

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	15/16 (1890)
<b>Heft:</b>	5
<b>Artikel:</b>	Statische Untersuchung einer Flusseisen-Querschwelle veränderlichen Querschnittes
<b>Autor:</b>	Mantel, G.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-16433">https://doi.org/10.5169/seals-16433</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

INHALT: Statische Untersuchung einer Flusseisen-Querschwelle veränderlichen Querschnittes. — Von der XXI. Generalversammlung der G. e. P. — Miscellanea: Schweizerische Eisenbahnen. Verein

deutscher Ingenieure. Electriche Beleuchtung von Cöln. Zur Berechnung des Schneedruckes. Der Wasserverkehr zwischen Frankfurt und Mainz. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung.

## Statische Untersuchung einer Flusseisen-Querschwelle veränderlichen Querschnittes.

Von G. Mantel, Ing.

### Einleitung.

Verflossenen Monat wurde von der technischen Oberleitung für den Betrieb der Gotthardbahn an mich die Frage gestellt, welche vortheilhafteste Länge ihrer flusseisernen Querschwelle Profil 1887, die auch für das im Bau befindliche zweite Geleise Verwendung findet, zu geben sei. Es ist dies die bekannte Post'sche Schwelle — Profil Kupfer, veränderliche Kopfplattendicke, Einschnürung in der Mitte, Kopfabschluss ohne Ausschneiden von Zwickel — wie sie die Figuren 11 und 12 zeigen (ähnlich derjenigen, welche in Band VI. Nr. 7 u. 8 der „Schweiz. Bauztg.“ abgebildet ist). Da einerseits die Beantwortung obiger Frage Veranlassung zu einer hübschen statischen Untersuchung gab, bei welcher sich wieder die graphischen Methoden, wie schon oft, zur Behandlung eines Problems in seiner allgemeinsten Form besonders geschickt erwiesen und anderseits solche Schwellenformen bei vielen Eisenbahnverwaltungen in Verwendung stehen, so glaubt Schreiber dieser Zeilen, die Veröffentlichung des Arbeitsganges und der gewonnenen Ergebnisse möchten den einen oder den andern Fachgenossen interessiren.

Die Erlaubniss zu dieser Veröffentlichung wurde mir in verdankenswerther Weise von Herrn Gotthardbahn-Director Dietler bereitwilligst ertheilt und ich kann mich also im Folgenden in der Hauptsache an den eingereichten Bericht halten, denselben da und dort je nach den Umständen etwas erweiternd oder kürzend.

### Bedingungen, welche vom statischen Standpunkt aus an die Schwelle zu stellen sind.

Die zu ermittelnde Schwellenlänge hängt von dem statischen Verhalten der Querschwelle unter der aufgebrachten Last ab; von den übrigen Bedingungen, welche der Betriebstechniker an eine gute eiserne Schwelle stellt, wie Fassung eines möglichst grossen und compacten Kieskörpers, Sicherung gegen Verschiebung des Geleises in der Längs- und Querrichtung desselben u. s. w. darf ab-

gesehen werden, denn diese letztern Bedingungen lassen sich mit den statischen Forderungen immer in Einklang bringen. Es sind also hier hauptsächlich nur die folgenden Gesichtspunkte ins Auge zu fassen:

1) Der Hauptzweck der Schwelle, möglichst gleichmässige Vertheilung des als concentrirte Last empfangenen Druckes auf die Bettung soll in möglichster Vollkommenheit erreicht werden, wobei zugleich der spec. Bettungsdruck, das heisst der Druck zwischen Schwelle und Bettung pro Flächeneinheit einen gewissen Grösstwerth nicht überschreiten soll.

2) Die unvermeidlichen elastischen Formänderungen sollen möglichst gleichmässige sein, damit nicht an einzelnen Stellen dieselben zu gross werden und Auflockerungen des Schotterbettes verursachen.

3) Die elastischen Formänderungen sollen ferner ein ruhiges Aufsitzen der Schiene gestatten, d. h. die Tangente an die Einsenkungskurve unter dem Schienenaufslager soll so viel wie möglich ihre horizontale Lage beibehalten, so dass nur verticale Bewegungen der Schienen, keine Seiten schwankungen derselben vorkommen.

4) Die Beanspruchung der Schwelle selbst soll in keinem Theile eine zu grosse werden.

Diese Forderungen decken sich theilweise, alle aber bedingen ein Eingehen auf die elastischen Formänderungen der Schwelle. Bei durchgehend gleichem Querschnitt lassen sich diese berechnen, am bequemsten nach Anleitung von Dr. Zimmermanns bekanntem, trefflichem Werk: „Die Berechnung des eisernen Oberbaues“, welches durch Beigabe von Tabellen, namentlich aber von sehr geschickt eingerichteten Tafeln ein müheloses Ablesen der Hauptwerthe beinahe ohne numerische Rechnung ermöglicht. Seit Winkler, der das Problem des auf elastischer Unterlage continuirlich gelagerten elastischen Trägers zuerst löste, wird hiebei immer die Voraussetzung einer vollkommenen Elasticität dieser Unterlage gemacht, welche Voraussetzung jedenfalls in der Wirklichkeit sehr nahe erfüllt sein muss, da sonst unter den täglich sich viele hundertmal wiederholenden Belastungen einer Schwelle dieselbe rasch bleibende Senkungen in grösserem Betrage

## Von der XXI. Generalversammlung der G. e. P. (Schluss.)

In der hell erleuchteten Werkstatt von J. Rauschenbach finden sich die Theilnehmer der verschiedenen Excursions-Gruppen zum pro grammässigen „Auto da Fé“ zusammen. Zwar sieht man kein Inquisitions-Gericht und wenn auch die Versammlung nicht gerade im Geruch sonderlicher Heiligkeit steht, so wäre es schwierig, einen die lebendige Cremation verdienenden Ketzer darunter zu finden. Trotzdem werden die Hobelspane und Holzabsätze immer höher aufgehäuft, und in den Gesichtern der Zuschauer spiegelt sich bereits die Freude, wieder einmal einen ordentlichen „Brand“ zu sehen. Endlich steht der ganze Holzstoss in hellen Flammen; doch nicht lange dauert das hübsche Schauspiel, denn die vorschriftsgemäss Temperatur von 73° Celsius schmilzt bald das leichtflüssige Metall, durch welches der Messingbügel der Brause angelöht ist, und dieselbe begießt die „wabernde Lohe“, sowie auch einige nicht ganz brandsichere Zuschauer mit einem wohlvertheilten und energischen Sprühregen, in welchem die züngelnden Flammen rasch untergehen.

Die Maschinenfabrik von J. Rauschenbach ist nämlich mit der selbstthätigen Feuerlösch- und Alarm-Vorrichtung von Walther & Co. in Kalk bei Cöln ausgerüstet, von deren Wirkung die soeben beschriebene Löschprobe ein deutliches Bild gegeben hat. Die Decken der Säle sind mit einem System von parallel laufenden, je drei Meter von einander entfernten Röhren, die unter Wasserdruck stehen, versehen. In regelmässigen Abständen von je drei Meter befinden sich die selbst-

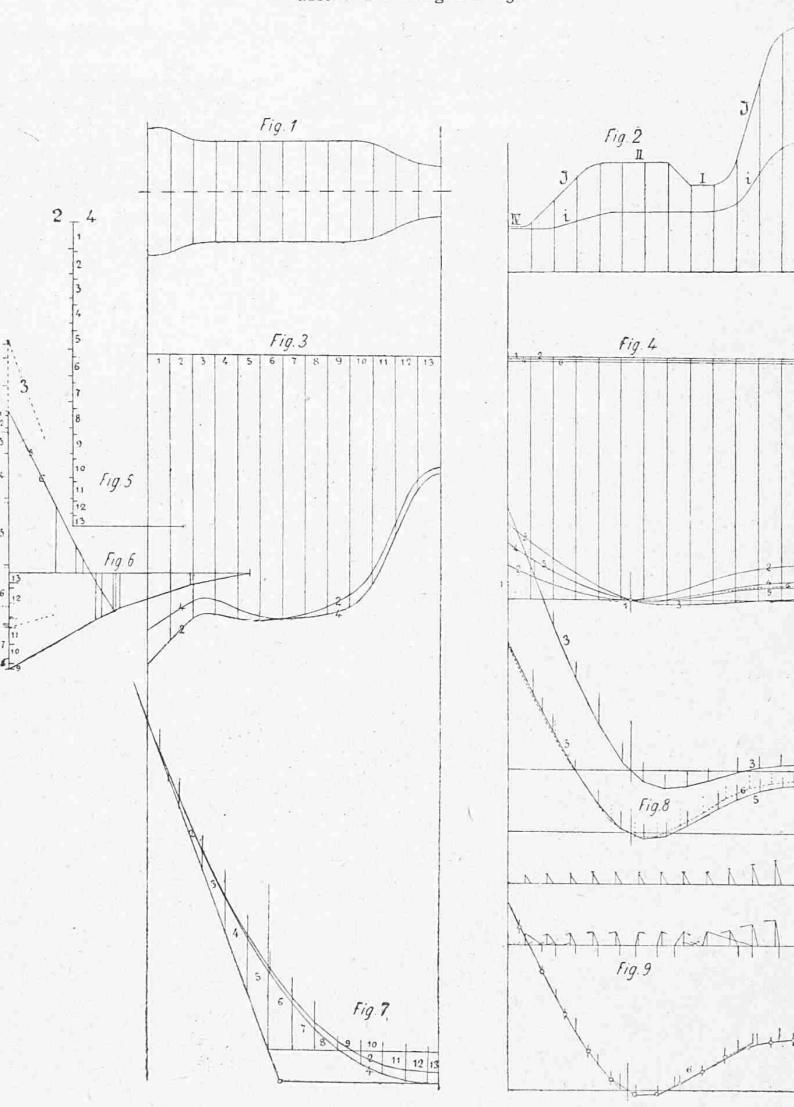
wirkenden Brausen, so dass jede derselben einen Flächenraum von etwa neun Quadratmeter beherrscht. Die Brause besteht aus einem abwärts gerichteten Ventil von 13 mm Oeffnung, dessen Teller durch einen Hebel und eine Hebelstütze fest geschlossen gegen den Ventilsitz gehalten wird, so dass kein Wasser austreten kann. Die Hebelstütze ist an einen Messingbügel des Ventilkörpers angelöht mit einem leichtflüssigen Metall, welches schon bei 73 Grad Celsius oder 58 Grad Réaumur schmilzt. Bei einem im Raume entstehenden Feuer wird die Temperatur von 73 Grad Celsius an der nächstbefindlichen Brause bald erreicht, das Loth an der Hebelstütze schmilzt und letztere sowie der Hebel fallen ab; damit ist der Schluss des Ventils gelöst, der Ventilteller geht um 10 mm nach unten, das Wasser strömt aus und schlägt auf den Ventilteller auf. Durch den gezahnten Rand des Ventiltellers wird dann das Wasser in Strahlen gegen die Decke geworfen, fällt als Sprühregen auf den Fussboden und löscht das in seinem Bereich liegende Feuer. Das Ventil ist so construit, dass der Druck des Wassers zum vollkommenen Schluss mitwirkt, so dass es nicht undicht werden kann. In die Haupteitung ist ein Ventil eingeschaltet, welches sich sofort öffnet, wenn eine Brause sich löst. Die Bewegung des Ventiles wird auf ein Läutewerk übertragen. Auf diese Weise wird der Ausbruch des Feuers an irgend einer Stelle der Fabrik selbstthätig, augenblicklich weithin vernembar angezeigt und damit die Ausführung weiterer Massregeln unmittelbar nach dem Entstehen des Brandes ermöglicht. Das Wasser kann gleich abgestellt werden, wenn die Gefahr vorüber ist. Der *Alarm-Apparat* tritt auch in Wirksamkeit, wenn die Rohrleitung an einer Stelle undicht wird. Er zeigt also auch das Schadhaftwerden der Einrichtung an.

erfahren müsste. — Näher auf diese Berechnungsweisen einzutreten ist wohl nicht nothwendig, um so weniger, als sie uns in unserm Falle nicht zum Ziele führen können. Bei einer Schwelle mit so sehr veränderlichem Trägheitsmoment und so stark wechselnder Breite — ersteres schwankt zwischen etwa 100 und über 500 cm<sup>4</sup>, letztere zwischen etwa 28 und 11 cm — müsste die Annahme von constanten Mittelwerthen nothwendig auf falsche Ergebnisse führen; es konnte hier offenbar nur ein graphisches Verfahren dienlich sein, das den Formverhältnissen der Schwelle, bzw. dem wechselnden Widerstandsverhältniss derselben denselbst wechselnden Bettungsdrücken gegenüber Rechnung trug.

#### Bestimmung der Durchbiegungslinie der Schwelle.

Die zu lösende Aufgabe bestand nun darin, die Form und Lage zu ermitteln, welche eine auf der Schwelle vor der Belastung gezogene Gerade nach der Belastung annahm, mit andern Worten, die Durchbiegungslinie der Schwelle zu ermitteln.

Schwelle von 260 cm Länge auf weicher Bettung. C = 3.  
Masstab der Längen 1 : 30.



Höhen der Fig. I = 1:15; Masstab der J:1 mm = 15 cm<sup>4</sup>; Masstab der i:1 mm = 3 mm.

Die 73° Celsius und der mit der Löschprobe verbundene Rauch haben eine so austrocknende Wirkung auf die Kehlen der Zuschauer ausgeübt, dass die weise Vorsorge des Comites nicht genug gepriesen werden kann, welches nach diesem Experiment männlich zu einem offiziellen Frühschoppen in den Thiergarten befohlen hat. Nachher geht's zum gemeinsamen Mittagessen nach dem Casinogarten und von dort, Musik voran, in stattlichem Zuge durch die Stadt nach der Schifflände, wo ein Dampfer zur Fahrt nach Stein bereit steht.

Beim Eintritt in das hübsch geschmückte Fahrzeug überreicht eine Schaffhauserin in der Landestracht jedem Theilnehmer ein zweites Vereinszeichen, das Emblem von Böllonopolis an schwarzgrüner Schnur, welches mit der später in Stein eroberten „Gige“ einen grotesken Schmuck für die Theilnehmer bildet.\*). Unter dem Donner der Geschütze des „Unnoth“ zieht das Dampfschiff den klaren Strom hinan, an den lieblichen Ufern vorbei dem Städtchen Stein entgegen. Die kurze Zeit des Zusammenseins benutzt der Präsident der Gesellschaft Ing. Naville noch dazu, um den Besitzern und Leitern der besuchten Etablissements, sowie allen denjenigen, welche die heutigen, lehrreichen und sehenswerthen Excursionen durch ihr Entgegenkommen ermöglicht und durch

\*) Es gehört zwar nicht in die Kategorie dieser localen Symbole, aber es muss doch irgendwo gesagt werden, dass ausser dem bereits erwähnten Festzeichen, dem Liederheft und der Speisekarte, den Theilnehmern noch eine Festkarte mit den Plänen des Wasserwerks, sowie ein Führer durch Schaffhausen und Umgebung mit mehreren Karten, einem guten Stadtplan und einem Panorama von der Hohfluh bei Schaffhausen vertheilt wurden.

Als Druck zwischen Schiene und Schwelle wurde 4 t gewählt, entsprechend einem durchschnittlichen grössten Achsdruck von 16 t. Grössere und auch kleinere Drücke können bei ungleicher Höhenlage der Schwellen oder ungleichmässigem Untergrund freilich vorkommen; für solche sind die gewonnenen Ergebnisse einfach proportional zu vergrössern oder zu verkleinern.

Der Bettungsdruck  $p$  pro Flächeneinheit wird, der Annahme vollkommener Elasticität des Schotterbettes entsprechend, der Einsenkung  $y$  der Schwelle an jeder Stelle proportional gesetzt, also gleich  $C \cdot y$ , wo  $C$  einen Festwerth, diesogenannte Bettungsziffer, bedeutet.

Diese wurde nach Versuchen im Mittel wechselnd gefunden zwischen etwa 3 kg/cm<sup>2</sup> und 8 kg/cm<sup>2</sup>, d. h. ein Druck von 3 bis 8 kg auf den Quadrat-Centimeter würde je nach der geringern oder grössern Widerstandsfähigkeit des Schotterbettes ein Eindringen der belasteten Fläche um die Einheit der Länge, hier also  $i$  cm, bewirkt haben. Die erstere dieser Zahlen

ihre Zuvorkommenheit unterstützen haben, den Dank des Vereins auszusprechen. Bald zeigt sich die alte Veste Hohenklingen im Hintergrund. Auch sie begrüßt uns mit hallendem Kanonendonner. Am Landungsplatz von Stein sehen wir fröhliche Gesichter; der Verwaltungsrath der Dampfschiffgesellschaft hat nämlich soeben hier getagt und — wir wollen es hoffen — eine recht fette Dividende vertheilt. Dieses frohe Ereigniss, verbunden mit dem Besuch der G. e. P. hat die ganze Bevölkerung des romantischen Städtchens auf die Strasse hinausgelockt, vornehmlich die liebe Schuljugend, welcher der Einmarsch der mit „Böllen“ und „Gige“ bewaffneten Schaar herrliches Vergnügen bereitet. An den alterthümlichen Häusern wird da und dort ein Fensterladen halb geöffnet und ein blühendes Mädchenangesicht schaut erstaunt und erfreut dem fröhlichen Zuge zu, der sich nach dem Rathaus bewegt. Hier zerstreut sich die Schaar, um die Sehenswürdigkeiten Steins zu besichtigen.

Sie ist nicht arm an Kleinodien aller Art, die Stadt, in der unseres Schulrats-Vicepräsidenten Wiege stand! Die Einen betrachten die alterthümlichen Häuser mit ihren der Strasse zugekehrten Giebeln und den mit kunstreichen Fresken bedeckten Fassaden, die Andern gehen ins Rathaus, um dort die berühmten Glasmalereien und Pocale zu bewundern, wieder Andere ziehen sich ins Kloster zurück, das dessen Besitzer, Professor Vetter, den Gästen in verdankenswerther Weise zugänglich gemacht hat und erfreuen sich am Betrachten des stillen Kreuzgangs, des kunstvoll ausgestatteten Refectoriums, des behaglichen Abzimmers und der sehenswerthen Fresken aus dem Anfang des 16. Jahrhunderts. Mehr für Natur als für Kunst Schwärrende haben etwas zu tief in feurige Mädchenaugen geblickt, während die ausgebildeten Realisten den

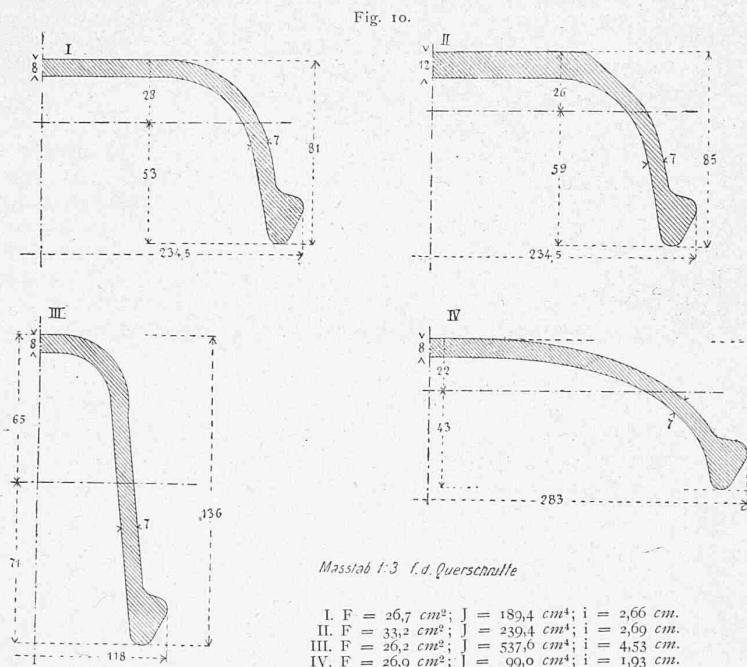
entspricht etwa dem Verhalten des aus gewöhnlichem abgerundetem Flussgerölle mittlerer Grösse gebildeten Schotterbettes, die letztere einem sorgfältiger mit Packunterlage oder aus grössem eckigem Gesteine gebildeten Bette. Es mussten beide Grenzfälle untersucht werden, die dann alle übrigen vorkommenden Verhältnisse zwischen sich einschliessen müssen.

Hervorgehoben soll an dieser Stelle noch die Annahme eines über die ganze Schwellenbreite gleichmässigen Bettungsdruckes, d. h. einer ganz gleichmässigen Unterkrampfung werden. Diese Annahme trifft zwar wohl nie genau zu und es böte durchaus keine Schwierigkeiten, auf dem eingeschlagenen Wege auch einem ungleichmässigen, z. B. nach aussen hin stetig oder unstetig wachsenden Bettungsdruck Rechnung

zu tragen. Die Voraussetzung über den Druckwechsel müsste aber Mangels an Versuchsmaterial willkürlich angenommen werden und es ist daher vorläufig wohl besser, den Einfluss dieser Abweichung von der Annahme gleichmässiger Unterkrampfung summarisch in Rechnung zu stellen, was am Schlusse geschehen soll.

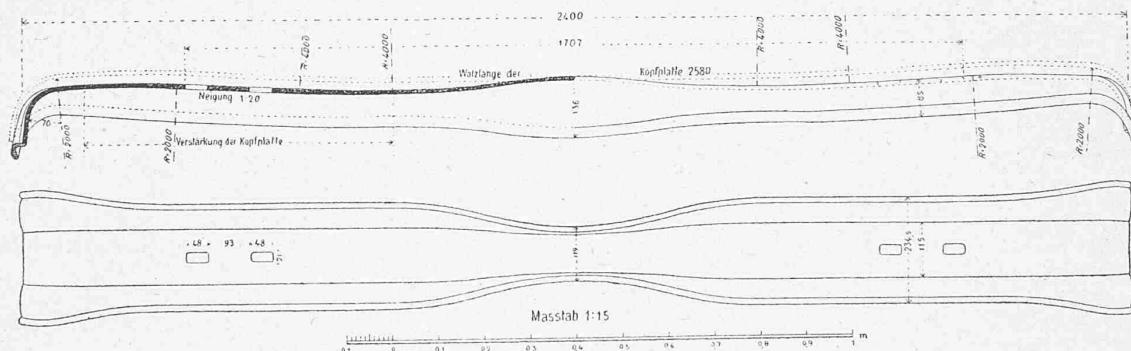
Fasst man den Betungsaufdruck als senkrechte Belastung der Schwelle auf, welche in diesem Fall einen auf zwei Stützpunkten, den Schienenauflagern ruhenden, frei überhängenden Balken bildet, so bedingen sich demnach Belastung und Einsenkung gegenseitig, was bei gewöhnlichen Trägern, z. B. bei Brücken, nicht der Fall, indem bei diesen die Belastung nicht von der Einsenkung abhängig ist. Gegentheils muss hier an jeder Stelle der aus der Einsenkung

### Querschnitte t : 3



**Flusseiserne Querschwelle der Gotthardbahn.** (Längenschnitt, Ansicht und Grundriss.)

Fig. 11 und 12.



Boden eines wohlgefüllten Pocales nicht minder feurigen Advocatenweines auch für eine erfreuliche Gegend erklären. Alle aber finden sich schliesslich im Saale des Rheinfels zusammen, wo der ehrwürdige Magistrat von Stein, hinter eine nicht zu verachtende Barricade von alterthümlichen Humpen verschanzt, der Dinge harrt, die da kommen sollen.

Und sie kamen, die Dinge, nur nicht so, wie's im Programm stand. Freund *Diethelm*, den es schon lange genug gewurmt hat, dass er heute noch zu keiner Rede gekommen ist, besteigt nicht ohne Mühe und Lebensgefahr den höchsten der Tische. Mit donnernder Stimme erklärt er sich, kraft seiner eigenen Machtvollkommenheit, als Präsident der Versammlung und schickt sich eben an, den Behörden und Bewohnern von Stein für die uns erwiesene Gastfreundschaft in schwungvoller Rede zu danken. Der wohlgeordneten Rede reichlicher Fluss versiegt jedoch plötzlich, als der Vereinspräsident *Naville* sich erhebt, um Namens der Gesellschaft den anwesenden Behörden diesen Dank abzustatten. So kam es, dass die Herren von Stein „aus zweier Zeugen Mund“ erfahren konnten, wie dankbar die G. e. P. einen so freundlichen Empfang, wie der uns bereitete, zu schätzen weiß und die Erwidderung des Herrn Stadtpräsidenten *Böschenstein* ist darum nicht weniger herzlich ausgefallen. Nur zu bald ertönt für diejenigen, welche nicht in Schaffhausen übernachten und die Excursion des folgenden Tages mitmachen wollen, das Signal zum Aufbruch. Es ist die weitaus grösstere Zahl, die nun Abschied nimmt; denn zum Besuch der strategischen Bahnen haben sich blos 14 Theilnehmer eingeschrieben.

#### *IV. Der Dienstag.*

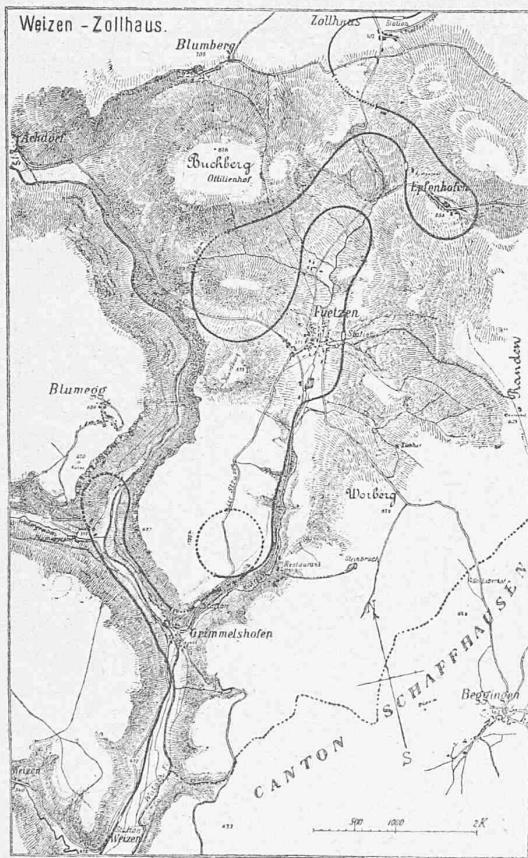
Früh morgens um 6 Uhr fuhren fünf Breaks, die von Collegen und Gönern der G. e. P. zur Verfügung gestellt worden, unter der

Leitung des „ehemaligen Herrn Meyer“ mit den Theilnehmern an der „strategischen Excursion“ zur Stadt hinaus. Die Fahrt ging an der Fischer'schen Fabrik vorbei über Merishausen, Bargen nach Epfendorf, einer Station der kürzlich eröffneten Eisenbahn von Weizen nach Immendingen, die, ähnlich wie die Bahn von Leopoldshöhe über Lörrach, Schopfheim, Wehr nach Säckingen, vornehmlich strategischen Interessen dient, indem dadurch das links vom Rhein liegende, schweizerische Gebiet umgangen wird. Der interessanteste Theil der erstgenannten Bahn liegt zwischen Weizen und Zollhaus und wir haben das Trace dieser Strecke nach einem den Theilnehmern überreichten Uebersichtsplan auf Seite 30 dieser Nummer wiedergegeben. Da die Steigung von Weizen nach Zollhaus durchwegs 10 ‰ beträgt, so erscheint die Darstellung des Längenprofils nicht als absolut nothwendig. Ein wesentlicher Theil dieser Strecke wurde von der auch in der Schweiz wohlbekannten Unternehmer-Firma *Philipp Holzmann u. Co.* in Frankfurt a. M. ausgeführt und zwar unter der Leitung unseres Collegen *F. Hennings*. In Epfendorf sind mehrere interessante Brückenbauten. Vorerst ist ein Blechträger zu erwähnen, dessen auf Pfahlrost fundierte Widerlager durch den Druck des in ungünstiger Jahreszeit dahinter aufgeschütteten Dammes in Bewegung gerieten und verstärkt werden musste, dann ein grosser Viaduct mit Pendelpfeilern von der Gutenhoffnungshütte geliefert, endlich, oberhalb der Station, eine kleinere Brücke mit mehreren von Parabelträgern (aus dem Werk in Gustaysburg) überspannten Oeffnungen. Dort war der ganze, keineswegs steile Abhang in Bewegung, so dass grosse Anschrüsse nothwendig wurden, um die rutschenden Massen zur Ruhe zu bringen.

Die Strecke von Epfenbach nach Grimmelshofen wurde im Bahn-

durch Multiplication derselben mit dem Bettungsdruck und der Schwellenbreite gefundene Aufdruck der Bettung im Gleichgewicht sein mit dem an der nämlichen Stelle vor-

### Strategische Bahn Weizen-Immendingen.



Masstab 1:83500

handenen Gegendruck der Schwelle, welcher seinerseits wieder abhängig ist von der durch die einwirkenden äussern Momente und Scherkräfte sowie die Schwellenform bedingten Deformation der Schwelle.

Es war daher offenbar die Aufgabe zu lösen, die Einstellungskurve derart zu bestimmen, dass, wenn man die derselben entsprechenden Bettungsdrücke als Lasten betrachtete und zu diesen die elastische Linie der Schwelle bestimmte, man wieder die Einstellungskurve erhielt, von welcher man ausgegangen war. Möglich ist die Lösung dieser Aufgabe bei der gegebenen, complicirten Schwellenform offen-

zug zurückgelegt. Das Schotterbett der Bahn ist zwei- bis dreimal so stark als üblich und es fährt sich ausserordentlich saft auf dem soliden, ganz-eisernen Oberbau. Ueberhaupt ist die Ausführung der Bahn eine staatsmässige und man sieht auf Schritt und Tritt, dass viel Geld zur Verfügung war und nirgends gespart werden musste. Von der Station Grimmelshofen gings an grossen Steinbrüchen vorbei zu Fuss nach dem Wutach-Uebergang, ebenfalls einem Parabelträger, und von dort per Break nach Stühlingen, dann um den Gipsberg herum, der stark durchlöchert ist und fleissig ausgebeutet wird, nach dem lieblich gelegenen Schleitheim mit seinen stattlichen Häusern, wo ein treffliches Mittagsmahl der Gäste harrete. Ueber Sieblingen und Löhningen kehrten die Theilnehmer an dieser genussvollen und interessanten Fahrt wieder nach Schaffhausen zurück, wo sie sich am Bahnhof von ihren liebenswürdigen Begleitern und Führern dankend verabschiedeten. —

Damit sind wir am Schlusse unseres Berichtes. Die XXI. Versammlung in Schaffhausen darf als eine der lehrreichsten und gelungensten der G. e. P. bezeichnet werden, Dank der Aufopferung der dortigen Collegen und der bis in alle Einzelheiten gehenden vorzüglichen Organisation des Festes.

bar nur durch ein annäherndes Probieren. Die in Betracht kommenden Schwellenlängen von 240, 250 und 260 cm waren daher einzeln und für die beiden Grenzfälle des Bettungsdruckes von  $C = 3$  und  $C = 8$  durchzunehmen, Zwischenlängen durch Interpolation zu beurtheilen. Als Beispiel geben wir hier in den Figuren 1 bis 9 die Behandlung der Schwelle von 260 cm auf nachgiebiger Bettung, also mit  $C = 3$ .

In der Figur 10 sind in erster Linie vier Querschnitte der Schwelle mit Schwerpunkten, Trägheitsmomente ( $J$ ) und Trägheitsradien ( $i$ ) gegeben, aus welchen Werthen der allgemeine Verlauf dieser Grössen ermittelt werden konnte, wie er in Fig. 2 dargestellt ist<sup>1)</sup>. Die Fig. 1 dagegen giebt die wechselnde Breite der Schwelle, beiderseits gemessen bis 7 mm vom äussersten Wulstrand. — In erster Linie wurde nun, zur vorbereitenden Orientierung, für ein mittleres Trägheitsmoment der Schwelle im Betrage von 250 cm<sup>4</sup>, eine mittlere Breite von 21 cm und eine Länge von 260 cm nach Zimmermann die Einstellung von Schwellenmitte, Schienenauflager und Schwellenende berechnet und in der Fig. 4 in 6 2/3 maliger<sup>2)</sup> (oder im Maßstab der Zeichnung gemessen 200 maliger) Vergrösserung der Ordinaten eingetragen; die drei Punkte sind mit 1, 1, 1 bezeichnet. Es war anzunehmen, dass sich die Schwelle in Wirklichkeit in der Mitte weniger aufbiegen werde, sowohl weil hier das Trägheitsmoment grösser, als auch der geringern Breite wegen die Belastung geringer ist, während umgekehrt die Aufbiegung der Enden grösser ausfallen musste, weil gegen dieselben hier das Trägheitsmoment ab-, die Belastung dagegen zunimmt. Dementsprechend wurde die mit 2 bezeichnete Curve in erster Annäherung als elastische Linie betrachtet.

Durch diese war die Belastung des Balkens gegeben und sie konnte für die Mitte jeden Elementes gefunden werden, indem die wirkliche, von dem mit 2 bezeichneten Horizont aus gemessene Einstellung mit dem specificischen Bettungsdrucke 3 kg und mit der entsprechenden Schwellenbreite, die der Fig. 1 entnommen werden konnte, multipliziert wurde. Die erhaltenen Werthe sind in der Fig. 3 in der Mitte der Elemente aufgetragen und hierauf durch eine mit 2 bezeichnete Curve verbunden worden. (Diese Curve stellt demnach nicht genau den Verlauf der Belastung dar; sie wurde nur durchgezogen, um die verschiedenen Belastungsfälle leicht auseinander halten zu können.) Die Flächenstreifen von 10 cm Breite, oben von der horizontalen Geraden, unten von den die Curve ersetzen Staffeln begrenzt, wurden nun zehnfach verkleinert in Fig. 5 als Kräfte zu einem Kräftepolygon zusammengetragen. Ihre Summe hätte die auf eine Schwellenhälfte entfallende Belastung von 4 t im Maßstab von 1 mm = 90 kg ergeben sollen, und da dies nicht vollkommen genau der Fall war, wurde der letztere in der Weise geändert, dass nun 89.7 kg statt 90 kg als durch einen mm dargestellt betrachtet wurden. (Diese kleine Abweichung hat ihren Grund in dem Umstand, dass für die schätzungsweise durchgezogene elastische Linie 2 der Horizont nicht mehr genau der nämliche ist, wie für die durch die drei Punkte 1 gehende. Wenn es sich nicht um eine der Wahrheit offenbar noch fernliegende erste Annäherung gehandelt hätte, wäre der neue Horizont besser neu ermittelt worden auf die später anzugebende Weise.)

Mit einer Polweite von 0,5 m oder 1495 kg wurde zu diesem Kräftepolygon das mit der nämlichen Zahl 2 bezeichnete Seilpolygon der Fig. 7 konstruiert, dessen Schlusslinie der Symmetrie wegen eine horizontale Gerade durch den Schnittpunkt der ersten Seilpolygonseite mit der Verticalen durch die Schienenmitte sein musste. Die hierdurch gegebene Momentenfläche ward wieder als Belastungsfläche aufgefasst, in Elemente von 10 cm Breite zerlegt und diese auf

<sup>1)</sup> Es sind nicht die  $J$  selbst, sondern die  $\frac{J}{5}$  aufgetragen worden.

<sup>2)</sup> Die z. Th. etwas ungeschickten Maassverhältnisse röhren von der nothwendig gewordenen Verkleinerung der Originalzeichnungen her, die im Zehntel gehalten waren.

eine Basis  $a = 10 \text{ cm}$  reducirt als Kräfte in Fig. 6 zu dem durch ausgezogene Striche bezeichneten Kräftepolygon zusammengesetzt. Die fünften Theile der veränderlichen Trägheitsmomente als Polweiten benützend, konnte jetzt hiezu ein zweites, in der Fig. 8 mit 3 angeschriebenes Seilpolygon gezeichnet werden, welches die Durchbiegungslinie der Schwelle darstellt. Die Ordinaten derselben erscheinen, wenn im Maßstab der Zeichnung abgegriffen, im Verhältniss von  $\zeta = \frac{E J}{Ha^J} = \frac{2150000 \cdot J}{1495 \cdot 10 \cdot \frac{J}{6}} = 719$  in die Höhe verzerrt.

Nach Theilung derselben durch 3,6 waren sie auf den Maßstab der Fig. 4 reducirt; sie wurden in diese eingetragen und die erhaltene Durchbiegungskurve ebenfalls mit 3 bezeichnet. Diese weicht bedeutend von der vorausgesetzten Einsenkungslinie 2 ab, mit welcher daher die wahre Form derselben noch nicht getroffen war.

Der nächste Versuch wurde mit der in der Mitte zwischen den Curven 2 und 3 gelegenen Einsenkungslinie 4 gemacht. Zuerst musste für diese der Horizont, die Schotteroberfläche, wenn man so sagen will, bestimmt werden. Zu diesem Zweck ward aus den Ordinaten nach der Simpson'schen Regel die Lage der ausgleichenden Mittellinie der Curve 4 bestimmt (in der Figur nicht eingetragen). Der Horizont muss nun  $\frac{4000}{21 \cdot 130 \cdot 3} = 0,488 \text{ cm}$  über dieser Mittellinie liegen, da dieser Betrag der durchschnittlichen Einsenkung einer mit 4 t belasteten halben Schwelle von 21 cm mittlerer Breite und 130 cm Länge bei einem spezifischen Bettungsdruck von 3 kg/cm<sup>2</sup> gleichkommt; die den Horizont darstellende Gerade wurde ebenfalls mit 4 bezeichnet.

Jetzt war für diese Einsenkungslinie die ganze eben beschriebene Arbeit zu wiederholen; sie führte durch die Belastungslinie 4 und Momentencurve 4 zu der Einsenkungslinie 5 der Figuren 8 u. 4. Ausserhalb dem Schienenauflager deckt sie sich völlig mit der vorausgesetzten Einsenkungslinie 4, zwischen denselben liegt sie noch ein wenig tiefer. Eine Mittellinie zwischen 4 und 5 würde offenbar auch an dieser Stelle nur um einen praktisch völlig bedeutungslosen Betrag von der wahren Durchbiegungslinie der Schwelle abweichen und es könnte daher diese Zwischenlinie mit voller Berechtigung als die gesuchte richtige elastische Linie der belasteten Schwelle betrachtet werden, wenn nicht noch die Frage nach dem Einfluss der scherenden Kräfte zu erledigen wäre.

Durch diese Kräfte kann nämlich die Form der elastischen Linie unter Umständen wesentlich geändert werden. In unserm Fall war ein bemerkbarer Einfluss freilich höchstens für den mittleren Theil der Schwelle zu erwarten, wo deren Höhe eine etwas erheblichere ist, jedenfalls aber musste die Construction befuhs Gewinnung eines sichern Urtheils einmal durchgeführt werden. Es geschah dies natürlich mit Hülfe der Ritter'schen Elasticitätsellipsen; fraglich blieb bei deren Ausmittlung nur die Grösse des den Einfluss der ungleichen Vertheilung der Scherkräfte über den Querschnitt berücksichtigenden Factors  $z$ , über dessen Bedeutung das 32. Capitel von Ritters Anwendungen der graphischen Statik I. Theil oder auch Seite 99 Band XIII dieser Zeitschrift Auskunft gibt. Derselbe könnte nach der am erst erwähnten Ort gegebenen Methode für jeden Querschnitt der Schwelle genau ermittelt werden; angesichts der relativen Kleinheit des zu erwartenden Ergebnisses durfte man sich aber mit einer Schätzung begnügen und ihn constant annehmen. Für das Rechteck beträgt er 1,2, für die I Eisen der deutschen Normalprofile liegt er zwischen 2 und 2,4; er konnte daher wohl ohne erheblichen Fehler für unsere Schwelle zu 1,5 angesetzt werden. Die grossen Halbaxen der Elasticitätsellipsen für die 10 cm langen Balkenelemente ergaben sich daher als Gegenseiten der in der Figur 9 gezeichneten rechtwinkligen Dreiecke, deren Anseiten 2 i & 10  $\sqrt{1:12}$  waren. Als Kräfte wurden wieder die Lamellen der Momentenfläche 4 benützt und mit diesen in bekannter Weise zwischen den Verticalen durch die Antipole der äussern Kräfte bezüglich der Elasticitätsellipsen das el-

astische Seilpolygon 6 in Fig. 9 gezeichnet. Durch Eintragen dieser Einsenkungslinie in die Figuren 8 u. 4 über die früher erhaltenen konnte constatirt werden, dass in der That die Mitte der Schwelle in Folge des Einflusses der scherenden Kräfte etwas mehr gehoben erscheint; da diese Hebung bei  $6\frac{2}{3}$  maliger Vergrösserung aber schon beinahe unbemerkbar sich erweist, so ist es wohl gerechtfertigt, dieselbe in der Folge ganz zu vernachlässigen.

Die Untersuchung der Schwelle von 260 cm Länge auf nachgiebiger Bettung konnte somit in der That mit der zwischen 4 und 5 eingeschalteten Einsenkungslinie als abgeschlossen betrachtet werden; deren Ordinaten müssen, mit der Bettungsziffer 3 multiplizirt, die richtigen Bettungsdrücke geben, wie auch die Momentenfläche 4 bis auf kleine Abweichungen in der Mitte die richtigen beanspruchenden Momente ergeben müsste. Würde sich die Schwelle von dieser Länge nicht auf den ersten Blick als ungünstig erwiesen haben, so wäre wohl für die zwischen 4 und 5 zu schaltende Linie die Arbeit ein drittes Mal durchgeführt worden, woraufhin offenbar jetzt alle Curven streng richtig erhalten worden wären.

Genau gleiche Kräftepläne wurden ferner für die Schwellenlängen von 250 und 240 cm auf nachgiebiger Bettung hergestellt. Auf härterer Bettung mit  $C = 8$  ward in erster Linie die Schwelle von 250 cm Länge untersucht; da deren Durchbiegungslinie die richtige Form zeigte, brauchten die übrigen Längen nicht weiter berücksichtigt zu werden, was um so angenehmer, als in diesem Fall geringe Fehler in der Annahme der Einsenkungslinie sich in sehr starken Abweichungen des Resultates bemerkbar machen; so musste für diese eine Schwelle der ganze Arbeitsgang vier mal durchgemacht werden, bis ein sicheres Resultat erzielt war.

Zum Schlusse dieses ersten Theiles sei noch auf den bedeutenden Unterschied aufmerksam gemacht, welcher zwischen der unter Annahme eines constanten mittlern Trägheitsmomentes und einer mittlern Breite berechneten, durch die Punkte 1 der Fig. 4 zu ziehenden Durchbiegungslinie und der aufgefundenen richtigen besteht. Die erstere würde die Schwellenlänge von 260 cm noch als zu gering erscheinen lassen, da der mittlere Theil zu hoch gehoben ist, während die richtige Curve offenbar auf eine geringere Länge als vortheilhafter hinweist.

Eine bessere Annäherung würde man erhalten können, wenn man das Mittelstück als gar nicht aufruhend betrachten würde, ja man könnte durch geschickte Wahl der Länge dieses nicht belasteten Mittelstückes vielleicht eine genaue Uebereinstimmung für die drei Hauptpunkte zwischen Rechnung und Zeichnung erreichen. Irgend welches Zutrauen könnte aber eine solche Rechnung ohne Controle durch Zeichnung nicht beanspruchen, denn die Wahl der Länge des Mittelstückes könnte ja nur durch einen nicht vorherzusehenden Zufall das Richtige treffen. Ueberdies muss entschieden die Annahme eines Hohlliegens der Schwelle im mittlern Theil als nicht zutreffend abgelehnt werden, denn wenn dieser Theil selbst auch nicht unterkrampft werden kann, so wird das Bettungsmaterial durch das Unterkrampen der seitlichen Theile nach der Mitte hin zusammengepresst, so dass auch nur eine etwelche Abnahme des spezifischen Bettungsdruckes in dieser Richtung hin unwahrscheinlich ist, abgesehen von einem andern Umstand, der dieser Abnahme entgegenwirkt und welcher später zur Sprache kommen wird.

(Schluss folgt.)

### Miscellanea.

**Schweizerische Eisenbahnen.** Am Schluss unserer Berichterstattungen über die Entscheide der Bundesversammlung hinsichtlich unserer Eisenbahnen angelangt erfübrigst uns noch Folgendes zu erwähnen:

1. Normalspurige Nebenbahn **Colombier - Boudry - Cortaillod**. (Bd. XIV S. 140, 145 und 152.) Dieses an den Bundesrat „zu angemessener Erledigung“ zurückgewiesene Concessionsbegehren ist, wie nicht anders erwartet werden konnte (laut Beilage zum Bundesblatt vom