

Berechnung schief liegender kreisförmiger Gewölbe gegen Wasserdruck

Autor(en): **Frey-Baer, Otto**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **121/122 (1943)**

Heft 9

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-53156>

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.

INHALT: Berechnung schief liegender kreisförmiger Gewölbe gegen Wasserdruck. — Erweiterung und Umbau der Fabrik für elektr. Apparate Ad. Feller A.-G. in Horgen. — Neubau der Fabrik für Werkzeuge und Präzisions-Apparate Jakob Faes, Richterswil. — Erweiterung der Metallwarenfabrik Alfred Stöckli Söhne, Netstal. — Eidgenössisches Luftamt. — Mitteilungen: Bombenwirkung gegen Eisenbeton und Ermittlung von Schutzdecken. Dampf-elektrische Rangierlokomotiven der SBB. Doppel-

spur Brunnen-Flüelen der SBB. Ueber Gummi im Strassenbau. Der Wasserverbrauch pro Kopf und Tag. Die Sand-Strassenbrücke in Schweden. Alte Schaffhauser Industrie und Technik. Persönliches. Eine neue Kaserne in Sitten. — Wettbewerbe: Erweiterungsbau des Zürcher Kunsthause. — Nekrologe: Max Schwarz. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Berechnung schief liegender kreisförmiger Gewölbe gegen Wasserdruck

Von Dipl. Ing. OTTO FREY-BAER, Baden

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass beim Bau von massiven Gewicht-Staumauern Unannehmlichkeiten auftreten, die vom Schwinden und von der Abbindewärme der grossen Betonmassen herrühren. Bedeutend günstiger in dieser Beziehung liegen die Verhältnisse beim Bau von aufgelösten Sperren, bei denen die Abbindewärme unschädlich und rasch ohne besondere Vorkehrungen abgeführt werden kann und bei denen zudem die stets unsichere Auftriebannahme bedeutungslos wird. Unter den in neuerer Zeit ausgeführten aufgelösten Talsperren mittlerer Höhe befindet sich eine Anzahl vom Typ der Gewölberihen-Sperren, die den Vorzug aufweisen, dass sie trotz grosser Längenausdehnung keine Dehnungsfugen benötigen. Um jedoch eine günstige Neigung der Resultierenden in der Grundfuge zu erhalten, ist es nötig, die Gewölbe schief anzuordnen und damit die Wasserauflast zur Vergrösserung der Vertikalkomponente heranzuziehen.

Die schiefe Lage der Gewölbe hat zur Folge, dass im Gewölbe-Normalschnitt am Kämpfer der Wasserdruck grösser ist als im Scheitel. Und zwar ist die Differenz der beiden Belastungen in jedem Gewölbenormalschnitt die gleiche, sodass es naheliegt, die über einen normalen Gewölbestreifen wirkende Wasserlast in einen konstanten Wasserdruck von der Grösse des Scheiteldruckes und einen variablen¹⁾ Wasserdruck, herrührend von der Schiefelage der Gewölbe, aufzuteilen und die entsprechenden Momente getrennt zu berechnen (siehe Abb. 1 und 2).

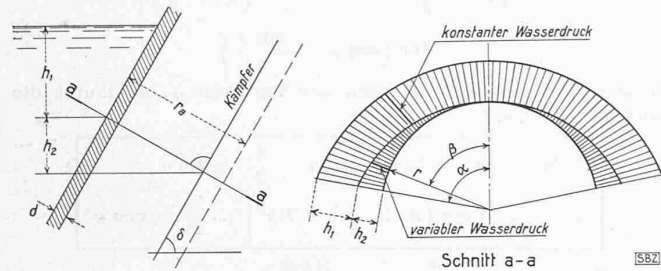


Abb. 1

Abb. 2

Die Berechnung der Momente erfolgt unter der Voraussetzung, dass die Stärke des Bogens im betrachteten Normalschnitt konstant und die Einspannung an den Kämpfern vollständig ist. Die letzte Bedingung trifft bei den Gewölberihen-Sperren zu, im Gegensatz zu den reinen Bogenmauern, deren Kämpfer im elastischen Fels eingespannt sind und daher sowohl Verdrehungen als Verschiebungen ausführen können. Der Bogenschub H greife wie üblich im Schwerpunkt der elastischen Gewichte $\frac{ds}{EJ}$ an, also im vorliegenden Falle im Schwerpunkt der Gewölbeaxe (Abb. 3).

¹⁾ «Variabel» natürlich nur in dem Sinne verstanden, dass seine Grösse vom Bogenscheitel nach dem Kämpfer hin zunimmt, ähnlich wie man von «variablen Trägheitsmoment» spricht.

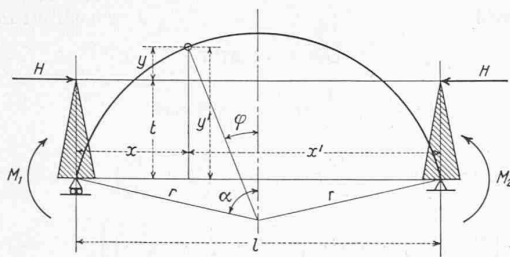


Abb. 3

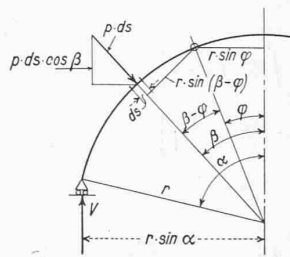


Abb. 4

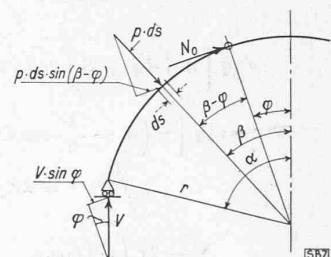


Abb. 5

Aus den Elastizitätsbedingungen ergeben sich folgende Ausdrücke für die statisch unbekannt Grössen:

$$H = \frac{\frac{1}{J} \int_0^l M_0 y ds - \frac{1}{F} \int_0^l N_0 \cos \varphi ds}{\frac{1}{J} \int_0^l y^2 ds + \frac{1}{F} \int_0^l \cos^2 \varphi ds}$$

$$M_1 = M_2 = M' = - \frac{\int_0^{l/2} M_0 ds}{\int_0^l x x' ds + \int_0^l x^2 ds}$$

Ferner ist

$$M = M_0 + M' - H y$$

$$N = N_0 + H \cos \varphi$$

Dabei bedeuten M_0 und N_0 die Momente und Normalkräfte am Grundsystem, das gemäss Abb. 3 als einfacher Balken gewählt wurde. Nachfolgend soll besonders der Verlauf der Momente und Normalkräfte (unter Vernachlässigung der Querkräfte) für den variablen Wasserdruck untersucht werden. Die übrigen Belastungsfälle sind bereits in der Schweiz. Bauzeitung, Bd. 51, S. 233* (2. Mai 1903) von Prof. E. Mörsch behandelt, sodass der Vollständigkeit halber nur die Resultate gegeben werden.

a) Variabler Wasserdruck

Die Funktion des variablen Wasserdruckes p , auf die Gewölbeaxe bezogen, lautet:

$$p = q(1 - \cos \beta) \quad (\text{Abb. 1 und 2})$$

Darin ist $q = \frac{r_a^2}{r} \cos \delta$, r_a der äussere Radius und r der Radius der Gewölbeaxe. Damit können M_0 und N_0 für einen beliebigen Schnitt des Bogens, der durch den Winkel φ bestimmt ist, erhalten werden (Abb. 4 und 5).

$$M_0 = Vr (\sin \alpha - \sin \varphi) - \int_{\varphi}^{\alpha} p ds r \sin (\beta - \varphi)$$

$$V = \int_0^{\alpha} p ds \cos \beta$$

$$ds = r d\beta$$

$$V = r q \int_0^{\alpha} (1 - \cos \beta) \cos \beta d\beta =$$

$$= r q \left(\sin \alpha - \frac{1}{2} \sin \alpha \cos \alpha - \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$\int_{\varphi}^{\alpha} p ds r \sin (\beta - \varphi) = r^2 \int_{\varphi}^{\alpha} p \sin (\beta - \varphi) d\beta =$$

$$= r^2 \int_{\varphi}^{\alpha} p (\sin \beta \cos \varphi - \cos \beta \sin \varphi) d\beta =$$

$$= r^2 \int_{\varphi}^{\alpha} [q(1 - \cos \beta) \cos \varphi \sin \beta - q(1 - \cos \beta) \sin \varphi \cos \beta] d\beta =$$

$$= r^2 q \left[\cos \varphi \int_0^\alpha \sin \beta d\beta - \cos \varphi \int_0^\alpha \sin \beta \cos \beta d\beta - \sin \varphi \int_0^\alpha \cos \beta d\beta + \sin \varphi \int_0^\alpha \cos^2 \beta d\beta \right]$$

Die Auflösung dieser Integrale bietet keine Schwierigkeit. Für M_0 findet man folgenden Ausdruck:

$$M_0 = r^2 q \left(A + B \cos \varphi + \frac{1}{2} \sin \varphi \varphi \right)$$

$$A = \sin^2 \alpha \left(1 - \frac{1}{2} \cos \alpha \right) - \frac{1}{2} \sin \alpha \alpha - 1$$

$$B = \cos \alpha + \frac{1}{2} \sin^2 \alpha$$

$$N_0 = V \sin \varphi + \int_0^\alpha p ds \sin (\beta - \varphi) = V \sin \varphi + r \int_0^\alpha p \sin (\beta - \varphi) d\beta$$

Das Integral wurde bereits für M_0 gelöst:

$$N_0 = r q \left(1 - B \cos \varphi - \frac{1}{2} \sin \varphi \varphi \right)$$

Damit ist man in der Lage, die Zähler- und Nennerintegrale von H und M' zu lösen. Mit den Bezeichnungen der Abb. 3 sind:

$$y' = r (\cos \varphi - \cos \alpha)$$

$$t = \frac{\int_0^{l/2} y' ds}{\int_0^{l/2} ds} = \frac{\int_0^{l/2} r (\cos \varphi - \cos \alpha) ds}{\int_0^{l/2} ds}$$

$$= r \frac{\sin \alpha}{\alpha} - r \cos \alpha$$

$$y = y' - t = r \left(\cos \varphi - \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)$$

$$\int_0^\alpha y d\varphi = 0 \text{ (Definition von } t)$$

$$\int_0^l M_0 y ds = 2 \int_0^{l/2} M_0 y ds = 2 r \int_0^\alpha M_0 y d\varphi$$

$$= 2 r \int_0^\alpha r^2 q \left(A + B \cos \varphi + \frac{1}{2} \sin \varphi \varphi \right) y d\varphi =$$

$$= 2 r^3 q \left[A \int_0^\alpha y d\varphi + B \int_0^\alpha \cos \varphi y d\varphi + \frac{1}{2} \int_0^\alpha \sin \varphi \varphi y d\varphi \right] =$$

$$= 2 r^3 q \left[B \int_0^\alpha \cos \varphi r \left(\cos \varphi - \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right) d\varphi + \frac{1}{2} \int_0^\alpha \sin \varphi \varphi r \left(\cos \varphi - \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right) d\varphi \right] =$$

$$= 2 r^4 q \left[\frac{1}{2} \sin \alpha \cos \alpha \left(B + \frac{5}{4} \right) + \frac{\alpha}{2} \left(B - \frac{1}{4} \right) - \sin^2 \alpha \left(\frac{B}{\alpha} - \frac{\alpha}{4} + \frac{1}{2\alpha} \right) \right]$$

$$\int_0^l N_0 \cos \varphi ds = 2 r \int_0^\alpha N_0 \cos \varphi d\varphi =$$

$$= 2 r^2 q \left[\int_0^\alpha \cos \varphi d\varphi - B \int_0^\alpha \cos^2 \varphi d\varphi - \frac{1}{2} \int_0^\alpha \sin \varphi \cos \varphi \varphi d\varphi \right] =$$

$$= 2 r^2 q \left[\sin \alpha \left(1 - \frac{1}{4} \sin \alpha \alpha \right) - \frac{1}{2} \sin \alpha \cos \alpha \left(B + \frac{1}{4} \right) - \frac{\alpha}{2} \left(B - \frac{1}{4} \right) \right]$$

$$\int_0^{l/2} M_0 ds = r \int_0^\alpha M_0 d\varphi =$$

$$= r^3 q \left[A \int_0^\alpha d\varphi + B \int_0^\alpha \cos \varphi d\varphi + \frac{1}{2} \int_0^\alpha \sin \varphi \varphi d\varphi \right] =$$

$$= r^3 q \left[\alpha \left(A - \frac{1}{2} \cos \alpha \right) + \sin \alpha \left(B + \frac{1}{2} \right) \right]$$

$$\int_0^l y^2 ds = 2 r \int_0^\alpha y^2 d\varphi =$$

$$= 2 r \int_0^\alpha r^2 \left(\cos \varphi - \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 d\varphi =$$

$$= r^3 \left(\sin \alpha \cos \alpha + \alpha - 2 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha} \right)$$

$$\int_0^l \cos^2 \varphi ds = 2 r \int_0^\alpha \cos^2 \varphi d\varphi = r (\sin \alpha \cos \alpha + \alpha)$$

$$\int_0^l x x' ds = r \int_{-\alpha}^{\alpha} r (\sin \alpha - \sin \varphi) r (\sin \alpha + \sin \varphi) d\varphi =$$

$$= r^3 (\sin \alpha \cos \alpha - \alpha + 2 \sin^2 \alpha \alpha)$$

$$\int_0^l x^2 ds = r \int_{-\alpha}^{\alpha} r^2 (\sin \alpha - \sin \varphi)^2 d\varphi =$$

$$= r^3 (2 \sin^2 \alpha \alpha + \alpha - \sin \alpha \cos \alpha)$$

$$\int_0^l x x' ds + \int_0^l x^2 ds = 4 r^3 \sin^2 \alpha \alpha$$

Der Ausdruck für H lässt sich nicht vereinfachen und es müssen die vier Integrale einzeln berechnet werden. Dagegen lautet der Ausdruck für M' :

$$M' = - \frac{\int_0^{l/2} M_0 ds}{\int_0^l x x' ds + \int_0^l x^2 ds} = - \frac{\int_0^{l/2} M_0 ds}{4 r^3 \sin^2 \alpha \alpha}$$

$$l = 2 r \sin \alpha; \quad l^2 = 4 r^2 \sin^2 \alpha$$

$$M' = - \frac{\int_0^{l/2} M_0 ds}{r \alpha} =$$

$$= - \frac{r^3 q \left[\alpha \left(A - \frac{1}{2} \cos \alpha \right) + \sin \alpha \left(B + \frac{1}{2} \right) \right]}{r \alpha}$$

$$M' = - r^2 q \left[A - \frac{1}{2} \cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\alpha} \left(B + \frac{1}{2} \right) \right]$$

Es ist jedoch nicht erforderlich, M' vorerst zu bestimmen, da dieses Moment in der Gleichung für das Moment M eingegliedert werden kann.

$$M = M_0 + M' - H y = r^2 q \left(A + B \cos \varphi + \frac{1}{2} \sin \varphi \varphi \right) - r^2 q \left[A - \frac{1}{2} \cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\alpha} \left(B + \frac{1}{2} \right) \right] - H r \left(\cos \varphi - \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)$$

Ordnet man diese Glieder nach der Variablen φ , so lautet die Gleichung für M :

$$M = \cos \varphi (r^2 q B - H r) + \frac{1}{2} r^2 q \sin \varphi \varphi - \frac{\sin \alpha}{\alpha} \left[r^2 q \left(B + \frac{1}{2} \right) - H r \right] + \frac{1}{2} r^2 q \cos \alpha$$

$$N = N_0 + H \cos \varphi =$$

$$= r q \left(1 - B \cos \varphi - \frac{1}{2} \sin \varphi \varphi \right) + H \cos \varphi$$

$$N = \cos \varphi (H - r q B) - \frac{1}{2} r q \sin \varphi \varphi + r q$$

Mit diesen Gleichungen für M und N ist man in der Lage, für jeden beliebigen Schnitt, der durch den Winkel φ bestimmt ist, das Moment und die Normalkraft rasch und ohne jede zeichnerische Arbeit zu berechnen. Als Zahlenbeispiel diene eine kürzlich von der Motor-Columbus A.-G. projektierte Reihengewölbesperre, von der der Gewölbenormalschnitt e-e (ohne Berücksichtigung der Kuppel) zu untersuchen sei (Abb. 6). Die für die Momentenberechnung benötigten Abmessungen sind:

$r = 5,775 \text{ m}$	$\sin \alpha = 0,98481$
$r_a = 6,000 \text{ m}$	$\cos \alpha = 0,17365$
$\delta = 55^\circ$	$\sin \alpha \cos \alpha = 0,17101$
$\cos \delta = 0,5736$	$d = 45 \text{ cm}$
$\alpha = 80^\circ$	$F = 0,45 \text{ m}^2$
$\alpha = 1,39626$	$J = 0,007594 \text{ m}^4$

$$q = \frac{r_a^2}{r} \cos \delta = 3,5757$$

$$B = \cos \alpha + \frac{1}{2} \sin^2 \alpha = 0,65858$$

$$\int_0^l M_0 y ds = 2 r^4 q \left[\frac{1}{2} \sin \alpha \cos \alpha \left(B + \frac{5}{4} \right) + \frac{\alpha}{2} \left(B - \frac{1}{4} \right) - \sin^2 \alpha \left(\frac{B}{\alpha} - \frac{\alpha}{4} + \frac{1}{2\alpha} \right) \right] = - 141,506$$

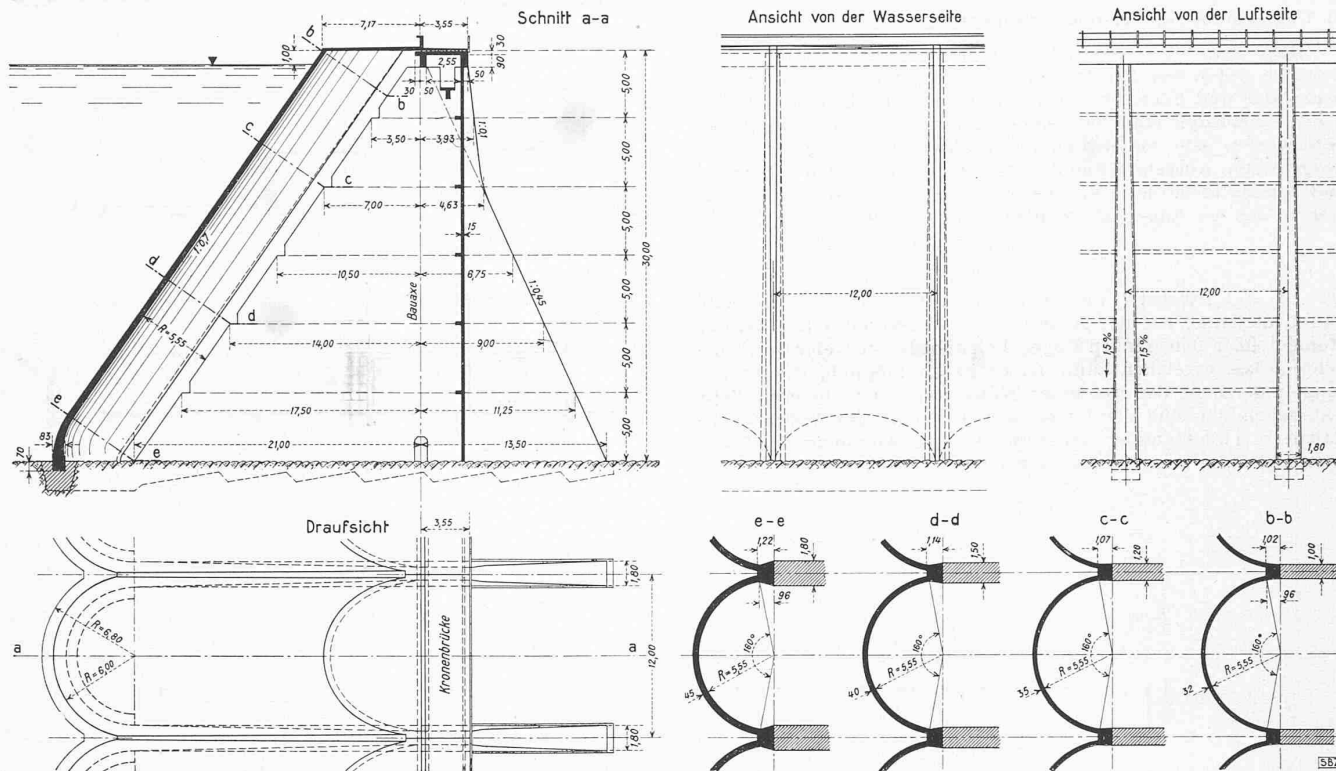


Abb. 6. Gewölbereihen-Mauer, Schnitte und Ansichten 1 : 500

$$\int_0^l N_0 \cos \varphi ds = 2r^2 q \left[\sin \alpha \left(1 - \frac{1}{4} \sin \alpha \alpha \right) - \frac{1}{2} \sin \alpha \cos \alpha \left(B + \frac{1}{4} \right) - \frac{\alpha}{2} \left(B - \frac{1}{4} \right) \right] = 67,577$$

$$\int_0^l y^2 ds = r^3 \left(\sin \alpha \cos \alpha + \alpha - 2 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha} \right) = 34,294$$

$$\int_0^l \cos^2 \varphi ds = r \left(\sin \alpha \cos \alpha + \alpha \right) = 9,051$$

$$H = \frac{\frac{1}{J} \int_0^l M_0 y ds - \frac{1}{F} \int_0^l N_0 \cos \varphi ds}{\frac{1}{J} \int_0^l y^2 ds + \frac{1}{F} \int_0^l \cos^2 \varphi ds} = -4,141 \text{ t}$$

$$M = \cos \varphi \left(r^2 q B - H r \right) + \frac{1}{2} r^2 q \sin \varphi \varphi - \frac{\sin \alpha}{\alpha} \left[r^2 q \left(B + \frac{1}{2} \right) - H r \right] + \frac{1}{2} r^2 q \cos \alpha$$

$$M = 102,451 \cos \varphi + 59,626 \sin \varphi \varphi - 103,962$$

$$N = \cos \varphi \left(H - r q B \right) - \frac{1}{2} r q \sin \varphi \varphi + r q$$

$$N = -17,740 \cos \varphi - 10,325 \sin \varphi \varphi + 20,650$$

φ	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	φ	$\sin \varphi \varphi$	M	N
0	1	0	0	0	-1,511	+2,909
20	0,9397	0,3420	0,34907	0,11938	-0,570	+2,746
40	0,7660	0,6428	0,69813	0,44876	+1,273	+2,427
60	0,5000	0,8660	1,04720	0,90687	+1,337	+2,416
80	0,1736	0,9848	1,39626	1,37504	-4,189	+3,373

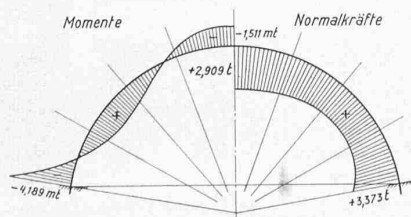


Abb. 7 Variabler Wasserdruck

In Abb. 7 ist der Verlauf der Momente und der Normalkräfte an der Bogenaxe angetragen.

b) Konstanter Wasserdruck

$$H = - \frac{2 p r \sin \alpha}{\frac{F}{J} r^2 \left(\sin \alpha \cos \alpha + \alpha - 2 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha} \right) + \sin \alpha \cos \alpha + \alpha}$$

$$M = H r \frac{\sin \alpha}{\alpha} - H r \cos \varphi$$

$$N = p r + H \cos \varphi$$

$$p = \frac{r_a}{r} p_a$$

wobei p_a den Scheitelwasserdruck an der Aussenfläche des Gewölbes bezeichnet.

c) Eigengewicht

$$\int_0^l M_0 y ds = r^4 g \left(4 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha} - \frac{7}{2} \sin \alpha \cos \alpha - \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \alpha \alpha \right)$$

$$\int_0^l N_0 \cos \varphi ds = \frac{1}{2} r^2 g \left(\sin \alpha \cos \alpha - \alpha + 2 \sin^2 \alpha \alpha \right)$$

$$\int_0^l y^2 ds \text{ und } \int_0^l \cos^2 \varphi ds \text{ siehe unter a)}$$

$$H = \frac{\frac{1}{J} \int_0^l M_0 y ds - \frac{1}{F} \int_0^l N_0 \cos \varphi ds}{\frac{1}{J} \int_0^l y^2 ds + \frac{1}{F} \int_0^l \cos^2 \varphi ds}$$

$$M = r \frac{\sin \alpha}{\alpha} (2 r g + H) - r^2 g \cos \alpha - \cos \varphi (r^2 g + H r) - r^2 g \sin \varphi \varphi$$

$$N = r g \sin \varphi \varphi + H \cos \varphi$$

$$g = d \cos \delta \gamma_b \quad d = \text{Gewölbbestärke}$$

d) Gleichmässige Temperaturänderung (Schwinden)

$$H = \frac{2 E \omega t^0 r \sin \alpha}{\frac{1}{J} \int_0^l y^2 ds + \frac{1}{F} \int_0^l \cos^2 \varphi ds}$$

$$M = H r \frac{\sin \alpha}{\alpha} - H r \cos \varphi$$

$$N = H \cos \varphi$$

$$E = 2100000 \text{ t/m}^2 \quad \omega = 0,00001$$

e) Ungleichmässige Temperaturänderung

Beim angeführten Beispiel sind die verhältnismässig dünnen Gewölbe gegenüber Frostschäden auf der Luftseite durch Abdeckplatte und Frostschutzwand gesichert. In dem so entstandenen Innenraum wird die Temperatur kleineren Schwankungen unterworfen sein als an den den direkten Witterungseinflüssen ausgesetzten Aussenflächen des Bauwerkes. Zwischen der Innen- und Aussenfläche der Gewölbe wird ein Temperaturgefälle entstehen, das die folgenden Momente am Gewölbe erzeugt:

$$M = - \frac{\omega \Delta t E J}{d}$$

$\Delta t = t_i - t_a$, wobei t_i die Betontemperatur auf der Innenseite und t_a diejenige auf der Aussenseite (Wasserseite) ist. Da das Moment über den ganzen Bogen konstant ist und eine beträchtliche Grösse erreichen kann, ist es kaum möglich, die Armierung in der Zone der Momenten-Nullpunkte zu reduzieren. Sehr wahrscheinlich sind die luftseitigen Risse an der Vöhrenbach-Talsperre (Deutschland) einer zu kleinen Annahme des Temperaturgefälles von aussen nach innen zuzuschreiben.

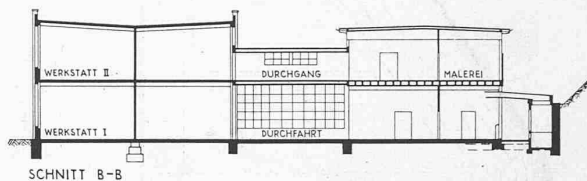


Abb. 3. Schnitte 1:500 (vergl. Abb. 1)

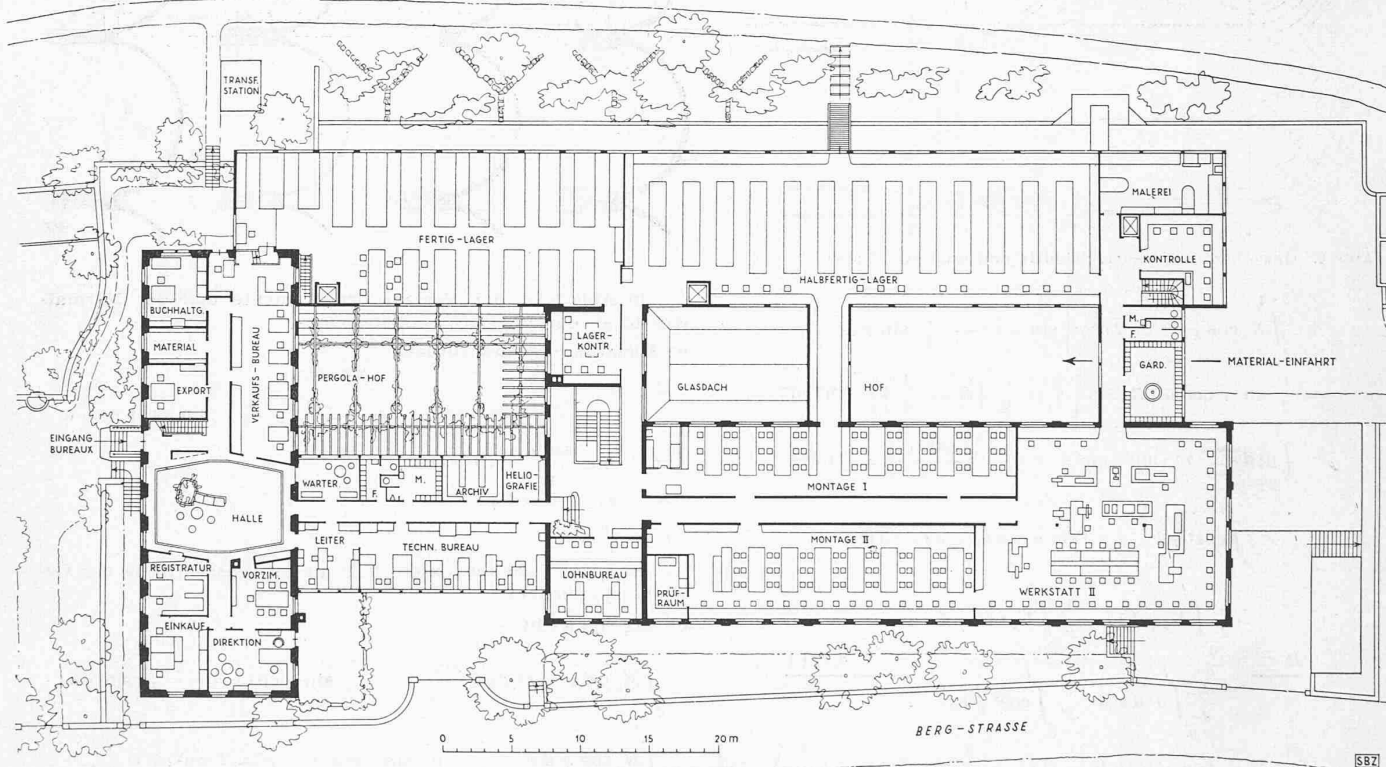


Abb. 2. Obergeschoss 1:500

Erweiterung und Umbau der Fabrik für elektr. Apparate Ad. Feller A.-G. in Horgen

HANS FISCHLI, OSKAR STOCK, Architekten, Zürich

Die Anlage steht oberhalb Horgen in der «Stotzweid». Der Abfluss des Horgener Weihers wird ursprünglich bestimmend gewesen sein für die Errichtung einer Werkstatt in so grosser Entfernung vom Dorf- und Seeverkehr. Das ursprüngliche Fabrikgebäude war im Vergleich zur heutigen Anlage sehr klein, es befand sich an Stelle des heutigen Bureaugebäudes. Es ist bezeichnend, dass die erste Erweiterung der Fabrikationsräume eine Folge des Krieges 1914/18 war, also der Zeit, in der der Elektroindustrie ebenfalls durch Blockade und Unterseebootkrieg grosse Wichtigkeit zukam. Es entstand der lange zweistöckige Massivbau an der Stotzweidstrasse.

Das alte Fabrikgebäude, das senkrecht zur Strasse und zum Hang steht, beherbergte im Untergeschoss Werkstätten, im Erdgeschoss und I. Stock Bureau- und Lagerräume. Während das alte Fabrikgebäude in den Fassaden

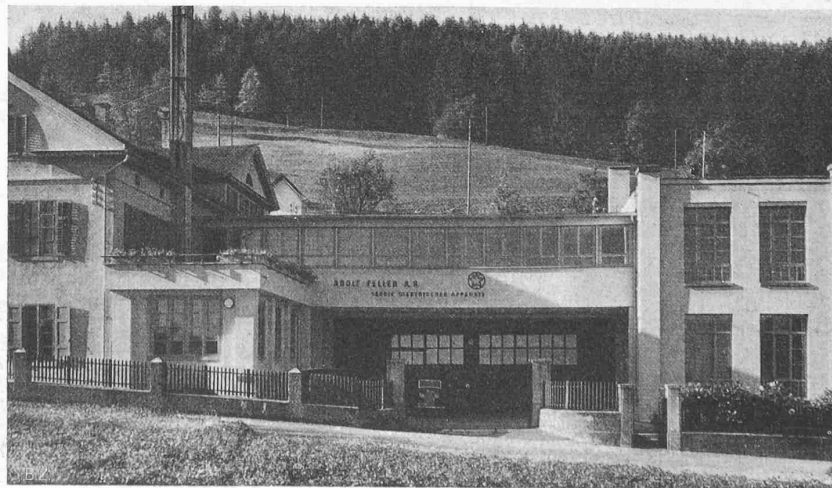


Abb. 4. Der neue Bureau-Trakt zwischen Altbau (links) und Bau von 1916 (rechts)