Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 81/82 (1923)

Heft: 3

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

Autor: Schweiz. Eidgenössische Landestopographie

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-38846

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: 16.07.2025

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

INHALT: Trigonometrische Beobachtung der elastischen Deformationen der Staumauer am Pfaffensprung des Kraftwerkes Amsteg der S. B. B. — Erweiterung des kantonalen Frauenspitals in Bern. — Zur Reorganisation der Schweiz. Bundesbahnen. — Mitteilung des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft. — Ideen-Wettbewerb zur Bemalung des Rathausturmes Luzern. — Elektrischer Metallschmelzofen Bauart Brown Boveri. — † Georg Lunge. — Schweizer Mustermesse Basel. — Miscellanea: Die neue Wasserkraftmaschine „Aquapulsor". Umbau der linksufrigen Zürichseebahn. Ecole Centrale des Arts et Manufactures, Paris. Tellspielhaus in Altdorf, Kt. Uri. Dienstwohnhäuser der Rh. B. Eidgen. Techn. Hochschule. — Konkurrenzen: Zentralfriedhof am Hörnli bei Basel. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Sektion Bern des S. I. A. S. T. S.

Band 81. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 3.

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

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

Im Auftrag der Abteilung für Elektrischen 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.

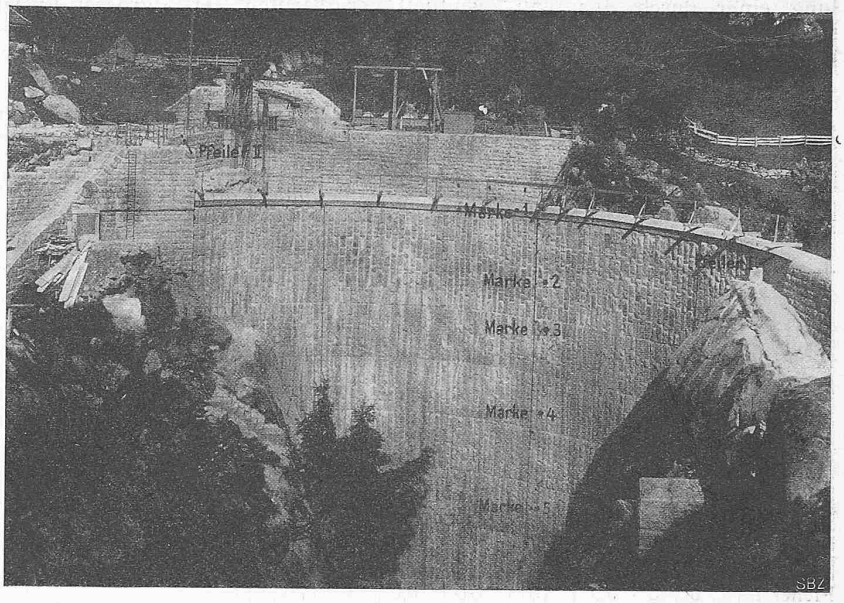

Abb. 5. Luftseitige Ansicht der Gewölbe-Staumauer am Pfaffensprung.

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 (Abbildung 5). Es bestand die Aufgabe, die Verschiebung dieser Marken bei verschiedenen Stauhöhen bezüglich dem ungestauten Zustand zu ermitteln. Zwei auf sicherm Fels erbaute Beobachtungspfeiler I und II sind so angeordnet, dass von ihnen aus die Lage dieser Bolzen durch „Vorwärtseinschneiden" bestimmt werden kann (Vgl. Abbildungen 1 und 4). Dabei braucht die Bestimmung der Pfeilerentfernung I—II nicht mit grosser Genauigkeit 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 Staues ihrer Lage nach unverändert geblieben sind.

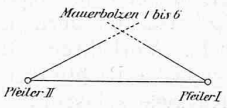

Abb. 1

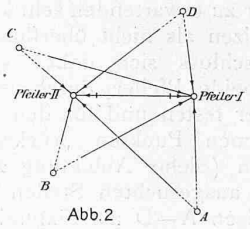

Abb. 2

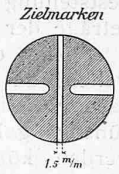

Abb. 3

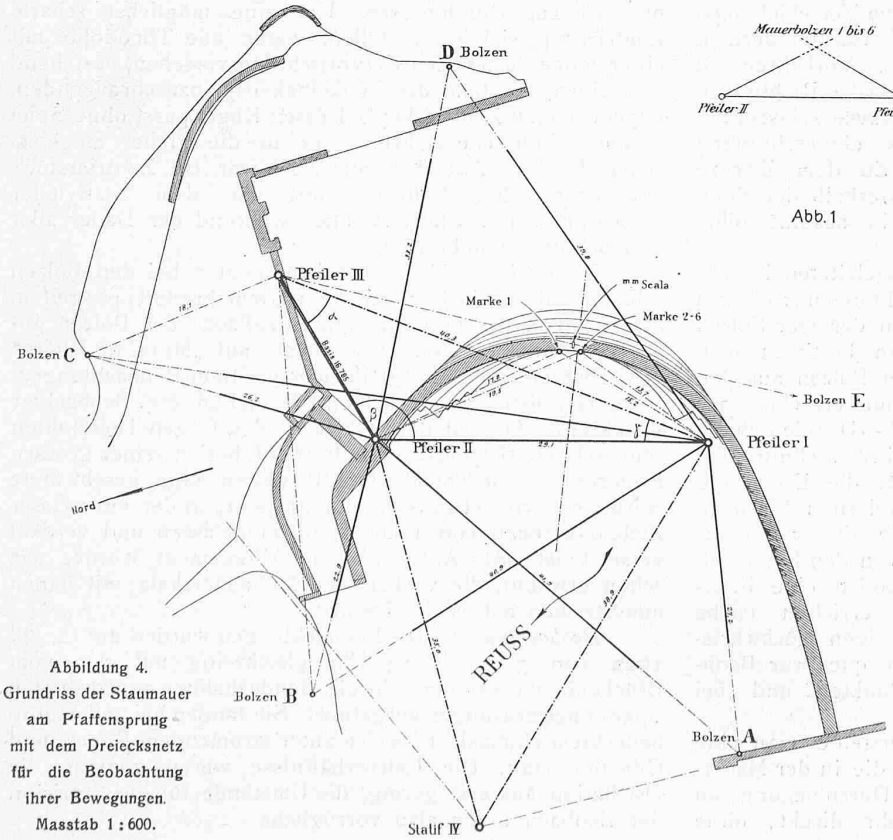

Abbildung 4. Grundriss der Staumauer am Pfaffensprung mit dem Dreiecksnetz für die Beobachtung ihrer Bewegungen. Masstab 1 : 600.

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 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 vorneherein 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 *Vorwärts*schnitt berechnet. Sodann bestimmt man die Richtungsdifferenzen 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 *Rückwärts*schnitt, die Pfeilerverschiebungen, und bringt sie für die Ermittlung der tatsächlichen Verschiebungen der Bolzen 1 bis 6 in Rechnung (Abbildung 2). Als Kontrolle dieser Pfeilerverschiebungen wurde ferner auf einem von den Bauinstallationen her noch bestehenden Betonboden eine Beobachtungstation 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.

Alignements-Einrichtung. Endlich erstellte man eine „Alignements-Einrichtung", die gestattet, die in der Mauerkrone im Gewölbescheitel auftretende Durchbiegung an einer Millimeterskala 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 (Millimeterskala). 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.

Trigonometrische Beobachtung der elastischen Deformationen der Staumauer am Pfaffensprung.

Zielpunkt	Richtungsbeobachtungen							Richtungsdifferenzen für die Stauhöhen					Distanz nach Pfeiler I bezw. II	Querverschiebungen für die Stauhöhen				
	Vor dem Stau			799,0	801,0	804,0	808,5	809,3	799,0	801,0	804,0	808,5	809,3		799,0	801,0	804,0	808,5	809,3
	Bei Zustand 1			2	3	4	5	6	2—1	3—1	4—1	5—1	6—1		2—1	3—1	4—1	5—1	6—1
Standpunkt Pfeiler I									—	—	—	—	—		—	—	—	—	—
	°	'	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	m	mm	mm	mm	mm	mm
Pfeiler II	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						—					
Marke 1	30	49	29,6	28,0	26,9	23,6	14,7	6,5	1,6	2,7	6,0	14,9	23,1	15,2	0,12	0,20	0,44	1,10	1,71
„ 2	34	14	79,4	76,3	73,9	66,7	51,5	41,6	3,1	5,5	12,7	27,9	37,8	13,8	0,21	0,37	0,85	1,87	2,52
„ 3	34	48	45,8	42,9	39,3	28,6	11,3	3,8	2,9	6,5	17,2	34,5	42,0	13,6	0,19	0,43	1,14	2,27	2,78
„ 4	34	30	41,9	37,6	31,2	20,9	10,0	5,2	4,3	10,7	21,0	31,9	36,7	13,7	0,29	0,71	1,40	2,12	2,43
„ 5	34	22	26,9	21,7	16,2	9,5	5,6	4,1	5,2	10,7	17,4	21,3	22,8	13,7	0,35	0,71	1,16	1,41	1,51
„ 6	34	17	46,2	44,0	41,0	39,3	36,1	38,8	2,2	5,2	6,9	10,1	7,4	13,7	0,14	0.35	0,46	0,66	0,49
Standpunkt Pfeiler II									+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Pfeiler I	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0											
Marke 1	334	1	61,3	62,1	63,5	64,1	72,8	80,5	0,8	2,2	2,8	11,5	19,2	17,8	0,07	0,19	0,24	1,00	1,65
„ 2	336	21	58,4	60,1	63,4	65,6	75,0	83,7	1,7	5,0	7,2	16,6	25,3	19,4	0,16	0,47	0,68	1,56	2,38
„ 3	336	43	49,2	52,2	56,3	59,9	72,2	80,0	3,0	7,1	10,7	23,0	30,8	19,6	0,29	0,68	1,02	2,18	2,93
„ 4	336	29	23,9	30,3	32,1	37,7	44,5	51,4	6,4	8,2	13,8	20,6	27,5	19,4	0,60	0,77	1,30	1,94	2,59
„ 5	336	39	15,3	20,2	23,1	25,0	27,5	33,8	4,9	7,8	9,7	12,2	18,5	19,4	0,46	0,73	0,92	1,15	1,74
„ 6	336	40	15,4	17,9	20,7	22,3	20,4	25,7	2,5	5,3	6,9	5,0	10,3	19,4	0,24	0,50	0,65	0,47	0,97

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 (anstelle 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 bis 6 und A bis 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 Allignement wurde, wie schon erwähnt, die vorhandene Millimeterskala mit feinen mm-Strichen auf Weiss benutzt.

Beobachtungen. Die Beobachtungen wurden am 12. Juli 1922 von 5.30 bis 13 Uhr gleichzeitig mit den vom Brückenbaubureau 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.

Entsprechend den getroffenen Anordnungen wurden folgende Beobachtungen ausgeführt (vergleiche den Uebersichtsplan in Abb. 4 auf Seite 21):

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).

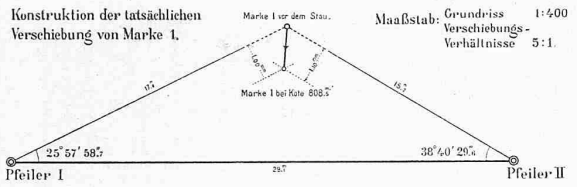

Abbildung 6.

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, bezw. 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, bezw. 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 bezw. I—A—1—2—3—4—5—6—D

1. bei veränderl.	Stauhöhe	798,0 bis 799,5	von	8.10 bis 8.30	Uhr
2. „ gleichbleibend.	„	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 Alignement: 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) Hilfsrichtungssatz 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, sodass sie für die Ermittlung der

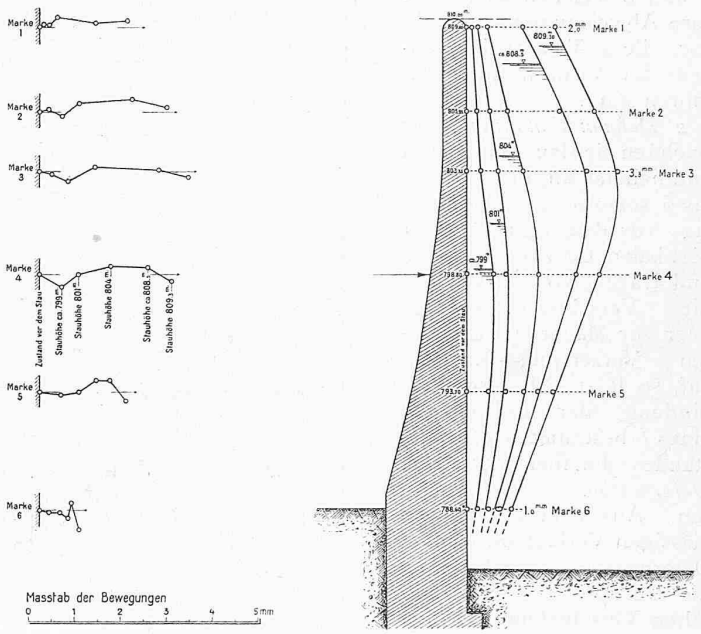

Abb. 7. Vertikalschnitt der Mauer (1 : 300) und Bewegung der Marken (vgl. Masstab).

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.

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 beigesetzt. Die aus dieser Tabelle entnommenen Querverschiebungen werden nun für jeden Stauzustand in einem Grundriss 1 : 100 graphisch weiter verwertet, wie dies aus obenstehender Abbildung 6 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 Abstande 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 Masstab dargestellt.

Durch verschiedene Gruppierung der so gefundenen, tatsächlichen Verschiebungen lassen sich zwei graphische Zusammenstellungen konstruieren, die das Endergebnis unserer Arbeiten darstellen (Abbildung 7).

1. Verschiebungswege der Bolzen. Durch Auftragen aller Verschiebungen nach Grösse und Richtung für eine bestimmte 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 z. T. 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-Masstab) 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.

Die Bestimmung der Verschiebungsgrössen war hier allgemein mit etwas grösserer Schärfe möglich 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 Alignement 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 je nach Bedarf wesentlich erhöhen.

Wiederholung der Beobachtungen in späteren 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 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 Bauwerks bezüglich beliebiger Zeitabschnitte beobachtet und berechnet werden.

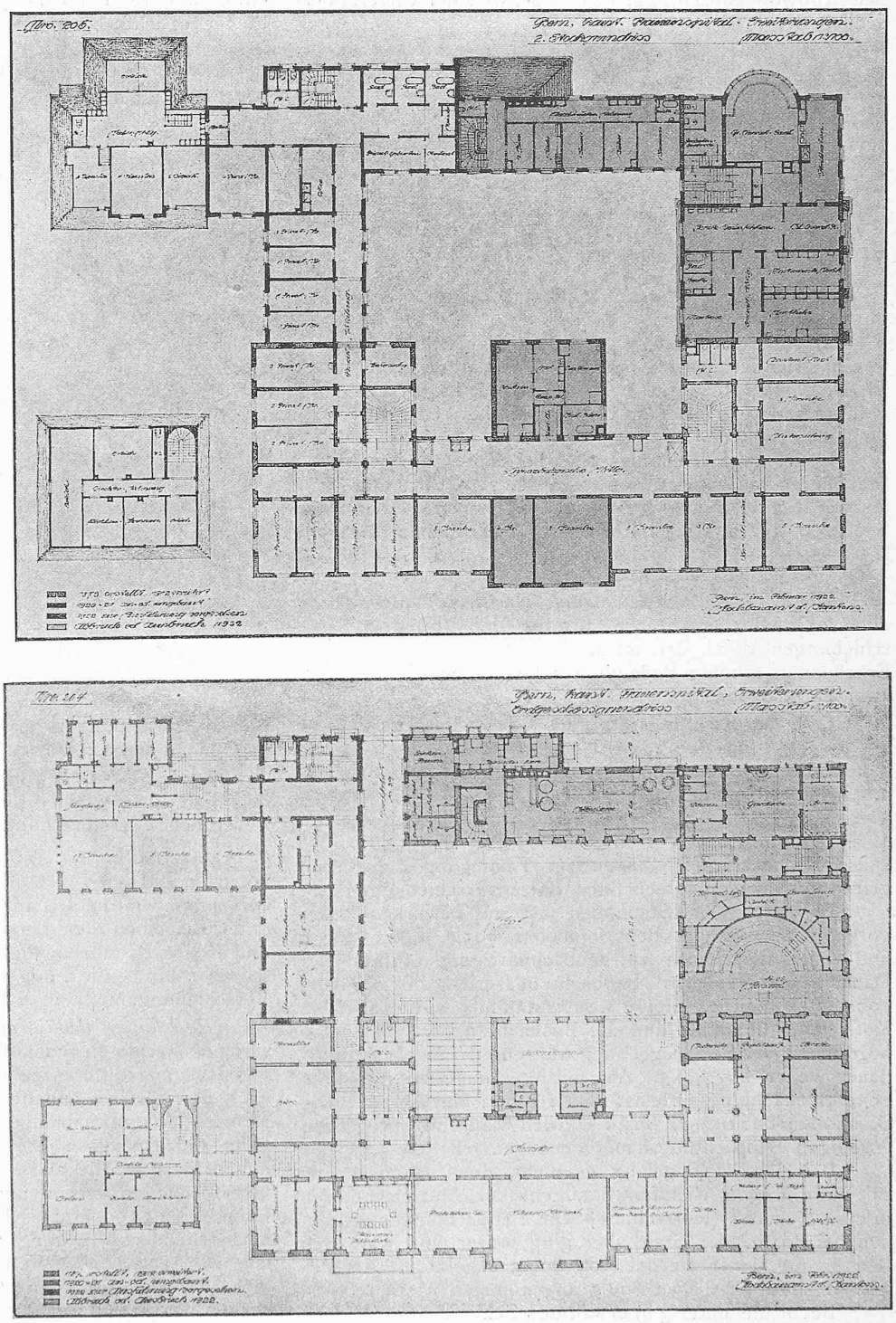

Abb. 1 und 2. Grundrisse vom Erdgeschoss und vom II. Obergeschoss des kant. Frauenspitals in Bern (Text auf Seite 25).