

### Der Varrugas-Viaduct

mit einigen anderen Viaducten verglichen.

Von  
**Ernest Pontzen,**  
Ingenieur.

(Mit einer Zeichnung auf Blatt Nr. 23.)

In einer Entfernung von ungefähr 11 Meilen von Lima (Peru) übersetzt die Oroya-Eisenbahn in einer Seehöhe von 1670<sup>m</sup> mittelst des seit Anfang des Jahres 1873 vollendeten Viaductes das Thal der „Aqua de Varrugas“.

Dieser auf eisernen Pfeilern ruhende Viaduct zeichnet sich zwar nicht durch grosse Spannweite seiner vier Brückenfelder aus, wohl aber durch die Höhe seiner drei metallenen Pfeiler, durch die Raschheit und Wohlfeilheit seiner Ausführung, sowie durch seine Eleganz, welche durch das auf Blatt Nr. 23 befindliche Bild desselben veranschaulicht ist.

Die genaueren Daten über dieses Bauwerk, welches übrigens schon in verschiedenen Fachblättern und auch im XXVI. Jahrgange dieser Zeitschrift (Die Eisenbahn in Südamerika über die Anden) in Kürze besprochen ward, verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Walton W. Evans in New-York, welcher als Consular-Ingenieur vieler südamerikanischen Bahnen auch beim Baue dieses vom Ingenieur Ch. H. Latrobe entworfenen Viaductes theilhaftig war.

Einen guten Anhaltspunct zur Beurtheilung des Varrugas-Viaductes bietet der Vergleich mit einigen ähnlichen, d. h. auch auf metallenen Pfeilern ruhenden vielgenannten europäischen Viaducten, deren charakteristische Daten ich hier, soweit mir selbe eben vorliegen, in Kürze anführen werde, um sodann durch blosser Angabe der den Varrugas-Viaduct betreffenden, diesem letzteren die verdiente Beachtung zu sichern.

Der Crumlin-Viaduct liegt ungefähr eine Meile von Pontypool auf der Newport-Abergavenny- und Hereford-Eisenbahn; er ward im December 1853 begonnen und nach circa 3 1/2 Jahren, nämlich am 1. Juni 1857, dem Verkehre übergeben. Derselbe ist für zwei Geleise erbaut und seine zehn Brückenfelder, welche alle gleiche Spannweite haben, ruhen auf gusseisernen Pfeilern, welche von Mitte zu Mitte 45.75<sup>m</sup> weit entfernt sind. Nur zwischen dem dritten und vierten Brückenfelde benützte man den Ausläufer einer Bergkette, um die Brückenträger-Enden zu stützen, so dass im Ganzen nur 8 metallene Pfeiler nöthig wurden.

Die über den Viaduct geführte Eisenbahn liegt circa 60<sup>m</sup> hoch über der Thalsole und ist 53<sup>m</sup> die Maximalhöhe der Pfeiler.

Der Gesamt-Materialverbrauch war annähernd 1325 Tonnen Schmiedeeisen, 1275 Tonnen Gusseisen, 600<sup>k<sup>bm</sup></sup> Mauerwerk und 70<sup>k<sup>bm</sup></sup> Holz.

Die Viaducte über die Thur und über die Glatt, welche in den Jahren 1855 und 1856 nächst Wyl, respective Flawyl in der Schweiz für eingleisige Bahnen erbaut wurden, ruhen auf gusseisernen Pfeilern.

Ersterer hat zwei Oeffnungen von je 28.8<sup>m</sup> und zwei Oeffnungen von je 33.6<sup>m</sup> lichter Spannweite, und das Gesamtgewicht seiner drei je 14.67<sup>m</sup> hohen metallischen Pfeiler beträgt 208.948<sup>kg</sup> Guss- und 13.822<sup>kg</sup> Schmiedeeisen, somit zusammen 222.770<sup>kg</sup>.

Der Glatt-Viaduct hat blos drei Oeffnungen, nämlich zwei von 28.8<sup>m</sup> und eine von 36.0<sup>m</sup> lichter Spannweite. Seine zwei je 23.64<sup>m</sup> hohen metallischen Pfeiler erforderten 242.933<sup>kg</sup> Guss- und 5330<sup>kg</sup> Schmiedeeisen, somit zusammen 248.263<sup>kg</sup>.

Der Sitter-Viaduct liegt zwischen St. Gallen und Winterthur; er ward zu Anfang des Jahres 1854 begonnen und im März 1856, somit in einem Zeitraume von etwas mehr als zwei Jahren, vollendet. Dieser Viaduct ist nur für ein Geleise erbaut und hat eine von Widerlager zu Widerlager gemessene Total-Länge von 163.6<sup>m</sup>, welche durch drei auf nahezu 10<sup>m</sup> hohen gemauerten Sockeln stehende, 47.79<sup>m</sup> hohe gusseiserne Pfeiler in vier Felder, deren zwei je 36.24<sup>m</sup> und zwei je 38.40<sup>m</sup> Spannweite haben, getheilt ist. Die mittlere Höhe des Viaductes ist circa 50<sup>m</sup> und beliefen sich dessen Herstellungskosten auf nahezu 350.000 Gulden.

Das Gewicht der drei eisernen Pfeiler beträgt 917.560<sup>kg</sup> Guss- und 36.722<sup>kg</sup> Schmiedeeisen, somit zusammen 954.282<sup>kg</sup>. Das Eigengewicht der die Bedielung und den Oberbau tragenden Eisen-Construction beträgt circa 346.7 Tonnen.

Der Sarine-Viaduct nächst Freiburg in der Schweiz ward 1857 begonnen und im September 1862 dem Betriebe übergeben. Er ist für zwei Geleise erbaut, die beiden Seitenfelder haben je 40<sup>m</sup>, die fünf Zwischenfelder je 44.12<sup>m</sup> Spannweite und ruhen auf Pfeilern, welche bis zum Niveau von 38<sup>m</sup> über dem Niederwasser aus Mauerwerk hergestellt sind, während der obere Theil derselben in einer gleichen Höhe von 43.32<sup>m</sup> aus je 12 gusseisernen Säulen zusammengesetzt ist, welche mittelst schmiedeiserner Rahmen und Zugstangen entsprechend verbunden sind.

Diese metallischen Pfeiler sind an ihrer Basis, von Säulenchse zu Säulenchse gemessen, 10<sup>m</sup> lang und 6.2<sup>m</sup> breit; sie verjüngen sich gegen oben sowohl in der auf die Brückenchse senkrechten als auch in der zu derselben parallelen Richtung, so dass sie am oberen Ende nur 6.27<sup>m</sup> lang und 4.68<sup>m</sup> breit sind.

Der Gesamt-Materialaufwand für diesen, zwischen den Widerlagern gemessen 328.68<sup>m</sup>, im Ganzen, mit Einschluss der Widerlager, jedoch 396<sup>m</sup> langen Viaduct, dessen mittlere Höhe 51.7<sup>m</sup> ist, beträgt circa 3150 Tonnen Schmied- und Gusseisen; 20.000<sup>k<sup>bm</sup></sup> Mauerwerk und 385<sup>k<sup>bm</sup></sup> Holz. Die sechs metallischen Pfeiler erforderten 1300 Tonnen Guss- und 650 Tonnen Schmiedeeisen, und wurden für Gusseisen 184, für Schmiedeeisen 224 Gulden per Tonne gezahlt. Die Herstellungskosten dieses Viaductes erreichten im Ganzen circa 900.000 Gulden Silber.

Der Creuse-Viaduct bei Busseau-d'Ahun ist für zwei Geleise erbaut\*).

Im April 1863 wurde der Vertrag mit dem Werke, welches die Eisenbestandtheile lieferte und aufstellte, in

\*) In den „Annales des Ponts et Chaussées“ vom Jahre 1864 befindet sich eine höchst interessante Abhandlung über metallische Pfeiler grosser Viaducte vom gegenwärtigen k. k. Sections-Chef und General-Director des österr. Eisenbahnwesens, Herrn v. Nördling, der als Ober-Ingenieur der Orléans-Bahn den Creuse-Viaduct baute und den Cère-Viaduct projectirte. — Die auf diese beiden Viaducte bezüglichen Daten sind meist dem erwähnten Artikel entnommen.

der Weise geschlossen, dass die Aufstellung am 1. September 1863 beginnen und Ende August 1864 vollendet sein sollte; es traten jedoch Verspätungen ein, und erst 1 Jahr und 10 Monate nach Abschluss des Vertrages, nämlich am 4. Februar 1865, konnte der Viaduct dem Betriebe übergeben werden.

Die beiden äussersten Brückenfelder haben  $45.25^m$  und  $41.25^m$  Spannweite, während die vier Zwischenfelder je  $50^m$  Spannweite erhielten.

Das Schienen-Niveau liegt  $56.5^m$  über dem Niederwasser der Creuse, und haben die drei mittleren, aus je acht gusseisernen Säulen von  $0.35^m$  äusserem Durchmesser und  $0.05^m$  Wandstärke gebildeten metallischen Pfeiler eine gleiche Höhe von je  $33.9^m$ .

Die Säulen sind aus Elementen von  $4.5^m$  Länge zusammengesetzt und durch kräftige schmiedeiserne Querverbindungen untereinander vereint. Die Entfernung der Säulen ist (von Achse zu Achse gemessen) an der Basis  $3.4^m$ , am oberen Ende jedoch auf  $2.0^m$  verjüngt, so dass jeder Pfeiler an der Basis  $10.2^m$  lang,  $3.4^m$  breit, am oberen Ende aber  $6.0^m$  lang und  $2.0^m$  breit ist. Diese drei metallischen Pfeiler stehen auf gemauerten Sockeln, die bis zum Niveau von  $17.6^m$  über Niederwasser reichen und je nach dem Ansteigen des Terrains, somit verschieden hoch sind.

Beim ersten und letzten metallischen Pfeiler reicht der gemauerte Sockel bis zur Côte von  $31.3^m$  über Niederwasser, so dass der metallische Aufbau dieser Pfeiler bloß  $20.2^m$  hoch ist.

Von einem Ende der metallischen Brückenträger bis zum anderen Ende gemessen, ist der Viaduct  $286.5^m$  lang, und beträgt innerhalb dieser Grenzen die mittlere Höhe des Viaductes  $39.9^m$ . Werden hingegen die vier sich an die Widerlager anschliessenden kleinen Oeffnungen einbegriffen, so erhöht sich die Länge auf  $338.7^m$ , während die mittlere Höhe dann nur  $35.3^m$  beträgt.

Die Aufstellung eines metallischen Pfeilers erfordert im Durchschnitte, einschliesslich der Anbringung der Träger-Auflagevorrichtung, 20 Tage, das Verschieben der Brückenträger über ein Feld ungefähr 8 Tage.

Die eisernen Bestandtheile der Brückenfelder, mit Ausschluss des Oberbaues, wiegen im Durchschnitte per Current-Meter  $4170^{kg}$ . Jeder  $33.9^m$  hohe Pfeiler enthält  $99.407^{kg}$  Guss- und  $56.118^{kg}$  Schmiedeisen, jeder  $20.2^m$  hohe Pfeiler aber  $59.417^{kg}$  Guss- und  $39.030^{kg}$  Schmiedeisen. Per Tonne Gusseisen wurden 172, per Tonne Schmiedeisen 240 Gulden gezahlt.

Die Gesamtkosten des  $286.5^m$  langen Viaductes betragen circa 540.000 Gulden Silber.

Der Cère-Viaduct auf der von Figeac nach Aurillac führenden Eisenbahn ward im Juni 1863 begonnen, am 6. October 1866 vollendet und am 12. November 1866 dem Betriebe eröffnet; derselbe ist eingleisig und hat eine Gesamtlänge von  $308.5^m$ , während die von einem Ende der metallischen Brückenträger bis zum anderen Ende derselben gemessene Länge nur  $236.5^m$  beträgt.

Durch vier auf gemauerten Sockeln stehende metallische Pfeiler sind fünf Brückenfelder gebildet, deren Spannweiten jenen des eben besprochenen Creuse-Viaductes gleich

sind. Die Seitenfelder haben nämlich das eine  $45.25^m$ , das andere  $41.25^m$ ; die drei Mittelfelder je  $50.0^m$  Spannweite. Das Schienen-Niveau liegt  $55.34^m$  über dem Niederwasser der Cère, und reichen die gemauerten Sockel der beiden äussersten Pfeiler bis  $30.0^m$ , jene der beiden mittleren Pfeiler aber bis  $16.3^m$  über das Niederwasser.

Die metallischen Pfeiler sind  $20.2^m$ , respective  $33.9^m$  hoch und bestehen aus je acht gusseisernen Säulen, welche nicht so wie bei dem Creuse-Viaducte eine vierseitige, sondern eine achtseitige gestutzte Pyramide bilden. In den  $33.9^m$  hohen metallischen Pfeilern ist, von Achse zu Achse der Säulen gemessen, die auf die Richtung des Viaductes senkrechte Länge der Pfeiler unten  $9.2^m$ , oben  $5.0^m$ , während die Breite der Pfeiler sich von  $4.6^m$  auf  $2.5^m$  verjüngt.

In gleicher Weise verjüngen sich auch die  $20.2^m$  hohen metallischen Pfeiler bis auf dieselben oberen Abmessungen.

Die mittlere Höhe dieses Viaductes ist, je nachdem man seine ganze Länge oder nur die Länge der metallischen Brückenfelder in's Auge fasst,  $32.5^m$ , respective  $38.8^m$ .

Die eisernen Bestandtheile der Brückenfelder, mit Ausschluss des Oberbaues, wiegen im Durchschnitte per Current-Meter  $2260^{kg}$ . Jeder  $33.9^m$  hohe Pfeiler enthält  $72.972^{kg}$  Guss- und  $52.414^{kg}$  Schmiedeisen; jeder  $20.2^m$  hohe Pfeiler aber  $44.634^{kg}$  Guss- und  $35.708^{kg}$  Schmiedeisen. Für Gusseisen wurden 180, für Schmiedeisen 250 Gulden per Tonne gezahlt.

Der Iglawa-Viaduct, von der österr. Staatseisenbahn-Gesellschaft bei Eibenschütz in Mähren für ein Geleise erbaut, hat, von Brückenträgerende zu Brückenträgerende gemessen, eine Länge von  $373.5^m$  und ist durch fünf auf gemauerten Sockeln stehende metallische Pfeiler in sechs Felder von gleicher Spannweite von je  $59.4^m$  getheilt.

Die Schienen-Oberkante des auf den Gitterbalken ruhenden Geleises liegt  $42.72^m$  über dem Niederwasser der Iglawa.

Der Sockel des ersten Pfeilers reicht bis  $14.72^m$ , jene der vier folgenden Pfeiler jedoch nur bis  $9.72^m$  über das Niederwasser.

Die aus je vier gusseisernen Säulen von  $0.50^m$  äusserem und  $0.41^m$  innerem Durchmesser gebildeten metallischen Pfeiler haben die Gestalt gestutzter vierseitiger Pyramiden, und zwar ist der erste Pfeiler  $21.4^m$ , die vier übrigen aber  $26.4^m$  hoch.

Von Achse zu Achse der Säulen gemessen, sind die Pfeiler an ihrem oberen Ende  $4.8^m$  lang und  $2.8^m$  breit. Die Neigung der Säulen ist eine derartige, dass die vier  $26.4^m$  hohen Pfeiler an ihrer Basis  $9.52^m$  lang und  $5.55^m$  breit sind.

Die Säulen sind aus Röhren von  $5^m$  Länge zusammengesetzt und durch kräftige schmiedeiserne Querverbindungen zu einem Ganzen vereint.

Das Gesamtgewicht des im Viaducte verwendeten Gusseisens beträgt 296.6 Tonnen, jenes des Schmiedeisens 1237.7 Tonnen, für ersteres wurden inclusive Zufuhr, Zoll und Aufstellung 194, für letzteres 288 Gulden ö. W. Silber per Tonne an die Firma *Cail & Comp.*, welcher die Ausführung der gesammten metallischen Theile des Viaductes übertragen worden war, gezahlt.

Von den angeführten Mengen entfallen 6·3 Tonnen Guss- und 1044 Tonnen Schmiedeisen auf die im Ganzen 373·5<sup>m</sup> langen Brückenfelder, während der 21·4<sup>m</sup> hohe Pfeiler 49·2 Tonnen Guss- und 34·3 Tonnen Schmiedeisen, und die vier 26·4<sup>m</sup> hohen Pfeiler je 59·9 Tonnen Guss- und 39·85 Tonnen Schmiedeisen erforderten.

Die Fundirungen und Mauerwerksarbeiten kosteten 267.300 Gulden ö. W., die metallischen Theile des Viaductes, unter Berücksichtigung der während des Baues vorgekommenen Coursschwankungen, 507.700 Gulden ö. W., so dass die Gesamtkosten dieses Viaductes die Ziffer von 775.000 Gulden ö. W. erreichten.

Da die Ausführung metallischer Pfeiler vornehmlich im Hinblick auf die raschere Vollendung dieses Bauwerkes gewählt worden war, bietet die Baudauer dieses Viaductes ganz besonderes Interesse.

Am 28. September 1868 erfolgte die Vergebung der sämtlichen metallischen Bestandtheile an das vorgenannte Werk. Am 20. August 1870, also circa 23 Monate nach Abschluss des Vertrages, konnte die ämtliche Erprobung des Viaductes erfolgen, und am 15. September 1870 fand die Eröffnung des Betriebes über denselben statt.

Der Aufbau der metallischen Pfeiler erfolgte mit Hilfe von auf denselben aufgestellten Gerüsten. — Die Bestandtheile der Pfeiler wurden an den Fuss derselben gebracht und bis zu ihrer Verwendungsstelle gehoben.

Die continuirlichen, die Brückenbahn tragenden Gitterbalken wurden auf einem in der Verlängerung des Viaductes gelegenen Platze zusammengefügt und sodann successive in ihre definitive Stellung vorgeschoben. — Zur Verringerung der Länge der hiebei frei vorragenden Trägerelemente wurde zwischen je zwei metallischen Pfeilern, zwischen denen die vorbewegten Brückenträger frei vorgeragt hätten, ein hölzerner Pfeiler eingeschaltet und dadurch eine noch kräftigere als die selbst dann noch nöthige Versteifung der Tragwände vermieden. — Durch rechtzeitige Abtragung dieser provisorischen Zwischenpfeiler war eine zwei- bis dreimalige Verwendung des Gerüstholzes ermöglicht.

Die nachfolgende Tabelle gibt den Ueberblick über die zum Aufbau eines jeden der fünf metallischen Pfeiler verwendete Zahl von Tagen und zeigt, dass der Pfeilerbau vom 1. August 1869 bis zum 30. April 1870 dauerte.

Pfeiler Nr.	Höhe des metallischen Pfeilers in Metern	Gewichte der Bestandtheile in Tonnen		Die Aufstellung ward		Zahl der Arbeitstage	Bemerkungen
		Guss Eisen	Schmiedeisen	begonnen	vollendet		
				1869			
1	21·4	49·2	34·3	1. August . . . . .	15. September . . .	45	*) Die Unterbrechung der Arbeiten am 4. und 5. Pfeiler ward durch den Bruch einiger Röhren, für welche Ersatz zugesandt werden musste, hervorgerufen.
2	26·4	56·9	39·85	1. August . . . . .	15. September . . .	45	
3	26·4	59·9	39·85	15. September . . .	1. November . . .	45	
4*)	26·4	59·9	39·85	15. November . . .	15. December . . .	52	
				1870			
5*)	26·4	59·9	39·85	8. April . . . . .	30. April . . . . .	52	
				1. December 1869	1. Jänner . . . . .		
				8. April . . . . .	30. April . . . . .		

Wie bereits erwähnt ward, brachte man die Brückenträger durch Vorrücken in ihre definitive Stellung. Sowohl zur Vermeidung der Anlage eines sehr langen Montirungsplatzes, als um nicht von allem Anfange an das Gesamtgewicht der Brückenträger verschieben zu müssen, wurde anfangs nur der vordere Theil der continuirlichen 373·5<sup>m</sup> langen Träger zusammengesetzt und nach Maassgabe der

Vorrückung die Verlängerung bis zur Totallänge vorgenommen.

Nachfolgende Tabelle gibt die wesentlichsten auf die Vorschiebung der Brückenträger Bezug habenden Daten und zeigt, dass dieselbe in sieben Operationen zerfällt, deren erste am 5. August 1869 begann und deren letzte am 31. Mai 1870 abschloss, sich somit im Ganzen auf nahezu 10 Monate vertheilte.

Vorschiebung Nr.	Die Vorschiebung ward		Zahl d. Tage, an denen verschoben ward	Die Vorschiebung betrug in Metern		Der bewegten Eisenconstruction		Bemerkungen
	begonnen	vollendet		einzel	zusammen	Länge in Metern	Gewicht in Tonnen	
	1869							Die Zahl der Rollen, auf welchen die Vorschiebung erfolgte, wurde successive von 14 auf 50 erhöht; die Zahl der bei der Vorschiebung thätigen Arbeiter schwankte zwischen 24 und 47.
1	5. August . . . . .	9. August . . . . .	5	55·6	55·6	162·9	380	
2	5. October . . . . .	15. October . . . . .	11	76·0	131·6	238·1	590	
3	10. November . . . . .	21. November . . . . .	12	55·5	187·1	263·3	653	
	1870							
4	10. Jänner . . . . .	16. Jänner . . . . .	7	36·8	223·9	328·5	809	
5	27. April . . . . .	30. April . . . . .	4	24·0	247·9	363·5	1030	
6	10. Mai . . . . .	17. Mai . . . . .	8	66·5	314·4	373·5	1030	
7	25. Mai . . . . .	31. Mai . . . . .	7	59·1	373·5	373·5	1030	
	Zusammen . . . . .		54					

Der Weissenbach-Viaduct, welcher sich auf der Strecke Laibach-Tarvis der Kronprinz Rudolf-Bahn befindet, ist für ein Geleise erbaut, seine Länge, von Widerlager zu Widerlager gemessen, beträgt  $132.72^m$ , und die beiden continuirlichen Gitterbalken, zwischen welchen die Fahrbahn liegt, sind durch zwei auf gemauerten Sockeln stehende gusseiserne Pfeiler unterstützt. Die Achsen dieser beiden Pfeiler stehen  $39.33^m$ , respective  $43.12^m$  von den Widerlagern und  $50.26^m$  von einander entfernt.

Die Höhe der metallischen Pfeiler beträgt vom oberen Sockel-Niveau bis zum Niveau des Brückenauflegers  $27.46^m$  und  $18.71^m$ . Jeder derselben ist von vier gusseisernen hohlen Säulen, welche pyramidal zusammenlaufen und durch schmiedeiserne Querverbindungen vereinigt sind, gebildet. Die Röhren-Elemente, aus welchen die Säulen zusammengesetzt sind, haben  $0.500^m$  äusseren und  $0.414^m$  inneren Durchmesser und  $3.0^m$  bis  $4.4^m$  Länge. An ihrem oberen Ende sind die Pfeiler, von Achse zu Achse der Säulen gemessen, in der Richtung des Viaductes  $2.213^m$  lang und  $4.820^m$  breit. Diese Dimensionen nehmen gegen unten zu, indem die Säulen in der Richtung des Viaductes im Verhältnisse  $1 : 20.8$ ; in der auf ihn senkrechten Richtung aber im Verhältnisse  $1 : 15.7$  geneigt sind.

Die Brückenfelder erforderten zusammen  $299.250^{kg}$  Schmied-,  $3950^{kg}$  Gusseisen und  $1165^{kg}$  Stahl; der  $27.46^m$  hohe Pfeiler enthält  $61.100^{kg}$  Guss- und  $36.950^{kg}$  Schmiedeisen, der  $18.71^m$  hohe Pfeiler  $43.100^{kg}$  Guss- und  $27.150^{kg}$  Schmiedeisen.

Für Gusseisen wurden 200, für Schmiedeisen 260 Gulden ö. W. in Silber gezahlt.

Der Bau dieses Viaductes ward am 15. October 1869 begonnen, am 15. September 1870 war die Montirung der Brückenträger vollendet, und am 14. December 1870 erfolgte die Betriebseröffnung.

Um die Montirung der zwei metallischen Pfeiler sowohl, als die der Brückenträger trotz der in der Zusage der Bestandtheile eingetretenen Verzögerung rechtzeitig zu vollenden, wurde dieselbe gleichzeitig in Angriff genommen und zu diesem Ende ein vollständiges Versetzgerüst vorbereitet. Mit Hilfe desselben gelang es, die Montirung der zwei Pfeiler in 19, die der Brückenträger aber in weiteren 55 Tagen zu vollenden.

Auf der Linie Comentry-Gannat der Orléansbahn befinden sich vier auf metallischen Pfeilern ruhende Viaducte, welche bezüglich der Pfeiler-Construction einen wesentlichen Fortschritt aufweisen. Die Pfeiler dieser Viaducte erhielten nämlich senkrecht auf die Richtung der Bahn eine nahezu dreifach grössere Auflagerlänge, als solches bis dahin der Fall war. Diese vortheilhafte Vergrößerung der Basis ward entweder durch Verstärkungsstreben erreicht, welche sich an die bis zum gemauerten Sockel geradlinig fortgesetzten Säulen anschlossen (Bouble & Sioule-Viaduct) oder dadurch, dass die Säulen selbst am unteren Ende derart abgebogen sind, dass die Auflagerfläche des metallischen Pfeilers eine wesentlich grössere wird, als wenn selbe, wie dies bis dahin üblich war, geradlinig fortgelaufen wären (Neuviel- & Bellon-Viaduct).

Der Bouble-Viaduct ist durch fünf metallische Pfeiler, welche von Achse zu Achse, sowie auch von den Auflagermitteln auf den Widerlagern  $50^m$  weit entfernt sind, in 6 Felder getheilt. Er ist für ein Geleise erbaut; die drei mittleren metallischen Pfeiler sind je  $57.50^m$ , die beiden äusseren je  $41.50^m$  hoch. An ihrer Basis hätten diese Pfeiler, senkrecht auf die Richtung des Viaductes gemessen, wenn keine Verstärkungsstreben angebracht worden wären, eine Länge von  $7.4^m$ , respective  $6.4^m$  gehabt. Durch die Streben erhielten die Pfeiler jedoch eine Basis von  $20.8^m$ , respective  $19.55^m$  Länge.

Jeder der 5 höheren Pfeiler erforderte  $148.312^{kg}$  Guss- und  $43.051^{kg}$  Schmiedeisen, jeder der 2 äusseren Pfeiler  $119.000^{kg}$  Guss- und  $32.600^{kg}$  Schmiedeisen.

Der Neuviel-Viaduct ist ebenfalls eingeleisig; ein metallischer Pfeiler von  $37.50^m$  Höhe theilt ihn in zwei von Mitte zu Mitte der Brückenconstructions-Auflager  $49.125^m$  lange Felder.

Die Verlängerung der Pfeilerbasis ist bei diesem Viaducte dadurch erzielt, dass die zwei untersten Etagen der Säulen, statt geradlinig zu sein, nach Aussen geschweift sind. Dieser Pfeiler erforderte  $86.484^{kg}$  Guss- und  $32.545^{kg}$  Schmiedeisen.

Weit entfernt, alle bis nun in Europa mit metallischen Pfeilern ausgeführten Viaducte besprochen zu haben, glaube ich von den hier angeführten, in letzterer Zeit häufig genannten Viaducten mit metallischen Pfeilern die wesentlichsten Daten genügend in's Gedächtniss gerufen zu haben, um nun behufs Ermöglichung einer vergleichenden Beurtheilung des in Peru bestehenden derartigen Bauwerkes auf die Mittheilung des mir über dieses Bekannten übergehen zu können.

Der Varrugas-Viaduct ist von dem General-Unternehmer der Oroya-Bahn, Herrn Henry Meigs, der „Baltimore-Bridge-Company“ zum Baue übertragen worden, und hat diese auf Grund des von Herrn W. W. Evans aufgestellten Programmes das von Herrn H. C. Latrobe verfasste Project ausgeführt.

Dieser eingeleisige Viaduct ist, von Widerlager zu Widerlager gemessen,  $175.35^m$  lang und durch drei schmiedeiserne Pfeiler in vier Felder getheilt, deren drei erste je  $30.5^m$  Spannweite haben, während das vierte, sich an das gegen Lima gekehrte Widerlager anschliessende Feld  $38.1^m$  Spannweite erhielt.

Die drei, unmittelbar vom Niveau des Bodens an, aus Metall ausgeführten Pfeiler sind  $44.20^m$ ,  $76.81^m$  und  $54.25^m$  hoch, sie haben, in der Richtung des Viaductes gemessen, in ihrer ganzen Höhe die gleiche bedeutende Breite von  $15.25^m$ , während ihre Länge, von Achse zu Achse der äussersten sie bildenden Säulen gemessen, oben  $4.57^m$  beträgt und gegen unten dadurch, dass die äussersten Säulen eine Neigung von 1 zu 12 haben, entsprechend vergrössert ist.

Am 17. September 1872 wurde die Aufstellung des metallischen Theiles des Viaductes begonnen, und war dieselbe am 1. Jänner 1873, also nach 88 Arbeitstagen, vollendet, ohne dass trotz dieser, alle hierländischen Begriffe wohl übersteigenden Raschheit auch nur die geringste

Beschädigung oder Verletzung unter den mit der Aufstellung betrauten Arbeitern vorgekommen wäre.

Der Bau des Viaductes hatte im Ganzen, vom ersten Spatenstiche an gezählt,  $3\frac{1}{2}$  Monate erfordert, und am 8. Jänner 1873, also eine Woche nach Vollendung der Montirung, fuhr bereits der erste Train mit drei vollbeladenen Waggons, im Totalgewicht von 2620 Zoll-Centnern, über den Viaduct, und ward weder damals noch seither irgend einem Anstand begegnet, obwohl laut meinen Berichten die schwersten Züge über denselben verkehren.

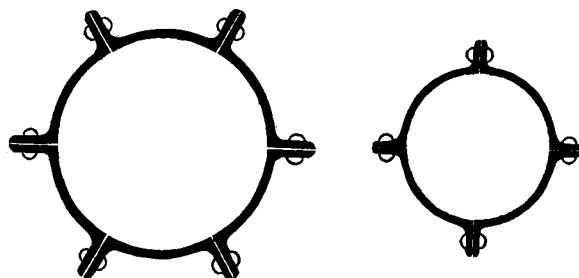
Dabei darf wohl nicht unerwähnt bleiben, dass die Bahn am Viaducte gegen Lima mit  $30^{\text{mm}}$  per Meter ansteigt, aus einem bis an den Viaduct reichenden Bogen von circa  $107^{\text{m}}$  Radius auf denselben übertritt und in gerader Richtung auf ihm fortgeführt ist.

Jeder Pfeiler ist aus zwölf Säulen zusammengesetzt, welche in Gruppen von je vier in Form eines gestürzten **W** vereinigt sind. Senkrecht auf die Richtung des Viaductes und in Entfernungen von  $7\cdot625^{\text{m}}$  von einander sind in jedem Pfeiler diese drei Säulengruppen vertical aufgestellt und durch kräftige Kreuzstreben und Bänder miteinander zu einem Ganzen verbunden.

Die beiden äusseren Säulengruppen jedes Pfeilers sind aus Röhren von  $0\cdot305^{\text{m}}$ , die mittlere Gruppe jedoch aus

Röhren von nur  $0\cdot203^{\text{m}}$  äusserem Durchmesser und je  $7\cdot16^{\text{m}}$  Länge gebildet.

Zur Herstellung dieser schmiedeisernen Röhren wird das in Amerika so sehr verbreitete Phönix-Façoneisen in der aus nachstehenden Skizzen ersichtlichen Weise verwendet. Die aus sechs Segmenten zusammengesetzten Röhren



von  $0\cdot305^{\text{m}}$  Durchmesser haben  $129\text{cm}^2$ , die aus nur vier Segmenten gebildeten Röhren von  $0\cdot203^{\text{m}}$  Durchmesser  $84\text{cm}^2$  Querschnittsfläche. — Gusseisen ist in nur sehr geringer Menge verwendet worden, so z. B. bei den Muffen, welche die Stösse der Säulen-Elemente umfassen, und an welche sich die Querverbindungen anschliessen.

Die nachstehende Tabelle zeigt in übersichtlicher Weise die in Tonnen und Kilogrammen ausgedrückte Menge Guss- und Schmiedeisen, die sowohl in jedem Theile, als auch im ganzen Viaducte verwendet ward.

Bezeichnung		Im ersten, 44·20 <sup>m</sup> hohen Pfeiler	Im zweiten 76·81 <sup>m</sup> hohen Pfeiler	Im dritten, 54·25 <sup>m</sup> hohen Pfeiler	Im Brücken- felde von 38·1 <sup>m</sup> Spannweite	In einem Brückenfelde v. 30·5 <sup>m</sup> Spann- weite	Im ganzen 373·5 <sup>m</sup> langen Viaducte
Gusseisen . . . . .		16T 835K	23T 705K	17T 845K	3T 190K	3T 200K	68T 175K
Schmiedeisen . . . . .		113 „ 725 „	200 „ 710 „	133 „ 990 „	28 „ 210 „	19 „ 855 „	536 „ 200 „
Zusammen . . .		130T 560K	224T 415K	151T 835K	31T 400K	23T 055K	604T 375K
Pr. Meter Höhe	Gusseisen . . . . .	380K	310K	330K	— —	— —	— —
	Schmiedeisen . . . . .	2575 „	2610 „	2470 „	— —	— —	— —
	Zusammen . . .	2955K	2920K	2800K	— —	— —	— —
Pr. Meter Länge	Gusseisen . . . . .	— —	— —	— —	85K	105K	185K
	Schmiedeisen . . . . .	— —	— —	— —	740 „	650 „	1435 „
	Zusammen . . .	— —	— —	— —	825K	755K	1620K

Die Belastung der Säulen von  $0\cdot305^{\text{m}}$  Durchmesser beträgt an der Basis des höchsten Pfeilers unter Berücksichtigung des Eigengewichtes des Pfeilers und der Brücken-Construction, sowie einer zufälligen Belastung von 3·3 Tonnen per Current-Meter Bahngleise, jedoch ohne Einbeziehung der durch den Winddruck bedingten Anspruhen, auf den Quadrat-Centimeter  $325^{\text{kg}}$ , jene der Säulen von  $0\cdot203^{\text{m}}$  Durchmesser nur  $220^{\text{kg}}$  per Quadrat-Centimeter.

Die grösste Anspruchnahme auf Zug erreicht in den schmiedeisernen Bestandtheilen der Brückenträger nirgend  $840^{\text{kg}}$  per Quadrat-Centimeter\*).

\*) Die vom k. k. Handelsministerium am 30. August 1870 erlassene Verordnung, betreffend die bei Erbauung eiserner Brücken für

Versuche, welche bezüglich der absoluten Festigkeit des verwendeten Schmiedeisens angestellt worden waren, hatten ergeben, dass dieselbe  $4200^{\text{kg}}$  per Quadrat-Centimeter übersteige, und so glaubte man bei der vorerwähnten Anspruchnahme genügende Sicherheit zu haben. Auch wurde die Vorsicht gebraucht, jedes wichtige Zugband, ehe es der Verwendung in der Brücken-Construction zugeführt ward, behufs Erprobung, mittelst hydraulischer Pressen einem Zuge von  $1400^{\text{kg}}$  per Quadrat-Centimeter zu unterwerfen.

Eisenbahnen zu beobachtenden Sicherheitsrücksichten, schreibt im §. 2 als die den Berechnungen zu Grunde zu legende zufällige Belastung für jedes Geleise per laufenden Meter bei 30 und mehr Meter Spannweite (in diese Kategorie fallen die Brückenfelder des Varrugas-Viaductes) vier Tonnen vor. — Im §. 3 derselben Verordnung wird die Maximal-Anspruchnahme per Quadrat-Centimeter Schmiedeisen auf  $800^{\text{kg}}$  normirt.

Die Gesamtkosten dieses Viaductes, exclusive der übrigens sehr unbedeutenden Fundamentaushub- und Mauerwerkskosten beliefen sich auf circa 343.000 Gulden ö. W. in Silber, und lässt sich dieser Betrag, wie folgt, analysiren:

Sämmtliche metallische Pfeiler und Brückenträger-Bestandtheile, frei am Bord im Hafen von New-York . . . . .	257.300 fl. ö. W.
Fracht, inclusive Seeversicherung, Commission, Landungs-Spesen und Zustellung auf den Bauplatz . . . . .	41.200 " "
Vorrichtungen und Geräthe behufs Aufstellung . . . . .	19.700 " "
Kosten der Aufstellung . . . . .	24.800 " "
Zusammen wie oben . . . . .	343.000 fl. ö. W.

Bemerkt muss hiebei werden, dass, wenn dieser Viaduct nicht in Südamerika, sondern in den Vereinigten Staaten erbaut worden wäre, die Aufstellungskosten weniger als die Hälfte des vorangeführten Betrages, etwa nur circa 10.000 fl. betragen hätten.

Das wesentlich Charakteristische dieses Viaductes ist ausser der nahezu exclusiven Verwendung von Schmiedeisen und der bedeutenden, 15·25<sup>m</sup> betragenden Breite der Pfeiler, welche eine wesentliche Verringerung der Spannweiten der vier Brückenfelder zur Folge hat, auch die durch Bolzen oder Zapfen erfolgte Verbindung der einzelnen Pfeiler und Brückenträger-Elemente.

Diese Art der Vereinigung der einzelnen Bestandtheile gestattet in der That eine sehr rasche Aufstellung, indem durch dieselbe die Nietarbeit am Bauplatze überflüssig gemacht wird.

Das Bestreben, die ausserhalb der Fabrik zu leistenden Arbeiten auf ein Minimum zu reduciren, ist allerdings dort, wo die Bauwerke in uncultivirten Gegenden, ferne von irgend welchen industriellen Centren errichtet werden, wie dies in Amerika so häufig vorkommt, am allergeringsten — doch auch bei uns würde dieses Verfahren vortheilhaft sein. Die grösseren Bau-Objecte unserer Eisenbahnen liegen nämlich meist in beträchtlicher Entfernung von den Werkstätten, in welchen die Bestandtheile vorbereitet wurden, und erfordert die Aufstellung einer grösseren eisernen Brücke in der Regel die Errichtung kostspieliger provisorischer Werkstätten, in welchen die Arbeiten selten mit gleicher Präcision wie in der Fabrik selbst, aber nie so wohlfeil als in derselben ausgeführt werden können.

Die Kürzung der zur Aufstellung einer Eisen-Construction erforderlichen Zeit, welche eben durch die Verringerung der an der Baustelle zu bewirkenden Arbeiten herbeigeführt wird, ist überdies ein Vortheil, der nicht nur der über dieses Bau-Object geführten Bahn zu statten kömmt, sondern auch für die mittelst solcher Bauwerke übersetzten frequenten Strassen oder Flüsse von Belang ist, weil die mit dem Baue einer Ueberbrückung stets verbundene Störung des Verkehrs auf denselben dann eine geringere und weniger lang andauernde wird.

Diese Rücksichten, zu denen noch andere, nicht minder gewichtige hinzutreten, verschafften in Amerika den

Brückenträger-Constructionen von Fink, Post, Pratt, Whipple und Bollman, deren Zusammenfügung an der Baustelle nicht durch Vernietung, sondern durch Bolzen- und Zapfen-Verbindung („pin-“ und „tenon and socket-connection“) erfolgt, rasch den Vorzug vor den genieteten Gitter- und sonstigen Balkenbrücken-Constructionen.

Die Aufstellung eines Viaductes, wie jener über die „Aqua de Varrugas“, hätte bei Anwendung der durch Vernietung zusammenzufügenden Brückenträger, je nach dem Systeme der Aufstellung, entweder die Anlage eines Montirungsplatzes in der Verlängerung des Viaductes und die Verstärkung der Pfeiler, oder die Herstellung sehr starker Dienstbrücken, auf welchen die Zusammenfügung vorgenommen worden wäre, erfordert, und hätte die Montirung jedenfalls viel mehr Geld und Zeit gekostet als die der Fink'schen Brückenträger und der in gleich expeditiver Weise zusammengefügte Pfeiler des Varrugas-Viaductes.

Der Aufbau dieses Viaductes sollte ursprünglich in der Art erfolgen, dass das erste und das letzte Brückenfeld auf Gerüsten montirt, die beiden mittleren Träger aber in der Thalsohle zusammengesetzt und dann erst auf die Pfeiler gehoben worden wären. Zum Aufbaue der Pfeiler sollten die an den Fuss derselben beigestellten Constructionstheile mit Hilfe von Krahen, welche in den Pfeilern selbst befestigt worden wären, an den Bestimmungsort befördert werden.

Der mit der Montirung des Viaductes betraute Herr W. H. Tipton nahm dieselbe jedoch in einer anderen, viel sinnreicheren Weise vor. An jedem Ende des Viaductes errichtete er ein Gerüst und spannte über diese provisorischen hölzernen Thürme quer über das Thal und oberhalb des zu erbauenden Viaductes zwei kräftige Drahtseile. — Die Pfeilerbestandtheile wurden an das gegen Lima liegende Widerlager gebracht, dort an Laufrollen, die sich auf den gespannten Drahtseilen bewegten, gehängt und sodann an ihre Bestimmungsorte herabgelassen.

In ähnlicher Weise erfolgte die Zubringung der gleichfalls nächst demselben Widerlager abgelagerten Träger-Elemente. Um dieselben zusammenzufügen, ward an den quer über das Thal gespannten Drahtseilen ein Hängegerüst befestigt, welches erst zur Montirung des Brückenfeldes von 38·1<sup>m</sup> Spannweite diente und dann nur vorbewegt und an die fertigen Pfeiler angeschlossen zu werden brauchte, um auch zur Zusammenfügung der übrigen, 30·5<sup>m</sup> weiten Fink'schen Träger zu dienen.

Diese Montirung, welche an die Art des Aufbaues der Pfeiler des Freiburger Viaductes und an die Herstellung der Bogenbrücke über die „El-Kantara“-Schlucht in Algier erinnert, kann allerdings nur unter bestimmten Umständen nachgeahmt werden, muss aber für den vorliegenden Fall als sehr glücklich gewählt bezeichnet werden.

Die Arbeiter, die Herr Tipton bei der Aufstellung verwendete, waren meist davongelaufene Matrosen, die zwar mit Ausführung von Schmied- oder Schlosserarbeiten unvertraut, hingegen im Klettern und Hissen um so gewandter waren, somit bei der Einfachheit der vorzunehmenden Arbeiten und der beträchtlichen Höhe der schwankenden

Gerüste sich unter bewährter Leitung als ganz entsprechend erwiesen.

Der einzige während der Aufstellung vorgekommene Unfall ward durch das Reißen eines Seiles hervorgebracht; es stürzte nämlich aus einer Höhe von 30<sup>m</sup> eines der für den ersten Pfeiler bestimmten Säulen-Elemente in die Tiefe. Um die Arbeit nicht zu unterbrechen, ward sofort ein ganz gleiches, für den folgenden Pfeiler bestimmtes Stück an dessen Stelle verwendet, und das beschädigte Röhren-Element konnte in Lima, wohin es zur Reparatur gesandt wurde, rasch genug wieder in Stand gesetzt werden, um im Baufortschritte keine Störung zu veranlassen.

Nachdem ich die Art der Aufstellung geschildert habe, dürften nachstehende Details über die Dauer der Montirung jedes Viaduct-Theiles von Interesse sein:

Pfeiler Nr. 1	von 44·20 <sup>m</sup> Höhe	erforderte	12 Tage
"	" 2 "	76·81 <sup>m</sup> "	" 10 "
"	" 3 "	54·25 <sup>m</sup> "	" 18 "
Das Brückenfeld	" 38·1 <sup>m</sup> Spannweite	"	5 "
Ein	" 30·5 <sup>m</sup> "	"	22 Stunden
"	" 30·5 <sup>m</sup> "	"	16½ "
"	" 30·5 <sup>m</sup> "	"	18 "

Der Fortschritt, welcher in Bezug auf den Bau der metallischen Pfeiler in den letzten zwei Decennien gemacht wurde, erhellt aus dem Vergleiche der Gewichte, respective der Kosten einiger innerhalb dieses Zeitraumes erbauten Pfeiler. Ich lasse deshalb hier eine Tabelle folgen, welche in übersichtlicher Weise von mehreren der im Vorstehenden besprochenen Viaducte die per Meter Höhe jedes Pfeilers verwendeten Mengen Guss- und Schmiedeisens in Erinnerung bringt und eine zum Behufe des Kostenvergleiches durchgeführte Bewerthung enthält.

Bezeichnung der Viaducte	Sarine	Creuse	Glatt	Thur	Sitter	Cère	Iglawa	Weissenbach	Bouble	Neuvial	Varrugas							
Jahr der Vollendung	1862	1864	1855	1856	1856	1866	1870	1870	1871	1871	1873							
Zahl der Geleise auf denselben	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
Höhe der metallischen Pfeiler in Met.	43·32	33·90	20·20	23·64	14·67	47·79	33·90	20·20	26·40	21·40	27·46	18·71	57·50	42·50	37·50	44·20	76·81	54·25
Gewicht pr. Meter Höhe jedes Pfeilers																		
Gusseisen in Kilogr.	5001	2932	2941	5138	4745	6400	2153	2210	2267	2299	2225	2303	2580	2800	2306	380	310	330
Schmiedeisens in "	2501	1655	1932	113	314	2561	1546	1768	1509	1603	1346	1451	740	767	868	2575	2610	2470
Zusammen	7502	4587	4873	5251	5059	8961	3699	3978	3778	3902	3571	3754	3328	3567	3174	2955	2920	2800
Kosten pr. Meter Höhe und pr. Pfeiler, wenn Gusseisen mit 180 fl., Schmiedeisens mit 260 fl. per Tonne berechnet wird . . . . . fl.	1550·44	958·06	1031·70	594·22	935·74	1817·86	789·50	857·48	800·76	830·60	750·46	791·80	658·88	703·42	640·76	737·90	734·40	701·60

Diese Gegenstellung zeigt, dass die zunehmende oder gar nahezu ausschliessliche Verwendung des Schmiedeisens, welches wohl als ein zur Herstellung der Pfeiler geeignetes Material als das Gusseisen bezeichnet werden darf, die Kosten der Pfeiler verringert oder doch nicht erhöht.

Der Widerspruch zwischen dieser Aeusserung und den in vorstehender Tabelle ersichtlichen Kosten der sehr vortheilhaft geformten Pfeiler des Bouble- und des Neuvial-Viaductes einerseits und jenen der Varrugas-Viaduct-Pfeiler andererseits, ist nur ein scheinbarer, denn während die Pfeiler der französischen Viaducte an ihrem oberen Ende in der Richtung des Viaductes nur 2·50<sup>m</sup> breit sind, haben die Pfeiler des Varrugas-Viaductes eine obere Breite von 15·25<sup>m</sup>. Durch diese Breite der Pfeiler werden die Brückenfelder wesentlich wohlfeiler, und zwar nicht nur im Verhältnisse der geringeren Länge, sondern auch durch die damit verbundene Verringerung des per Current-Meter entfallenden Gewichtes der Brückenconstruction. Diese bei den Brückenträgern realisirte Gewichts-, respective Kostenerspar-

niss wäre aber behufs Durchführung des Vergleiches der Kosten der Varrugas-Viaduct-Pfeiler mit jenen der Pfeiler der übrigen Viaducte in der Weise zu berücksichtigen, dass zumindest die Kosten für 15·25<sup>m</sup> — 2·50<sup>m</sup> = 12·75<sup>m</sup> Brückenconstruction von den Kosten jedes Varrugas-Viaduct-Pfeilers in Abzug gebracht werden.

Wenn man das Guss- und Schmiedeisens-Erforderniss des Varrugas-Brückenfeldes von 38·1<sup>m</sup> Spannweite und die in vorstehender Tabelle angenommenen Einheitspreise zu Grunde legt, so entspricht dies per Pfeiler einer Oekonomie von circa 2650 fl. oder per Meter Pfeilerhöhe bei dem 44·20<sup>m</sup> hohen Pfeiler 60 fl.; bei dem Pfeiler von 76·81<sup>m</sup> Höhe 34 fl. 50 kr. und bei dem 54·25<sup>m</sup> hohen Pfeiler 48 fl. 80 kr., so dass die auf die obere Breite von 2·50<sup>m</sup> reducirten 44·20<sup>m</sup>, 76·81<sup>m</sup> und 54·25<sup>m</sup> hohen Pfeiler des Varrugas-Viaductes per Meter Höhe mit höchstens 677 fl. 90 kr., respective 699 fl. 90 kr., respective 652 fl. 60 kr. in Vergleich gezogen werden können.

Natürlich setzt jede solche Parallele die gleiche An-

spruchnahme der gleichartigen Materialien, oder allgemeiner gesagt, gleiche Sicherheit bei den verglichenen, aus den verschiedenen Materialien hergestellten Bauwerken voraus.

Obwohl mir weder die Material-Anspruchnahme in den einzelnen Theilen der sämtlichen europäischen Viaducte, noch die Daten, welche die genaue Ermittlung derselben zugelassen hätten, vorliegen, darf ich annehmen, und wird es wohl auch nicht bezweifelt werden, dass diese unter Controle der betreffenden Regierungen ausgeführten Bauwerke in allen ihren Theilen und bei allen möglichen Fällen der Anspruchnahme genügende Sicherheit bieten.

Ebenso lassen es zwar die von der Baltimore Bridge Company\*) bei allen ihren Brücken eingehaltenen vorsichtigen Grenzen der Anspruchnahme, die Tüchtigkeit der Erbauer, sowie endlich die bisherigen Erfahrungen über das Verhalten des Varrugas-Viaductes als vollkommen gerechtfertigt erscheinen, dass man auch diesen als mit genügender Sicherheit ausgerüstet bezeichne; nichtsdestoweniger will ich, da nun einmal unseren amerikanischen Fachgenossen oft und, wie ich wahrzunehmen Gelegenheit hatte, meist mit Unrecht der Vorwurf gemacht wird, dass dieselben der Raschheit und Wohlfeilheit der Herstellung die Sicherheit zum Opfer bringen, bemerken, dass ich, insoweit als es mir die zu Gebote stehenden Daten gestatten, die Maximal-Inanspruchnahme des Eisens in den die Pfeiler des Varrugas-Viaductes bildenden Röhren, unter Berücksichtigung des auf dieselbe so hervorragenden Einfluss ausübenden Winddruckes, berechnete und dabei fand, dass am Fusse des höchsten Pfeilers der Druck per Quadrat-Centimeter nicht  $800^{kg}$ , der Zug per Quadrat-Centimeter aber nicht  $150^{kg}$  erreiche.

In Wirklichkeit dürften diese Maximal-Grenzen wohl kaum je erreicht werden, denn es wurden bei der Berechnung die ungünstigsten Voraussetzungen gemacht, wie z. B. ein Winddruck von  $275^{kg}$  per Quadrat-Meter, welcher einer Geschwindigkeit des Windes von circa  $45^m$  per Secunde, somit der des heftigsten Orcans entspricht. Auch wurden in ähnlicher Weise, wie solches von Herrn W. von Nördling in seiner bereits erwähnten Abhandlung empfohlen ward, selbst die sich überdeckenden Pfeiler-Bestandtheile als vom Winde getroffen in Rechnung gezogen und der Wind in der ungünstigsten Richtung wehend angenommen.

Die Besprechung des für die Brückenfelder des Varrugas-Viaductes gewählten Fink-schen Constructions-Systemes gehört zwar strenge genommen nicht mehr in den Rahmen, den ich mir für diese Notiz vorgezeichnet habe, ich glaube jedoch, da es in ganz hervorragender Weise als Specimen der modernen amerikanischen Brücken-Constructions gelten kann, noch einige Worte über diese Constructions-Systeme im Allgemeinen sagen zu sollen.

Der bekannte amerikanische Ingenieur Herr Charles Bender äussert sich im XVII. Bande der Zeitschrift des

\*) Bis zum 1. Jänner 1873 hat diese Brücken-Bauanstalt Brücken von zusammen  $13\frac{1}{3}^{km}$  Spannweite erbaut, welche 11580 Tonnen Eisen erfordert hatten.

Vereines deutscher Ingenieure beim Vergleiche der amerikanischen und der europäischen Balkenbrücken dahin, „dass gegenwärtig Amerika ein System von eisernen Balkenbrücken besitzt, welches jedes europäische übertrifft, nicht allein in Hinsicht der Stärke und Einfachheit, sondern der Billigkeit und sorgfältigst bestimmten Verhältnisse“.

Durch diese Aeusserung zog sich der erwähnte Fachmann eine im XXVI. Jahrgange gegenwärtiger Zeitschrift veröffentlichte abfällige Beurtheilung bezüglich seiner theoretischen Kenntnisse von Seite des Herrn Professors Dr. E. Winkler.

Ich halte mich zwar nicht für berufen, für die theoretischen Kenntnisse aller jener hervorragenden Ingenieure einzutreten, die das System der amerikanischen Brücken loben, kann aber darin, dass von Herrn Professor Dr. E. Winkler über Einen derselben so abgeurtheilt ward, keinen Anlass erblicken, meine Ansichten über dieses Brücken-System zu verschweigen.

Während man in Europa bemüht ist, die Brückenträger aus Blechen, Flacheisen, Winkleisen oder sonstig profilirten Stäben zusammensetzen, welche ausser der Herstellung der geraden Richtung, der entsprechenden Länge und der Lochung für die Nieten keine Vorbereitung erfahren, bereitet man in Amerika, wo die am Aufstellungs-orte vorzunehmende Vernietung vermieden wird, die einzelnen Brückenbestandtheile so vor, dass an den Stellen, wo die zur Verbindung verwendeten starken Bolzen oder Zapfen eingebracht werden müssen, weder deren Querschnitt noch deren Widerstandsfähigkeit verringert sei. Es werden nämlich die auf Zug in Anspruch genommenen Stäbe, welche an jedem Ende ein Loch zur Aufnahme der Verbindungsbolzen erhalten müssen, von vornherein an ihren Enden in entsprechender Form geschmiedet, die Streben aber, welche auf Druck in Anspruch genommen werden, an ihren Enden so bearbeitet, dass sie genau und mit ihrer ganzen Querschnittsfläche den Druck aufnehmen, respective übertragen. — Während somit bei der Nietverbindung die gezogenen Theile, wenn sie dort, wo Nieten sitzen, die entsprechende Stärke haben, in den durch Nietlöcher nicht geschwächten Profilen ein Uebermaass besitzen, ist dies bei den kettengliedartig geformten, in Amerika üblichen Zugstangen nicht der Fall. — Während bei den durch Vernietung hergestellten Verbindungen der Druckstreben die Druckübertragung mittelst der gegen Abscheerung widerstehenden Nietenschäfte und durch die seitliche Reibung der so verbundenen Elemente erfolgt, wird in den amerikanischen Constructions der Druck direct auf die Druckstreben, welche genau angepasst sind, übertragen.

Sowohl bei der Zug- als bei der Druckübertragung wird somit durch die amerikanische Construction die excentrische Uebertragung und die dadurch bedingte Entstehung von Drehungs-Momenten vermieden. Natürlich lässt sich, da man die einzelnen Stäbe über ein gewisses Maass hinaus nicht aus einem Stücke anfertigen kann, die Nietarbeit auch bei den amerikanischen Brücken nicht ganz vermeiden, doch wird diese in den Werkstätten selbst und nicht auf dem Bauplatze, und namentlich nicht dann vorgenommen, wenn



die Bestandtheile bereits irgend welchen Kraftäusserungen ausgesetzt sind.

Die theoretisch ermittelte Anspruchnahme der einzelnen Träger-Elemente stimmt in dem Maasse mehr mit den thatsächlich eintretenden überein, je einfacher das Constructions-System ist, weil dadurch das aus Ungenauigkeiten bei der Ausführung resultirende successive Eintreten der einzelnen Elemente in die ihnen zustehende Thätigkeit vermieden wird.

Auch in europäischen Brücken-Constructions ist man deshalb in letzterer Zeit bemüht, sich den einfachen Systemen zu nähern. Da jedoch die Verbindungsstellen bei Anwendung der Nietten stets steif und, wie gesagt, die Kraftübertragung oft excentrisch ist, liegt hierin selbst bei einfachen Systemen ein Grund der Abweichung der theoretisch ermittelten Kraftübertragung von der wirklich erfolgenden.

Eine nach amerikanischem Systeme erbaute Brücke wird daher, wenn auch die theoretisch ermittelte Maximal-Anspruchnahme gleich jener einer nach europäischem Systeme erbauten ist, grössere Sicherheit als diese letztere bieten, bei welcher je nach der am Aufstellungsplatze beobachteten grösseren oder geringeren Sorgfalt die Abweichungen von den ermittelten Anspruchnahmen verschieden sind, während dies bei den amerikanischen Brücken, für welche die Länge der einzelnen Elemente sowohl als die Bohrungen für die genau gedrehten Bolzen durchgehend mit gleicher Genauigkeit in den Werkstätten vorbereitet werden, nicht der Fall ist.

Bei gleicher Sicherheit werden somit die nach amerikanischem Systeme erbauten Balkenbrücken leichter sein, und zwar sowohl aus den bereits angeführten Gründen, als auch dadurch, dass bei denselben die Nothwendigkeit der bei genieteten Trägern zur Ueberdeckung der durch Lochung geschwächten Stellen oder der Stösse in den auf Zug in Anspruch genommenen Theilen, sowie der zur Vermeidung der Abbiegung in Verwendung kommenden Deck- oder Einlagbleche entfällt.

Auch darf wohl noch erwähnt werden, dass die dünnen biegsamen Brückenbestandtheile, wie sie hierzulande an die Baustelle geschafft werden, viel leichter verbogen werden und Beschädigungen aller Art eher ausgesetzt sind, als die fertig zugesandten Brücken-Elemente der amerikanischen Constructions; sowie dass der Rost, jener arge Feind aller eisernen Bauwerke, viel zahlreichere und weniger geschützte Angriffsstellen bei den aus dünnen Blechen und mittelst vieler Tausende von Nietten zusammengefügt, bei uns üblichen Brücken findet, als bei den amerikanischen.

Der bereits im Vorstehenden erwähnte Vortheil der leichteren und rascheren, sowie weniger kostspieligen Aufstellung muss als eines der gewichtigsten zu Gunsten der durch Bolzen und Zapfen verbundenen Brückenträger sprechenden Argumente hier nochmals angeführt werden.

Dass diese Vorzüge in der That bestehen, beweisen wohl am besten die Wahrnehmungen, welche z. B. in Canada gelegentlich der vor Kurzem erfolgten Vergebung der Lieferung und Aufstellung vieler Brücken gemacht wurden, woselbst, obwohl die von Quebec nach Halifax führende Bahn,

für welche diese Brücken bestimmt waren, ausschliesslich unter Leitung englischer Ingenieure steht, und obwohl auch viele englische Werke concurrirten, dennoch die amerikanischen Brücken den Vorzug erhielten.

Bei diesem Concourse waren die Sicherheits-Coëfficienten für jedes Material vorgeschrieben, die Wahl des Constructions-Systemes aber den sich bewerbenden Werken überlassen.

Ebenso haben die englischen Ingenieure der Grand Trunk Railway Company in Canada, welche die über den Niagara führende internationale Brücke mit Spannweiten von 75·60<sup>m</sup> ausführten, das amerikanische Brücken-System dem sogenannten englischen vorgezogen. — Der wohlbekannt englische Ober-Ingenieur dieser Bahn, Herr P. Hannaford, dessen Name in letzterer Zeit auch dadurch oft genannt ward, dass es ihm gelungen ist, in nicht ganz 27 Stunden und in einer Länge von circa 120 deutschen Meilen das bestandene breitspurige Geleise der Grand Trunk-Bahn in ein normalspuriges umzubauen, äussert sich in einem an die Phönixville Bridge Works gerichteten Schreiben, wie folgt, über die amerikanischen Brücken, deren er bereits zwölf für Spannweiten von 24<sup>m</sup> bis über 50<sup>m</sup> ausgeführt hatte.

„In allen Fällen haben dieselben vollkommen befriedigt und volles Zutrauen gerechtfertigt. — Die Leichtigkeit und Schnelligkeit der Montirung, deren Verbindungen, durch welche jedem Gliede die zuge dachte Arbeit und Anspruchnahme zufällt, sind Eigenschaften, welche zu deren Gunsten sprechen und ihnen den Vorzug vor den genieteten oder Gitterbrücken sichern.“

Insbesondere bezüglich der Niagara-Brücke sagt dieser Ingenieur weiter:

„Ich habe die internationale Brücke über den Niagara nächst Buffalo, deren Brückenfelder von Ihrem Werke geliefert wurden, vollendet. Dieselben befriedigen in jeder Beziehung, und die Leichtigkeit und Schnelligkeit, mit welcher dieselben mit Hilfe der schwimmenden Gerüste aufgestellt werden konnten, war meines Erachtens von wesentlichem Einfluss auf die rasche Vollendung dieses Bauwerkes. — Die Tiefe und die rasche Strömung des Niagara-Flusses\*) hätte jedes andere als das schwimmende Gerüst, wenn nicht unmöglich, so doch unverlässlich gemacht. — Zur Aufstellung eines Ihrer 75·6<sup>m</sup> weit spannenden Brückenfelder brauchten wir 8—10 Tage und verwendeten hiezu nur gewöhnliche Arbeiter, die unter der Leitung eines mit der Zusammensetzung solcher Brücken vertrauten Vorarbeiters standen.“

So wie Herr Hannaford, so sprach auch der hervorragende königl. englische Ingenieur, Capitän Tyler, als er diese Brücke besichtigte und Erprobungen derselben beige- wohnt hatte, seine Anerkennung über die Vorzüge dieser Construction aus.

Dass den amerikanischen Brücken-Systemen von Seite der genannten englischen Ingenieure solche Anerkennung zu Theil wird, hat deshalb doppelte Bedeutung, weil die-

\*) Die Wassertiefe beträgt 14<sup>m</sup> bis 15<sup>m</sup>, die Geschwindigkeit im Mittel 3·6<sup>m</sup> per Secunde.

selben sehr competente Beurtheiler sind, und weil ihr gerechter nationaler Stolz in diesem Falle eine Gewähr dafür ist, dass sie auch strenge urtheilten.

Die Eisenbahnen in Amerika führen nun vornehmlich nur solche, durch Bolzen verbundene Brücken aus und selbst jene Bahnen, wie z. B. die „New-York-Central-Bahn“, welche anfangs genietete Gitterbalken verwendeten, sind nun längst auf die modernen amerikanischen Balkenbrücken-Constructionen übergegangen.

Indem ich nun von den Vorzügen, der amerikanischen Eisen-Constructionen gesprochen habe, darf ich wohl nicht schliessen, ohne zuzugestehen, dass diese Brücken auch in mancher Beziehung Nachteile bieten, so z. B. den, dass, weil sie leichter sind als die Gitterbrücken, bei denselben das Verhältniss des Eigengewichtes zum Gewichte des darüber rollenden Zuges ein kleineres ist, somit ein ungünstigeres genannt werden darf. Die Vibrationen im Eisen werden bei leichteren Brücken stärker, und wenn man auch noch keine sicheren Anhaltspunkte zur Bestimmung des nachtheiligen Einflusses dieser Vibrationen auf die Festigkeit und schliesslich die Dauer der Eisen-Constructionen hat, so kann doch nicht mehr bezweifelt werden, dass dieser Einfluss besteht, und dass mit der Zeit die eisernen Brücken bei gleicher Anspruchnahme geringere Sicherheit bieten werden, als bei ihrer Vollendung.

## Ueber Wasserdurchlässe aus Gusseisen.

Von

**Heinrich Schmidt.**

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 24.)

Zur Zeit ist das Eisen so billig, dass die Verwendung desselben zu manchen Zwecken ökonomisch zulässig wird, zu welchen es bei höherem Werthe nicht mehr zu empfehlen wäre. So z. B. dürfte es in Gegenden, wo das Gusseisen nahe zur Hand ist, die Steine aber, oder Ziegel und Kalk, insbesondere hydraulischer Kalk, in guter Qualität schwer zu beschaffen sind, ein entsprechendes Mauerwerk also hoch zu stehen kommt, von Vortheil sein, kleinere Wasserdurchlässe unter Strassen- oder Eisenbahndämmen aus gusseisernen Röhren, die einfach in Sand oder Schotter gebettet sind, herzustellen.

Unter Dämmen von 10<sup>m</sup> Höhe dürfte die Wandstärke eines Rohres von 800<sup>mm</sup> Durchmesser nur 3<sup>mm</sup> betragen; wird jedoch angenommen, dass bei geringer Erdüberdeckung ein Raddruck von 6500<sup>kg</sup> direct bis auf das Rohr übertragen wird, so genügt in einem solchen Falle eine Wandstärke von 5<sup>2</sup>/<sub>10</sub><sup>mm</sup>.

Könnte man in der Praxis bei diesen theoretischen Wandstärken bleiben, so würde sich ein wesentlicher Vortheil gegenüber gemauerten Durchlässen bis zu 800<sup>mm</sup> Quadratseite ergeben, doch verlangt die Praxis stärkere Eisen-dimensionen, theils des Transportes, besonders aber des Giessens wegen, da bei letzterem kleine Ungleichheiten in der Wanddicke der Röhren kaum zu vermeiden sind.

Bezüglich des Wasserablaufes in solchen Gussröhren kann angenommen werden, dass eine Röhre von 350<sup>mm</sup> lichtigem Durchmesser einem gemauerten Canal von 1 Fuss (316<sup>mm</sup>) im Quadrat, eine Röhre von 500<sup>mm</sup> Durchmesser einem solchen von 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Fuss im Quadrate und eine Röhre von 800<sup>mm</sup> Durchmesser einem gemauerten Canale von 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Fuss im Quadrate entspricht.

Werden nun die Wandstärken der 350<sup>mm</sup> und 500<sup>mm</sup> dicken Röhren mit 10<sup>mm</sup>, sowie diejenigen der 800<sup>mm</sup> dicken Röhren mit 15<sup>mm</sup> angenommen, werden ferner die Röhren 2<sup>m</sup> lang gemacht und mit 150<sup>mm</sup> breiten Muffen versehen (siehe Blatt 24), so wiegt der laufende Meter Rohr:

von 350 <sup>mm</sup> Durchmesser	=	95 <sup>kg</sup>
„ 500 <sup>mm</sup> „	=	133 <sup>kg</sup>
„ 800 <sup>mm</sup> „	=	315 <sup>kg</sup> .

Diese Röhren werden nur locker in einander gesteckt und mit Lehm zugestrichen, so dass der ganze Röhrenstrang sich biegen kann, ohne die Flanschen zu zerbrechen, im Falle durch den Erddruck eine Senkung in der Schotterbettung entstehen sollte. Die Arbeit des Einlegens ist daher eine sehr einfache und erfordert, mit Ausnahme eines intelligenteren Arbeiters, nur gewöhnliche Handlanger.

Bei den heutigen Eisenpreisen kann man selbst auf eine Transportweite von etwa 300<sup>km</sup> per Bahn und 50<sup>km</sup> per Achse die 100<sup>kg</sup> Eisenröhren um 16 fl. ö. W. liefern und verlegen.

Es werden sich daher die Kosten per Currentmeter belaufen:

für 350 <sup>mm</sup> Durchmesser	auf	15 fl. 20 kr.
„ 500 <sup>mm</sup> „	„	21 fl. 30 kr.
„ 800 <sup>mm</sup> „	„	50 fl. 40 kr.

Vergleicht man hiermit die Kosten gemauerter Durchlässe, indem man den Kubikmeter Mauerwerk mit hydraulischem Mörtel von 12 fl. bis 14 fl. berechnet, je nachdem Bruchsteine oder Ziegel verwendet werden und die Preise derselben sowie des hydraulischen Kalkes wechseln, den Kubikmeter Deckelsteine aber mit 50 fl., so beziffern sich diese Kosten per Currentmeter für solche mit einem Querschnitte von

320 <sup>mm</sup> Quadratseite	auf	22 fl. bis 25 fl.
470 <sup>mm</sup> „	„	32 fl. „ 35 fl.
800 <sup>mm</sup> „	„	50 fl. „ 50 fl.

Bei Vergleichung dieser Preise mit den obigen ersieht man, dass es unter den gemachten Voraussetzungen ökonomisch vortheilhafter ist, Wasserdurchlässe bis zu 800<sup>mm</sup> Lichtweite aus Gusseisen herzustellen, anstatt aus Mauerwerk, da erst bei dieser Weite die Kosten beider sich etwa gleichstellen. Bei ungünstigen Transportverhältnissen jedoch und in wasserarmen Gegenden, wo auch das Wasser noch weit zugeführt werden muss, der Preis des Mauerwerkes sich also höher stellt, fällt der Vergleich noch mehr zu Gunsten der gusseisernen Röhren aus.

Die Röhrendurchlässe gewähren aber noch einen weiteren, zuweilen sehr hoch zu veranschlagenden Vortheil dadurch, dass sie auch in Zeiten gelegt werden können, wenn man der Temperatur wegen nicht mauern kann, die

Erdarbeiten deshalb unter Umständen verzögert werden oder, um letzteres zu vermeiden, provisorische Ueberbrückungen aus Holz hergestellt werden müssten. Man kann nämlich die Rohre bei jeder Temperatur von der Achse eines Dammes aus nach beiden Seiten beliebig legen, die Erdanschüttung sogleich darüber ausbreiten und sofort mit Karren oder Fuhrwerk darüber hinfahren, auch die Verlängerung nach Bedarf auf- oder abwärts zu jeder Zeit fortsetzen.

Obwohl solche Röhrendurchlässe da und dort schon zur Anwendung kamen, glaubte ich doch, dass es angezeigt sei, noch ganz besonders auf die verschiedenen Vortheile derselben hinzuweisen, damit sie häufiger als bisher zur Anwendung kommen und dadurch auch der so sehr darniederliegenden Eisenindustrie, wenn schon nur in geringem Maasse, unter die Arme gegriffen werden möge.

## Darstellung von Momenten ebener Figuren als Flächen.

Von  
**Emil Mises,**  
Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 25.)

In meiner gleichnamigen Abhandlung im Hefte II und III 1875 der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines wurde ganz allgemein gezeigt, wie zu jeder beliebigen Curve  $K$  die Curven  $K'$  und  $K''$  mit Punkten und Tangenten so construirt werden können, dass die  $a$ -fache von  $K'$  umschlossene Fläche das statische, die  $a^2$ -fache von  $K''$  umschlossene Fläche das Trägheitsmoment der von der Curve  $K$  begrenzten Fläche repräsentiren, wobei  $a$  eine beliebig zu wählende Constante bedeutet.

Die Genauigkeit der Berechnung des statischen und Trägheitsmomentes hängt somit von der genauen Construction dieser beiden Curven ab und erreicht wegen der sehr einfachen, nur linearen Construction der Punkte und Tangenten von  $K'$  und  $K''$ , wie sie in der vorigen Abhandlung entwickelt wurde, einen bedeutenden Grad. Durch näheres Eingehen in die Natur und die Eigenschaften dieser Curven wird man in die Lage versetzt, die Genauigkeit der Construction, somit auch ihre praktische Verwerthbarkeit noch mehr zu erhöhen; die Untersuchung dieser, auch geometrisch nicht uninteressanten Eigenschaften ist Zweck der folgenden Arbeit.

A. Besondere Punkte und Tangenten. Es seien in Fig. 1 die Curven  $K$  und  $K'$  die Achsen  $Oo$ ,  $Aa$  und  $OA$ , deren Bedeutung analog der in der ersten Abhandlung ist, dargestellt. Bei näherer Betrachtung fallen bald gewisse besondere Punkte und Tangenten auf, und zwar:

VIII. Die Schnittpunkte 4, 11, 1, 8 der Achsen  $Aa$  und  $OA$  mit der Curve  $K$  sind zugleich die ihnen entsprechenden Punkte der Curve  $K'$ , welche somit auch durch diese Punkte hindurchgeht.

IX. Die den Schnittpunkten 6 und 9 der Achse  $Oo$  mit  $K$  entsprechenden Punkte von  $K'$  fallen beide nach  $O$ .

Beide diese Sätze folgen ohne Schwierigkeit aus der allgemeinen Construction der Punkte von  $K'$ .

X. Für die den Schnittpunkten der Achsen  $Aa$  und  $OA$  mit  $K$  entsprechenden, mit ihnen zusammenfallenden Punkte 4', 11', 1', 8' versagt die gewöhnliche Tangenten-Construction. Man muss daher für diese Punkte eine andere Tangenten-Construction aufsuchen. Diese ist für den Punkt 1' ausgeführt, wie folgt:

Nach V wurde der Scheitel  $m'$  derjenigen Parabel construirt, welche die Curve  $K'$  in 1' berührt, und zwar als entsprechend dem Halbirungspunkte  $m$  des Abschnittes  $1l$  der Tangente der Curve  $K$  in 1. Da die Subtangente der Parabel bekanntlich gleich ist der doppelten Abscisse (Parabelachse und Scheiteltangente als Coordinaten-Achsen angenommen), so wurde  $m^*m'$  nach links aufgetragen, das heisst,  $m'm_0 = m'm^0$  gemacht. Durch  $m_0$  geht die Tangente an 1'.

Die gleiche Construction ist auch für 4', 11', 8' anwendbar.

XI. Die Tangenten der mit  $O$  zusammenfallenden Punkte 6' und 9' gehen durch die Projection (6) resp. (9) der Punkte 6 und 9 auf die Achse  $Aa$ .

XII. Den Punkten 2 und 7 mit horizontalen Tangenten entsprechen die Punkte 2' und 7' mit gleichfalls horizontalen Tangenten.

XIII. Den Punkten 5 und 10 mit verticalen Tangenten entsprechen die Punkte 5' und 10' mit Tangenten, die durch  $O$  gehen.

Die drei letzten Sätze folgen ohne Schwierigkeit aus der Construction der Tangenten von  $K'$ .

XIV. Ein interessantes Resultat ergibt die Frage nach den verticalen Tangenten von  $K'$ .

Es habe Fig. 1 der Punkt 3' von  $K'$  eine verticale Tangente. Aus der zur Bestimmung von 3' und der Tangente in 3' nöthigen Construction folgt die Aehnlichkeit der Dreiecke:

$\triangle 3'3(3) \sim \triangle (3)AO$  und  $\triangle 3'(3)t \sim \triangle O3_1(3)$ ,  
woraus die beiden Proportionen sich ergeben, wenn der Kürze halber  $3(3) = y$ ,  $(3)A = x$  und  $OA = a$  gesetzt werden:

$$\frac{33'}{y} = \frac{x}{a}, \text{ somit } 33' = \frac{xy}{a} \quad \dots \quad 1)$$

$$\frac{3't}{a+y} = \frac{\frac{xy}{a}}{x} = \frac{y}{a}, \text{ somit } 3't = \frac{y(a+y)}{a} \quad \dots \quad 2)$$

Durch Verbindung von 1) und 2) erhält man:

$$\text{tang } \alpha = \frac{33'}{3't} = \frac{xy}{a} : \frac{y(a+y)}{a} = \frac{x}{(a+y)}$$

Aus  $\triangle 33_1O$  folgt aber  $\text{tang } \alpha_1$ , ebenfalls  $= \frac{x}{(a+y)}$ ; es ist somit  $\text{tang } \alpha = \text{tang } \alpha_1$ ;  $\alpha = \alpha_1$ ,  
oder in Worten ausgedrückt:

Den Punkten der Curve  $K'$ , in welchen die Tangente vertical ist, entsprechen in der Curve  $K$  Punkte, bei denen die Verticale den Winkel zwischen der Tangente und den Strahl nach  $O$  halbirt.

XV. Schneidet die Achse  $Oo$  die Curve  $K$ , wie es in Fig. 1 der Fall ist, so entsteht in  $O$  eine Schleife; denn den Punkten 6 und 9 entsprechen die Punkte  $6'$  und  $9'$  die nach  $O$  fallen. Da aber nach XI  $6'$  und  $9'$  verschiedene Tangenten haben, so entsteht nothwendig eine Schleife. — Die statischen Momente der beiderseits  $Oo$  liegenden Flächentheile von  $K$  haben entgegengesetzte Zeichen; dasselbe ist bei den in  $K'$  entsprechenden Flächentheilen nach der gewöhnlichen geometrischen Auffassung des algebraischen Sinnes einer Fläche auch der Fall, so dass der Satz folgt:

XVI. Die Curven  $K'$  und  $K''$  geben das statische respective Trägheitsmoment sowohl der Grösse, als dem algebraischen Sinne nach.

B. Die Construction der Curven  $K'$  und  $K''$  stützt sich auf die Punkte und Tangenten der Curve  $K$ ; letztere sind nun in allen praktischen Fällen gegeben. Denn alle in der Praxis üblichen Querschnitte setzen sich aus geraden Linien und Kreisbögen mit bekannten Mittelpunkten zusammen; im ersteren Falle ist die Gerade ihre eigene Tangente; im zweiten Falle sind die Tangenten die Normalen der betreffenden Halbmesser. Somit ist diese constructive Bestimmung der Momente für alle praktischen Fälle gesichert.

Für die gerade Linie lassen sich ausser den allgemeinen, bereits abgehandelten Eigenschaften noch weitere entwickeln, die zur Präcision der Construction beitragen und geometrisch nicht uninteressant sind:

1. Ist die Gerade  $G$  parallel der Achse  $Oo$ , so fällt auch  $G'$  und  $G''$  mit  $G$  zusammen, Fig. 2, was aus XII unmittelbar folgt.

2. Ist die Gerade  $G$  parallel der Achse  $AO$ , wie die Gerade 36 in Fig. 2, so ist  $G'$  eine Gerade  $3'6'$  durch  $O$  und durch den Schnittpunct 4 von  $G$  mit  $Aa$ .  $G''$  ist eine Parabel  $3'' 4'' 5'' 6''$  mit dem Scheitel in  $O$  und der Achse  $Oo$ .

Denn nach V entspricht der Parabelscheitel dem Halbierungspuncte des Abschnittes der Geraden  $G$  zwischen den Achsen  $Oo$  und  $OA$ . Dieser Abschnitt reducirt sich aber in vorliegendem Falle auf den Punct  $O$ , so dass der Parabelscheitel der dem Puncte  $O$  entsprechende Punct, also  $O$  selbst ist.

Die Tangenten an den Eckpuncten  $3''$  und  $6''$  sind nach Früherem leicht zu finden und ist die Construction für den Punct  $6''$  in der Figur ausgeführt.

Aus 1 und 2 folgt, dass für alle Querschnitte, die bloß aus horizontalen und verticalen Geraden bestehen, also bei beinahe sämtlichen aus Blechen und Winkeln zusammengesetzten Querschnitten, die Curven  $K'$  und  $K''$  bloß aus

Geraden und Parabelstücken zusammengesetzt sind, wobei letztere sämtlich  $Oo$  zur Achse und  $O$  zum Scheitel haben.

3. In Fig. 3 sind die Curven  $G'$  und  $G''$  für die Gerade  $G$  dargestellt.

Nach IV und V ist  $G'$  eine Parabel mit horizontaler Achse, deren Scheitel  $M'$  dem Halbierungspuncte  $M$  des Abschnittes 14 der Geraden  $G$  zwischen den Achsen  $OA$  und  $Oo$  entspricht.

Dass  $M'$  der Scheitel ist, ergibt sich auch aus dem Satze XIV.

Es ist nämlich  $1M = M4$ , somit auch  $1M^o = M^oO$ , oder auch  $1M = MO$ .

Die erste und letzte Relation zusammengehalten ergeben:

$$MO = M4,$$

so dass also das Dreieck  $OM4$  ein gleichschenkeliges ist. Dann aber halbirt das Loth in  $M$  den  $\sphericalangle OM4$ , und es muss somit nach XIV dem Puncte  $M$  ein Punct der Parabel  $M'$  mit verticaler Tangente, also der Parabelscheitel entsprechen.

In jedem beliebigen Puncte der Parabel  $G'$  lässt sich die Tangente entweder nach der allgemeinen Regel VI construiren oder auch mittelst des Satzes, dass die Subtangente gleich ist der doppelten Abscisse, wenn der Scheitel  $M'$  als Ursprung eines rechtwinkligen Coordinaten-Systemes mit der Parabelachse als Abscissenachse gewählt wird. Man braucht dann nur die Abscisse des Punctes der Parabel vom Scheitel weg auf der Parabelachse nach der andern Seite hin aufzutragen; durch den Endpunct dieser Strecke geht dann die Tangente.

Uebergehend zur Untersuchung der Curve  $G''$ , sei  $M'$  der Coordinaten-Ursprung für ein rechtwinkliges Coordinaten-System mit der Parabelachse  $M'M^o$  als Abscissenachse, wobei die positiven Abscissen nach links zählen.

Die Parabelgleichung ist die bekannte Scheitelgleichung:

$$1. y^2 = 2px.$$

Zum beliebigen Puncte  $2'$  von  $G'$  werde nach der bekannten Construction  $2''$  bestimmt, dann ist:

$$\triangle 2'' 2' (2') \sim \triangle (2') AO,$$

somit

$$2. \frac{2'' 2'}{2' (2')} = \frac{(2') A}{AO}.$$

Die Coordinaten von  $2'$  sind  $2' M = y$  und  $M M' = x$ ; die Coordinaten von  $2''$  sind  $-x'$  und  $y$ , so dass

$$\left. \begin{aligned} 2' 2'' &= x - x' \\ 2' (2') &= y + M^o A = y + b \\ (2') A &= M' M^o - x = c - x \\ AO &= a \end{aligned} \right\} \dots 3)$$

wenn der Kürze halber

$$M^o A = b \quad AO = a \quad M' M^o = c \dots 4)$$

gesetzt werden.

Die Werthe aus 3 eingesetzt in 2, resultirt:

$$\frac{x - x'}{y + b} = \frac{c - x}{a} \dots \dots \dots 5)$$

Nun ist nach 1.

$$x = \frac{y^2}{2p},$$

also auch

$$c = \frac{(a + b)^2}{2p},$$

welche Werthe, in 5 eingesetzt, ergeben:

$$\frac{\frac{y^2}{2p} - x'}{y + b} = \frac{\frac{(a + b)^2}{2p} - \frac{y^2}{2p}}{a}$$

Diese Relation entwickelt und nach Potenzen von  $y$  geordnet, ergibt die Gleichung:

$$y^3 + (a + b)y^2 - (a + b)^2y - 2apx' - b(a + b)^2 = 0 \dots 6)$$

Dies ist die Gleichung der Curve  $G''$ , die sohin dritten Grades ist.

Dass die Curve durch die Punkte  $1 O$  und den Schnittpunct der Parabel mit  $Aa$  hindurchgeht, folgt bereits aus den allgemeinen Eigenschaften der Curven  $K''$ .

Da ferner  $G'$  keine horizontale Tangente hat, so hat auch  $G''$  keine.

Dem  $\infty$  fernen Punkte der Parabel entspricht auch ein  $\infty$  ferner Punct von  $G''$ , wodurch die Existenz eines solchen bewiesen ist.

Dagegen ist die Frage nach den verticalen und eventuellen Inflexions-Tangenten noch offen.

Die Bedingung für verticale Tangenten ist bekanntlich

$$\frac{dx'}{dy} = 0 \dots \dots \dots 7)$$

Durch Differentiation der Curvengleichung 6 erhält man:

$$3y^2 dy + 2(a + b)y dy - (a + b)^2 dy - 2ap dx' = 0 \dots 8)$$

woraus

$$\frac{dx'}{dy} = \frac{3y^2 + 2(a + b)y - (a + b)^2}{2ap} \dots \dots 9)$$

Dies mit 7 verbunden, ergibt die Bedingungsgleichung für verticale Tangenten:

$$\frac{3y^2 + 2(a + b)y - (a + b)^2}{2ap} = 0 \dots \dots 10)$$

Dies schreibt sich nach einiger Umformung:

$$y^2 + \frac{2}{3}(a + b)y - \frac{(a + b)^2}{3} = 0 \dots \dots 11)$$

Die beiden Wurzeln dieser quadratischen Gleichung sind:

$$y = -\frac{a + b}{3} \pm \sqrt{\frac{(a + b)^2}{9} + \frac{3(a + b)^2}{9}}$$

das ist:

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= \frac{1}{3}(a + b) \\ y_2 &= -(a + b) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 12)$$

Nun ist aber

$$(a + b) = OM^0 = M^0 1 = \frac{1}{2} O 1,$$

so dass

$$y_1 = \frac{1}{6} O 1 \dots \dots \dots 13)$$

$$y_2 = -\frac{1}{2} O 1 \text{ ist.}$$

$y_1$  und  $y_2$  sind die Ordinaten jenes Punctes der Curve  $G''$ , deren Tangenten vertical sind.

Um weiters zu untersuchen, ob die Curve  $G''$  in diesen Puncten nach rechts concav oder convex ist, muss das Zeichen von  $\frac{d^2x}{dy^2}$  bestimmt werden.

Das zweite Differential der Gleichung 6 ist:

$$6y dy^2 + 2(a + b) dy - 2ap d^2x = 0, \quad \frac{d^2x}{dy^2} = \frac{3y + (a + b)}{ap}$$

$$\text{Es ist somit für } y_1 = \frac{1}{3}(a + b),$$

$$\frac{d^2x}{dy^2} = + \frac{2(a + b)}{ap} \dots \dots \dots 14)$$

und für  $y_2 = -(a + b)$ ,

$$\frac{d^2x}{dy^2} = - \frac{2(a + b)}{ap} \dots \dots \dots 15)$$

Die Curve ist somit im Puncte  $y_0$  nach rechts convex, im Puncte  $y_2$  concav; siehe Fig. 3.

Die Bedingung für einen Inflexionspunct ist:

$$\frac{d^2x}{dy^2} = 0 \dots \dots \dots 16)$$

also:

$$3y_3 + (a + b) = 0,$$

das ist:

$$y_3 = -\frac{a + b}{3} = -\frac{1}{6} O 1 \dots \dots \dots 17)$$

Theilt man den Abschnitt 14 der Geraden  $G$  zwischen den Achsen  $OA$  und  $Oo$  in drei gleiche Theile:  $12 = 23 = 34$ , so ist

$$\text{die Ordinate von 2} = \frac{1}{6} O 1 = y_1,$$

$$\text{,, ,, ,, 3} = -\frac{1}{6} O 1 = y_3,$$

$$\text{,, ,, ,, 4} = -\frac{1}{2} O 1 = y_2.$$

Es folgt somit der allgemeine Satz:

Man theile den Abschnitt 14 der Geraden  $G$  zwischen der Achse  $AO$  und  $Oo$  in drei gleiche Theile:  $12 = 23 = 34$ . Dann geht die Curve  $G''$  durch 1, hat im Puncte 2'' und  $O$  verticale Tangenten, im Puncte 3'' eine Inflexion.

Im Puncte 2'' hat  $G''$  die gleiche Krümmung wie die Parabel  $G'$ , im Puncte  $O$  die entgegengesetzte.

Nach dem Satze XIV muss in 2' der Winkel zwischen dem Leitstrahl 2'O und der Tangente durch das Loth halbirt werden. Dadurch ist nebenbei die Lösung der Aufgabe gegeben:

Eine Parabel  $G'$  mit horizontaler Achse  $M'M^0$  und mit dem Scheitel  $M'$  ist gegeben. Ferner in ihr ein Punct  $O$ . Man finde einen zweiten 2' von der Eigenschaft, dass der Winkel, der in 2' durch die Parabeltangente von 2'

und durch den Strahl  $2'O$  gebildet ist, durch's Loth halbirte wird.

Lösung: Man theile die verticale Sehne  $O1$  in 3 gleiche Theile  $O3' = 3'' = 2''$ . Ziehe durch  $2''$  die Linie  $2''2' =$  der Parabelachse bis zum Schnitte  $2'$  mit der Parabel.  $2'$  ist der gesuchte Punkt.

C. Als Beispiel der Verwendung dieser Methode ist Fig. 4 das statische Moment  $M$ , der Schwerpunkt  $S$  und das Trägheitsmoment  $T'$  eines Schienenprofils bestimmt worden.

Die Construction wurde mit Zuhilfenahme und unter Beachtung aller abgeleiteten Eigenschaften der Curven  $K'$  und  $K''$  für die Hälfte des Profils ausgeführt. Die Achse ist  $Oo$ ,  $a = 3\text{cm}$ . Für Punkt 3 ist die Bestimmung der entsprechenden Punkte  $3'$   $3''$  und der betreffenden Tangenten in der Figur ausgezogen. Aehnlich wurden alle Punkte von 1—18 behandelt mit den für gewisse Punkte nach vorhergehenden Sätzen nöthigen Modificationen.

Durch Umfahren mittelst des Planimeters erhielt man die ganze Schienen-Querschnittsfläche:

$$F = 37 \cdot 26 \square \text{cm}.$$

Die positive Fläche von  $K'$  ist 32.43, die negative 17.05. Somit die Differenz  $15.38 \square \text{cm}$ . Diese  $a$  Mal genommen, gibt das statische Moment:

$$M = 3 \times 15.38 = 46.15.$$

Der Abstand  $OS = e$  ist gleich dem Quotienten aus der Fläche  $F$  in das statische Moment  $M$ :

$$e = \frac{46.15}{37.26} = 1.23 \text{cm}.$$

Die Fläche von  $K''$  ist 82.11, somit das Trägheitsmoment in Bezug  $Oo$ :

$$T' = a^2 \times 82.11 = 9 \times 82.11 = 738.99.$$

Nach einer bekannten Formel ist das Trägheitsmoment in Bezug des Schwerpunktes:

$$T = T' + e^2 F - 2 e M,$$

somit:

$$T = 681.85.$$

## Kleinere Mittheilung.

**Die Aufnahme der Schichtenpläne mit dem Messische.** — Die ausserordentlichen Vortheile eines Schichtenplanes als einzig rationelle Grundlage für alle Tracestudien sind zwar etwas spät, aber endlich doch so allgemein anerkannt worden, dass man schon jetzt nur noch mit Mitleid auf die Mühsale der früheren Tracirungsarbeiten zurückblicken kann.

Unstreitig lag das Haupthinderniss, welches der allgemeinen Anwendung der Schichtenpläne im Wege stand, in der schwierigen und zeitraubenden Herstellung derselben, die man anfänglich auch auf dem denkbar mühsamsten Wege erstrebte. In der Tacheometrie ist nun eine Methode gegeben, die, allen Anforderungen der Genauigkeit entsprechend, viel schneller zum Ziele führt, aber für unseren Zweck immerhin noch zeitraubend und umständlich ist. Daher kommt es, dass immer noch nur die schwierigen Partien einer Trace aufgenommen und die leichteren mit einem Nivellement abgefunden werden, das einen bei jeder Abänderung im Stiche lässt, während man getrost behaupten kann: dass in ganz Oesterreich keine Bahn mehr zu bauen ist, bei der nicht die Aufnahme

eines Schichtenplanes in der ganzen Ausdehnung der zu untersuchenden Strecke einestheils wünschenswerth und nöthig, andertheils bezüglich der Kosten zugleich das Billigste ist. Dieses Resultat kann erreicht werden durch die Aufnahme des Terrains mit dem Messische in Verbindung mit Distanzmesser und Rechenschieber.

Schon früher war ich Willens, eine kurze Darstellung dieser Methode zu veröffentlichen, als ich mit der Tacheometrie bekannt wurde.

Da beide Methoden im Principe identisch sind und ich nicht als Nachahmer erscheinen wollte, liess ich meine Absicht fallen.

Die Erfahrungen des letzten Jahres haben mich aber überzeugt, dass die praktischen Erfolge sehr verschieden sind, dass man mit dem Messische quantitativ bedeutend mehr leisten kann, als mit dem Tachymeter, und folglich diese Methode neben der Tacheometrie ihre volle Berechtigung hat.

Wie ich vermüthe, stammt diese Methode aus Frankreich. In der Schweiz wurde sie anfänglich bei der topographischen Vermessung zur Aufnahme der Details angewendet. Die Unbequemlichkeit, Hunderte von Ablesungen logarithmisch zu berechnen, veranlasste den Züricher Ingenieur Eschmann zur Construction des nach Goldschmied benannten Rechenschiebers. Ingenieur Wetli war in der Schweiz der erste, der schon Anfangs der Fünfziger-Jahre diese Methode zur Anfertigung von Schichtenplänen für Tracestudien benützte und bei den von ihm geleiteten Aufnahmen für die Alpenbahnen über Lukmanier und Gotthard in ausgedehntem Maassstabe anwandte.

Seit 1860 wurden in der Schweiz fast sämtliche Tracirungen auf diese Weise durchgeführt.

Wenn nun auch die Grundsätze der Tacheometrie als bekannt vorausgesetzt werden dürfen, so kann es doch nicht vermieden werden, Einzelnes daraus zu wiederholen, um den Zusammenhang nicht zu unterbrechen. Vorerst betrachten wir die nöthigen Instrumente, und zwar:

1. Den Messtisch. Der Messtisch bedarf mit Ausnahme der Kippregel keiner besonderen Einrichtung und kann hiefür jedes ordentliche Instrument verwendet werden. Die meisten der hierzulande üblichen Messtische sind freilich etwas schwer und deshalb unbehilflich. Die gewöhnlich zu dieser Arbeit benützten Instrumente von Goldschmied in Zürich und Kern in Aarau sind, allerdings mit Beeinträchtigung der Stabilität, bedeutend leichter und daher leicht transportabel.

Die Tafel ruht auf einem Messingkopfe mit 3 oder 4 Schrauben und misst 55 bis 60cm im Quadrat. An der unteren Fläche derselben sind 2 Schubleisten aufgeschraubt, in welche eine Kastenboussole eingeschoben wird. Die Magnetnadel derselben ist 21cm lang, der Gradbogen umfasst 26 Grade. Die Schubleisten werden zu einer Kante der Tafel unter dem Winkel aufgeschraubt, welcher der magnetischen Declination des Landes entspricht, so dass die Tafel nach dem Meridiane orientirt ist, wenn die Nadel auf Null einspielt.

Die Kippregel trägt eine Libelle und einen Höhengradbogen, mit Höhen- und Tiefenwinkeln von je 45 Grad. Mit dem Nonius können einzelne Minuten abgelesen werden. Die Theilung soll kräftig und ohne Loupe ablesbar sein.

Wenn man das Lineal von der Kippregel abschraubt, so kann letztere auf das Stativ aufgesetzt werden, und man hat dann ein einfaches Nivellir-Instrument. Das Lineal ist mit einem Parallel-Lineal versehen, dessen Gebrauch später gezeigt wird.

Das Fernrohr hat circa 4 Decimeter Brennweite und ist zum Distanzmessen eingerichtet. Der Abstand der Distanzfäden vom Mittelfaden ist etwas variabel, und zwar können sie auf das Verhältniss 1:100 der Ablesung zur Distanz eingestellt werden.

Die Fernrohre der Goldschmied'schen und Kern'schen Instrumente speciell sind nicht annalatisch, und es wäre also zu jeder Ablesung die Constante von circa  $\frac{1}{2}\text{m}$  zuzuschlagen. Nachdem aber die aufzunehmenden Terrainpunkte selbst nicht so scharf pointirt sind und man grössere Distanzen mit Sicherheit nur auf ganze Meter (respective Centimeter) ablesen kann, so ist die Constante nur bei kurzen Distanzen und bei Aufnahme von Gebäuden oder ähnlichen fixen Punkten zu berücksichtigen. Selbstverständlich unterliegt die Anbringung eines annalatischen Fernrohres keinerlei Schwierigkeit.

Dem Gebrauche des Instrumentes geht natürlich dessen Justirung voraus. Diese bezieht sich auf den Parallelismus des Niveau's mit der optischen Achse; auf die Uebereinstimmung der Nullpunkte des Kreises

und dessen Nonius beim Einspielen der Libelle und auf die richtige Stellung der Distanzfäden. Es ist wichtig, dass beide Distanzfäden vom Mittelfaden gleichweit abstehen, da man im coupirten Terrain häufig nur einen Theil der Latte sieht und dann mit dem Mittelfaden und einem Distanzfaden, also mit der Verhältnisszahl 1 : 200 arbeiten muss.

Eine weitere Fehlerquelle ist die Unebenheit des Messtischblattes, welche bewirkt, dass beim Einspielen der Libelle die Nullpunkte des Höhenkreises und Nonius nicht mehr übereinstimmen, sondern ein Collimationsfehler von mehreren Minuten entsteht. Dieser Fehler kann nicht von vornherein beseitigt werden, sondern ist bei den Höhenwinkelmessungen zu beobachten und in Rechnung zu bringen.

Eine sehr zweckmässige Eintheilung der Latte ist die von Herrn Werner angegebene von 2 zu 2 Centimeter, mit deutlicher Hervorhebung der Decimeter. Wird noch die Theilung des 1. und 3. Meters links, die des 2. und 4. Meters rechts aufgetragen, so ist die Ablesung möglichst erleichtert.

Der zur Berechnung dieser Aufnahmen nöthige Rechenschieber von Goldschmied enthält die Scalen der Logarithmen von 1—10; der Logarithmen von  $\cos^2 \varphi$  von 0 bis  $40^\circ$  und derjenigen von  $\sin. \cos$  für den Winkel von 35 Minuten bis 45 Grad.

Vor der Aufnahme wird das Messtischblatt mit gutem Zeichnungspapier bezogen und dasselbe an den Rändern mit Mundleim befestigt.

2. Die Aufgabe, die Lage eines Punctes im Raume, oder dessen Azimuth, Horizontal- und Verticalabstand in Bezug auf einen gegebenen Punct zu bestimmen, wird nun folgendermaassen gelöst:

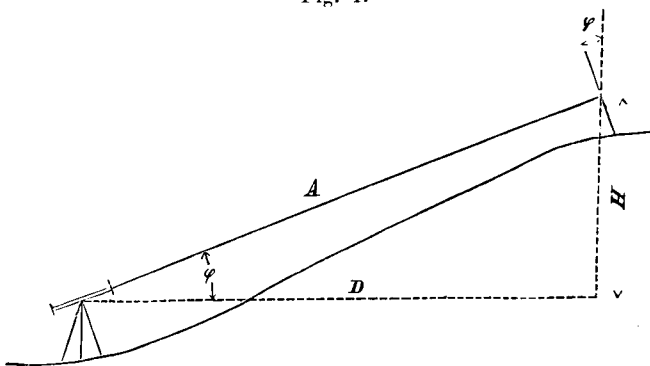
Man stellt den Messtisch auf dem gegebenen Puncte mittelst der Diopterlibelle horizontal auf, orientirt ihn nach der Boussole und misst die Instrumentenhöhe, weil man immer, wie beim Nivelliren, vom Horizonte des Instrumentes ausgeht und rechnet. Auf dem zu bestimmenden Puncte wird die Latte vertical aufgestellt und zuerst die Distanz abgelesen, das heisst die Anzahl Centimeter, welche die Distanzfäden auf der Latte zwischen sich abschneiden, und welche in Wirklichkeit so viele Meter repräsentiren. Diese Ziffer wird sofort auf dem Rechenschieber eingestellt, dann der Höhenwinkel abgelesen, wobei man die Correctur einer allfälligen Collimation anbringt, dieser Winkel ebenfalls eingestellt und gleich die auf den Horizont reducirte Distanz und der Höhenunterschied beider Puncte mittelst des Rechenschiebers ausgerechnet. Die Distanz wird auf der Tafel im gewählten Maassstabe längs dem Lineale aufgetragen und die durch Addition des Höhenunterschiedes zur Côte des Instrumentes erhaltene Meereshöhe beigeschrieben, und die Aufgabe ist gelöst.

Es ist theoretisch natürlich gleichgiltig, ob die Winkel vom Zenith oder Horizont aus gezählt werden, und ob der rechte Winkel in 90 oder 100 Grade getheilt ist. In unserem speciellen Falle bei Anwendung der Goldschmied'schen Instrumente haben wir Sexesimaltheilung und Zählung der Winkel vom Horizonte aus, also Höhen- oder Tiefenwinkel, und die zur Berechnung dienenden Formeln sind folgende:

Nennen wir die Anzahl der auf der Latte mittelst der Distanzfäden abgelesenen Centimeter gleich durch Multiplication mit 100 in Meter verwandelt, die Ablesung  $A$  und nehmen an, die Latte wäre senkrecht auf den Visirstahl gehalten worden, und der Höhenwinkel sei  $= \varphi$ , so wäre offenbar die

$$\begin{aligned} \text{Horizontal-Distanz } D &= A \cos \varphi \text{ und der} \\ \text{Höhenunterschied } H &= A \sin \varphi \text{ (Fig. 1).} \end{aligned}$$

Fig. 1.



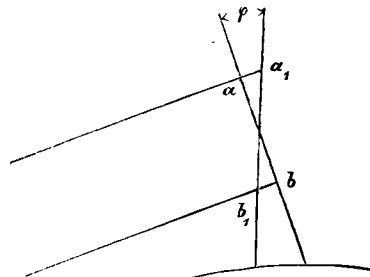
Nun muss aber unter allen Umständen die Latte vertical gehalten werden, steht also auf der Visirrichtung nur senkrecht, wenn der

Höhenwinkel  $= 0$  ist; in allen anderen Fällen bildet sie mit dem Visirstrahle den Winkel  $90^\circ + \varphi$ . Sie wird also von den Visirstrahlen schief getroffen, und man hat  $\frac{A}{\cos \varphi}$  statt  $A$  abgelesen. Obige Ausdrücke müssen also noch mit  $\cos \varphi$  multiplicirt werden, und man hat schliesslich (Fig. 2)

$$\begin{aligned} \text{Distanz } D &= A \cos^2 \varphi, \\ \text{Höhe } H &= A \sin \varphi \cos \varphi. \end{aligned}$$

Für diese Formeln ist, wie schon bemerkt, der Goldschmied'sche Rechenschieber eingerichtet. Man stellt zuerst den Nullpunct des äusseren oder Cosinus<sup>2</sup>-Schiebers auf den der Ablesung entsprechenden Theilstrich oder Intervall des Lineals und liest beim entsprechenden Höhenwinkel des Cosinus-

Fig. 2.



$$a b = A = a_1 b_1 \cos \varphi.$$

Schiebers auf dem Lineal die Horizontal-Distanz ab. Hierauf wird der Winkel  $\varphi$  des inneren oder Sinus Cosinus-Schiebers auf den gleichen Nullpunct eingestellt, und der Index dieses Schiebers zeigt auf der Scala des Lineals die Höhendifferenz an. Von dieser ist bei positiven Höhen noch die Lattenhöhe, auf welche der Mittelfaden eingestellt, also der Höhenwinkel  $\varphi$  gemessen war, abzuziehen, bei negativen Höhen zuzuzählen, und man hat die Höhe des aufgenommenen Punctes über dem Horizonte des Instrumentes.

Die Ausführung dieser Manipulation im Felde mag in der Beschreibung complicirt erscheinen, ist es aber durchaus nicht. Es sind dabei einige Handgriffe, welche die Sache sehr vereinfachen.

So wird zur Ablesung der Distanz der eine Distanzfaden auf einen ganzen Meterstrich der Latte eingestellt, und man zählt von diesem bis zum anderen Faden gleich die Lattentheile in Gedanken mit 100 multiplicirt ab, z. B. 100, 200, 300, 10, 20, 30, 37 als  $337^m$  und braucht sich so um die Ziffern auf der Latte gar nicht zu kümmern. Da sich die Distanzablesung innerhalb kleiner Winkeldifferenzen nicht ändert, so wird dann der Mittelfaden auf den nächsten Meterstrich eingestellt, um die Lattenhöhe in ganzen Metern leichter behalten zu können. Das schnelle Auftragen wird durch das Parallel-Lineal wesentlich erleichtert, indem man den einen Zirkelfuss in den Stationspunct einsetzt, das Parallel-Lineal an denselben hinschiebt und längs dessen Kante die Distanz abträgt.

Wenn man sich die Côte des Instrumentes auf den Blattrand schreibt, so kann alles Uebrige leicht im Kopfe gerechnet werden, und es dauert die ganze Operation 1—2 Minuten.

Das Charakteristische dieser Methode besteht also darin, dass die Azimuthwinkel nicht erst gemessen, sondern gleich graphisch aufgetragen werden, und dass auch die Berechnung und Zeichnung der Situation im Felde ausgeführt wird.

3. Bei der Aufnahme eines ganzen Terrainstreifens, wie solche für Tracen erforderlich sind, ist noch Folgendes zu beobachten:

Die vorgängige Absteckung und Festlegung einer Operationsbasis ist nicht nöthig, es genügt ein vorher ausgeführtes Nivellement, mittelst welches Control- oder Fixpuncte in Abständen von 500 bis  $1000^m$  längs der aufzunehmenden Strecke bestimmt werden. Auf einer vorhandenen Karte wird die Blatt- oder Sectionseintheilung gemacht und so jedem Geometer seine Strecke zugewiesen; mit Angabe der Breiten- oder Höhenausdehnung, welche die Aufnahme umfassen soll.

Der erste Standpunct ist immer zugleich Anschlusspunct an das Nebenblatt und wird mit einem Pflöcke bezeichnet. Ist das Instrument orientirt, so wird vor Allem auf ein entferntes Object, möglichst parallel dem Blattrande, eine Visur, die sogenannte Anschlusslinie, gezogen; welche Operation später der Nachbar auf seinem Blatte und auf dem gleichen Puncte ebenfalls ausführt. Hiedurch ist der Anschluss der Blätter hergestellt.

Von diesem ersten Standpuncte nimmt man nun das sichtbare Terrain auf, soweit es auf das Blatt fällt, und bestimmt schliesslich in der Richtung, in der man vorzugehen hat, einen oder nach Bedarf mehrere Fixpuncte. Ist die erste Station fertig, so stellt sich der Figurant auf den zu benützenden Fixpunct, während man mit dem Instrumente weiter

vorwärts geht und sich einen zweiten Standpunct wählt und so fort. Am Blattende wird wieder der Anschlusspunct fixirt und die Anschlusslinie gezogen. Zugleich wird die Boussole-richtung auf das Blatt gezeichnet, indem man das Gehäuse auf das Blatt setzt und so lange verschiebt, bis die Nadel einspielt, dann längs des Gehäuse-landes eine Linie zieht. Auch der Maassstab wird vor dem Abschneiden des Blattes darauf gezeichnet.

Mit Ausnahme der Parcellengrenzen wird Alles aufgenommen, was einestheils zur Darstellung der Situation und des Terrains, anderntheils zur Aufstellung einer approximativen Kostenberechnung, ferner zur Orientirung und möglichst sicheren Auffindung der Linie bei der nachfolgenden Absteckung nöthig ist; also alle Gebäude, Strassen- und Wasserläufe, Meilenzeiger, Bildstöcke und Culturgrenzen. Die letzteren sind zur vorläufigen Berechnung der Grundeinlösung genügend, während die Aufnahme der einzelnen Parzellen zu viel Umstände macht und deshalb auch bei den tacheometrischen Aufnahmen weggelassen wird.

In der Ebene ist es am besten, wenn der Figurant erst den Lauf der Strassen und Bäche verfolgt und in das so erhaltene Netz die nöthigen Zwischenpuncte einbezieht. An der Lehne dagegen soll er stets in parallelen Reihen horizontal gehen, wobei er alle Vorsprünge und Schluchten schneidet. Einige einfache Hornsignale, mit welchen der Figurant Wege und Wasser anzeigt, leisten sehr gute Dienste. Die Situation wird während des Fortschreitens der Aufnahme successive eingezeichnet, ebenso die Schichtenlinien.

Die Bestimmung der Stations- und Fixpuncte hat mit zweimaliger Distanzablesung und zwei verschiedenen Höhenwinkeln zu geschehen, Die Blätter werden schliesslich mit den übrigen Farben ausgezogen, dann zusammenhängend copirt, und der Schichtenplan ist fertig.

4. Es erübrigt noch, die Uebertragung der nach dem Schichtenplane projectirten Linie auf das Terrain zu behandeln. Im offenen Gelände hat dies keine Schwierigkeit. Hier bieten die aufgenommenen Gebäude, Strassen, Bäche und Culturgrenzen Anhaltspuncte genug, von denen aus die Linie mit Sicherheit eingemessen werden kann. An Lehnen und im waldigen Terrain könnte man sich ein Netz von Pföcken schlagen und dieselben als Operationsbasis für die künftige Absteckung in die Aufnahme einbeziehen. Allein die Pföcke gehen bald verloren, und da hilft man sich wieder mit dem Messtisch. Das Schichtenblatt wird auf die Tafel geheftet und von einem der nivellirten Fixpuncte oder sonst einem sicheren Puncte ausgegangen. Zur Orientirung wird die Boussole an den daselbst gezeichneten magnetischen Meridian angelegt, und man sucht nun erst einen Punct der Trace auf und geht dann von diesem aus auf derselben stationirend vorwärts, indem man zur Aufsuchung eines Punctes den Figuranten in der vorgezeichneten Richtung so weit gehen lässt, bis man die gewünschte Distanz abliest. Zur Controle berechnet man die Höhe, in welcher der Punct liegen soll. Auf diese Art erhält man die gesuchte Linie mit aller Genauigkeit.

5. Vergleichen wir nun die Resultate der Messtischaufnahme mit jenen durch die Tacheometrie erhaltenen, so sind die letzteren unstrittig genauer. Zwar die gegenseitige Lage der Puncte je einer Station erhält man mit dem Messtische ebenso genau, denn dieses graphische Bestimmen der Horizontalwinkel ist durchaus correct. Anders ist es mit der gegenseitigen Lage der Stationen. Diese werden in Folge der täglichen Schwankungen der Magnetnadel ohne Zweifel etwas gegeneinander verdreht. Das könnte vermieden werden durch vorherige Festlegung einer Operationslinie; ferner durch die Bestimmung der Stationen von zwei Fixpuncten aus. Für gewisse Zwecke und grossen Maassstab müsste dies unbedingt geschehen. Für Tracirungen und den Aufnahmsmaassstab von 1 : 2880 ist dies nicht einmal nöthig. Die einzige Folge dieser Unterlassungssünde ist die, dass nachher bei der Absteckung die Tangentenwinkel und folglich die Längen der Geraden und Curven sich gegenüber dem Vorausmaasse um ein Merkliches ändern.

Die grössere Genauigkeit der tacheometrischen Aufnahme geht übrigens beim Auftragen zum grössten Theile wieder verloren, und auch sie vertraut ihre Resultate schliesslich dem veränderlichen Papiere an. Die Aufschreibung der Beobachtungen hat nur Sinn und Werth, wenn die Resultate für lange Zeit erhalten bleiben sollen. Dies ist beim Schichtenplane nicht der Fall. Er ist nicht das Gesuchte selbst, sondern nur das Mittel zum Zwecke und wird nachher ad acta gelegt. Deshalb ist auch eine übergrosse Aengstlichkeit gar nicht nöthig. Die Erdoberfläche bildet ja auch keine geometrischen Figuren, die man so gleich-

sam bis auf die Decimale hinaus bestimmen könnte, und das Zerlegen derselben in Polyeder ist zwar als theoretischer Ausdruck ganz richtig, läuft aber in der Praxis einfach darauf hinaus, dass man so viele Puncte des Terrains aufnimmt, als zur richtigen Darstellung desselben für einen gegebenen Zweck nothwendig sind.

Die Hauptsache ist immer, dass man grobe Fehler vermeidet. Hier hat nun der Messtisch einen doppelten Vorzug vor dem Tachymeter. Erstens hat man bei Einzeichnung der Situation und der Schichtenlinien immer das Terrain als Vorlage und als Controle vor sich; man kann sich in jedem Augenblicke durch Rückwärtsvisiren auf bereits aufgenommene Puncte controliren und überzeugen, ob man richtig gearbeitet hat. Zweitens kann man bei den Schichtenlinien manche Nuance, die aus den aufgenommenen Puncten nicht resultiren würde, sowie manches Detail der Situation, dessen Beschreibung sehr umständlich wäre, nach freiem Auge einzeichnen. Es ist also bei der Messtischaufnahme für den, der offene Augen hat, fast unmöglich, grössere Fehler zu begehen, ohne sie gleich zu entdecken. Mir scheint es unzweifelhaft, dass für die Aufnahme eines Schichtenplanes die Tacheometrie noch viel zu umständlich ist, und vielfache Erfahrungen haben mir bewiesen, dass die mit dem Messtische erhaltenen Resultate durchaus genügend sind.

Betrachten wir nun die Kehrseite des Bildes, die Leistungsfähigkeit, so ist der Messtisch im entschiedenen Vortheile. Es entfällt die Notirung der Daten und der grösste Theil der Bureauarbeit. Ein geübter Geometer ist im Stande, zwei Figuranten fortwährend in Thätigkeit zu erhalten. Die Abrichtung derselben zum selbstständigen Auswählen der Puncte ist nicht so schwierig, wie die zum genauen Messen mit Latten oder Ketten, und nach zwei, drei Tagen geht es schon ganz ordentlich. Ich habe z. B. unter Slaven, Wenden und Walachen, mit denen ich mich kaum verständigen konnte, ganz brauchbare Leute gefunden.

Alles hier Gesagte bleibt auch dem neuen Tachymeter von Kreuter gegenüber bestehen.

Aus dem Vorhergehenden folgt ganz einfach, dass man mit dem Messtische und dem gleichen Personal bedeutend mehr leisten kann, als mit dem Tachymeter. Dies wird auch durch die nachfolgenden Daten vollkommen bestätigt.

Da ich selbst mit dem Tachymeter nie gearbeitet habe, so stütze ich mich auf die Angaben eines darin erfahrenen Ingenieurs, der, ohne den Zweck meiner Anfrage zu kennen, mir Folgendes mittheilte:

Eine Arbeitsgruppe von drei Technikern und acht Arbeitern nimmt, exclusive Legen der Operationslinie, Vornivellement und Bureauarbeit, mit dem Tachymeter in einem Tage auf:

- a) Im ganz offenen Terrain an sanfter Lehne 20 Hectaren;
- b) an sanfter bewaldeter Lehne 7 Hectaren;
- c) an steiler bewaldeter Lehne 5 Hectaren.

Hiebei wurden die Parcellengrenzen nicht aufgenommen. Die Anzahl der einbezogenen Puncte war durchschnittlich 33 per Hectare; Maassstab 1 : 2880. Nehmen wir nun, um einen Durchschnitt zu erhalten, einen Quadratkilometer mit 70 Hectaren offenem, 20 Hectaren mittelschwierigem und 10 Hectaren ganz schwierigem Terrain an, so wären zur Aufnahme dieses Quadratkilometers mit dem Tachymeter nach obigen Angaben nöthig:

circa 25 Tagschichten eines Ingenieurs und  
68 Tagschichten eines Arbeiters.

Aus meinen Erfahrungen theile ich folgende Resultate über Messtischaufnahmen mit: Die Aufnahme eines Quadratkilometers bei nachfolgenden Strecken erforderte:

	Ingenieur-Tagschichten	Arbeiter-Tagschichten
1. Im Maassstabe 1 : 2880:		
a) Die 2. Section der Kaschau-Oderberger Bahn von Abos gegen Phönixhütte, zur Hälfte offen, zur Hälfte steiler, felsiger Wald . . . . .	9	27
b) Die 5. und 6. Section derselben Bahn, Gegend von Poprad, $\frac{2}{3}$ offen und coupirt, $\frac{1}{3}$ steiler Wald . . . . .	3	9
c) Die Strecke Traunkirchen-Ebensee der Salzkammergut-Bahn, äusserst schwierig . . . . .	11	33
d) Die Strecke Hallstadt-Oberkainisch derselben Bahn, $\frac{1}{3}$ offen, $\frac{2}{3}$ steiler felsiger Wald . . . . .	7.6	23



	Ingenieur-Tagschichten	Arbeiter-Tagschichten
2. Das Popradthal von Poprad bis Leluchow, meistens günstiges Terrain, erforderte im Maassstabe 1 : 4000 . . . . .	4.5	14
3. Die Strecke Tarnow-Grybow-Sandec-Mnissek, offenes, aber coupirtes Terrain, in 1 : 10.000 aufgenommen, erforderte . . . . .	2 1/2	8
4. Die Strecke von Dobschau nach Poprad, 1/5 offen, 4/5 theils felsig, theils dicht bewaldet, im Maassstabe 1 : 20.000 aufgenommen, erforderte . .	0.5	1.5
5. Die Linie Marmaros-Sziget durch das Vissothal über die Karpathen nach Jakobeng und Kimpolung bis Suczawa, im Maassstabe von 1 : 28.000 aufgenommen, 1/3 offen, 2/3 bewaldet und ausserordentlich coupirt, erforderte . . .	0.8	2.5

Die beiden letzteren Aufnahmen wurden als Vorstudien ausgeführt, statt barometrischer Höhenmessungen.

Diese Daten werden genügen, um das Vortheilhafte und die Berechtigung dieser Methode auf's Evidenteste darzulegen.

Joh. Conrad Schneider,  
Ingenieur.

### Literarische Rundschau.

#### Amerikanische Walzwerkseinrichtung.

Den Vorträgen des Ingenieurs Alex. L. Holley, welche dieser theils in der Gesellschaft der amerikanischen Civil-Ingenieure, theils vor den Studenten des Stevens'schen technologischen Institutes und dem Iron and Steel Institute in England, hielt, verdanken wir die Kenntniss vieler ingenieüser Details, welche in den amerikanischen Eisen- und Stahlhüttenwerken zur Ausführung gelangten und die Leistungsfähigkeit dieser Werke in höchst anerkannter Weise steigerten. Wenn auch wir darauf verzichten müssen, hier diejenigen Situations-Skizzen, welche den Vorträgen von Holley beifolgt, wiederzugeben, und zwar stellten sie eine Stahlhütte und mehrere Walzwerke dar (man sehe deshalb „Engineering“ 1873, 1874, „Journal of the Iron and Steel Institute“ 1874, „Revue universelle“ 1875), können wir nicht umhin, auf dieselben besonders aufmerksam zu machen, da sie als neue Werke alle bisher gemachten Erfahrungen zu verkörpern bestimmt waren.

Das Edgar Thomson'sche Walzwerk (Eigenthum der Firma Carnegie Mac Candless and Comp.) bei Pittsburgh ist auf Stahlschienen eingerichtet, und zwar sollen hier die Ingots nicht durch Bearbeitung unter dem Hammer dichter gemacht werden, sondern zwischen Walzen diese Operation sich vollziehen; Holley vertritt seit längerer Zeit ein solches Vorgehen, da die vorzüglichste Eigenschaft des Stahles, die Homogenität, durch ein Zangen zwischen Walzen besser gewahrt bleibe, als bei der Bearbeitung unter dem Hammer. (Es müssen die Walzen von genügend grossem Durchmesser und nicht mit rasch abnehmenden Calibern gewählt werden, da sonst die Rohschiene an Festigkeit einbüsst.) Versuche, die man mit Schienen welche, unter dem Hammer bearbeitet wurden, und solchen, die blos zwischen Walzen gezängt wurden, machte, ergaben keine Resultate, die auf eine abweichende Qualität der Schienen zu schliessen gestatteten; somit erscheint die Anwendung eines Zangwalzwerkes als vortheilhaft, da dasselbe billiger arbeitet und viel mehr leistet. Schliesslich verfügen die amerikanischen Hütten über keine so kräftigen Hämmer, unter denen man Ingots für zwei bis drei Schienenlängen bearbeiten könnte, während in dem Zangwalzwerk selbst Ingots für vier Schienen ohne Mehraufwand an Bedienung gezängt werden können.

Die rothglühenden Ingots werden in der Bessemer-Hütte auf einen Wagen gestellt, der durch eine Locomotive bis vor einen doppelten Flammofen des Walzwerkes gebracht wird; von da aus gelangt der Ingot auf einen Karren, welcher sich auf einer Bahn, die zur Walzenstrasse abfällt, befindet, zu den Zuführtischen, deren sinnreiche Construction das Verdienst des rühmlich bekannten Hüttenmannes Georg Fritz in Bethlehem ist. Bei Anwendung dieser Zuführtische an einer Grobstrecke ist man im Stande, bei einer Bedienung, bestehend aus zwei Mann und einem Jungen, einen Ingot von 1 Tonne in 3 1/2—4 Minuten bei 16 bis

18 Passagen von 0.35<sup>m</sup> im Quadrat auf einen Barren von 0.175<sup>m</sup> im Quadrat zu bringen.

Zwei Tische können durch die Stangen mittelst hydraulischen oder Dampfdruckes entweder gehoben oder niedergelassen werden, je nachdem sich der betreffende Cylinder ober- oder unterhalb der Hüttensohle befindet. Beide Tische enthalten Leitwalzen, welche nach entgegengesetzter Richtung umlaufen können. Auf die Zapfen der Leitwalzen sind Sternrädchen gesteckt, in welche Transporträder eingreifen, daher sich alle Walzen zu gleicher Zeit in demselben Sinne bewegen müssen.

Der Zapfen der zweiten Leitwalze trägt ein Keilrad, welches den Walzen die Bewegung in dem einen oder anderen Sinne ertheilt, je nachdem sich der Tisch in der tiefsten oder obersten Lage befindet. Das genannte Keilrad kann von zwei anderen Keilrädern angetrieben werden, die in entgegengesetzter Richtung umlaufen. Der Antrieb dieser beiden Keilräder erfolgt durch eine Riemscheibe, welche auf einer Welle sitzt, die in zwei Consolen festgelagert ist und ein Stirnrad aufgekeilt trägt. Das eine von den genannten zwei Keilrädern dreht sich in Folge dessen stets im selben Sinne; es ruht nicht in fixen Lagern, sondern ist in den schwingenden Hängschienen aufgehängt; das zweite Keilrad erhält in Folge der eingeschalteten Räder die entgegengesetzte Bewegung.

Denken wir uns auf die in Ruhe befindlichen Leitwalzen einen Ingot gelegt, so werden, wenn man die Hängschienen, beziehungsweise das in steter Drehung befindliche Keilrad, an das von der Leitwalze getragene Keilrad anlegt, durch dieses alle Leitwalzen in Drehung versetzt und der Ingot ohne irgend welche Nachhilfe in die Walzen eintreten. Auf ähnliche Weise wird der Ingot auf der entgegengesetzten Seite wieder in die Walzen eingeführt und kommt nach der Passage auf den mittlerweile gehobenen Tisch zurück. Die Hängschienen werden nun so gestellt, dass das Keilrad mit jenem in Eingriff kommt und der Ingot aus den Walzen durch die Leitwalzen aus dem Bereich des Gerätes geschafft wird. Der Zuführtisch wird herabgelassen und dieselben Operationen wiederholen sich. Ein Mann ersetzt bei dieser Anordnung das, was sonst erst sechs Mann bei grösster Anstrengung zu leisten im Stande wären.

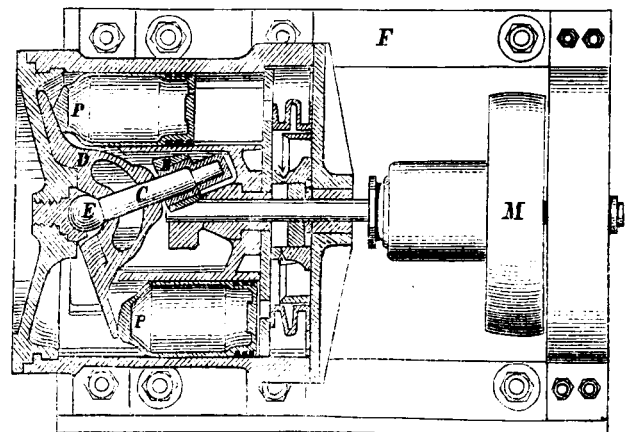
Eine weitere Vorrichtung bezweckt, den Ingot nach jeder Passage um 90° zu wenden. Es geschieht dies mit einer Prätze, welche auf dem Rahmen eines Wagens angebracht ist und eine abgechrägte Fläche zeigt. Der Wagen wird vom Kolben des Cylinders gezogen.

Zum Schlusse dürfte es angenehm sein, zu erfahren, dass sich diese Anordnung in all' ihren Theilen auf den Walzwerken zu Troy Joilet und auf dem Edgar Thomson'schen zu Pittsburgh bewährt hat.

#### West's Dampfmaschine.

Auf einem Frame *f* (Fig. 1) ist ein cylindrisches Gehäuse gelagert, welches sechs Cylinder vereinigt, die in einem Kreise concentrisch

Fig. 1.



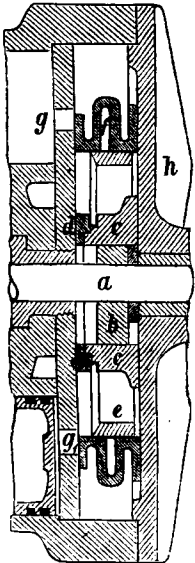
zur Welle *a* disponirt sind. Jeder der sechs Dampfzylinder enthält einen hohlen Kolbenkörper *P*, welcher mit einer stumpf conischen Endfläche versehen ist, mit welcher er gegen die Scheibe *D* drückt.

Die Scheibe *D* sitzt auf der Welle *C*, welche einerseits einen Kugelzapfen erhalten hat, welcher in einer entsprechenden Rothgusspfanne gelagert ist, andererseits in eine Rothgussbüchse eintritt, welche

in der Kurbel *B* angebracht ist. Die Dampfkolben sind ständig mit der Scheibe *D* in Berührung, da sie nur von einer Seite dem Dampfdruck ausgesetzt sind, welcher sie eben an die Scheibe anzudrücken bestrebt ist. Die Kurbelwelle macht eine Umdrehung für jeden Doppelhub der Dampfkolben, und da jeder derselben nur während einer halben Umdrehung wirksam ist und stets drei Kolben mit der Scheibe *D* in Berührung stehen (überdies ein todter Punkt gar nicht vorkommen soll), so ist ein Schwungrad für überflüssig angesehen worden und auf die Kurbelwelle nur eine Riemscheibe zum Antrieb einer Gegenwelle aufgesteckt.

Die Steuerung ist aus nebenstehender Figur ersichtlich; auf der Kurbelwelle *a* ist das Excenter *b* aufgekeilt, welches auf einen Ring *c* wirkt, welcher den ihn umgebenden Ring *f* bewegt. Der Ring *f* ist der eigentliche Vertheilungsschieber; das aus Fig. 2 ersichtliche Profil dieses Schiebers wurde deshalb gewählt, um ihn einigermaassen elastisch zu machen, wodurch ein besserer Abschluss der in Contact kommenden Flächen bewirkt wird. Der innere Ring besteht aus zwei Theilen *c* und *d*, welche durch einen eingelegten Spannring von U-förmigem Querschnitt an die zu dichtenden Flächen angedrückt werden. Der Admissionsdampf tritt durch drei ovale Oefnungen des Deckels *h* in den zwischen den Ringen *c* und *f* belassenen Raum und wird je nach der Lage des Schiebers *f* den Cylindern zugeführt oder aus diesen austreten gelassen. Die Eintrittscanäle *g*:*g*<sub>1</sub> an den Dampfzylindern sind segmentförmig nach einem zur Kurbelachse concentrischen Kreise geformt und nehmen in jedem Cylinder die ganze zur Verfügung stehende Breite ein; ihre Höhe zeigt Fig. 2; da die Canäle kurz sind, so vermindern sie die schädlichen Räume. Der Austritt des Dampfes erfolgt in den Raum ausserhalb des Schiebers *f* und innerhalb des Maschinengehäuses und wird von da durch eine am Boden anschliessende Leitung weitergebracht.

Fig. 2.



Der Gang der Maschine ist etwa der folgende: Durch das nacheinander erfolgende Andrücken der Dampfkolben an die Scheibe *D* ertheilt letztere der Welle *O* eine oscillirende Bewegung; da jedoch dieselbe mit der Kurbel *B* verbunden ist, so beschreibt die Mittellinie von *O* eine Kegelfläche, deren Grundlinie der Kurbelkreis, deren Scheitel im Mittel des Kugelzapfens *E* liegt. Während drei Dampfkolben effectiv wirksam sind, werden die übrigen drei Kolben in ihre Cylinder durch die Scheibe *D* zurückgeschoben; inzwischen hat der Dampfaustritt stattgefunden; der Gegendruck im Cylinder genügt, um die Kolben zum ununterbrochenen Anliegen an die Scheibe *D* zu zwingen.

Die Scheibe *D* ist an der den Dampfkolben zugekehrten Seite gedreht und abgeschrägt, um den Dampfkolben, welche, wie erwähnt, in stumpfe Kegel endigen, eine bessere Auflagefläche zu bieten. An der dem rückwärtigen Deckel zugekehrten Seite ist die Nabe der Scheibe *D* conisch ausgedreht, um sich an die ebenso hergestellte Nabe anzulegen.

Um rasch zu den Kolben und Dampfzylindern gelangen zu können, ist der rückwärtige Deckel nur durch einen Bajonetverschluss mit dem Gehäuse verbunden. Eine derartige Maschine soll acht Monate ununterbrochen bei den Erbauern West and Comp. in London in Thätigkeit gewesen sein; obwohl als achtperfdige Hochdruckmaschine entworfen, leistete sie regelmässig 10–12 Pferdestärken und wurde auf 22 effective Pferdestärken gebremst. Daten über Nutzeffect und Kohlenverbrauch werden von unserer Quelle („Engineering“ 9. Juli 1875) in Aussicht gestellt. Im Ganzen ist der Maschine Compendiosität nicht abzusprechen, und dürfte sie sich nach Angabe der Erbauer besonders zum directen Antrieb rasch gehender Arbeitsmaschinen, z. B. Ventilatoren, Kreissägen, Centrifugen u. dgl., mehr eignen, doch dürfte ihr die Brotherhood and Hardingham'sche Dreicylinder-Dampfmaschine vorzuziehen sein, deren vielseitige Anwendung wohl die genannten Erbauer zu dieser Lösung der Aufgabe geführt hat, wie auch die von Willan bei John Penn and Comp. in Greenwich (Dingler's polyt. Journal, Band 214, Tafel II, „Engineering“ 1875, pag. 221) zum directen Antrieb eines Ventilators entworfene Dreicylinder-Dampfmaschine, obwohl

gänzlich von der Brotherhood and Hardingham'schen abweichend, denn doch als auf dem von dieser Firma gegebenen Impuls basirend angesehen werden kann.

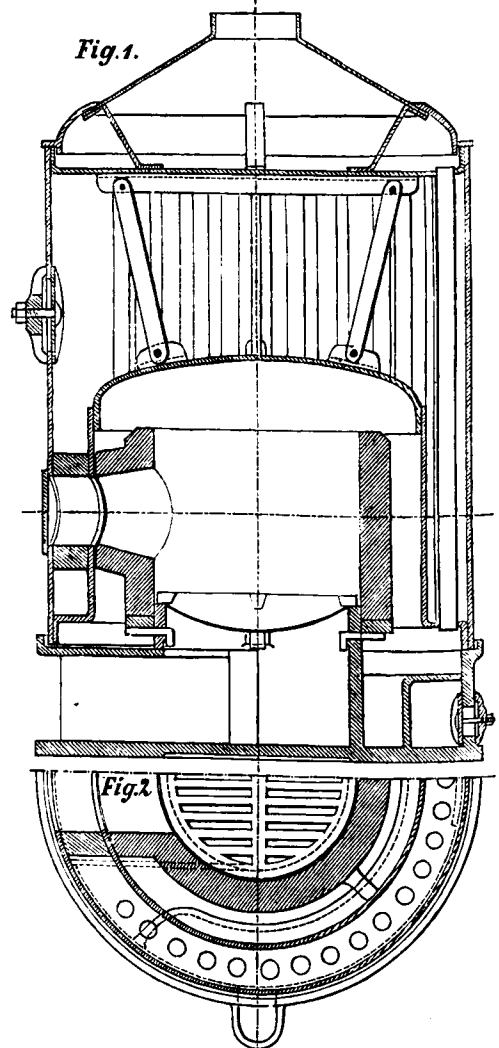
Trotzdem sich die Brotherhood and Hardingham'sche Maschine einer grossen Beliebtheit und vielfältigen Anwendung nicht nur als Dampfmaschine, sondern auch als hydraulischer Motor, weiters in einer ebenso treffenden Umkehrung des Constructionsprinzips als Luft-compressor, erfreut, bedauern wir lebhaft, nicht in der Lage zu sein, auf Grundlage gewissenhaft ausgeführter Bremsversuche über den Nutzeffect, den diese Maschinen geben, unterrichtet zu sein, ebenso wäre es angenehm, zu erfahren, in welchem Maasse die Abnutzung der Theile den guten Gang der Maschine beeinflusst.

#### Hedge's Dampfessel.

Auf der landwirthschaftlichen Ausstellung in Taunton stellen Warner and Sons einen als vierperfdig benannten verticalen Dampfessel aus, der in Fig. 1 im Verticalschnitt durch die Mittellinie, in Fig. 2 in einem Horizontalschnitt, durch die Mitte der Feuerthür gelegt, dargestellt ist. Man wird sofort bemerken, dass die Feuerbüchse viel geräumiger gewählt ist als sonst; dies geschah wegen des um den Feuerrost gelegten Chamotte-Cylinders, welcher bis auf einige Centimeter an die Feuerbüchsenreife reicht. Die Verbrennungsproducte steigen in dem Chamotte-Cylinder in die Höhe, wenden sich, an der oberen Kante desselben angelangt, nach unten; längs der verticalen Boxwand streichend, treffen sie die gusseiserne Grundplatte und treten dann durch die an der Peripherie vertheilten Feuerrohre in die Rauchkammer.

Der Chamotte-Cylinder ist derart zusammengefügt, dass man bei nothwendig werdender Auswechslung einzelner Theile nicht am Kessel zu rühren braucht, sondern dieselben durch die Thür am Aschenfall bewerkstelligen kann. Wie aus dem Verticalschnitt (Fig. 1) ersichtlich,

Fig. 1.



steht der Chamotte-Cylinder auf einem schmiedeisernen Kranz, welcher von vier Keilen getragen wird; dieselben können leicht herausgezogen und

dadurch der Kranz gesenkt werden. Der Zweck des Chamotte-Cylinders ist, eine bessere Verbrennung herbeizuführen.

Für das Reinigen des Kessels ist das Mannloch ober der Feuerthür bestimmt; die Feuerrohre können von der Rauchkammer aus gereinigt werden, da dieselbe an der Peripherie aus vier gusseisernen Segmenten zusammengesetzt ist:

Dimensionen des in Taunton ausgestellten Kessels sind:

Durchmesser (äusserer) des Kessels . . . . .	1040
Höhe " " . . . . .	1105
Durchmesser der Feuerbüchse . . . . .	810
Höhe " " . . . . .	595
Anzahl der Feuerrohre . . . . .	29
Länge " " . . . . .	1105
Äusserer Durchmesser der Feuerrohre . . . . .	38
Schornsteindurchmesser . . . . .	205
Rostdiameter . . . . .	510
Rostfläche . . . . .	0.203 □ m
Heizfläche in der Feuerbox . . . . .	1.8115 □ m
" " den Rohren . . . . .	5.193 □ m
Totale Heizfläche . . . . .	7.004 □ m
Heizfläche zur Rostfläche . . . . .	34.5 : 1

Der Kessel wurde unverschalt, bei feuchter Witterung und mittelmässiger Handhabung des Feuers, wozu sich noch der Umstand gesellte, dass die Esse kurz war, einer Probe unterzogen, die das folgende Resultat lieferte:

Versuchsdauer  $3^h 47^{min}$ .

Verbrauchte Kohle  $40^{kg}$ .

Verdampfte Wassermenge  $272^{kg}$ .

Wasser verdampft pro Kilog. Kohle 6.8.

Kohle verfeuert pro Quadratmeter Rostfläche und Stunde  $53^{kg}$ .

Wassermenge verdampft pro Quadratmeter Heizfläche und Stunde  $10.4^{kg}$ .

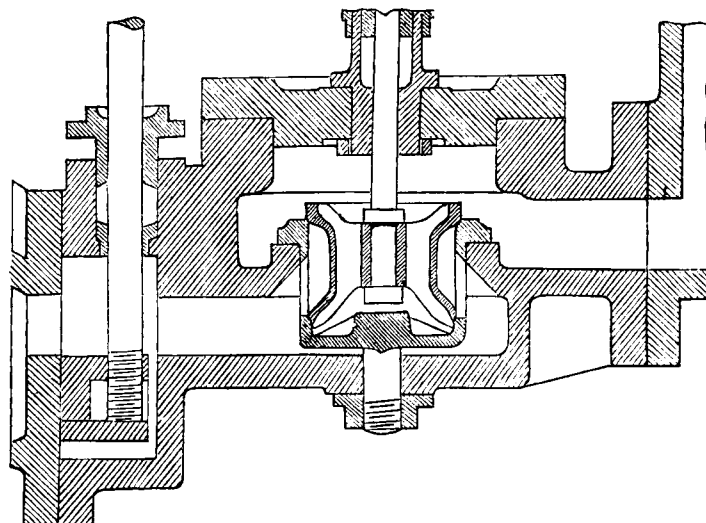
Weiters stellte dieselbe Firma eine transportable Dampfmaschine von nominell  $1\frac{1}{2}$  Pferdekraft aus. Kessel und Maschine sind vertical. Der Dampfzylinder ist, wie bei Baxter, in den Dampfraum versenkt und mit der gusseisernen Kesselkronen durch Flanschverschraubung verbunden. Die Kesselkronen trägt die verticalen Kreuzkopfführungen und Lagerböcke für die gekröpfte Schwungradwelle; an einen Lagerbock ist die Speisepumpe, welche durch ein Excenter von der Schwungradwelle gezogen wird, angeschraubt. („Engineering“. C. K.)

#### Woolf'sche Dampfmaschine.

Die Firma Rowan & Sohn in Belfast hatte für eine im Orte befindliche Flachsgarnspinnerei die Betriebsmaschine zu bauen, bei welcher bekanntermassen ein möglichst gleichförmiger Gang von grösster Wichtigkeit ist. Es entschloss sich daher die liefernde Firma, von der Anwendung einer Woolf'schen Maschine mit um  $90^\circ$  versetzten Kurbeln abzusehen, nachdem diese trotz eines schweren Schwungrades nicht den geforderten hohen Gleichförmigkeitsgrad im Gange erzielt, dieser nur durch ein Paar (Zwillingsmaschinen) solcher Maschinen zu erzielen wäre. Aus diesem Grunde und mit Rücksicht auf den Kostenpunct wählte sie eine Woolf'sche Maschine mit drei von einander unabhängigen Cylindern und einem Condensator nebst zugehöriger Luftpumpe; die Kurbeln sind um  $120^\circ$  gegen einander versetzt, eine Anordnung, die gelegentlich der Pariser Ausstellung 1867 an einer grossen Maschine der französischen Marine einiges Aufsehen erregte. Ihren Erfahrungen bei Schiffsmaschinen entsprechend, gab sie der Maschine eine verticale Anordnung, indem sie die Cylindern auf A-förmige Ständer, ähnlich denen der Dampfhammer, stellte; in der oberen Hälfte nehmen die Ständer die Führungen der Kreuzköpfe auf, welche mit den schmiedeisernen Kolbenstangen aus einem Stück hergestellt sind. Die Fundamentplatte, auf welche die Ständer aufgeschraubt werden, trägt die Lager der Kurbelwellen; es befindet sich zu beiden Seiten des Hochdruck-Cylinders je ein Niederdruck-Cylinder, deren jeder dem Hochdruck-Cylinder an Volum gleich ist. Vom Kreuzkopf des Hochdruck-Cylinders wird durch einen Balancier die Luftpumpe des Condensators betrieben. Die drei Dampfzylinder haben je  $570^{mm}$  ( $22\frac{1}{2}$ ") Durchmesser,  $1220^{mm}$  Hub ( $4'$ ), bei 5 Atmosphären Admissions-Spannung, einem Zehntel Füllung und 46 Touren pro Minute wurden 300 Indicator-Pferdestärken

entwickelt. Der Kohlenverbrauch ergab einen Consum von  $2.06$  Pfund ( $0.934^{kg}$ ) pro Indicator-Pferdestärke und Stunde. Das erzielte Resultat ist ein sehr gutes, das noch durch den Umstand herabgedrückt wird, dass die Kessel  $70'$  vom Maschinenhause entfernt sind und die Dampfleitung einen offenen Hof zu passiren hat; überdies erleidet der Dampf durch fehlerhafte Anlage der Leitung einen Spannungsverlust von  $10$  Pfund, da er im Kesselhause mit  $85$  Pfund Spannung in die Leitung eintritt, im Maschinenhause jedoch nur  $75$  Pfund nutzbar bleiben. Die Dampfzylinder haben keine Dampfjügel; die Dampfzylinder sind von Galloway in Manchester nach deren bekanntem System gebaut. Von einigem Interesse dürfte die Steuerung sein (Fig. 1, 2, 3); dieselbe ist

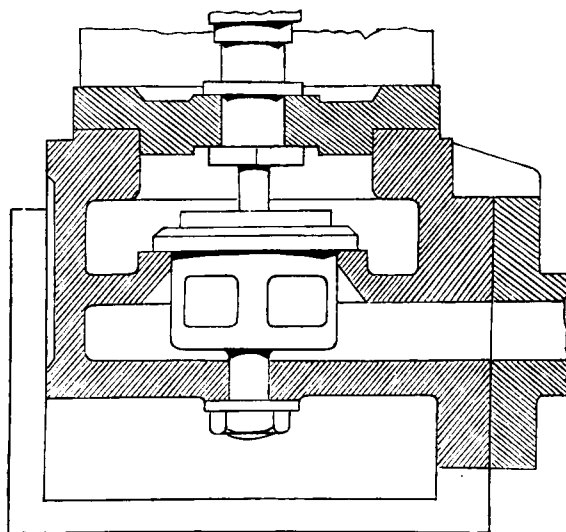
Fig. 1.



selbstthätig-variabel, die Admissions-Ventile sind von den Auslassschiebern unabhängig, obwohl sie von derselben Welle aus gestellt werden; diese Welle liegt horizontal, geht an allen drei Cylindern vorüber und ist mit einer verticalen Welle durch ein Kegelrad verbunden, welches auf dieselbe Weise von der Schwungradwelle angetrieben wird.

Die Auslassschieber werden von Daumen gesteuert, welche sie, so lange der Dampf im Cylinder expandirt, in Ruhe belassen und erst gegen Ende des Hubes diesen zu stellen beginnen, wodurch die Abnutzung der Schieber Spiegel vermindert werden soll. Die Auslassschieber

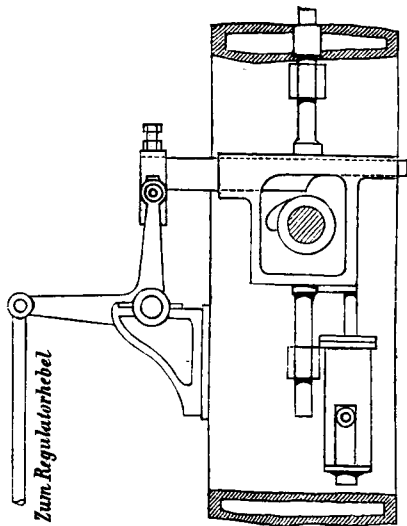
Fig. 2.



werden durch den Dampfdruck im Cylinder an die absperrende Dampfleitung angepresst. Die Admissions-Ventile sind Doppelsitz-Ventile von der durch die Zeichnung dargestellten Form; sie werden ebenfalls von Daumen gesteuert, welche rasch öffnen, dennoch eine angemessene Vor-einströmung gestatten, was bei manchen Daumensteuerungen nicht möglich ist. Insofern die Ventilstange hebende Daumen an dieselbe anliegt, kann das Ventil nicht absperrn (da es gehoben ist); sobald aber die Dauer oder der Weg, auf welchem der Kamm mit der Ventilstange in Berührung ist, nach Bedarf verändert werden kann, so hat

man die zur Herstellung einer variablen Füllung nöthige Einrichtung getroffen; dies hat Rowan durch Einschaltung einer Palette bewirkt, welche in dem Rahmen, der den Daumen umfasst, verschiebbar ist. Gestellt wird die Palette von einem Winkelhebel, der mit dem Regulator verbunden ist (Fig. 3), so dass, wenn der Regulator seine höchste

Fig. 3.

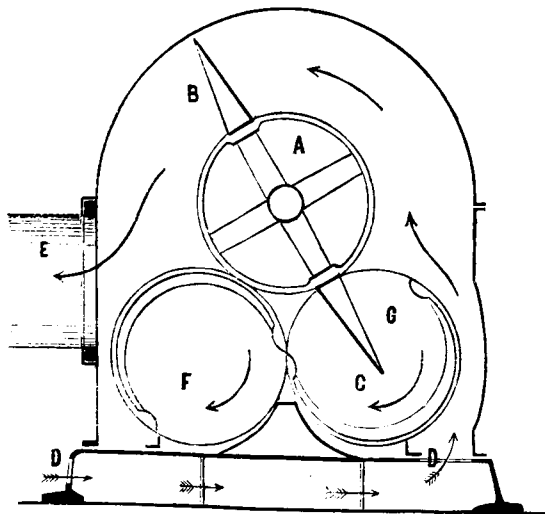


Lage erreicht hat, die Palette aus dem Rahmen soweit herausgezogen werden kann, dass der Daumen sie kaum berührt; ist jedoch die Palette im Rahmen, so vergeht eine längere Periode, bis der Kamm abschnappen kann, während welcher Admission stattfindet. Zur Erzielung eines stossfreien, ruhigen Ganges sind mit Wasser gefüllte Cataracte bestimmt. Die beigefügten Diagramme zeigen eine sehr gute Dampfvertheilung. Die Kurbelwelle ist zweitheilig, und zwar ist der eine Theil, welcher das verzahnte Schwungrad trägt, durch eine Schleppkurbel mit dem Hochdruck-Cylinder und dem zweiten Niederdruck-Cylinder gekuppelt; es ist dies mit Rücksicht auf das Setzen des Fundamentes unter dem schweren Schwungrad geschehen.

(„Engineer.“)

#### Baker's Ventilator.

Beistehende Figur zeigt den Ventilator im Schnitt durch die Mittellinie. Concentrisch mit dem Deckel des Ventilator-Gehäuses ist in dessen Seitenwänden die Trommel *A* gelagert, welche die beiden Windkegel *B* und *C* trägt; die Trommel erhält an der Stirnseite durch eine auf ihren Zapfen aufgesteckte Riemenscheibe rotirende Bewegung. Die angesaugte Luft tritt durch die durchbrochene Fundamentplatte bei *D* in das Gehäuse ein und wird durch die Flügel in der durch die Pfeile angedeuteten Weise bei *E* hinausgedrückt.



Um eine Communication der angesaugten mit der gepressten Luft zu verhindern, sind zwei geschlitzte Hohlzylinder *F* und *G* angebracht, die durch Stirnrädchen angetrieben werden, und zwar laufen sie zweimal so rasch als die Trommel *A*, von welcher der Antrieb ausgeht.

Denken wir uns die Trommel *A* in der Richtung der Pfeile gedreht, so wird die Luft durch den Flügel *B* comprimirt, am Austritt in die Atmosphäre jedoch durch die volle Seite des Cylinders *F* und die auf der Fundamentplatte angeschraubte Leiste gehindert. Gleichzeitig greift der Flügel *C* in den Schlitz des Cylinders *G* ein.

Bei der Ausführung derartiger Ventilatoren ist genaue Arbeit und Montage nothwendig, um die Spielräume zwischen den einzelnen Theilen auf das geringste Maass zu beschränken. Dass eine Schmierung der inneren Theile des Ventilators nicht nöthig ist (wie unsere Quelle anführt), bezweifeln wir. (Scientific American.)

## Recensionen.

**Die Strassen- und Eisenbahn-Curve.** Formeln und Tabellen zum Behufe des Bogenaussteckens nach einer schnellen, in allen Fällen, namentlich im coupirtten Terrain und bei Gebirgsbahnen praktisch anzuwendenden Methode. Von Moriz Morawitz, Ingenieur etc, 4. Auflage, Wien, Pest, Leipzig. A. Hartleben's Verlag 1875.

Die vorliegende Schrift behandelt das Abstecken der Bogen durch Polarcoordinaten. Diese Methode stützt sich auf den Satz, dass alle Peripheriewinkel eines Kreises, die auf gleich grossen Sehnen aufstehen, untereinander und dem halben, auf derselben Sehne aufstehenden Centriwinkel gleich sind.

Den weitaus grösseren Theil nehmen Tabellen ein, die für Radien von 50—200 von 5 zu 5, von 200—1000 von 10 zu 10, dann für die Radien 1200, 1500 und 2000, sowie für die Sehnenlängen 0.1, 0.2, 0.3 . . . 0.9, 1.0, 2.0, 3.0 . . . 9.0, 10, 15, 20 . . . 100, die Werthe der entsprechenden Peripheriewinkel berechnet enthalten.

Für die Brauchbarkeit dieser Schrift spricht das Erscheinen in 4. Auflage.

K.

#### Der Betrieb von Schiffs-Dampfkesseln und Maschinen.

Von Victor H. Sirk, technischer Beamter der k. k. österr. Kriegsmarine. Wien, Commissions-Verlag von Carl Gerold's Sohn 1875.

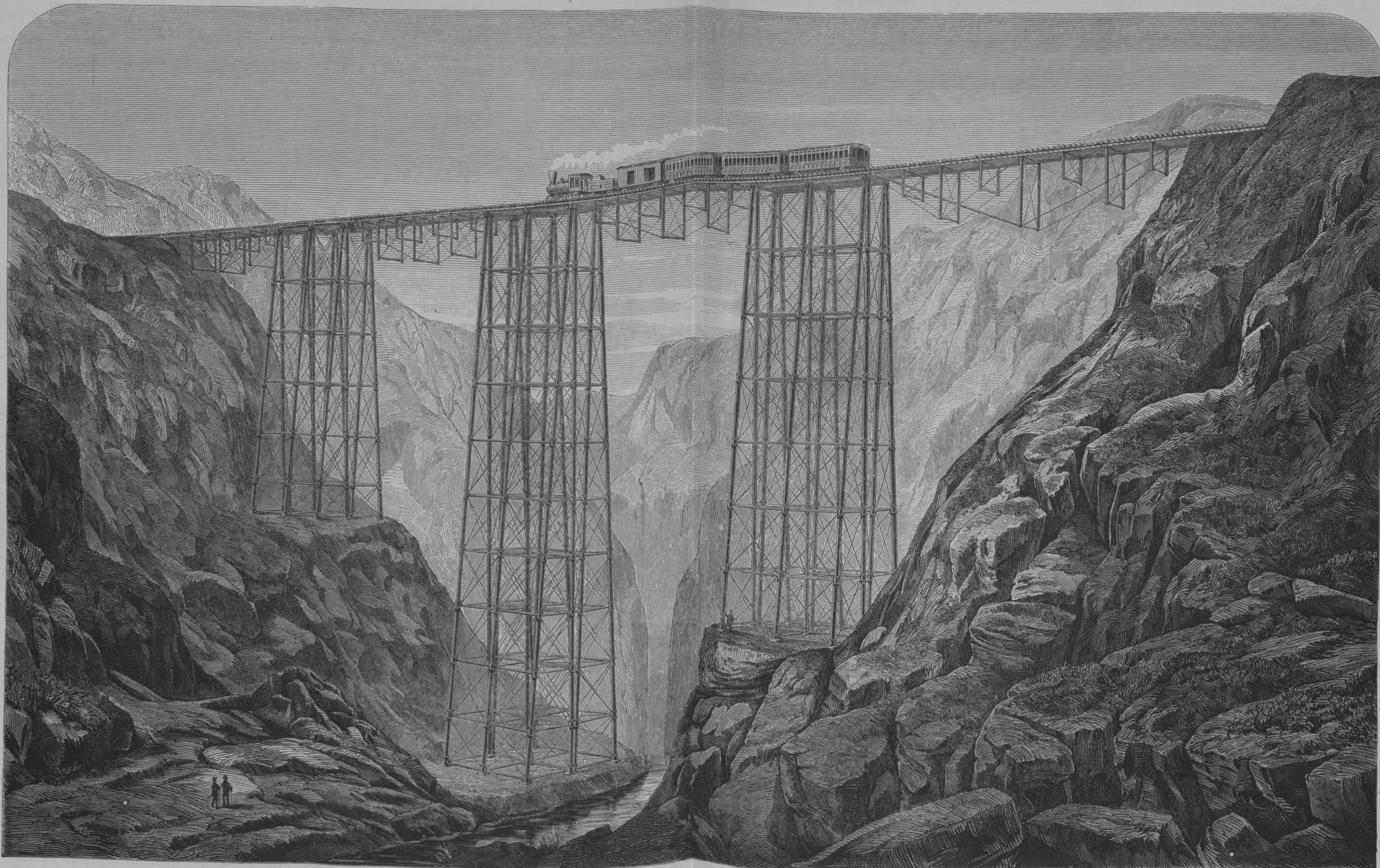
Dieses vor Kurzem erschienene Buch über den Betrieb von Schiffs-Kesseln und Schiffs-Dampfmaschinen gehört zu dem Besten in dieser Richtung Gebotenen. Das Buch, 230 Seiten stark, mit lesbarem Druck auf gutem Papier ausgestattet, ist See-Maschinisten (unseres Erachtens auch Süsswasser-Maschinisten), Maschinenleitern, Schiffs-Officieren und Capitänen von Dampfschiffen sehr zu empfehlen, und können wir der im Vorworte niedergelegten Anschauung, dass dasselbe ein willkommener Leitfaden für diese Personen sein werde, in vollem Maasse beistimmen.

Der erste Theil handelt von den Kesseln. Alle beim Betriebe von Kesseln vorkommenden Einzelheiten werden ausführlich und mit wirklicher Sachkenntniss dargestellt. Der Behandlung der Maschinen in allen ihren Details ist der zweite Theil gewidmet. Zum Schlusse ist noch ein Capitel über die Bedienung von Destillatoren und eines über die zutreffenden Anordnungen bei Feuer an Bord beigegeben; ferner ein Sachregister und ein ganz schätzenswerthes Fragenprogramm für angehende Maschinisten.

Nach unserer Meinung liegt der Hauptvorzug dieses schätzbaren Werkes darin, dass es sich direct in klarer und bündiger Sprache an die Fachleute wendet, für die es geschrieben ist, und dass aller bei ähnlichen Handbüchern so häufig vorkommende, störende Schwulst von Capiteln aus allen möglichen Wissenschaften, von mitunter sehr zweifelhaftem Werth, strenge ferne gehalten wurde. Die Capitel über die Betriebsstörungen bei Kesseln und bei Maschinen sind mit besonderer Sorgfalt und schätzenswerther Vielseitigkeit behandelt, und möchten wir dieses Capitel als Lecture Schiffs-Officieren und Capitänen besonders empfehlen, weil aus denselben zu entnehmen ist, wie häufig Unregelmässigkeiten und Vorfälle, deren momentane Vermeidung nicht in der Macht des Maschinisten liegt, zu Störungen Anlass bieten können. In dieser Hinsicht wäre es auch wünschenswerth gewesen, die nachtheiligen Einflüsse des Nähern zu beleuchten, welchen namentlich grosse Maschinen bei fortwährenden Unregelmässigkeiten des Betriebs, namentlich rasch auf einander folgendes Ansetzen und Abstellen, unterworfen sind.

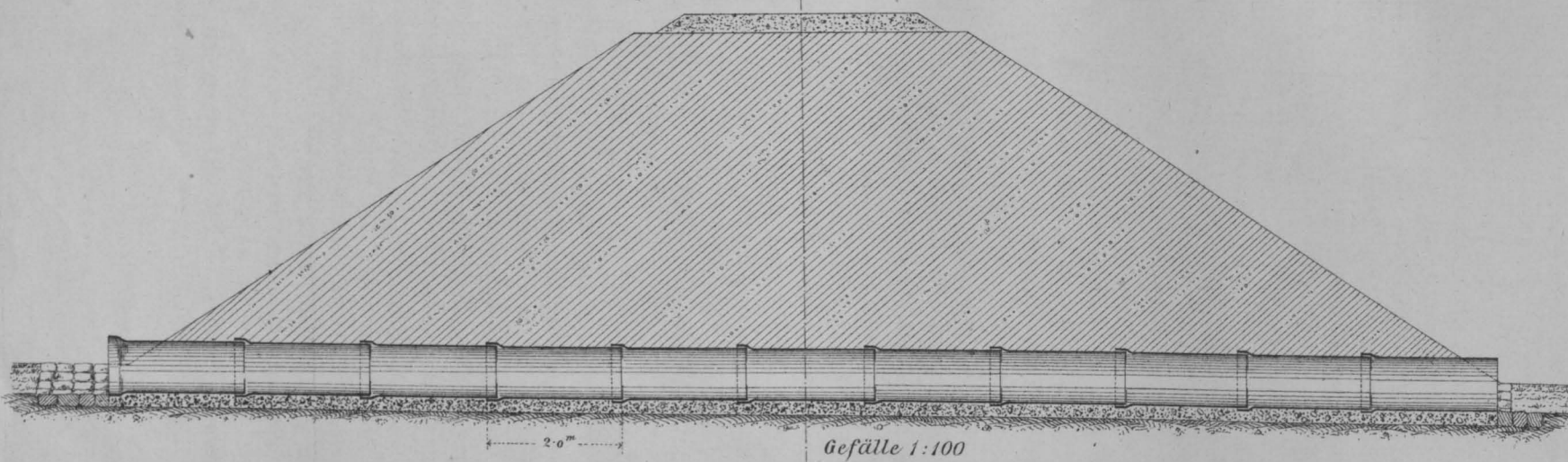
Wegen der vielen Vorzüge wünschen wir Herrn Sirk die möglichste und rasche Verbreitung seines guten Buches.

A. W.

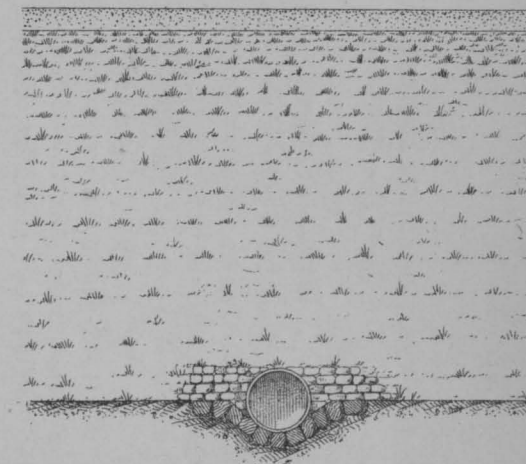


DER VARRUGAS-VIADUCT  
PERU.

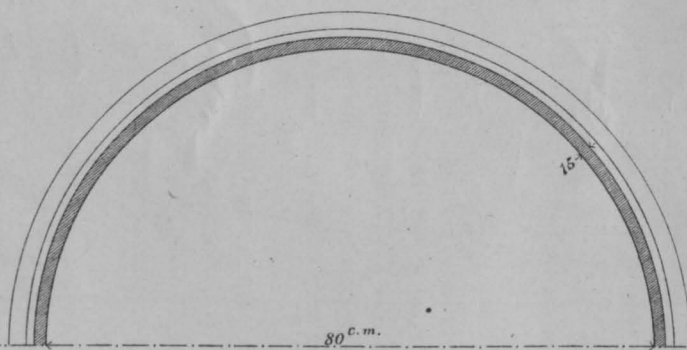
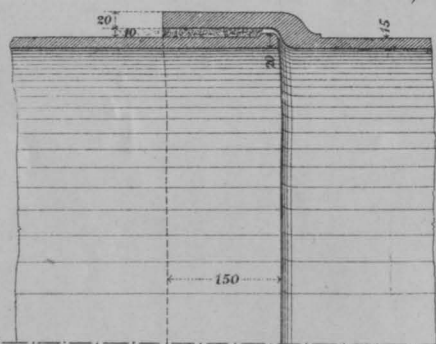
Längenschnitt durch den Rohrstrang.



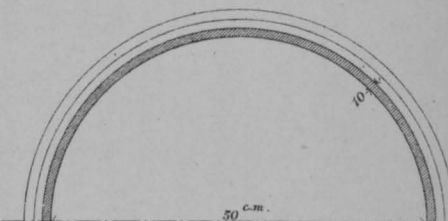
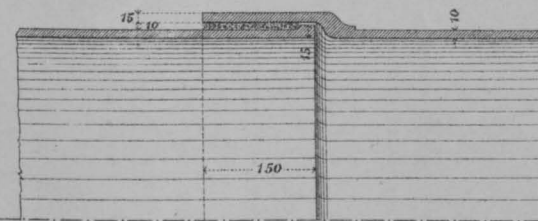
Ansicht.



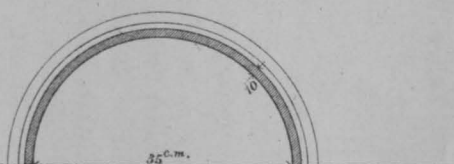
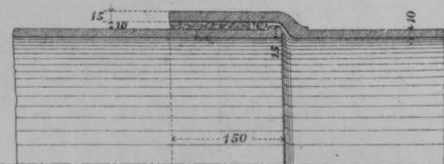
für 80<sup>c.m.</sup> Durchmesser.



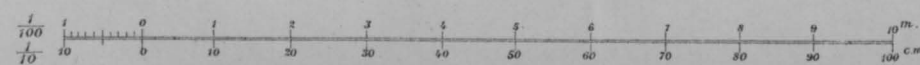
für 50<sup>c.m.</sup> Durchmesser.



für 35<sup>c.m.</sup> Durchmesser.



Durchmesser	Rohrlänge	Gewicht des Rohres	Gewicht pro curr. meter.
35 <sup>c.m.</sup>	2 <sup>m.</sup>	176 Klgr.	95 Klgr.
50 "	2 "	247 "	133 "
80 "	2 "	584 "	315 "



von Ingenieur Emil Mises.

Fig. 4.

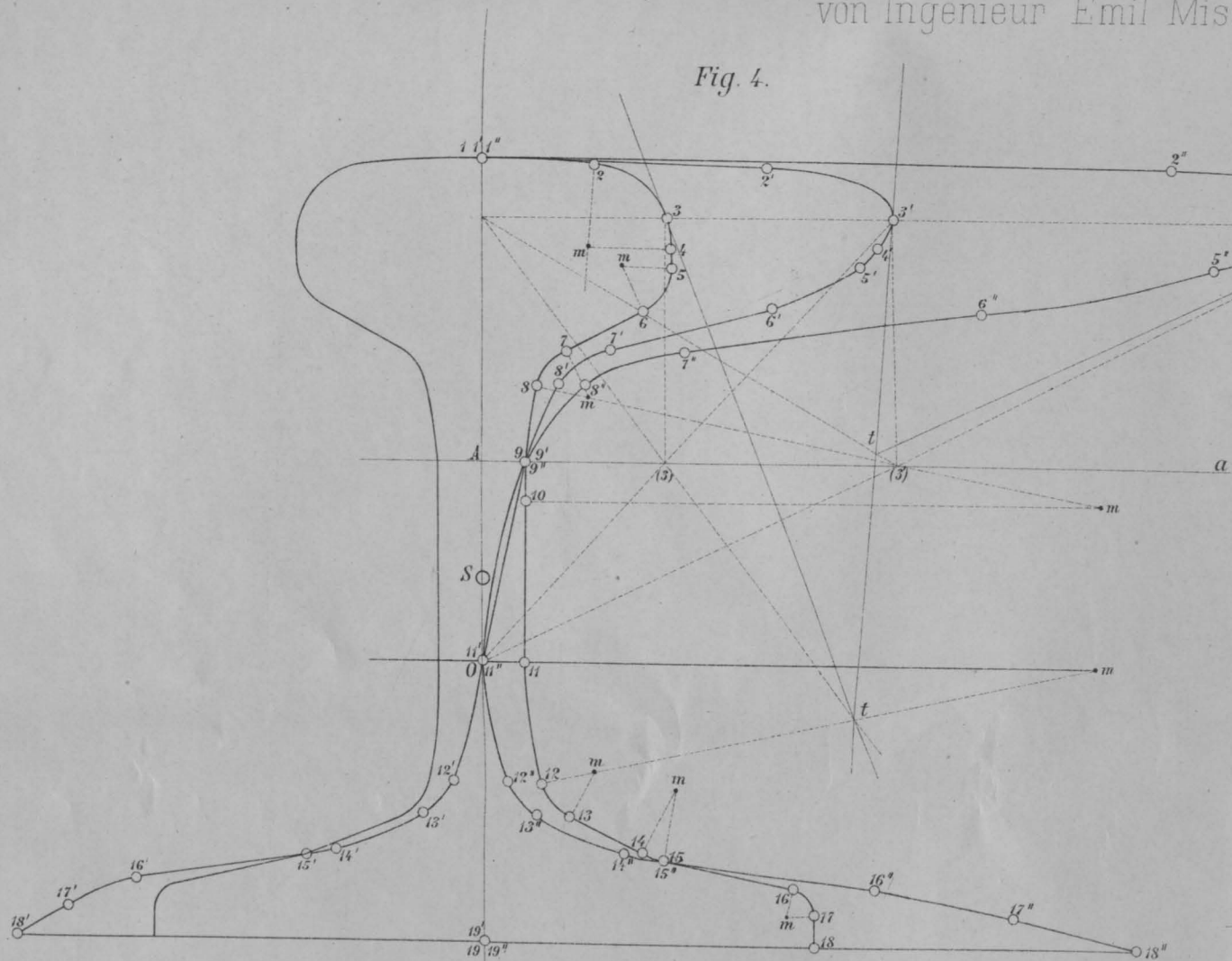


Fig. 3.

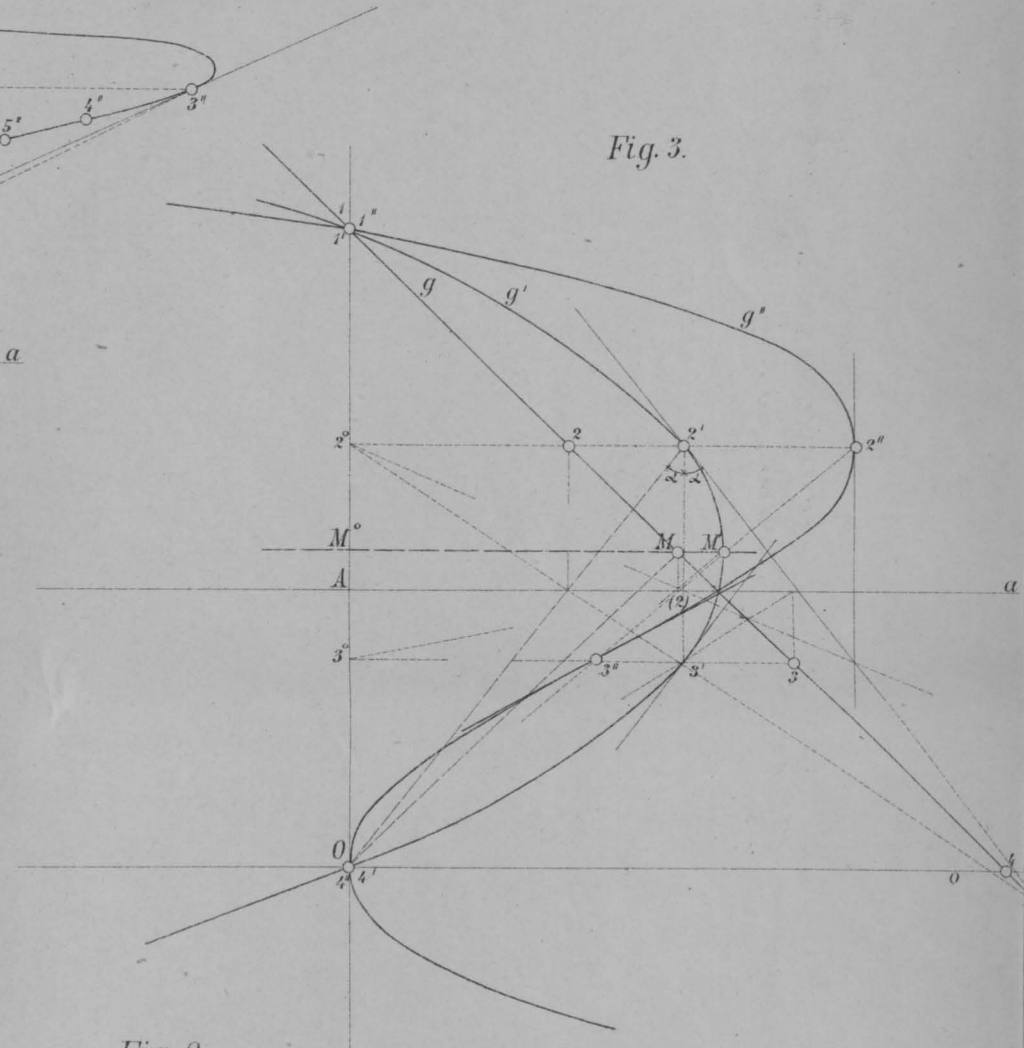


Fig. 1.

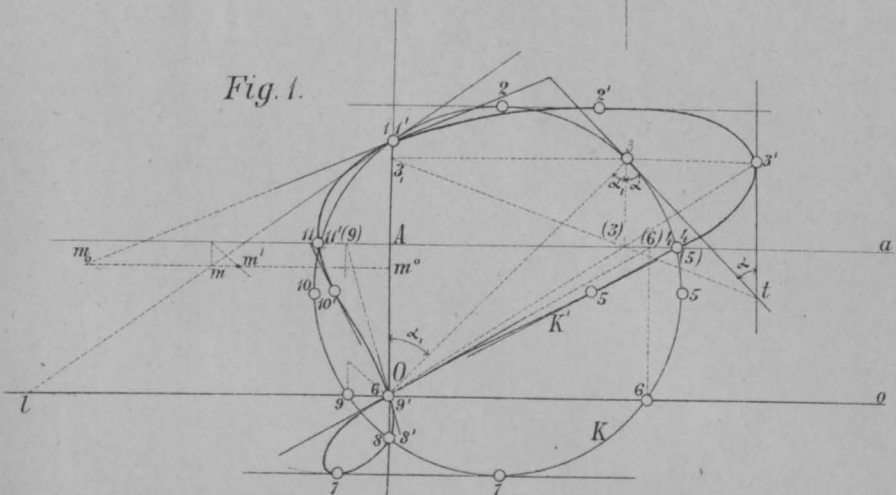


Fig. 2.

