Neuere Methoden der Festigkeitslehre

Autor(en): **Rappaport, S.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **39/40 (1902)**

Heft 20

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-23365

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Wenden wir diese Mittelzahl im vorliegenden Falle an und zwar auf die mittlere Druckfestigkeit der in der eidgenössischen Festigkeitsanstalt erprobten 28 Tage alten Betonwürfel, so kommen wir nach einem Jahr auf eine Druckfestigkeit von 132 kg/cm^2 im Mittel, somit auf eine immer noch niedrige Festigkeit, welcher unbedingt zur Sicherheit des Bauwerkes niedrige zulässige Spannungen entsprechen sollten.

Im übrigen sind wir kaum berechtigt, in solchen Fragen Mittelwerte von weit auseinandergehenden Festigkeitszahlen zum Vergleiche heranzuziehen; wir sollten viel eher die niedrigsten Werte in Betracht ziehen, um nicht lokale Verschwächungen der Betonfestigkeit unberücksichtigt zu lassen. Solche Verschwächungen giebt es wahrscheinlich leider eine ganze Anzahl in dem Gebäudekomplex.

(Schluss folgt.)

Wettbewerb für den Neubau der Kantonalbank in Schaffhausen.

III. (Schluss.)

Im Anschluss an den in den beiden letzten Nummern enthaltenen Bericht des Preisgerichtes und die Darstellungen der I. und II. Preise veröffentlichen wir auf den Seiten 216 bis 219 die mit einem dritten Preise und mit einer Ehrenmeldung ausgezeichneten Entwürfe. Der erstere mit dem Kennwort: „Für Land und Leute" hat Eduard Joos, Architekt in Bern zum Verfasser, während der zweite mit dem Motto „Heimatkunst" von den Architekten Kuder & Müller in Zürich stammt.

Neuere Methoden der Festigkeitslehre.

Von Ingenieur *S. Rappaport* in St. Gallen.

II.

Zahlenbeispiele.

1. Beispiel.

Das in Abb. 10 dargestellte Kranengerüst sei bei C und D fest, aber gelenkartig verbunden. Bei A und B sind starre Eckverbindungen gedacht.

Die Länge des Hauptbalkens AB sei $= 10$ m.

Das Trägheitsmoment J sei

auf der Strecke 0— 2,50 m = 7500 cm^4
" " " 2,50— 7,50 " = 10000 "
" " " 7,50—10,00 " = 7500 "

Die Querschnittsfläche F sei auf der Strecke

0— 2,50 m = 175 cm^2
2,50— 7,50 " = 200 "
7,50—10,00 " = 175 "

Die Länge der Pfosten AC und $BD = 6{,}50$ m. Ihr Trägheitsmoment sei konstant $= 3000$ cm^4 und die Querschnittsfläche dieser Pfosten $= 50$ cm^2. Gesucht sind für eine Einzellast $P = 10$ t in der Balkenmitte die Momentenflächen der Stäbe AB, AC, BD, sowie deren Normalkräfte.

Zu diesem Zwecke verwandeln wir das feste Gelenk bei D in ein Gelenk mit Rollenlager (Abb. 11) und führen als unbekannte Grösse X die Horizontalkraft am Gelenk ein. Für diesen nun statisch bestimmt gewordenen Kran (Abb. 11) ergiebt sich für eine Einzellast von 10 t über AB als Momentenfläche ein Dreieck von der Höhe

$$H = \frac{Pl}{4} = \frac{10 \times 10}{4} = 2500 \; cm\; t.$$

Wir teilen nun den Balken AB in zehn Teile von der Länge $s = 1$ m und berechnen die zugehörigen mittleren Momente M_0 (Vgl. Tabelle).

Ferner bringen wir bei D eine Horizontalkraft $X = 1$ t an. Für diesen Belastungszustand ergiebt sich über AB ein Rechteck von der konstanten Höhe 1×650 $cm = 650$ $cm\; t$ als Momentenfläche und über AC und BD je ein Dreieck, bei A und B von der Höhe 650 $cm\; t$ bei C und $D = 0$ (vgl. Abb. 12). Die zugehörigen M_1 der Stabteile s sind in den Tabellen zusammengestellt.

Tabelle für den Hauptbalken AB.

Stabteil	M_0 cm/t	M_1 cm/t	Trägheitsmoment J cm^4	$\frac{M_0 M_1}{J}$	$\frac{M_1^2}{J}$	Bemerkungen
0—1 m	+ 250	— 650	7 500	— 21,66	+ 56,33	
1—2 "	+ 750	— 650	7 500	— 65,00	+ 56,33	
2—3 "	+ 1250	— 650	8 750	— 92,85	+ 48,29	
3—4 "	+ 1750	— 650	10 000	— 113,75	+ 42,25	
4—5 "	+ 2250	— 650	10 000	— 146,25	+ 42,25	
Somit		$\Sigma_0^{l/2}$	=	— 439,51	+ 245,45	
		Σ_0^{l}	=	— 879,02	+ 490,90	

Tabelle für die Pfosten $AC = BD$.

Stabteil	M_0	M_1	Trägheitsmoment J	$\frac{M_0 M_1}{J}$	$\frac{M_1^2}{J}$	Anmerkung
0— 50 cm	0	25	3000	0	+ 0,10	Für den Stabteil 0—50 cm ist nur das halbe Produkt einzuführen.
50—150 "	0	100	3000	0	+ 3,33	
150—250 "	0	200	3000	0	+ 13,33	
250—350 "	0	300	3000	0	+ 30,00	
350—450 "	0	400	3000	0	+ 53,33	
450—550 "	0	500	3000	0	+ 83,33	
550—650 "	0	600	3000	0	+ 120,00	
			Somit Σ_0^l für AC =		+ 303,42	
			Σ_0^l für BD =		+ 303,42.	

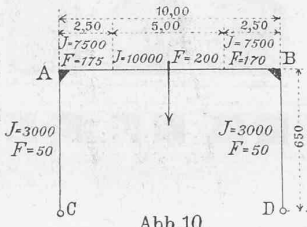

Abb. 10.

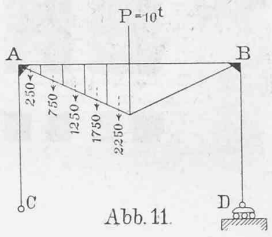

Abb. 11.

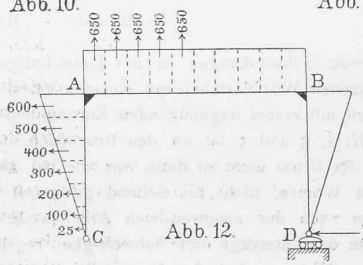

Abb. 12.

Vernachlässigt man den Einfluss der Normalspannungen, so ergiebt sich aus Gleichung (6)

$$d_{x1} = \varrho\, \Sigma\, \sigma_0\, \sigma_1 + \varrho\, X_1\, \Sigma\, \sigma_1^2$$

und mit $\Sigma\, \sigma_0\, \sigma_1 = \Sigma \frac{M_0\, M_1}{J}$

und $\Sigma\, \sigma_1^2 = \Sigma \frac{M_1^2}{J}$

$$d_{x1} = \varrho\, \Sigma \frac{M_0\, M_1}{J} + \varrho\, X_1\, \Sigma \frac{M_1^2}{J}$$

Sind ferner Verschiebungen der Gelenkpunkte C und D in horizontalem Sinne ausgeschlossen, so wird $d_{x1} = 0$ und mit konstantem ϱ erhält man

$$0 = -879{,}02 + X_1\,[490{,}90 + 303{,}42 + 303{,}42]$$

und hieraus $X_1 = \frac{879{,}02}{1097{,}74} = +0{,}8007$ t.

Berücksichtigt man aber den Einfluss der Normalspannungen, so ergiebt sich für die Stäbe

AC und BD $S_0 = 5$ t, $S_1 = 0$

für den Stab AB ist $S_0 = 0$, $S_1 = 1$ t, hieraus:

$\Sigma_0^l\, \sigma_0\, \sigma_1$ für die Stäbe AC und $BD = 0$
$\Sigma_0^l\, \sigma_0\, \sigma_1$ " den Stab $AB = 0$
$\Sigma_0^l\, \sigma_1^2$ " die Stäbe AC und $BD = 0$

Dagegen für den Stab AB

$$\Sigma_0^l\, \sigma_1^2 = \frac{l}{s} \cdot \frac{S_1^2}{F} = \frac{2{,}50}{1} \cdot \frac{1}{175} + \frac{5{,}00}{1} \cdot \frac{1}{200} + \frac{2{,}50}{1} \cdot \frac{1}{175} = +0{,}053,$$

$$\text{somit } X = +\frac{879{,}02}{1097{,}74 + 0{,}053} = 0{,}8007\; t.$$

Man ersieht hieraus, dass der Einfluss der Normalspannungen in der Regel vernachlässigt werden kann.

Mit der Ermittelung der Kraft X_1 ist die Aufgabe gelöst. Für irgend eine Stelle des Balkens berechnet sich das wirkliche Moment

$$M = M_0 - M_1 X_1,$$

woraus sich die Spannung $\sigma = \frac{M}{W}$ ergiebt. — Die Normalkraft berechnet sich aus $S = S_0 + S_1 X_1$ und die Zusatzspannung $\sigma = \frac{S}{F}$.[1] (Forts. folgt.)

Simplon-Tunnel.

Der vierzehnte Vierteljahresbericht über die Arbeiten am Simplontunnel, der die Zeit vom 1. Januar bis 31. März 1902 umfasst, ist vom 26. April 1902 datiert. Es betrug der im Berichtsvierteljahr erzielte Fortschritt: Auf der *Nordseite* im Richtstollen des Haupttunnels 549 *m*, im Parallelstollen 592 *m*, im Firststollen 650 *m*; während auf der Südseite im Richtstollen nur 15 *m* im Firststollen 248 *m* und im Parallelstollen gar kein Fortschritt zu verzeichnen war. Der Vollausbruch ist auf der Nordseite um 652 *m* auf der Südseite um 272 *m* weiter vorgeschritten. Die Gesamtleistung an Aushub beträgt für die Seite von Brieg 28 196 m^3 für jene von Iselle 9 776 m^3, während die Ausmauerung auf ersterer Seite um 464 *m* (4865 m^3) auf der letztern um 211 *m* (2673 m^3) gefördert wurde. In nachfolgender Tabelle sind nach Arbeitsgattungen geordnet die Gesamtleistungen zu Beginn und am Schlusse des Quartals einander gegenübergestellt.

Tabelle I.

Gesamtlänge des Tunnels 19729 *m*		Nordseite-Brieg		Südseite-Iselle		Total	
Stand der Arbeiten Ende . .		Dez. 1901	März 1902	Dez. 1901	März 1902	Dez. 1901	März 1902
Sohlenstollen im Haupttunnel .	*m*	6335	6884	4428	4443	10763	11327
Parallelstollen	*m*	6194	6786	4473	4473	10667	11259
Firststollen	*m*	5441	6091	3643	3891	9084	9982
Fertiger Abbau	*m*	5352	6004	3740	4012	9092	10016
Gesamtausbruch	m^3	259458	287654	181533	191309	440991	478963
Verkleidung, Länge	*m*	5109	5573	3469	3680	8578	9253
Verkleidungsmauerwerk . . .	m^3	51137	56002	35688	38361	86825	94363

Auf der *Nordseite* betrug die mittlere Querschnittsfläche des Richtstollens 5,97 *m*, die des Parallelstollens 5,89 *m*; an beiden Arbeitsstellen waren während 88 Arbeitstagen je drei Bohrmaschinen thätig, mit welchen im ganzen 922 Bohrangriffe ausgeführt wurden. Aus den beiden Stollen sind durch mechanische Bohrung im ganzen 6 758 m^3 Aushub gefördert und dazu 29 726 *kg* Dynamit und 4 872,3 Arbeitsstunden angewandt worden. Von letzteren entfallen 1976 Stunden auf die eigentliche Bohrarbeit und 2896,3 Stunden auf das Laden der Minen und das Schuttern. Entsprechende Daten für die südlichen Stollen fehlen diesmal gänzlich, da dort die mechanische Bohrung während des ganzen Vierteljahres eingestellt bleiben musste.

Das Ergebnis der Handbohrung betrug auf beiden Tunnelseiten zusammen 30 366 m^3 Aushub bei einem Aufwand von 29 706 *kg* Dynamit und 134 702 Arbeiter-Tagschichten.

Die Anzahl der täglich beschäftigten Arbeiter belief sich im Durchschnitt auf:

	Nordseite	Südseite	Total
Im Tunnel	1311	877	2188
Ausserhalb des Tunnels	510	322	832
Zusammen	1821	1199	3020

gegen 3174 im vorhergegangenen Quartal. Auf der Nordseite waren im Maximum 513, auf der Südseite 348 Arbeiter gleichzeitig im Tunnel beschäftigt.

Geologische Verhältnisse.

In dem auf der *Nordseite* durchfahrenen Gneiss und Glimmerschiefer wurden die hellgefärbten schieferigen Einlagerungen immer häufiger. Das Gestein hatte in ausgesprochener Weise das Aussehen des für die Gruppe des Monte Leone typischen Gneises. Neben hornblendehaltigen treten fast weisse sehr quarzreiche Einlagerungen auf, die oft kaum durch die ganze Breite des Stollens reichen. Im übrigen hat das Gebirge die im letzten Vierteljahresbericht beschriebene Natur beibehalten. Die anfänglich unter einem Winkel von 40° nach Nord-Westen einfallenden stark gefalteten Schichten wurden immer flacher und lagen zu Ende des Berichts-Vierteljahres fast horizontal. An einer einzigen Stelle (bei Km. 6,872) traf man auf eine senkrechte Spaltung des Gebirges.

Die Angriffsstelle des *südlichen Richtstollens* lag im zersetzten kalkhaltigen und wasserdurchtränkten Glimmerschiefer. Zu Ende März stiess man auf ein regelmässiger gelagertes Gestein von ausgesprochen schieferigem Ansehen, das weniger druckhaft war und in welchem der Stollen durch Handbohrung vorgetrieben werden konnte. Die Schichten fielen anfänglich nach Süd-Osten, später unter einem Winkel von 40—55° nach Nord-Westen ein.

Die *Messungen der Gesteinstemperatur* in den im Richtstollen neu erstellten Probelöchern haben die in Tabelle II verzeichneten Ergebnisse gehabt.

Tabelle II.

Nordseite-Brieg			Südseite-Iselle		
Abstand vom Tunneleingang *m*	Temperatur des Gesteins °C		Abstand vom Tunneleingang *m*	Temperatur des Gesteins °C	
6200	erste Messung	39,0	4400	erste Messung	16,2
	letzte »	33,3		letzte »	16,2
6400	erste »	38,6			
	letzte »	33,4			
6614	erste »	42,3			
	letzte »	36,1			
6800	erste »	42,9			
	letzte »	38,6			

Die verhältnismässig niedrige Temperatur, die bei der ersten Messung bei Km. 6,400 erhalten wurde, erklärt sich daraus, dass das betreffende Bohrloch zu spät erstellt wurde und das Gestein sich inzwischen schon bedeutend abgekühlt hatte. Im südlichen Richtstollen ist des geringen Fortschritts wegen kein neues Bohrloch erstellt worden.

Die in den bleibenden Beobachtungsstationen der Nebenstollen erhobenen Temperaturen sind wie üblich in den zwei Tabellen III und IV (S. 222) zusammengestellt.

Der *Wasserandrang* blieb auf der *Nordseite* auch in diesem Quartal gering, dagegen stieg die Temperatur der wenigen unbedeutenden Quellen bis auf 45,4°C. Die aus den *südlichen Stollen* ausströmende Wassermenge hat im Berichtsvierteljahr merklich abgenommen, obwohl die Messungen immer noch mehr als 800 Sek./*l* ergeben. Abgesehen von Schwankungen in der Temperatur und im Härtegrade einiger kleiner Wasserzuflüsse, die teilweise stark zurückgegangen sind, ist von den grossen bei Km. 4,000 in beiden Stollen zu Tage tretenden Quellen zu berichten, dass ihre Temperatur noch weiter gesunken ist. Die kältesten darunter weisen 11,3°—11,5°C auf, während die stärksten 13 und 17°C haben. Auffallend ist es, dass sich ihr Härtegrad immer mehr ausgleicht; derselbe stellt sich auf 75—85°.

Die durch die *Ventilationsanlage* der *Nordseite* täglich in Stollen II eingeführte Luftmenge wurde bei Km. 4,500 mit durchschnittlich 2 422 850 m^3 gemessen. Mittels vier Injektoren wurden hiervon 171 936 m^3 bis vor Ort im Richtstollen und 89 568 m^3 bis zur Angriffsstelle im Parallelstollen gepresst. Die Lufttemperatur betrug durchschnittlich 25,6°C bei

---

[1]) Die Integralform des gleichen Falls würde bei konstantem E und J der einzelnen Stäbe lauten:

$$\int \frac{M}{EJ}\frac{\partial M}{\partial X}\,dx + \int \frac{N}{EF}\frac{\partial N}{\partial X}\,dx = 0.$$

Für den Stab AB ist: $M = M_0 - Xh$, $\frac{\partial M}{\partial X} = -h$, $N = -X$, $\frac{\partial N}{\partial X} = -1$.

$$\int_0^l \frac{M}{EJ}\frac{\partial M}{\partial X}\,dx = \frac{Xh^2 l}{EJ} - \frac{h}{EJ}\int_0^l M_0\,dx$$

$$\int_0^l \frac{N}{EF}\frac{\partial M}{\partial X}\,dx = \frac{Xl}{EF}$$

Für den Stab $AC = BD$ ist: $M = -Xx_1$, N von X unabhängig.

Somit $\frac{\partial M}{\partial X} = -X_1$ und $\frac{\partial N}{\partial X} = 0$.

$$\int_0^h \frac{M}{EJ}\frac{\partial M}{\partial X}\,dx = \frac{Xh^3}{3EJ_1},\ \int_0^h \frac{N}{EF}\frac{\partial N}{\partial X}\,dx = 0.$$

Die ganze Gleichung lautet daher

$$2\frac{Xh^3}{3EJ_1} + \frac{Xl}{EF} + \frac{Xh^2 l}{EJ} - \frac{h}{EJ}\int_0^l M_0\,dx = 0$$

und aus dieser folgt

$$X = \frac{\int_0^l M_0\,dx}{hl\left[1 + \frac{2}{3}\frac{J}{J_1}\frac{h}{l} + \frac{J}{Fh^2}\right]}$$

und ergiebt mit $\int_0^l M_0\,dx = F_0 =$ der Fläche die von der Momentenkurve des einfachen Balkens eingeschlossen wird und mit J konstant $= 10000\ cm^4$ und J_1 konstant $3000\ cm^4$ und F konstant $= 200\ cm^4$

$$X = \frac{\frac{1000 \cdot 2500}{2}}{650 \cdot 1000\left[1 + \frac{2}{3}\frac{10}{3}\frac{650}{1000} + \frac{10\,000}{200 \cdot 50^2}\right]} = 0{,}78\ t.$$