Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107/108 (1936)
Heft: 23

Artikel: Die Spitallammsperre der Kraftwerke Oberhasli
Autor: Juillard, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-48311

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: 16.12.2025

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

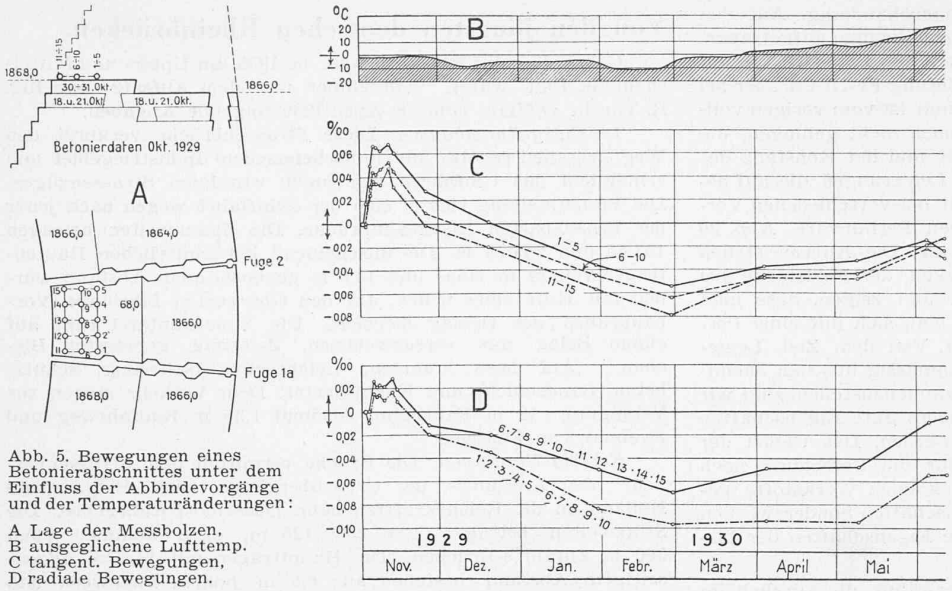


Abb. 5. Bewegungen eines Betonierabschnittes unter dem Einfluss der Abbindevorgänge und der Temperaturänderungen:

A Lage der Messbolzen,
B ausgeglichene Lufttemp.
C tangent. Bewegungen,
D radiale Bewegungen.

Die Spitallammsperre der Kraftwerke Oberhasli.

Von H. JUILLARD, beratender Ingenieur, Bern. (Fortsetzung von S. 231.)

Abb. 5 zeigt die aufschlussreichen Ergebnisse einer mittels dieses Verfahrens durchgeführten Untersuchung. Auf einem der letzten Betonabschnitte vom Herbst 1929 sind drei Bolzenreihen im abbindenden Beton versetzt worden, deren Distanzänderungen bis zum nächsten Frühjahr regelmässig verfolgt wurden. Nach der Betonierung erfolgte eine horizontale Ausdehnung des Betons, in radialer und tangentialer Richtung. Diese Bewegung war aber nicht gleich gross nach beiden Richtungen und hing ferner vom Abstand der einzelnen Messtrecken vom Blockrande ab. Das Quellen dauerte in sehr schöner Uebereinstimmung für alle Messungen 13 Tage nach der Betonierung, also offenbar länger, als die Periode der Erwärmung des abbindenden Betons. In tangentialer Richtung (Strecken 1—5, 6—10 und 11—15) ist die Querdehnung umso grösser, als die Messtrecke sich in grösserm Abstand von der Luftseite befindet. Der Unterschied ist auf die grössere Erwärmung des betreffenden, vor der Abkühlung besser geschützten Betons zurückzuführen. In der radialen Richtung hingegen nimmt die Dehnung mit wachsendem Abstande von der Luftseite ab. Es kann dies nur durch den Widerstand erklärt werden, den die unteren Betonschichten einer Ausdehnung des zuletzt aufgebrachten Blockes entgegenbringen. Diesem Widerstand gegenüber verhält sich der Beton plastisch. Der Unterschied in der Ausdehnung des gleichen Betons nach beiden Richtungen beträgt 0,05 ‰. Dieses Mass stellt einen wesentlichen Bruchteil der spezifischen Bewegungen dar, die bei Talsperrenbeton registriert werden. Hingegen ist es gering, wenn es mit den plastischen Verformungen des Betons verglichen wird, die bei Laboratoriumsversuchen — ohne Schaden für den Beton — erzeugt werden können. Nach dem 13. Tage hat die Schrumpfung zufolge des überwiegenden Einflusses der Abkühlung eingesetzt. Sie erfolgte für alle Messtrecken sehr regelmäsig. Man erkennt deutlich, dass die Bewegungen durch zwei Faktoren bedingt sind, einerseits die höhere «Herstellungstemperatur» des Blockkernes (grössere Gesamtabkühlung) und anderseits die grössere Empfindlichkeit der näher an der Luftseite liegenden Strecken gegenüber der Lufttemperatur (grössere Schrumpfung zufolge des kalten Februars).

Für die Bestimmung des Füllprogramms der Fugen war die Verfolgung ihrer Bewegungen besonders wichtig. Die bezüglichen Beobachtungen sind für die Kote 1872 in Abb. 6 zusammengestellt. Die Messungen setzten ebenfalls sofort nach dem Abbinden des Betons ein. Vom Zeitpunkt der Herstellung bis zum Ausgleich der Abbindetemperaturen hat der Beton neben seiner thermischen Kontraktion durchschnittlich ein Quellen um rd. 0,04 ‰ erfahren. Wenn man zwischen beiden Vorgängen nicht unterscheiden will, was grundsätzlich zu verwerfen, jedoch üblich ist, kann das Gesamtergebnis als Schrumpfung des Betons um 0,17 ‰ dargestellt werden. Diese würde einem Temperaturabfall von 20° C entsprechen, während die effektive Abnahme 30° C betrug. Diese Feststellungen decken sich mit denen, die bei der oben erwähnten Messung auf der Sperrenoberfläche auf Kote 1868 im Winter 1929/30 gemacht wurden.

Im Zusammenhang mit den im Betonlaboratorium durchgeführten Versuchen[7]) lassen sich aus diesen Beobachtungen am Bauwerk wertvolle technologische Eigenschaften des in grossen Massen eingebrachten Betons ableiten, die folgendermassen zusammengefasst werden können:

1. Die Betondehnung zufolge der Erwärmung beim Abbinden des Zementes hat untergeordneten Einfluss auf die inneren Spannungen; der Beton verhält sich dabei plastisch.

2. Die maximale Betondehnung findet 10 bis 14 Tage nach der Betonierung statt.

3. Die langdauernde Dehnung ist auf das Quellen des nassen Betons bei der relativ hohen Temperatur zurückzuführen. Dieses Quellen setzt sich während mehrerer Monate fort und vermindert die thermische Zusammenziehung des Betons bei der Abkühlung.

4. Alle Betonbewegungen, die naturgemäss zufolge der verschiedenartigen Temperaturverteilung nicht gleichmässig sind, bleiben im allgemeinen so gering (es handelt sich um Hundertstel ‰), dass sie sich ohne weiteres zufolge der Betonplastizität spannungslos ausgleichen können. Bei unzweckmässigen Dispositionen kann jedoch eine Konzentration der innern Betonspannungen stattfinden, die zu lokalen Ueberbeanspruchungen führt.

Neben den hier geschilderten Messungen sind während der Bauausführung noch zahlreiche Beobachtungen in den Revisionsgängen und auf dem Sperrenrücken durchgeführt worden. (Vgl. Abb. 1, Uebersicht der Messbolzen). Ihre Besprechung würde zu weit führen. Erwähnenswert ist jedoch, dass die Zwischenfugen, die ab Kote 1892 im halben Abstand (7,5 m) zwischen den Hauptfugen eingesetzt wurden, auf der Luftseite, Kote 1901 genau gleich deformieren, wie der Blockbeton, d. h. sie wirken nicht als Fugen. Der Fugenabstand von 15 m genügt offenbar, um den Betonblöcken genügende Beweglichkeit zu gewähren.

4. Uebersicht der für die Verfolgung der Deformationen des fertigen Bauwerkes angewandten Messmethoden.

Die während der Bauzeit durchgeführten Deformationsmessungen hatten Gelegenheit gegeben, verschiedene Messmethoden auszuprobieren und die Installationen für eine systematische Kontrolle der Mauerbewegungen vorzubereiten. Mit Ausnahme der geodätischen Messmethode handelt es sich um neue, vom Berichterstatter entwickelte Messverfahren.

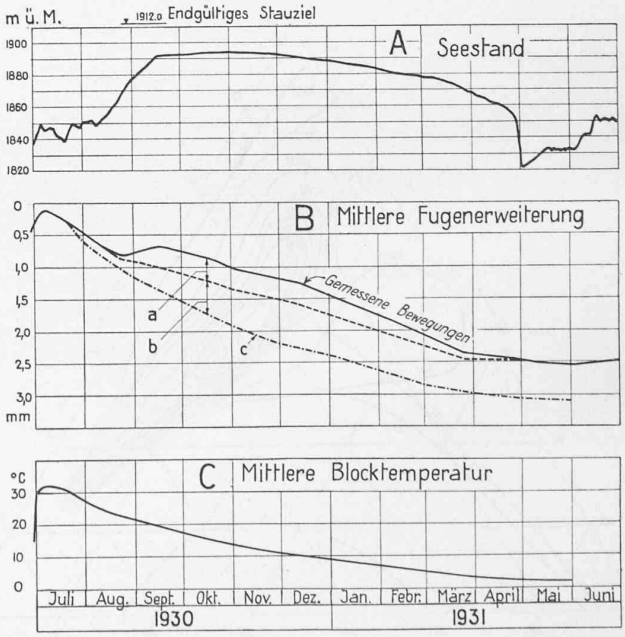


Abb. 6. Bewegungen der Baufugen auf Kote 1872.
A = Einfluss der radialen Durchbiegung der Mauersegmente.
B = Einfluss des Quellens und des Schwindens des Betons.
C = rechnerische thermische Betontraktion für $\alpha_t = 0{,}0000082$.

[7]) Siehe Fussnote 7 auf S. 230 lfd. Bds.

a) Geodätische Messungen.

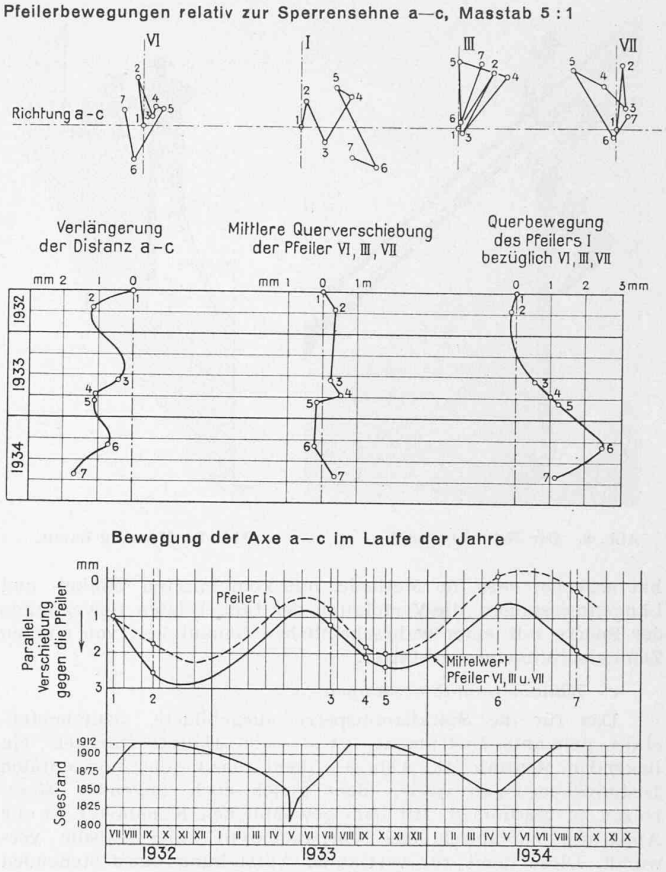
Auf der Luftseite der Sperre wurde in einem Abstand von rd. 50 m vom Sperrenfuss eine Reihe von fünf Messpfeilern erstellt. Mit Hilfe eines Präzisionstheodolits werden von diesen aus Visiermarken am Bauwerk selbst beobachtet. Die Lage eines Punktes ist durch die Beobachtungen von zwei Pfeilern aus bestimmt. Bei Visuren von 3 (unterer) oder 4 (oberer Sperrenteil) Pfeilern aus ergibt sich eine Kontrolle der Beobachtungsgenauigkeit. Da es unmöglich ist, bei jeder Messung die Winkelskala des Instrumentes gleich zu orientieren, muss jedesmal der Orientierungswinkel bestimmt werden. Hiezu werden im Fels der Widerlager verankerte, sog. Versicherungsbolzen angezielt. Die Visuren nach diesen Punkten dienen also als Basis für die Bestimmung der Winkeländerung der Sperrenpunkte. Die Messungen werden nach den Methoden der Triangulation durchgeführt, jedoch ist die Auswertung der Ergebnisse wesentlich einfacher, weil nicht die genaue Lage der Zielpunkte, sondern nur ihre relativen Verschiebungen bestimmt werden. Bei der Anwendung dieses Messverfahrens stiess man auf eine von der getroffenen Wahl der Messbasis herrührende Schwierigkeit. Bei den ersten Sperrenvermessungen wurde das System der Pfeiler-Versicherungsbolzen als unverschieblich angenommen, was nicht zutrifft, und es musste später auf Grund der Rückschlüsse nach den Versicherungspunkten versucht werden, die Pfeilerverschiebungen zu ermitteln. Bei der Spitallamm wäre es unmöglich gewesen, gleichmässig um die betreffenden Pfeiler verteilte Versicherungspunkte zu finden; auch waren nur wenige Versicherungspunkte von allen Pfeilern aus sichtbar. Da die Widerlager auch in einem grössern Abstand von der Mauer — und mit ihnen die Versicherungspunkte — systematische Verschiebungen erfahren, ergibt sich daraus eine gewisse Unsicherheit in der Bestimmung der Pfeilerverschiebungen und somit in der Grundlage der Messungen. Die nach diesem Verfahren bei der Bestimmung der Mauerbewegungen erreichte Genauigkeit kann folgendermassen beurteilt werden: Dank der Qualität und der einwandfreien Zentrierung der verwendeten Instrumente, der günstigen Anordnung der Visiermarken sowie der systematischen Durchführung der Messung durch einen erstklassigen Beobachter sind die von einer Station aus bestimmten Winkel zwischen den verschiedenen Zielungen mit grosser Präzision erfasst. Dies geht aus den Kontrollen der Winkelmessungen hervor. Die mittlern Fehler der durch zwei Sätze bestimmten einzelnen Visuren betragen zwischen 0,4" und 1" — ein Wert, der auf eine Entfernung von 100 m einer Querverschiebung von 0,2 bis 0,5 mm entspricht. Es kann also von der reinen Winkelbeobachtung nicht mehr verlangt werden. Nun bewirken die Eigenbewegungen der Pfeiler und der Versicherungspunkte eine nicht genau feststellbare Verschiebung mit gleichzeitiger Verdrehung der Strahlenbüschel, die auf jedem Pfeiler bestimmt werden. Der Schnittpunkt der einander entsprechenden Strahlen wird dadurch unvermeidlich verschoben. Die Ueberlegung zeigt, dass der Fehler sich gesetzmässig für alle Messpunkte auswirkt. Dadurch wird die Lage der ermittelten Durchbiegungslinien um einen gewissen Betrag verschoben. Die Form der Linien selbst muss wesentlich weniger von diesem Fehler behaftet sein. Am ungünstigsten fallen die Messergebnisse für die Punkte in der Nähe der Widerlager aus, weil sie durch Visuren von sehr verschiedenen Längen bestimmt werden.

b) Kombinierte Winkel- und Längenmessungen.

Schon während der Beobachtung der im Bau befindlichen Sperre ist man auf die Verschiebung einzelner Messpfeiler aufmerksam geworden. Um eine genaue Kontrolle der Bogenbewegungen zu erhalten, ist auf einer Sperrenstufe, Kote 1901, ein unabhängiges Messpolygon mit drei besondern *Beobachtungspfeilern a, b, c* ausgerüstet worden (vgl. Abb. 1 und Netzplan in Abb. 7). Der Bogen *a, b, c* ist durch Messbolzen in 100 Abschnitte von 2,20 m Länge unterteilt worden, deren Längenänderungen mittels des Mikrometerstabes kontrolliert wurden. Jeder achte Messbolzen ist mit einer Zielmarke für die Beobachtung mit dem Theodolit von *a, b* und *c* aus versehen.

Durch die Kombination der Winkel- und Längenmessungen ist es möglich, von jedem der drei Pfeiler aus die Deformation des Polygons eindeutig zu bestimmen. Selbstverständlich ist es nicht möglich, die absolute Verschiebung des gesamten Bogens 1901 zu bestimmen, weil die absolut feste Basis in der ganzen Sperrenumgebung fehlt. Alle Deformationen werden deshalb in bezug auf Hilfskoordinaten dargestellt, womit alle Annahmen über «fest» oder «beweglich» vermieden werden.

Bei diesem Verfahren sind beide Elemente, die Winkel- und die Distanzbeobachtungen, voneinander unabhängig. Fehler der Winkelmessungen ergeben Abweichungen in der Lage einzelner Punkte, die bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse aus den



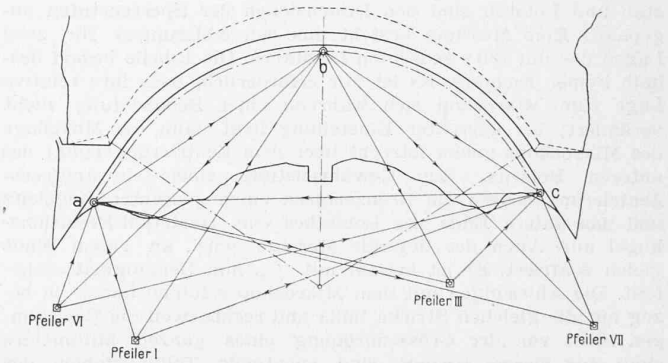


Abb. 7. Allgemeine Bogen- und Widerlagerbewegungen ermittelt auf Grund der kombinierten Winkel- und Längenmessungen. Sperrengrundriss 1 : 2500 mit den drei Beobachtungspfeilern a, b, c auf der Mauer und vier «Landpfeilern».

drei Stationen zum Vorschein kommen. Von einem Pfeiler aus ist es möglich, die Verschiebung der einzelnen Zielmarken mit der bereits erwähnten Genauigkeit von 0,2 bis 0,5 mm zu bestimmen. Durch die Mittelbildung aus den drei unabhängigen Beobachtungen ergibt sich eine weitere Verbesserung des Ergebnisses.

Bei den Längenmessungen ist die Ablesegenauigkeit so gross, dass Fehler nur unter dem Einfluß der Temperatur, d. h. einer ungenauen Berücksichtigung derselben, vorkommen können. Sie sind dann für alle Messtrecken gleich und drücken sich als Masstabänderung des ganzen Systems aus. Bei der Wiederholung der Messung auf 100 Messtrecken würde ein Basisfehler von $^1/_{100}$ mm eine Ungenauigkeit der Bogenlänge von 1 mm bedeuten, was noch zulässig wäre, indem deren jährliche Schwankungen 15 mm betragen. Die Erfahrung bei sieben zu verschiedenen Zeitpunkten von 1932 bis 1934 durchgeführten Beobachtungen hat gezeigt, dass es tatsächlich möglich ist, die Längenbewegungen des Bogens genauer zu erfassen. Eine Kontrolle der erreichten Genauigkeit ergibt sich aus der Beobachtung der relativen Bewegungen der vier obern Vermessungspfeiler für die geodätischen Messungen, von den Bogenpfeilern aus. Bei fehlerhafter Ermittlung der Länge des Bogens 1901 würde man eine entsprechende Querverschiebung der vier Landpfeiler erhalten, deren Unwahrscheinlichkeit auffallen müsste. Die Kontrolle der Pfeilerquerbewegungen (Pfeiler VI, III, VII in Abb. 7)

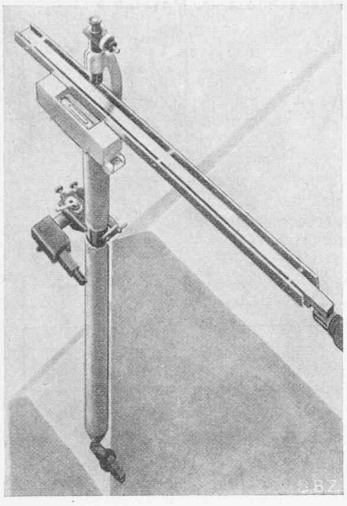


Abb. 8. Der Klinometerstab.

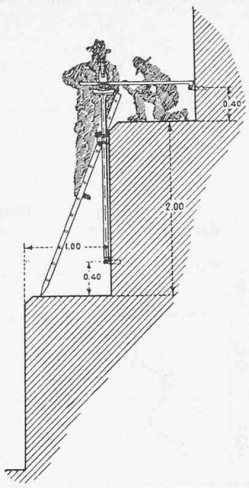


Abb. 9. Messung damit.

hat ergeben, dass die Methode, mit kombinierten Winkel- und Längenmessungen, die Verfolgung der tangentialen Bewegungen der Sperre mit einer wahrscheinlichen Genauigkeit von einigen Zehntelsmillimetern gestattet.

c) Klinometerstabmessungen.

Das für die Spitallammsperre ausgebildete, «Klinometerstab» genannte Instrument (weil sein Hauptbestandteil ein liegender Messtab ist, Abb. 8) dient dazu, die horizontalen Distanzänderungen zweier nicht gleich hoch liegender Messbolzen zu bestimmen. Mit dem gewöhnlichen Klinometer ist die Apparatur nur durch das Vorhandensein einer Libelle verwandt. Diese dient zur vertikalen Aufstellung eines stehenden Stabes (Lotstab), der ein Ablesemikroskop trägt. Klinometerstab und Lotstab sind den Dimensionen der Sperrenstufen angepasst. Eine Messung besteht aus den Ablesungen für zwei Lagen des um 180° gedrehten Lotstabes. Die Libelle bedarf deshalb keiner Eichung. Es ist nur erforderlich, dass ihre relative Lage zum Mikroskop sich während einer Beobachtung nicht verändert; bei korrekter Einstellung liegt dann die Mittellage des Mikroskops genau lotrecht über dem Zentrierungspunkt des unteren Bolzens. Zur Gewährleistung einer einwandfreien Zentrierung weisen die Bronzebolzen einen gedrehten Kegelsitz und das untere Ende des Lotstabes eine Hartstahl-Präzisionskugel auf. Auch der liegende Messtab wird an einem Ende gleich zentriert. Er ist in mm mit $^1/_{100}$ mm Genauigkeit eingeteilt. Die Ablesungen mit dem Mikroskop erfolgen immer in bezug auf die gleichen Striche links und rechts, weil die Bewegungen nicht von der Grössenordnung eines ganzen Millimeters sind; aus diesem Grunde sind eventuelle Teilungsfehler des Messtabes gleichgültig. Die Mikroskopskala gibt $^1/_{100}$ mm an, $^1/_{1000}$ mm können ohne Schwierigkeit geschätzt werden. Da sehr empfindliche Libellen jedoch in einem Zeitraum von 10 min schon etwelche Veränderungen erfahren können, so werden bei jeder Station zwei Messungen in umgekehrter Reihenfolge aller Ablesungen durchgeführt, so daß auch bei linearer Veränderung der Libelle in Funktion der Zeit diese allfällige Fehlerquelle automatisch ausgeschaltet wird. Daß diese Voraussetzung mit genügender Genauigkeit zutrifft, wurde durch die Ergebnisse von Hunderten von Messungen erwiesen.

Die Temperatur übt auch einen Einfluss auf den Stab aus. Bei jeder Station wird die Temperatur viermal an je zwei Thermometern abgelesen. Versuche mit Abkühlung und Erwärmung des Stabes auf eine Komparator-Messtrecke haben ergeben, dass die Berücksichtigung der Stabtemperatur der erzielten Genauigkeit der Messungen entspricht.

Die Präzision des Messergebnisses hängt ferner von der systematischen Durchführung und der Schärfe der Beobachtung ab. Jedes Messergebnis ist schliesslich durch den Mittelwert von 16 Ablesungen gebildet, wodurch sich eine wesentliche Verbesserung der Genauigkeit einer einzelnen Beobachtung ergibt. Bei der durchgeführten Wiederholung aller Beobachtungen zeigt es sich, daß selten Abweichungen über $^1/_{100}$ mm zwischen den Endergebnissen von zwei Messungen zu verzeichnen sind.

Auf der Luftseite der Sperre sind Durchbiegungsmessungen mit dem Klinometerstab nach drei Radien — Sperrenscheitel und Bogenenden — durchgeführt worden (Abb. 1). Die Messung (Abb. 9) erfolgt in ununterbrochener Weise, wie bei der Staffelmessung, von einem Bolzen zum andern. Durch Summierung vom Mauerfuss bis zur letzten gangbaren Stufe 1900 wird die Durchbiegungslinie der betreffenden vertikalen Sperrenschnitte mit grosser Präzision erhalten. Nach der Fehlertheorie ist der totale Fehler des zusammengesetzten Ergebnisses um die Wurzel der Anzahl der Beobachtungen grösser, als der mittlere Fehler der einzelnen Beobachtung. Nach diesem Gesetz würde also die Ungenauigkeit des oberen Teiles der Durchbiegungslinie höchstens 0,1 mm betragen. Vergleiche mit den Pendelmessungen zeigen, dass die Präzision der Klinometerstabmessungen tatsächlich von dieser Grössenordnung ist.

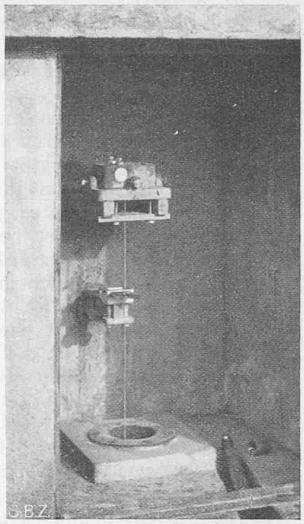


Abb. 10. Pendel-Aufhängung und Zentrierung. — Abb. 10 und 11 stammen nicht von der Grimsel, sondern von einer andern, ähnlichen Einrichtung an einer französischen Talsperre.

Der Zusammenhang zwischen den Bewegungen in diesen drei vertikalen Sperrenschnitten — Scheitel und Bogenenden — ist durch die genaueren Beobachtungen auf dem Bogen 1901 gegeben. Dadurch wird ein Netz geschaffen, längs dem die Durchbiegung mit grösserer Präzision bekannt ist.

Neben den Messungen auf dem Sperrenrücken sind ferner Beobachtungen in den Revisionsgängen der Mauer vorgenommen worden. Sie haben besonders die Verfolgung der Deformation des untersten Teiles der Sperre und der seitlichen Fundamente bezweckt.

d) Pendelmessungen.

Dieses Messverfahren entspricht dem Wunsche nach einer dauernden Kontrollmöglichkeit der Mauerbewegungen. Alle vor der Fertigstellung der Sperre durchgeführten Messungen hatten gezeigt, dass ein solches Bauwerk ständig in Bewegung ist, und dass die Bewegung einzelner Beobachtungen in grössern Zeitabständen nicht erfasst werden kann, wenn ihr Zusammenhang mit der Zeit fehlt.

Lote sind als Hilfsmittel zwar schon bei verschiedenen Messungen, wegen der Zentrierung und Ableseschwierigkeiten aber nie für die Registrierung von Talsperrendurchbiegungen angewandt worden. Die nun ausgebildete Einrichtung (vergl. Abb. 10 u. 11) ist so einfach und robust, dass sie praktisch von jedermann ohne jegliche Störungsmöglichkeit bedient werden kann.

Die Genauigkeit der Messergebnisse wird wesentlich erhöht, wenn nicht die Gleichgewichtslage des Lotes, sondern die aufeinanderfolgenden Ausschläge einer erzeugten Pendelbewegung registriert werden [8]).

Man lässt das Pendel sukzessive in zwei zueinander senkrechten Ebenen schwingen, und die Ablesungen erfolgen dementsprechend auf zwei senkrecht zueinander stehenden Skalen, die auf dem sog. Ablesetisch (Abb. 11) befestigt sind und die Rolle von Koordinaten der Verschiebungspläne spielen. Als Mittelglied zwischen dem Draht und den Ableseskalen dient ein beweglicher Zeiger; dieser ist so ausgebildet, dass eventuelle Axenfehler durch den Messvorgang automatisch ausgeschaltet sind.

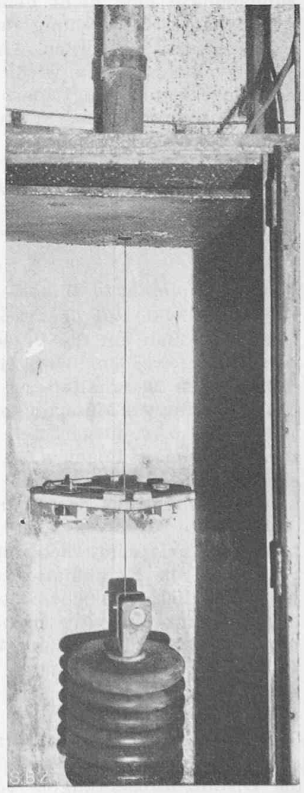
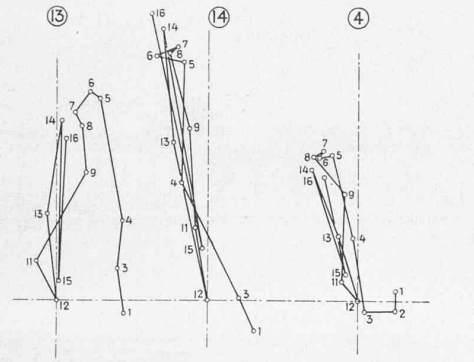
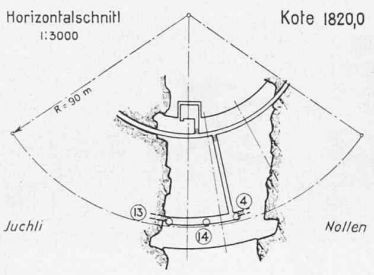


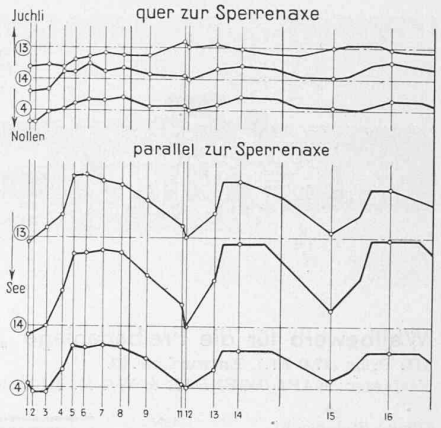
Abb. 11. Ablesetisch und Pendelgewicht.

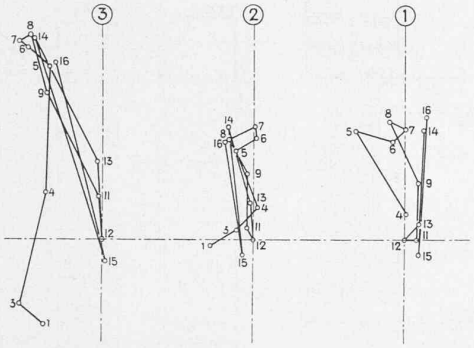
[8]) Nachdem die ersten Ergebnisse der Pendelmessungen an der Spitallammsperre im Rapport 12 zum Talsperrenkongress von Stockholm 1933 veröffentlicht sind, ist dieses Verfahren als Grundlage der ständigen

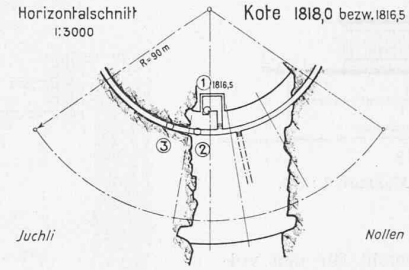




Links: Verschiebungswege 100 : 1.
Rechts: Deformationen 30 : 1.







Links: Verschiebungswege 100 : 1.
Rechts: Deformationen 30 : 1.

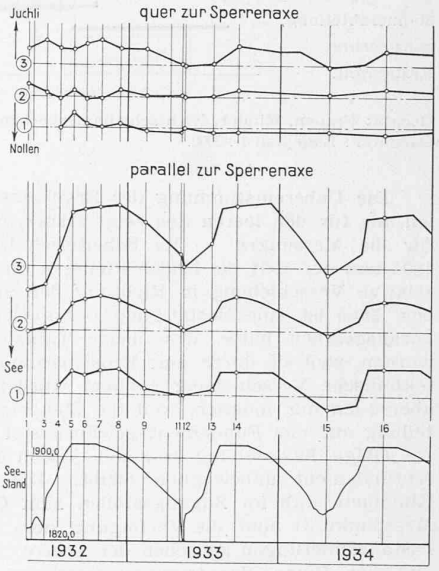


Abb. 12. Deformationsmessungen im Sperreninnern: relative Durchbiegungen, ermittelt mit dem Klinometerstab auf 2 m Höhe.

Die Pendelablesungen werden durch die Sperrenwärter im allgemeinen zweimal in der Woche vorgenommen. Der Ablesevorgang schliesst jede bewusste oder unbewusste Beeinflussung der Ergebnisse absolut aus; auch sind fingierte Messungen nicht möglich, indem zwischen den einzelnen Ablesungen Beziehungen vorhanden sein müssen, die dem einfachen Beobachter nicht zugänglich sind. Diese Einzelheiten haben grosse Bedeutung, indem die Pendelbeobachtungen als absolut zuverlässige Belege über das Verhalten der Mauer während einer unbeschränkten Dauer äusserst wichtige Dokumente für die Kontrolle der Sicherheit der bestehenden Talsperren bilden.

Besser als lange Auseinandersetzungen zeigt nachstehende Tabelle, sowie Abb. 14, mit welcher Genauigkeit die Mauerbewegung mittels der Pendelanlage verfolgt werden kann.

Spitallammsperre, unteres Pendel 1824 bis 1869. Koordinaten der Verschiebungswege.

Nr.	Datum Jan. 1936	radial mm	tangent. mm	Nr.	Datum Febr. 1936	radial mm	tangent. mm
1	4.	3,01	0,20	10	4.	2,45	0,18
2	7.	3,00	0,22	11	7.	2,40	0,21
3	10.	2,95	0,20	12	12.	2,30	0,17
4	14.	2,88	0,17	13	14.	2,26	0,20
5	17.	2,79	0,20	14	18.	2,13	0,19
6	21.	2,75	0,16	15	21.	2,09	0,18
7	24.	2,69	0,20	16	25.	1,96	0,18
8	28.	2,59	0,15	17	29.	1,93	0,19
9	31.	2,51	0,19				

e) Bezugsbasis der Deformationsmessungen. Relative und absolute Bewegungen.

Zur Kontrolle und Ermöglichung der Interpretation der Ergebnisse der verschiedenen Messmethoden unter sich wurden alle Messergebnisse auf den 11. Mai 1933 bezogen. Diese Wahl ergab sich durch die totale Seeabsenkung und die ausgeglichenen Temperaturverhältnisse an diesem Tag. Der Nullpunkt der Sperrendeformation längs des Bogens 1901 konnte am 1. Mai 1934 bestimmt werden. Seine Scheiteldurchbiegung war an diesem Tag, gemäss der Pendelbeobachtungen, gleich gross wie am 11. Mai 1933, der als Basis der Pendel- und der Klinometermessungen bestimmt wurde.

Von der Fundamentsohle Kote 1804 bis zum untersten Messpunkt des Pendels 1824 ist keine durchgehende Messgelegenheit vorhanden. Die betr. Mauerdurchbiegung wird aus den Ergebnissen der in den Kontrollgängen mittels des Klinometerstabes registierten Bewegungen, entsprechend der Entfernung vom Fundament zusammengesetzt. Die Fundamentbewegung ist auf Grund von zahlreichen Beobachtungen genau bekannt, sie ist Funktion des Wasserdruckes und ist durch die Temperaturänderungen im obern Sperrenteil sehr wenig beeinflusst.

Oberhalb Kote 1824 sind die Mauerbewegungen durch die Pendelanlagen bestimmt. Das obere Pendel ist mit einer Zwischenzentrierung auf Kote 1902, in unmittelbarer Nähe des mittleren Beobachtungspfeilers b des Bogens 1901, ausgerüstet. Dieser Zentrierungspunkt ist gleichzeitig der Anschlusspunkt der Klinometerstabmessungen im Scheitelschnitt der Sperre.

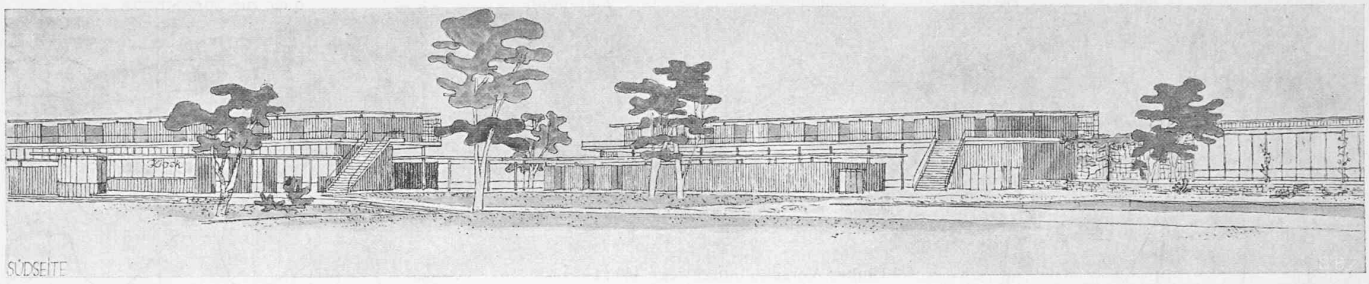
Die Bewegungen des Bogens 1901 werden in Bezug auf eine Axe bestimmt, die durch die beiden äussern Beobachtungspfeiler (a — c in Abb. 7) fixiert ist, also unabhängig von der für die Darstellung der Bewegungen im vertikalen Scheitelschnitt gewählten Basis. Der Vergleich der in beiden Systemen ermittelten Durchbiegungen des Scheitelpunktes des Bogens geht aus folgender Tabelle hervor:

Scheiteldurchbiegungen des Bogens 1901.

Datum	A. längs des Bogens mm	B. im Scheitelschnitt Klin. mm	Pendel mm	Total mm	Differenz A—B mm
11. Juli 1932	—1,8	0,7	—2,7	—2,0	0,2
20. Sept. 1932	5,8	2,2	3,4	5,6	0,2
19. Juli 1933	—2,2	1,0	—3,0	—2,0	—0,2
20. Sept. 1933	5,9	2,3	3,8	6,1	—0,2
20. Okt. 1933	7,8	2,4	5,5	7,9	—0,1
1. Mai 1934	0,0	0,2	—0,2	0,0	0,0
12. Sept. 1934	5,3	2,3	3,4	5,7	—0,4
			Mittlere Differenz =		—0,1

Die Tabelle zeigt, dass zwischen den beiden Messergebnissen nur geringe Differenzen bestehen. Damit ist nicht nur der Beweis gegeben, dass die verschiedenen angewandten Messverfahren aussergewöhnlich präzis sind, sondern dass die Basen aller Beobachtungen praktisch identisch sind, da sie durchschnittlich nur um einen Betrag von 0,1 mm abweichen.

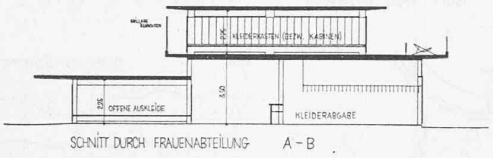
Sperrenkontrolle bei mehreren ausländischen Talsperren, worunter die grössten Europas, und auch in der Schweiz eingeführt worden. Die betreffenden Einrichtungen sind von der Firma Stoppani in Bern geliefert worden.

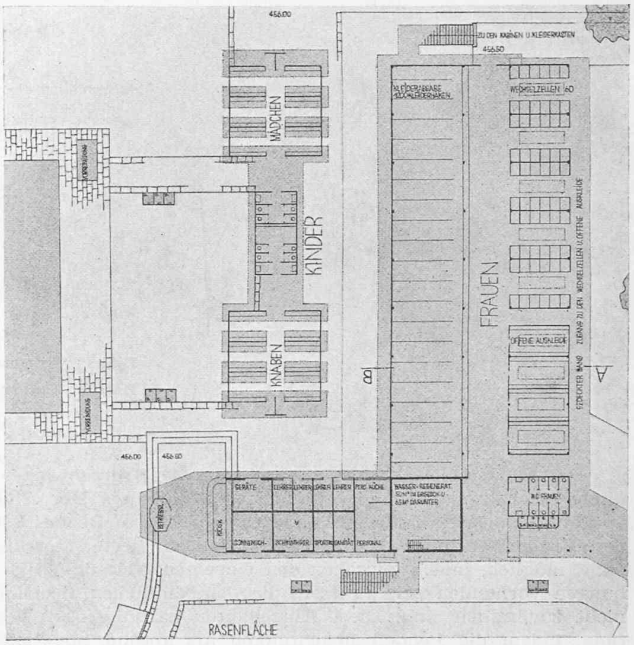


Wettbewerb für die Freibadanlage „Allenmoos", Zürich.

III. Preis (1700 Fr.), Entwurf Nr. 62.
Verfasser: KARL EGENDER & WILH. MÜLLER, Arch., Zürich.

Oben: Südansicht der Frauen- und Männerabteilung, ganz rechts Restaurant.



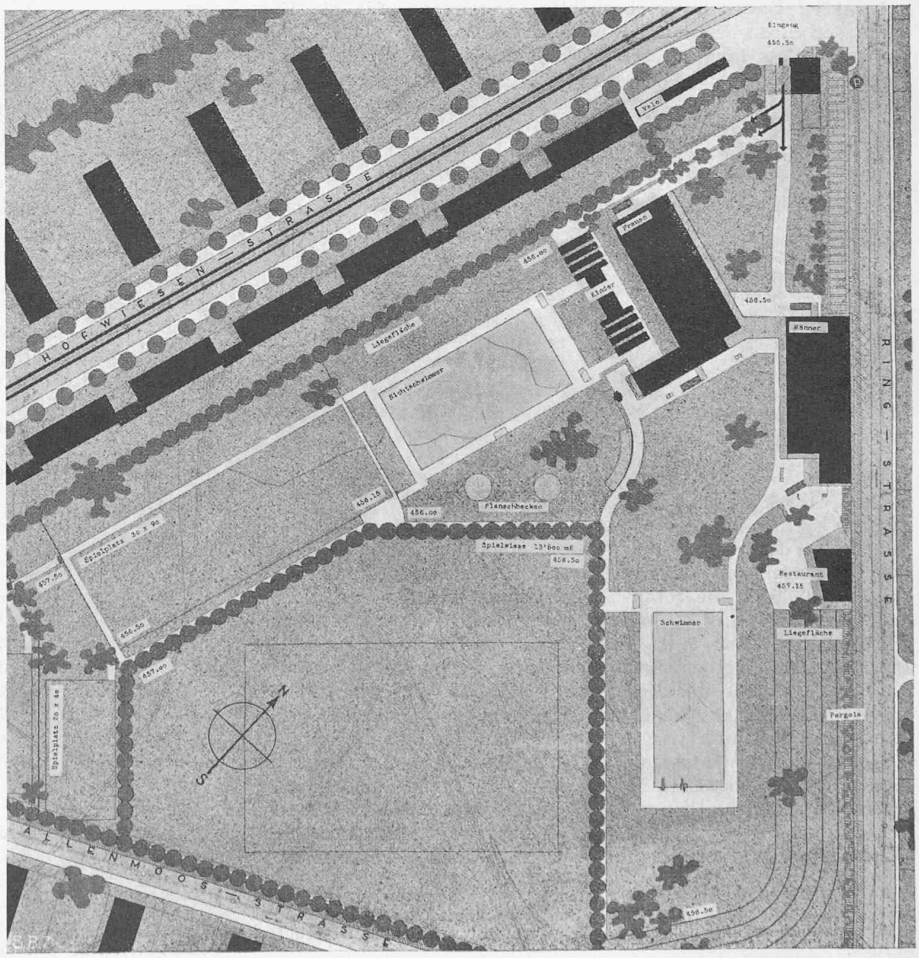


Rechts: Frauen, Kinder, Nichtschwimmerbecken. — Masstab 1 : 700.
Darunter: Lageplan 1 : 2000.

Die Uebereinstimmung der Ergebnisse sowohl für den vollen, als für den leeren See zeigt ferner, dass die Bezugspunkte für die Messungen — im Scheitelschnitt die Fundamentkote 1804 und auf 1901 die beiden Pfeiler a und c — praktisch keine relative Verschiebung in Richtung der Sperrenaxe erlitten haben. Dies ist eine Bestätigung der geologischen Prognose, die vorausgesehen hatte, dass beide Talhänge einheitlich wirken würden, weil sie durch eine Erosionsrinne und nicht durch eine tektonische Verschiebung gebildet wurden. Dieses Ergebnis ist aber auch nur möglich, weil die Mauer eine günstige Lastverteilung auf das Fundament gewährleistet.

Obige Feststellung bedeutet jedoch nicht, dass das Sperrenfundament unbeweglich bleibt. Die Messungen mit dem Klinometerstab im Zugangsstollen zum Grundablass (Abb. 12, Messpunkt 3) und die Verfolgung der Distanzänderungen zwischen der Sperre und der Reihe der trigonometrischen Pfeiler I, III, VI und VII (Abb. 7) zeigen, dass die Mauerdeformation sich im Fels fortpflanzt. Die grössten Bewegungen treten parallel zur Sperrenaxe auf; in dieser Richtung können sie wahrscheinlich einige mm betragen. Das günstige Ergebnis, wonach die Sohle und die beiden Flügel die gleiche Translation durchführen, ist also besonders hervorzuheben.

In der Querrichtung, also parallel zur Bogensehne, finden auch Fundamentbewegungen statt. Sie sind nicht in allen Punkten gleich gross und gleich gerichtet, sondern sie zeigen zufolge der Beanspruchung durch die Bogenreaktion und der Temperaturänderungen auf beiden Talflanken entgegengesetzte Tendenz.

Durch die drei vertikalen Messprofile, im Scheitelschnitt (Pendel und Klinometerstab) und bei den Bogenanfängen (Klinometerstab), in Zusammenhang mit den Messungen längs des Bogens 1901, ist ein Bezugnetz für alle Bogendurchbiegungslinien geschaffen. Dadurch war es möglich, die Ergebnisse der geodätischen Beobachtungen auf den entlasteten Zustand der Sperre zu beziehen, obwohl eine entsprechende Messung zu diesem Zeitpunkt wegen der Zudeckung der Versicherungsbolzen durch den Schnee undurchführbar war. Wie die Form der durch Winkelmessungen erhaltenen Durchbiegungslinie eine relativ hohe Genauigkeit aufweist, geht aus Abb. 16 (Beobachtung 20. Sept. 1933) hervor.

(Schluss mit Abb. 13 bis 22 folgt.)