

# Zwei Instrumente für Messungen von Formänderungen und Spannungen an Brücken

Autor(en): **Mantel, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **35/36 (1900)**

Heft 6

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-21945>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Transformatorstation nähert, desto höher steigt deren Belastung und erreicht ihr Maximum, wenn der Zug sich unmittelbar vor der Station befindet. Beim Weiterfahren nimmt die Beanspruchung allmählich wieder ab. Der ungünstigste Fall tritt ein, wenn zwei, in entgegengesetzten Richtungen fahrende Züge vor der Transformatorstation kreuzen, doch ist zu beachten, dass bei der vorhandenen Gestaltung des Längsprofils gewöhnlich einer der Züge im Gefälle fährt und daher wenig oder keine Kraft konsumiert, sondern eventuell sogar eine Entlastung der Transformatorstation herbeiführt. Die durchschnittliche Belastungszeit einer Transformatorstation beträgt 10 Min., diese Belastung wiederholt sich, entsprechend den 2.12 Zügen 24 Mal im Laufe eines Betriebstages. Mit Rücksicht auf diese intermittierende Inanspruchnahme konnten die Transformatoren im Gewichte erheblich leichter gehalten werden, als eigentlich der Maximalbelastung entspricht. Die richtige Dimensionierung wurde durch Versuche bestimmt, und es haben im Laufe des Sommers vorgenommene Temperaturmessungen ergeben, dass die installierten Transformatoren auch bei forciertem Betriebe keine übermässige Erwärmung zeigen. Der Energieverlust durch Leerlauf der Transformatoren beträgt 2,5 kw, der maximale Spannungsabfall 10%.

Die Hochspannungsleitung wurde berechnet für einen maximalen Spannungsabfall von 6%. Die successive Abnahme der Primärspannung ist, so weit dies bei der überaus variablen Belastung möglich, dadurch berücksichtigt, dass den Transformatoren ein um so kleineres Uebersetzungsverhältnis gegeben wurde, je weiter sie vom Anfangspunkte der Linie entfernt sind. Natürlich sind alle Transformatoren, der Auswechselbarkeit halber, gleich gewickelt und es wird die Verkleinerung der Uebersetzung durch entsprechende Anzapfung der Primärspulen erreicht.

(Forts. folgt.)

## Zwei Instrumente für Messungen von Formänderungen und Spannungen an Brücken.

Von Ingenieur G. Mantel in Zürich.

### II. Dehnungs- oder Spannungsmesser.

Das wichtigste Instrument für Messungen an Brücken ist zweifellos der Dehnungsmesser, denn er giebt unmittelbar die für den Brückeningenieur wichtigsten Werte, die Spannungen in den Brückengliedern. Es sind bereits — abgesehen von den nur für Laboratoriumszwecke verwendbaren Apparaten — verschiedene derartige Instrumente gebaut worden; das vollkommenste ist jedenfalls der Dehnungsmesser von *Fränkel*, welcher sich bei uns im Besitze aller grösseren Bahngesellschaften und der Aufsichtsbehörde, wie natürlich auch des Polytechnikums befindet, wo bereits die Schüler in seinen Gebrauch eingeweiht werden. Er arbeitet zuverlässig und hat den grossen Vorteil, die Messungswerte graphisch zu verzeichnen, d. h. er schreibt Einflusslinien auf, die sich zu Hause nachträglich genau und mit Musse studieren lassen. Das Instrument kann wohl in seiner Art vollkommen genannt werden. Wenn ihm von gewisser Seite zu grosse Masse vorgeworfen wird, was zur Folge hätte, dass es starke und heftige Schwingungen nicht richtig wiedergebe, so ist darauf zu erwidern, dass es wohl überhaupt unmöglich sein dürfte, ein mechanisch vergrösserndes Instrument zu bauen, welches keiner Trägheitswirkung unterworfen wäre, d. h. bei heftigen Vibrationen keine vergrösserten Ausschläge geben würde. Ist es doch kaum möglich, nur die Befestigung der Klammern derart zu bewirken, dass unter heftigen Vibrationen nie eine Lockerung stattfindet; dabei fällt es auf, dass die Lockerung nicht unter den durch die Maschinen bewirkten Schlägen an den Schienenstössen, sondern unter den durch etwa nachkommende volle oder leere Güterwagen bewirkt wird. Stellt man aber billige Forderungen, beobachtet unter Betriebszügen nur an Teilen, welche nicht den

heftigsten Erschütterungen ausgesetzt sind, oder lässt, wenn man besondere Lasten zur Verfügung hat, nur mit mässiger Geschwindigkeit fahren, was immer empfehlenswert, so erhält man mit dem *Fränkel'schen* Dehnungsmesser durchaus zufriedenstellende Angaben. Die Beobachtung der durch die Stösse bewirkten Vergrösserung der statischen Spannungen bildet eine Aufgabe für sich, rechnerisch stehen uns ja doch nur die letztern zum Vergleich mit den Messungsergebnissen zur Verfügung.

Was das Arbeiten mit dem *Fränkel'schen* Dehnungsmesser hie und da etwas beschwerlich macht, ist sein grosses Volumen und sein Gewicht. Es ist daher allerdings oft wünschenswert, ein leichteres einfacheres Instrument zur Hand zu haben, weil man sich zur Vornahme von Messungen um so eher entschliesst, je weniger Umstände der Transport des Apparates zur Messtelle macht. Ein weiterer Vorteil eines kleinern Apparates besteht in der kleinern Messlänge, d. h. der kleinern Länge der eingespannten Stabfaser.

Die Biegungsspannung in den zu untersuchenden Stäben ist selten auf grössere Länge konstant; um mit langen Masstäben die Grösstwerte in der Nähe der Knotenpunkte oder der Stabenden zu erhalten, müssen daher mehrere Messungen mit verschobenem Apparat gemacht werden können; jede Messung giebt die Spannung in der Mitte der Messlänge und durch Verbindung der über diesen Stellen aufgetragenen Werte kann man auf die an den unzugänglichen Stellen vorhandenen schliessen.

Den Wünschen nach einem kleinern Dehnungsmesser schien ein in Frankreich in Gebrauch befindliches Instrument *Manet-Rabut* zu entsprechen. Es war durch Verbesserung aus dem ursprünglichen Instrument *Manet's* hervorgegangen. Dieser Ingenieur hatte eine Messdose mit einem Messtab derart in Verbindung gebracht, dass letzterer einerseits durch Kontakt auf das Zeigerwerk der an den zu untersuchenden Stab anzuschraubenden Messdose wirkte, während er am andern Ende in einer ebenfalls anzuschraubenden Klammer steckte. Die Uebersetzung war aber eine geringe, und andererseits war die Klammeranordnung eine unvollkommene. Es wurde nicht der Rand des Stabes gefasst, sondern man suchte der Schwerachse desselben so nahe wie möglich zu kommen, entsprechend dem eingangs geschilderten Stand der Erkenntnis der Kraftwirkungen, nach welchem man nur den in den Schwerachsen wirkenden Hauptspannungen Bedeutung beimass, die Zusatzspannungen nicht kannte oder nicht beachtete.

Herr *Rabut*, Obergeringieur an der französischen Westbahn, hat einerseits die Uebersetzung der Messdose vergrössert, die Messstange verkürzt und endlich die Klammern so eingerichtet, dass in der Messung die Kantenspannungen der Stäbe zum Ausdruck gelangten. Das so entstandene Instrument dürfte aber vorzugsweise nur zu Beobachtungen unter ganz ruhig fahrenden Lasten geeignet sein, denn es fehlen an seinen Klammern die am *Fränkel'schen* Dehnungsmesser vorhandenen Spitzen, die nach meinen Erfahrungen allein ein sicheres Sitzen auch bei etwelchen Erschütterungen zu ermöglichen scheinen.

Herr *Rabut*, der wie Herr *Manet* kein Patent auf seinen Apparat genommen, gestattete gütig die weitere Umformung desselben für die von uns verfolgten Zwecke.

In erster Linie schien mir eine stärkere Vergrösserung wünschenswert, und zwar eine tausendfache, einerseits um die Genauigkeit der Angaben zu erhöhen, andererseits um den Umfang der Teilscheibe besser auszunützen, da sich die zu beobachtenden Spannungen doch meist in mässigen Grenzen bewegen.

In zweiter Linie wünschte ich die Uebertragung der Bewegung des Messtabendes auf den Uebersetzungsmechanismus, welche beim Instrument *Rabut* durch blossen Kontakt geschieht, durch ein festes Gelenk zu bewerkstelligen, um bei Stössen ein weites Fortwärtsschleudern des Zeigers zu verhindern; es sollte damit auch die Benutzung des Instrumentes unter bewegter, mit Stössen

verbundener Last ermöglicht werden. Endlich war vorauszusehen, dass die vergrösserte Uebersetzung und die Verwendung des Instrumentes unter bewegter Last eine kräftigere Befestigung der Klammern als durch blosser Reibung erfordern würde.

Herr Mechaniker Usteri, an den ich mich wandte, trat mit grosser Bereitwilligkeit auf meine Anschauungen und Wünsche ein, erstellte ein Probeinstrument und än-

ein gewisses Spiel und damit eine Vergrösserung der Zeigerausschläge zulassen. Immerhin scheint dieser Uebelstand jetzt auf das möglichste beschränkt, sodass, mit Ausnahme des Auftretens ganz heftiger Erschütterungen am untersuchten Teil, der Zeiger nicht über die wirklichen Spannungen hinausschlägt, unter ruhiger Fahrt natürlich gar nicht vibriert.

Die Befestigung der Klammern geschieht jederseits

Dehnungsmesser Mantel. — Gebaut von Usteri-Reinacher in Zürich.

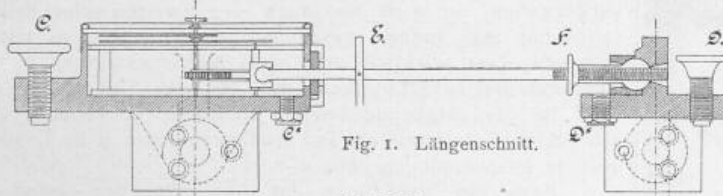


Fig. 1. Längenschnitt.

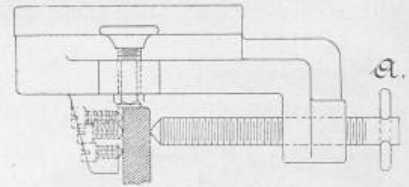


Fig. 3. Klammer A mit Messdose, von vorn gesehen. 1:3.

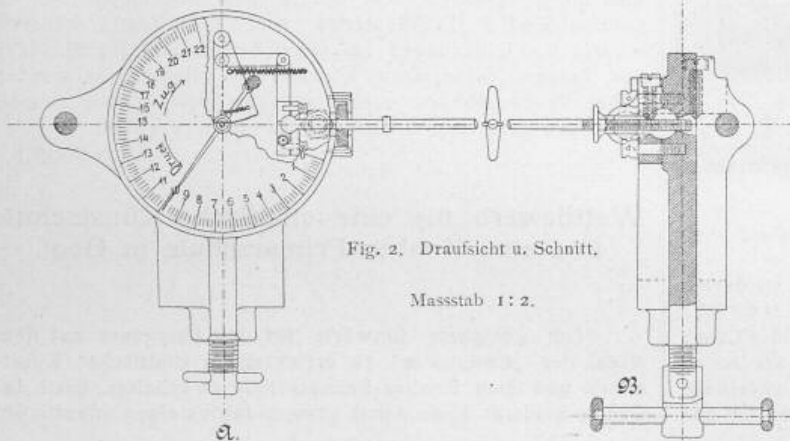


Fig. 2. Draufsicht u. Schnitt.

Massstab 1:2.

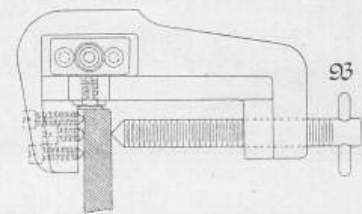


Fig. 4. Klammer B. 1:3.

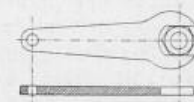


Fig. 5. Schlüssel für Stellschrauben C\* u. D\*. 1:3.

derte dasselbe entsprechend den Ergebnissen der von mir in grosser Anzahl vorgenommenen Messungsversuche mehrfach wieder ab, bis die jetzige Form erreicht war, welche nun meiner Ansicht nach allen billigen Anforderungen entspricht.

Das neue Instrument *Manet-Rabut-Mantel*, welches ich der Einfachheit halber als Instrument „Mantel“ bezeichnen will, besitzt nun eine Messdose von tausendfacher Uebersetzung: eine Spannungsänderung von  $100 \text{ Kg/cm}^2$  eines Schweisseisenstabes wird durch eine Bewegung von etwa  $8 \text{ mm}$  des Zeigerendes gegeben, wenn die Messtablänge  $20 \text{ cm}$  beträgt. Auf der Teilscheibe sind diese  $8 \text{ mm}$  in 5 Unterabteilungen geteilt, welche also unter obigen Voraussetzungen  $20 \text{ Kg/cm}^2$  entsprechen würden; da die halben Teile, welche  $10 \text{ Kg/cm}^2$  darstellen, noch leicht abgelesen werden können, so darf die Genauigkeit der Angaben als durchaus genügend bezeichnet werden.

Der Messtab endet beiderseits mit Kugelgelenken, von denen das eine im ersten Hebel der Messdose sitzt, das zweite in der zweiten Klammer. Eine Klemmschraube *F* stellt hier den Stab fest. Derselbe ist bis in seine Hälfte mit einem Schraubengewind versehen<sup>1)</sup>, um die Messlänge verändern zu können. Nach Entfernung der Stellschraube *D* und Ersatz derselben durch die beigegebene, den Schrauben *C\** und *D\** entsprechende, kann die Messlänge durch Drehen am Stift *E* noch um etwa  $5 \text{ cm}$  verkürzt werden. Die Hoffnung, durch Einführen dieser Kugelgelenke jeden toten Gang im Apparat vermeiden d. h. auch die durch Stösse erzeugten Vibrationen der Spannungen genau messen zu können, ist nicht ganz in Erfüllung gegangen; es scheint, wie schon angedeutet, bis jetzt nicht möglich, einen völlig satten Gang eines solchen Uebersetzungsmechanismus zu erzielen, ohne die Einschaltung von Federwirkungen, welche ihrerseits wieder

mit Hilfe von zwei lotrecht übereinander liegenden Stahlspitzen, die durch die gegenüberliegende Klemmschraube etwas ins Eisen eingepresst werden, während ein dritter Kontaktpunkt, der die Ebene fest legt, also eine Verdrehung der Klammer verhindern soll, durch eine kleine Pendelsäule gebildet wird. Die Entfernung der Spitzung bestimmt natürlich die Messlänge. Eine weitere Sicherung der Klammern wird durch die Stellschrauben *CDCD\** erreicht, die ein Kippen derselben verhüten sollen. Auf eine möglichst tadellose Befestigung beider Klammern musste das grösste Gewicht gelegt werden, weil bei der Kleinheit der Messlänge und der Grösse der Uebersetzung jede Bewegung derselben sich fühlbar macht, namentlich dadurch dass der Zeiger nicht mehr genau auf die Ausgangsstelle der Beobachtung zurückgeht.

Beim Anlegen des Instrumentes an einen zu untersuchenden Stab ist in erster Linie darauf zu achten, dass die Stellschrauben *CD* und *C\*D\** zur Berührung mit der Kante desselben kommen. Dann werden zuerst die Klemmschrauben *AB* kräftig mit Hilfe des grösseren Schlüssels (in der Zeichnung auf Klammer *B* sitzend) angezogen. Darauf wird durch Rechtsdrehen des Griffes *E* der bewegliche Zeiger ungefähr in die Mitte der Teilung gebracht und der feste (Stell-)Zeiger über den beweglichen gestellt. Hierauf wird die Stellschraube *C* mässig angezogen, wobei sich der bewegliche Zeiger nach links stellt; mit dem kleinen Schlüssel wird jetzt die Stellschraube *C\** soweit rechts herumgedreht, bis der bewegliche Zeiger wieder auf den festen zurückgekommen ist.

Genau in der gleichen Weise verfährt man bei der Befestigung der rechts angeordneten Klammer. Auf diese Weise soll vermieden werden, dass durch ungleichmässiges Anziehen der Stellschrauben eine Tendenz zum Verdrehen

Durch ein Versehen meinerseits wurde der Massstab des Klynometers in voriger Nummer zu 1:12 statt 1:5 angegeben.

G. M.

<sup>1)</sup> In der Zeichnung etwas zu kurz angegeben.



