

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik =  
Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

**Herausgeber:** Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

**Band:** 21 (1923)

**Heft:** 9

**Artikel:** Trigonometrische Beobachtung der elastischen Deformationen der  
Staumauer am Pfaffensprung des Kraftwerkes Amsteg der S.B.B. :  
Mitteilung der Sektion für Geodäsie der Eidg. Landestopographie, Bern

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-188065>

### **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:** 31.12.2025

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

# SCHWEIZERISCHE Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS

REVUE TECHNIQUE SUISSE DES MENSURATIONS ET AMÉLIORATIONS FONCIÈRES

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Redaktion: F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Ständiger Mitarbeiter für Kulturtechnik: H. FLUCK, Dipl. Kulturingenieur, Neuchâtel, Case postale

Collaborateur attitré pour la partie en langue française: CH. ROESGEN, ingénieur-géomètre,  
Genève, 11, rue de l'Hôtel-de-Ville — Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats

□ Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme: □  
BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR VORM. G. BINKERT, WINTERTHUR

Jährlich 12 Nummern  
(erscheinend am zweiten Dienstag  
jeden Monats)

und 12 Inseraten-Bulletins  
(erscheinend am vierten Dienstag  
jeden Monats)

**No. 9**

des **XXI. Jahrganges** der  
„Schweiz. Geometerzeitung“.

**11. September 1923**

Jahresabonnement Fr. 12.—

(unentgeltlich für Mitglieder)

Inserate:

50 Cts. per 1spaltige Nonp.-Zeile

## Trigonometrische Beobachtung der elastischen Deformationen der Staumauer am Pfaffensprung des Kraftwerkes Amsteg der S. B. B.

Mitteilung der *Sektion für Geodäsie* der Eidg. Landestopographie,  
Bern.

(Die Clichés sind mit Erlaubnis der Redaktion der „Schweiz.  
Bauzeitung“ entnommen.)

Im Auftrag der Abteilung für Elektrische Zugförderung bei der Generaldirektion der Schweiz. Bundesbahnen führte die Eidg. Landestopographie, Sektion für Geodäsie, durch ihre Ingenieure H. Zölly und W. Lang eine Reihe trigonometrischer Beobachtungen aus, die den Zweck verfolgten, Einblick in das Verhalten der Staumauer am Pfaffensprung bezüglich ihrer elastischen Formänderungen bei verschiedenen Belastungszuständen (Stauhöhen) zu erlangen. Da die genaue Kenntnis der elastischen Deformation bestehender Staumauern für die Bemessung ähnlicher, neuer Mauern von Wert sein kann, und weil die bei diesem einen Bauwerk getroffenen Anordnungen, die durchgeführten Beobachtungen und deren Auswertung zu einer einwandfreien Erfassung der tatsächlichen Formänderungen geführt haben, mag es für weitere Kreise von Interesse sein, über diese geodätischen Arbeiten im folgenden kurz unterrichtet zu werden.

*Anordnungen zur Ermittlung der Verschiebungen.* Auf der Talseite der Staumauer, ungefähr im Gewölbescheitel, wurden über die ganze Mauerfläche verteilt sechs Bolzen, Marke Nr. 1 bis 6, eingelassen. Es bestand die Aufgabe, die Verschiebung dieser Marken bei verschiedenen Stauhöhen bezüglich dem ungestauten Zustand zu ermitteln. Zwei auf sicherem Fels erbaute Beobachtungspfeiler I und II sind so angeordnet, daß von ihnen aus die Lage dieser Bolzen durch „Vorwärtseinschneiden“ bestimmt werden kann (vgl. Abb. 1 und 4). Dabei braucht die Bestimmung der Pfeilerentfernung I—II nicht mit großer Ge-

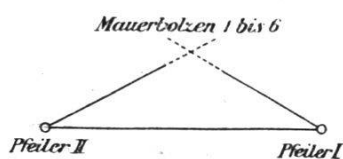


Abb. 1

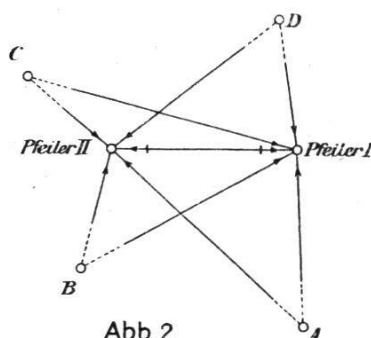


Abb. 2

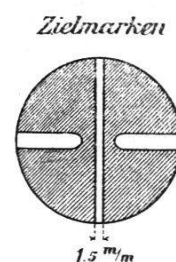


Abb. 3

nauigkeit zu geschehen, denn uns interessieren lediglich die Größen der Verschiebungsbeträge und diese können aus auf etwa 1 dm genauen Entfernungsmaßen, aber mit sehr sorgfältigen Richtungsbeobachtungen, scharf genug abgeleitet werden. Es wurde daher vorgesehen, den Abstand I—II aus der mit Stahlband direkt meßbaren Länge II—III mittels des Hilfsdreiecks I—II—III abzuleiten.

Durch fortgesetzte Anwendung des eben erwähnten „Vorwärtseinschneidens“ für jede gewünschte Stauhöhe sind die ihr zukommenden Bolzenlagen bezüglich der beiden Pfeiler I und II bestimmbar. Diese Bolzenlagedifferenzen können direkt als tatsächliche Mauerverschiebungen in diesen Punkten angesprochen werden, vorausgesetzt, daß die Pfeiler während des Stauens ihrer Lage nach unverändert geblieben sind.

#### *Anordnung zur Ermittlung allfälliger Pfeilerverschiebungen.*

Die obgenannten Beobachter hatten bereits für die Staumauer an der Jogne (bei Broc) zur Ermittlung der Mauerbewegung das nämliche Verfahren mit trigonometrischen Beobachtungen vorgeschlagen und durchgeführt. Die dort gesammelten Erfahrungen ließen es angezeigt erscheinen, besonderes

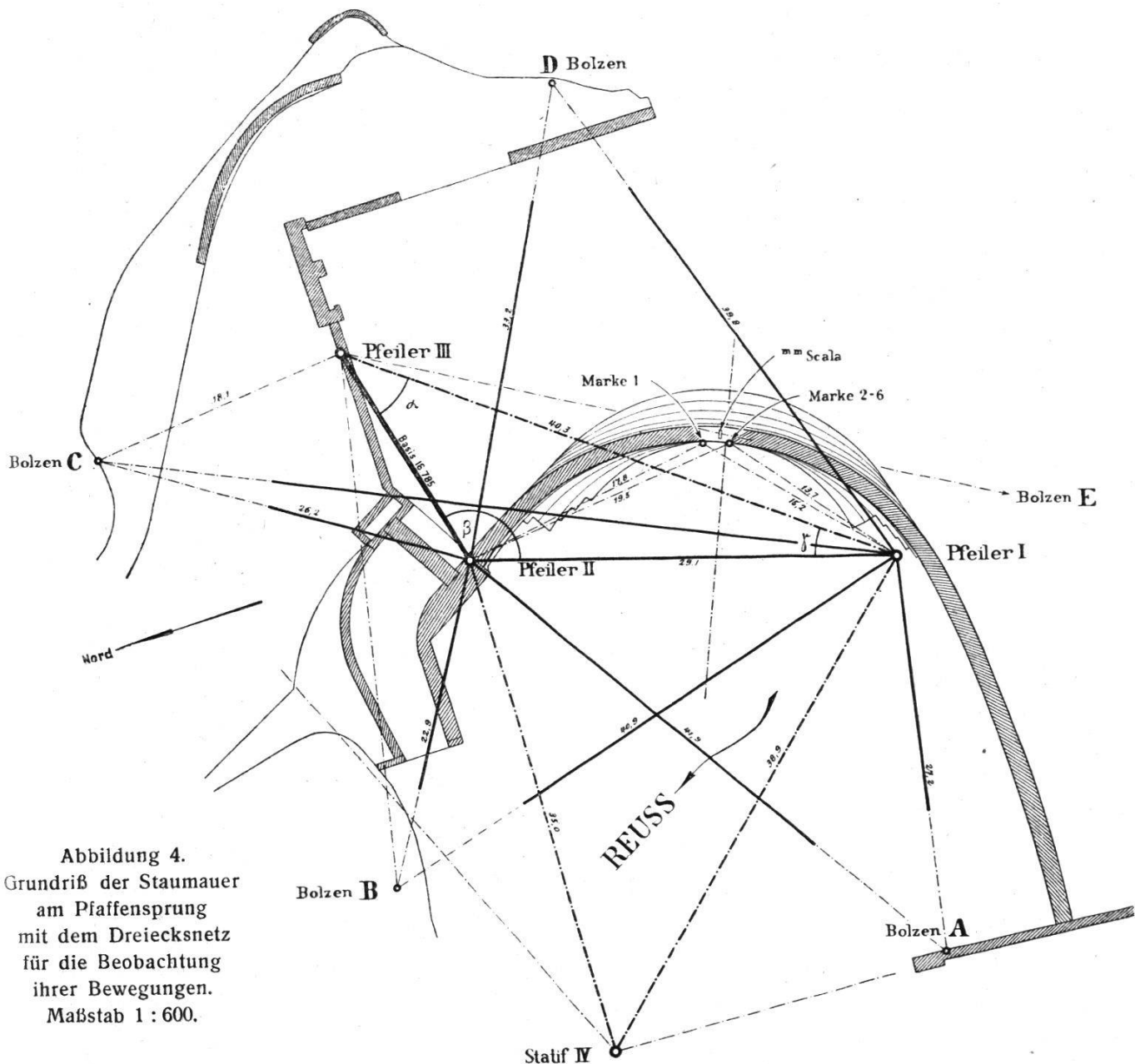


Abbildung 4.  
Grundriß der Staumauer  
am Pfaffensprung  
mit dem Dreiecksnetz  
für die Beobachtung  
ihrer Bewegungen.  
Maßstab 1 : 600.

Gewicht auf eine sorgfältige Ermittlung einer durch den Stau eventuell verursachten Verschiebung der Beobachtungspfeiler zu legen, um sie gegebenenfalls in Rechnung ziehen zu können.

Zwar sprach von vornherein die vorzügliche Qualität des Widerlagergesteins am Pfaffensprung gegen eine solche Möglichkeit. Aber auch schon der bloße Nachweis der absoluten Pfeilerstabilität muß für die einwandfreie Feststellung der zu erwartenden sehr kleinen Verschiebungsbeträge der Bolzen als nicht überflüssig betrachtet werden.

Man entschloß sich daher, solche Vorkehren zu treffen, daß beide Pfeiler durch je 3 bis 4 Richtungen nach vier sicher

festen und für den „Rückwärtseinschnitt“ günstig gelegenen Punkten „rückwärts eingeschnitten“ werden können (siehe Abbildung 2). Zu dem Zwecke setzte man an ausgesuchten Stellen außerhalb der Staumauer vier Bolzen A—D als Fixpunkte in absolut solide Unterlage.

Mit der aus Dreieck I—II—III abgeleiteten Pfeilerdistanz I—II und den Richtungsbeobachtungen *vor* dem Stau auf I und II werden die Punktlagen der vier Bolzen durch *Vorwärtsschnitt* berechnet. Sodann bestimmt man die Richtungsdivergenzen nach diesen vier Bolzen aus den Beobachtungen vor und nach dem Stau und errechnet aus ihnen unter der Annahme, die Bolzen A—D seien durch den Stau nicht verändert, durch *Rückwärtsschnitt*, die Pfeilerverschiebungen, und bringt sie für die Ermittlung der tatsächlichen Verschiebungen der Bolzen 1—6 in Rechnung (Abbildung 2). Als Kontrolle dieser Pfeilerverschiebungen wurde ferner auf einem von den Bauinstallationen her noch bestehenden Betonboden eine Beobachtungsstation IV auf einem Stativ errichtet (siehe Abbildung 4), auf der unabhängig von obigen Rückwärtsschnitten eine Lageänderung der Pfeiler quer zur Beobachtungsrichtung bezüglich der festen Punkte C und „bei A“ festgestellt werden kann.

Allgemein ist über die Anordnung der Pfeiler und Fixpunkte zu sagen, daß von einer sorgfältigen, alle Umstände in Betracht ziehenden Disposition und von vermessungstechnisch einwandfreier Formgebung der Erfolg der Untersuchung wesentlich abhängt. Deshalb ist es angezeigt, für die Anordnung und Durchführung solch empfindlicher Messungen den erfahrenen Vermessungsingenieur von Anfang an beizuziehen.

*Alignements-Einrichtung.* Endlich erstellte man eine „Alignements-Einrichtung“, die gestattet, die in der Mauerkrone im Gewölbescheitel auftretende Durchbiegung an einer Millimeter-skala mittels Zielfernrohr direkt, ohne Zwischenrechnung abzulesen. Eine solche Einrichtung ist sehr leicht auch von wenig geübten Beobachtern zu bedienen. Sie bedingt aber eine absolut sichere Standlinie und für Erreichung genügender Ablesegenauigkeit eine geeignet ausgebildete Ablesemire (Millimeter-skala). Man errichtete daher den bereits erwähnten Pfeiler III (siehe Abbildung 4) als Standpunkt für das Zielfernrohr, und in großer Entfernung den Bolzen E als feste Zielmarke. In der

durch diese beiden Punkte festgelegten Vertikalebene befindet sich auf der Mauerkrone die Millimeterskala.

*Theodolite und deren zentrische Aufstellung.* Als Meßinstrumente dienten auf den Pfeilern I und II je ein einaxiger Schraubenmikroskop-Theodolit von 21 cm Limbusdurchmesser, auf Pfeiler III und IV ein ebensolcher von nur 18 cm Durchmesser. Um eine möglichst scharfe Zentrierung sicher zu stellen, waren alle Theodolite mit einer einheitlichen Zentriervorrichtung versehen, bestehend aus einem (an Stelle des Senkelhakens) anzuschraubenden, kugelförmigen Zentrierkopf. Dessen Kugel paßt ohne Spiel in die zylindrische Bohrung der in die Pfeiler eingelassenen Bolzen. Auf dem Stativ IV war ein Zentrierstück mit ebensolcher Bohrung fest mit dem Stativteller verschraubt. Das Stativ IV blieb während der Dauer aller Beobachtungen unberührt.

*Zielmarken.* Als Zielmarken dienten bei den Bolzen 1—6 und A—D vertikale, 1,5 mm breite Gipsstreifen, die sich von der geschwärzten Stirnfläche der Bolzen gut abhoben und ein scharfes Zielen auf „Mitte in Weiß“ ermöglichten (Abbildung 3). Bei gegenseitigen Beobachtungen, so namentlich zwischen I und II zielten die Beobachter gleichzeitig das auf dem Objektiv des Gegen-Theodoliten zentrisch montierte Korn an. Bolzen E besitzt seiner großen Entfernung vom Theodoliten III wegen eine geschwärzte Stirnfläche von etwa 8 cm Durchmesser, in der ein weißer Zelluloidstreifen von 1 cm Breite eingelassen und vertikal versetzt ist. Als Ablesemire im Alignement wurde, wie schon erwähnt, die vorhandene Millimeterskala mit feinen mm-Strichen auf Weiß benutzt.

*Beobachtungen.* Die Beobachtungen wurden am 12. Juli 1922 von 5 Uhr 30 bis 13 Uhr gleichzeitig mit den vom Brückenbau-bureau der Schweiz. Bundesbahnen angeordneten Spannungsmessungen ausgeführt. Sie fanden bei vollständig bedecktem Himmel, teilweise unter strömendem Regen und Gewitter statt. Die Luftverhältnisse waren günstig, die Oszillation äußerst gering, die Umstände für die Präzision der Beobachtungen also vorzügliche.

Der mittlere Fehler einer Zielung, errechnet aus den Stationsausgleichungen der im folgenden unter 3 b erwähnten Beobachtungen, beträgt  $\pm 1,2''$  (sex. oder linear  $\pm 0,1$  mm).



Bei der Beurteilung dieses mittleren Fehlers muß hervorgehoben werden, daß für jede Zielung der stark wechselnden kurzen Distanzen wegen neu fokussiert werden mußte und daß die Zielungen teilweise außerordentlich steil waren. Dieser mittlere Fehler ist also hier im besondern ein Kriterium für das Verhalten der verwendeten Instrumente bei ihrer ungünstigsten Beanspruchung. Er muß nach unserer Erfahrung als überraschend gut bezeichnet werden.

Entsprechend den getroffenen Anordnungen wurden folgende Beobachtungen ausgeführt (vergleiche den Uebersichtsplan in Abb. 4):

1. Messung der Distanz II—III mit Stahlband, ohne außerordentliche Präzision.

2. *Auf Station IV* je ein doppelter Richtungssatz C—II—I—, „bei A“ bei Seekote rd. 790, d. h. vor Beginn des Staues, und sodann bei Kote 809,3, d. h. bei gestautem See (Kontrollbeobachtungen zum Nachweis der Unveränderlichkeit der Pfeiler).

3. *Auf Pfeiler I und II* je gleichzeitige Richtungsbeobachtungen:

a) vorgängig den eigentlichen Beobachtungen je ein Orientierungssatz nach den Zielmarken: II, C, III, D, A, IV, B, bzw. I, A, IV, B, C, III, D ausgeführt von 6. 10 bis 6. 30 Uhr für die Längenermittlung aller Seiten.

b) Je zwei Richtungssätze bei Kote 790, vor Staubeginn, ausgeführt von 6. 30 bis 7. 30 Uhr, und je zwei Richtungssätze bei Kote 809,3 bei gestautem See von 11. 10 bis 12 Uhr nach den Zielmarken II—1—2—3—4—5—6—D—A—B, bzw. I—A—B—C—1—2—3—4—5—6—D.

Diese Sätze dienen zum Nachweis unveränderter Pfeiler und zur Festlegung der Bolzenverschiebungen durch den maximalen Stau. Da diesen Erhebungen erhöhte Bedeutung zukommt, wurden je zwei Sätze beobachtet.

c) Je ein Richtungssatz nach den Zielmarken II—1—2—3—4—5—6—D—A bzw. I—A—1—2—3—4—5—6—D

- |                            |                 |              |       |
|----------------------------|-----------------|--------------|-------|
| 1. bei veränderl. Stauhöhe | 798,0 bis 799,5 | von 8.10 bis | 8.30  |
| 2. „ gleichbleibender „    | 801,0           | „ 8.35 „     | 9.00  |
| 3. „ „ „                   | 804,0           | „ 9.05 „     | 9.30  |
| 4. „ veränderlicher „      | 807,5 bis 809,5 | „ 9.48 „     | 10.10 |

Diese Beobachtungen dienen zur Festlegung der diesen vier Stauhöhen entsprechenden Bolzenverschiebungen.

Bezüglich der Stauhöhen ist zu bemerken, daß vorgesehen war, bei den Staukoten 795,0, 801,0, 804,0 und 807,0 die Bolzen zu beobachten und während der Dauer einer solchen Beobachtungsserie die Staukote konstant zu halten. Infolge Mißverständnis wurde aber die Kote 795,0 überstaut und die Beobachtung erst bei 798,0 begonnen. Der Seespiegel stieg während der Beobachtungsdauer weiter bis 799,5. Als mittlere Stauhöhe für diese erste Beobachtungsserie ist also rd. 799 einzusetzen. Die Stauhöhen 801,0 und 804,0 wurden während der ganzen jeweiligen Beobachtungsdauer genau eingehalten.

Bei Kote 807,0 gelang es nicht, die Umlaufschützen zu öffnen, wegen Nichtfunktionierens der Antriebsmotoren infolge Gewitter (Kurzschluß). Die Beobachtungen begannen bei 807,0, der Stau aber ging weiter und war nach Beendigung der Serie bei Kote 809,5 angelangt. Als Mittelwert kann also etwa 808,5 angenommen werden.

Bevor die unter 3 b) erwähnten Schlußbeobachtungen bei Kote 809,3 (bei fast ganz aufgestautem See) ausgeführt werden konnten, kam das stetig steigende Wasser zum Ueberfließen über die Mauerkrone. Erst nach einstündigem Unterbruch, während dem die Instrumente eingepackt waren, konnten nach erfolgtem Wiederfunktionieren der Schützen und Einstellen der Kote 809,3 die Beobachtungen zu Ende geführt werden.

4 a) *Auf Pfeiler III* Ablesung der Millimeterskala im Aligment: Pfeiler III—Bolzen E in beiden Fernrohrlagen, vor Staubeginn bei Kote 790 etwa 7.40 Uhr und bei gestautem See bei Kote 809,3 etwa 12.30 Uhr.

4 b) Hilfrichtungssatz I—II—C auf Pfeiler III für die Distanzbestimmung.

*Stabilität der Pfeiler.* Bevor wir zur eigentlichen Auswertung der Beobachtungen übergehen, sei hier vorausgeschickt, daß aus dem Vergleich der Richtungs-Beobachtungen vor und nach dem Stau auf I, II und IV ohne weitere Berechnungen eine gute Stabilität der Pfeiler ersichtlich ist, so daß sie für die Ermittlung der Bolzenverschiebungen als vollständig unveränderlich angenommen werden dürfen.



Diese Feststellung erübrigt ein näheres Eingehen auf den Fall „beweglicher Pfeiler“ und bringt dadurch eine wesentliche Vereinfachung aller Berechnungen mit sich.

*Berechnung der Entfernungen.* Aus der Basis II—III = 16,785 m und dem vollständig beobachteten Dreieck I—II—III berechnen wir die Distanz I—II zu 29,126 m und hieraus unter Beiziehen der Beobachtungen vor dem Stau auf I und II die Distanzen von den Pfeilern nach den Mauerbolzen 1 bis 6, die nötig sind zur Ermittlung der linearen Verschiebungen.

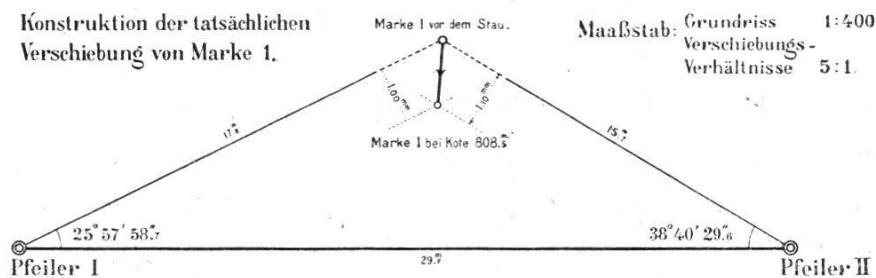


Abbildung 5.

*Berechnung der linearen Verschiebungen.* Die aus den sechs beobachteten Stauhöhen sich ergebenden fünf Serien von Richtungsdifferenzen sind in der beigefügten Tabelle, nach den als fest angenommenen Richtungen II (I) A, B, D orientiert, zusammengestellt und es sind ihnen die mit Hilfe der Distanzen errechneten Querverschiebungen in mm beige setzt. Die aus dieser Tabelle entnommenen Querverschiebungen werden nun für jeden Stauzustand in einem Grundriß 1 : 100 graphisch weiter verwertet, wie dies aus obenstehender Abbildung 5 an einem Beispiel ersichtlich ist. Die tatsächlichen Verschiebungen leiten sich auf einfache Weise aus den Querverschiebungen ab, durch Ziehen von Parallelen zu den Visurrichtungen im Abstände der Querverschiebungen. Im Schnittpunkte entsprechender Parallelen erhalten wir die Lage des verschobenen Bolzens bezüglich der Bolzenlage vor dem Stau. Um diese Verschiebungsverhältnisse möglichst augenfällig zu gestalten, werden sie in vergrößertem Maßstab dargestellt.

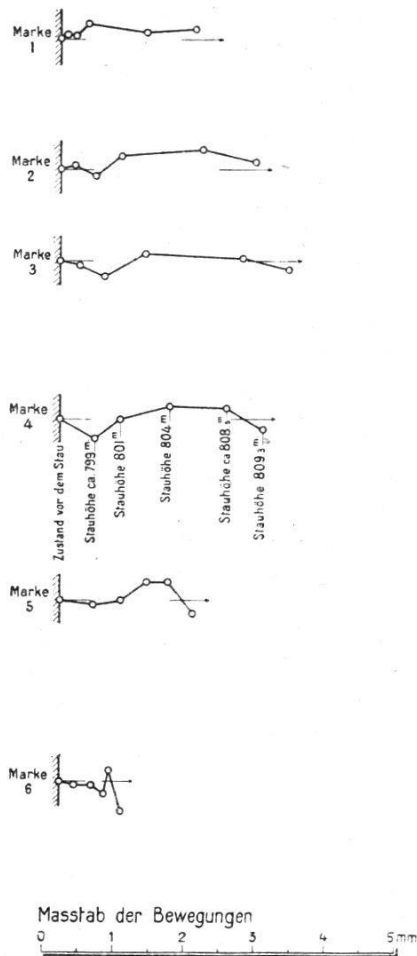
Durch verschiedene Gruppierung der so gefundenen, tatsächlichen Verschiebungen lassen sich zwei graphische Zusammenstellungen konstruieren, die das Endergebnis unserer Arbeiten darstellen (Abbildung 6).

*I. Verschiebungswege der Bolzen.* Durch Auftragen aller Verschiebungen nach Größe und Richtung für eine bestimmte

# Trigonometrische Beobachtung der elastischen Deformationen der Staumauer am Pfaffensprung.

Zielpunkt	Richtungsbeobachtungen						Richtungsdifferenzen für die Stauhöhen						Distanz nach Pfeiler I bzw. II	Querverschiebungen für die Stauhöhen						
	Vor dem Stau						799,0							799,0						
	Bei Zustand I						2—1							2—1						
	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pfeiler II	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	76,3	73,9	26,9	0,0	0,0	0,0	0,12	0,20	0,44	1,10	1,71	1,71	1,71
Marke I	30	49	29,6	29,6	29,6	29,6	28,0	76,3	73,9	26,9	0,0	0,0	0,0	0,21	0,37	0,85	1,87	2,52	2,52	2,52
"	34	14	79,4	79,4	79,4	79,4	42,9	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	0,19	0,43	1,14	2,27	2,78	2,78	2,78
"	34	48	45,8	45,8	45,8	45,8	37,6	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	0,29	0,71	1,40	2,12	2,43	2,43	2,43
"	34	30	41,9	41,9	41,9	41,9	37,6	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	0,35	0,71	1,16	1,41	1,51	1,51	1,51
"	34	22	26,9	26,9	26,9	26,9	21,7	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	0,14	0,35	0,46	0,66	0,49	0,49	0,49
"	34	17	46,2	46,2	46,2	46,2	44,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	+	+	+	+	+	+	+
Standpunkt Pfeiler I																				
Pfeiler I	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Marke I	334	1	61,3	61,3	61,3	61,3	62,1	63,5	63,5	63,5	63,5	63,5	63,5	0,07	0,19	0,24	1,00	1,65	1,65	1,65
"	336	21	58,4	58,4	58,4	58,4	60,1	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	0,16	0,47	0,68	1,56	2,38	2,38	2,38
"	336	43	49,2	49,2	49,2	49,2	52,2	56,3	56,3	56,3	56,3	56,3	56,3	0,29	0,68	1,02	2,18	2,93	2,93	2,93
"	336	29	23,9	23,9	23,9	23,9	30,3	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	0,60	0,77	1,30	1,94	2,59	2,59	2,59
"	336	39	15,3	15,3	15,3	15,3	20,2	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	0,46	0,73	0,92	1,15	1,74	1,74	1,74
"	336	40	15,4	15,4	15,4	15,4	17,9	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	0,24	0,50	0,65	0,47	0,97	0,97	0,97
Standpunkt Pfeiler II																				
Pfeiler II	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Marke II	334	1	61,3	61,3	61,3	61,3	62,1	63,5	63,5	63,5	63,5	63,5	63,5	0,07	0,19	0,24	1,00	1,65	1,65	1,65
"	336	21	58,4	58,4	58,4	58,4	60,1	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	0,16	0,47	0,68	1,56	2,38	2,38	2,38
"	336	43	49,2	49,2	49,2	49,2	52,2	56,3	56,3	56,3	56,3	56,3	56,3	0,29	0,68	1,02	2,18	2,93	2,93	2,93
"	336	29	23,9	23,9	23,9	23,9	30,3	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	0,60	0,77	1,30	1,94	2,59	2,59	2,59
"	336	39	15,3	15,3	15,3	15,3	20,2	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	0,46	0,73	0,92	1,15	1,74	1,74	1,74
"	336	40	15,4	15,4	15,4	15,4	17,9	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	0,24	0,50	0,65	0,47	0,97	0,97	0,97

Verschiebungswege der Marken  
bei wachsendem Stau.



Deformationslinien für die  
verschiedenen Stauhöhen.

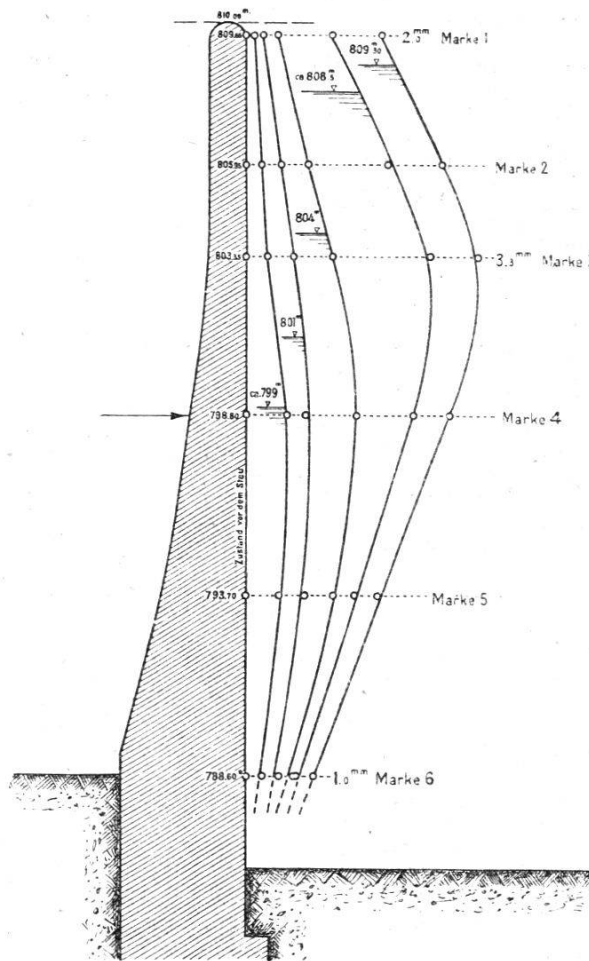


Abb. 6. Vertikalschnitt der Mauer (1 : 300) und Bewegung der Marken (vgl. Maßstab).

Marke erhalten wir den *Verschiebungsweg* dieser Marke bei wachsendem Stau. Es geht aus der Zeichnung deutlich hervor, daß der Weg, wie er aus den Beobachtungen sich ergibt, wenig von der Geraden abweicht und auch wenig aus der Normalen zur Mauerfläche heraustritt. Daraus kann geschlossen werden, daß die errechneten *Verschiebungsrichtungen* offenbar der Wirklichkeit gut entsprechen. Bei den Marken 5 und 6 machen sich größere Abweichungen bemerkbar, die zum Teil auf die Steilheit der Visuren zurückzuführen sind.

2. *Deformationslinien.* Wir zeichnen die Mauer im Schnitt und nehmen an, die Bolzen 1 bis 6 seien in ihrer Anfangslage vor dem Stau in einer vertikalen Geraden gelegen, und tragen von dieser aus die Verschiebungsgrößen quer zur Mauer (im gewählten Verzerrungs-Maßstab) auf, so läßt sich durch Verbindung der Bolzenlagen eines bestimmten Stauzustandes die

ihm zugehörige *Deformationslinie* konstruieren. Aus dem gut gesetzmäßigen Verlauf dieser fünf Deformationskurven kann auf die Genauigkeit der ermittelten Verschiebungsgrößen geschlossen werden. Ihre mittleren Fehler betragen etwa  $\pm 0,1$  mm.

Dieser mittlere Fehler von  $\pm 0,1$  mm, gebildet aus den Abweichungen der einzelnen Bolzenlagen von der Deformationslinie (Abb. 6), ist in guter Uebereinstimmung mit den linearen mittleren Fehlern einer Zielung pro mittlere Distanz gebildet aus den Stationsausgleichungen. Es ist dies ein Anzeichen dafür, daß die Zentrierungsfehler (und andere in der Stationsausgleichung nicht faßbare Fehler) keinen spürbar verschlechternden Einfluß auf die Beobachtungen ausgeübt haben. Bezüglich Genauigkeit ist ferner zu sagen, daß die Bestimmung der Verschiebungsgrößen allgemein mit etwas größerer Schärfe möglich war, als jene der Richtungen, weil die Bestimmungs-Dreiecke einen wohl für die Verschiebungsgrößen, nicht aber für die Richtungen günstigen Schnitt aufweisen.

*Verschiebung der Millimeterskala.* Die von uns an der Millimeterskala durch Aligment beobachtete maximale Querverschiebung betrug 2,2 mm, als Differenz der Anfangsablesung minus Ablesung bei Stauhöhe 809,3, wobei zu bemerken ist, daß der Faden im Theodolit für die sehr feine Millimeterteilung der Skala etwas zu grob erschien und eine genaue Schätzung beeinträchtigte; obigem Werte muß daher eine Unsicherheit von  $\pm 0,5$  mm beigemessen werden. Durch zweckmäßigere Gestaltung der Millimeterskala läßt sich die Genauigkeit solcher Ablesevorrichtungen jedoch steigern.

*Wiederholung der Beobachtungen in spätern Zeitpunkten.* Endlich möchten wir hervorheben, daß sämtliche Stationen (mit Ausnahme von IV) und Zielpunkte dauerhaft eingelassene Objekte sind, daß also die Beobachtungen nach großen Zeitabständen in gleicher Art wiederholt und damit eine zeitliche Lageänderung bezüglich dem Anfangszustand vom 12. Juli 1922 jederzeit nachgewiesen und gemessen werden kann. Bedingung für eine solche periodische Mauerkontrolle ist einzig, daß alle Bolzen und Pfeiler in jenem Zeitpunkte noch gut erhalten sind.

#### *Zusammenfassung.*

Mit vorliegender Arbeit ist der Nachweis geleistet, daß sich die in der Triangulationspraxis der Eidg. Landestopographie seit

Jahren erprobten Anordnungen und Beobachtungsmethoden unter gewissen Voraussetzungen auch auf die Messung von Formänderungen an Bauwerken mit Erfolg übertragen lassen. Es können mit ihnen bei sachgemäßer Anordnung tatsächliche Lageverschiebungen einzelner wichtiger Punkte des Bauwerkes bezüglich beliebiger Zeitabschnitte mit großer Genauigkeit beobachtet und berechnet werden.

---

### Das Punktiervverfahren zur Bonitierung von Grund und Boden anlässlich von Güterzusammenlegungen.

Von W. Marbach, Landwirtschaftslehrer, Schaffhausen.

Wohl eines der schwierigsten Kapitel in der landwirtschaftlichen Taxationslehre war von jeher die Ermittlung des Bodenwertes, d. h. die Bonitierung von Grund und Boden. Zahlreich sind die Fälle, wo der Kulturwert des landwirtschaftlich genützten Bodens ermittelt werden muß. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die Bonitierung bei den heute immer mehr sich als unbedingt notwendig erweisenden Güterzusammenlegungen. Die Bonitierungsarbeit stellt hier sozusagen das Fundament dar. Fehler, die hier begangen werden, können den weitem Verlauf der Arbeiten sehr nachteilig beeinflussen, die Arbeit verzögern, größere Kosten verursachen, vor allem aber die Ursache einer ungerechten Neuzuteilung sein. Eine weitere Folge ist die, daß die gute Sache der Güterzusammenlegung kompromittiert wird und so die Zusammenlegungen nicht mit der zu wünschenden Schnelligkeit von den Gemeinden an die Hand genommen werden.

All diese überall zutage tretenden Mängel können auf ein Minimum reduziert oder ganz zum Verschwinden gebracht werden, wenn zur Beurteilung des Bodens ein Verfahren angewendet wird, das durch seine Genauigkeit von vornherein Gewähr für ein sicheres und gerechtes Gelingen bietet. Die Qualitäten der Bodenschätzer sind bei einem richtigen Bonitierungssystem erst von zweiter Wichtigkeit, denn der beste Boniteur kann schlechte Arbeit leisten, wenn das zur Anwendung gelangende System falsch ist. Zum guten Gelingen einer Bonitierung sind demnach notwendig, erstens *ein zuverlässiges, nie versagendes*