklung einer befriedigenden Verbindung zwischen Fachwerkstäben und Drahtkabel von grundlegender Wichtigkeit ist für die künftige Verbesserung im Entwurf von Hängebrücken. Wir schätzen das Interesse hoch ein, das unserem Entwurf für die Sydney-Brücke entgegengebracht wurde, und danken Herrn Prof. Dr.-Ing. Schachenmeier für seine ausgezeichnete Beschreibung und Besprechung des Entwurfs.

New York.

Dr. D. B. Steinman, beratender Ingenieur.

### Personalnachrichten.

**Preußen.** Versetzt sind: die Regierungsbauräte (W.) Heinrich, Kassel, an das Wasserbauamt in Stade als Vorstand, Bruger, Hildesheim, an das Wasserbauamt in Norden, Franz Lohse, Stade, an das Wasserbauamt in Küstrin als Vorstand.

Die Staatsprüfung haben bestanden: die Regierungsbauführer Fritz Nickel und Otto Seile (Wasser- und Straßenbau).

**INHALT:** Ausgestaltungsmöglichkeit der Standseilbahn-Linienführung — 25 Jahre amerikanischer Technik — Vermischtes: Inhalt von Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, VII. Jahrgang der Zeitschrift Die Volkswohnung. — Nächste Leipziger Baumesse. — Ausstellung „Heim und Technik“ in Leipzig — Strombauarbeiten Preußens im Kühlbrand. — Signalmaste aus nahtlosen Rohren. — Zwei neue Personen-Drahtseilbahnen in den Alpengebieten. — Bockbrücken aus Beton. — Unterfangungsarbeiten in 30 m Wassertiefe. — Zur Eröffnung der Bauausstellung Essen 1925. — Hauptversammlung des Verbandes Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 1925 in Essen. — Zuschriften an die Schriftleitung. — Personalnachrichten.

Schriftleitung: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau.  
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.  
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.