

Objektyp: **Competitions**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 20

PDF erstellt am: **26.09.2024**

### **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.

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  $132 \text{ kg/cm}^2$  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 auseinandergelassenen 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 =  $7500 \text{ cm}^4$

„ „ „ 2,50—7,50 „ =  $10000 \text{ „}$

„ „ „ 7,50—10,00 „ =  $7500 \text{ „}$

Die Querschnittsfläche F sei auf der Strecke

0—2,50 m =  $175 \text{ cm}^2$

2,50—7,50 „ =  $200 \text{ „}$

7,50—10,00 „ =  $175 \text{ „}$

Die Länge der Pfosten AC und BD = 6,50 m. Ihr Trägheitsmoment sei konstant =  $3000 \text{ cm}^4$  und die Querschnittsfläche dieser Pfosten =  $50 \text{ cm}^2$ . Gesucht sind für eine Einzellast  $P = 10 \text{ t}$  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) ergibt sich für eine Einzellast von  $10 \text{ t}$  über AB als Momentenfläche ein Dreieck von der Höhe

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

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

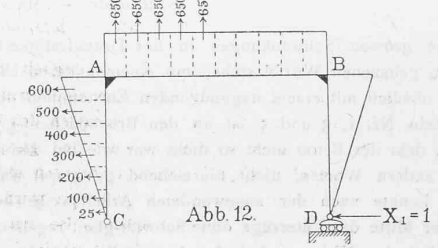
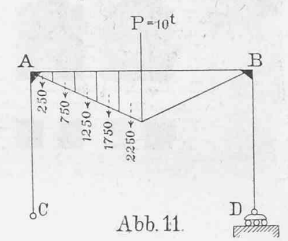
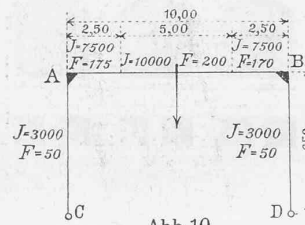
Ferner bringen wir bei D eine Horizontalkraft  $X = 1 \text{ t}$  an. Für diesen Belastungszustand ergibt sich über AB ein Rechteck von der konstanten Höhe  $1 \times 650 \text{ cm} = 650 \text{ cm t}$  als Momentenfläche und über AC und BD je ein Dreieck, bei A und B von der Höhe  $650 \text{ cm t}$  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 <sup>4</sup>	$\frac{M_0 M_1}{J}$	$\frac{M_1^2}{J}$	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		$\sum_0^{1/2}$	=	— 439,51	+ 245,45	
		$\sum_0^1$	=	— 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	
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 $\sum_0^1$ für AC =					+ 303,42	
$\sum_0^1$ für BD =					+ 303,42	



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

$$d_{x1} = q \sum \sigma_0 \sigma_1 + q X_1 \sum \sigma_1^2$$

$$\text{und mit } \sum \sigma_0 \sigma_1 = \sum \frac{M_0 M_1}{J}$$

$$\text{und } \sum \sigma_1^2 = \sum \frac{M_1^2}{J}$$

$$d_{x1} = q \sum \frac{M_0 M_1}{J} + q X_1 \sum \frac{M_1^2}{J}$$

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

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

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

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

$$AC \text{ und } BD \quad S_0 = 5 \text{ t, } S_1 = 0$$

für den Stab AB ist  $S_0 = 0, S_1 = 1 \text{ t}$ , hieraus:

$$\sum_0^1 \sigma_0 \sigma_1 \text{ für die Stäbe AC und BD} = 0$$

$$\sum_0^1 \sigma_0 \sigma_1 \text{ „ den Stab AB} = 0$$

$$\sum_0^1 \sigma_1^2 \text{ „ die Stäbe AC und BD} = 0$$

Dagegen für den Stab AB

$$\sum_0^1 \sigma_1^2 = \frac{l}{s} \cdot \frac{S_1^2}{F} = \frac{2,50}{1} \cdot \frac{1}{175} + \frac{5,00}{1} \cdot \frac{1}{200} + \frac{2,50}{1} \cdot \frac{1}{175} = +0,053,$$

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

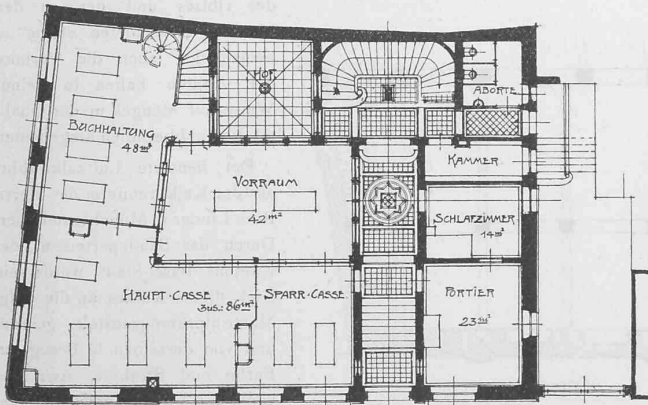
Die Betoneisenkonstruktion wurde aus nachfolgenden Materialien hergestellt:

1. Armierungseisen aus dem v. Roll-schen Werke in Gerlafingen;
2. Cement aus dem Lothringer Portland-Cement-Werke in Metz;
3. Sand und Kies aus einer Grube bei Basel.

Wir werden zuerst die Qualität dieser Materialien behandeln, sodann diejenige des damit bereiteten Betons.

1. *Eisen.* Es wurden von jeder Sorte der verwendeten Rundeisenstangen mit Ausnahme des 2 mm dicken Drahtes in den Säulen ein Abschnitt nach Zürich zur Vornahme der Festigkeitsproben gesandt und es wurde mit allen Probestücken je eine Zerreißprobe ausgeführt, ausserdem mit jeder Stange mit einem Durchmesser über 30 mm eine Kaltbiege- und eine Warmbiegeprobe. Beilage Nr. 2 enthält die gewonnenen Resultate, welche ersehen lassen, dass die Stangen mit 19 mm Durchmesser und darüber aus Schweisseisen, diejenigen mit 11—17 mm Durchmesser aus Flusseisen, endlich diejenigen mit 7—9 mm Durchmesser wiederum aus Schweisseisen bestehen. Die Stangen aus Schweisseisen ergaben eine Dehnung von 10,2% und darüber; das Eisenmaterial darf als den üblichen Vorschriften für Lieferung von Eisen entsprechend bezeichnet werden. Eine andere Frage ist die, ob es sich empfiehlt, in dem gleichen Bauwerke Armierungen in Flusseisen und in Schweisseisen zu verwenden. Der ziemlich grosse Unterschied in der Proportionalitätsgrenze dieser beiden Materialien führt dazu, solche Konstruktionsteile, die mit Flusseisen armiert sind, unter sonst gleichen Beanspruchungen als sicherer zu betrachten als wie solche mit Schweisseisenarmierungen.

2. *Cement.* Der Portlandcement der Lothringer Werke in Metz wurde von der Basler Baugesellschaft nach einer Besichtigung der Werke in Heming durch einen fachkundigen Beamten dieser Gesellschaft und auf



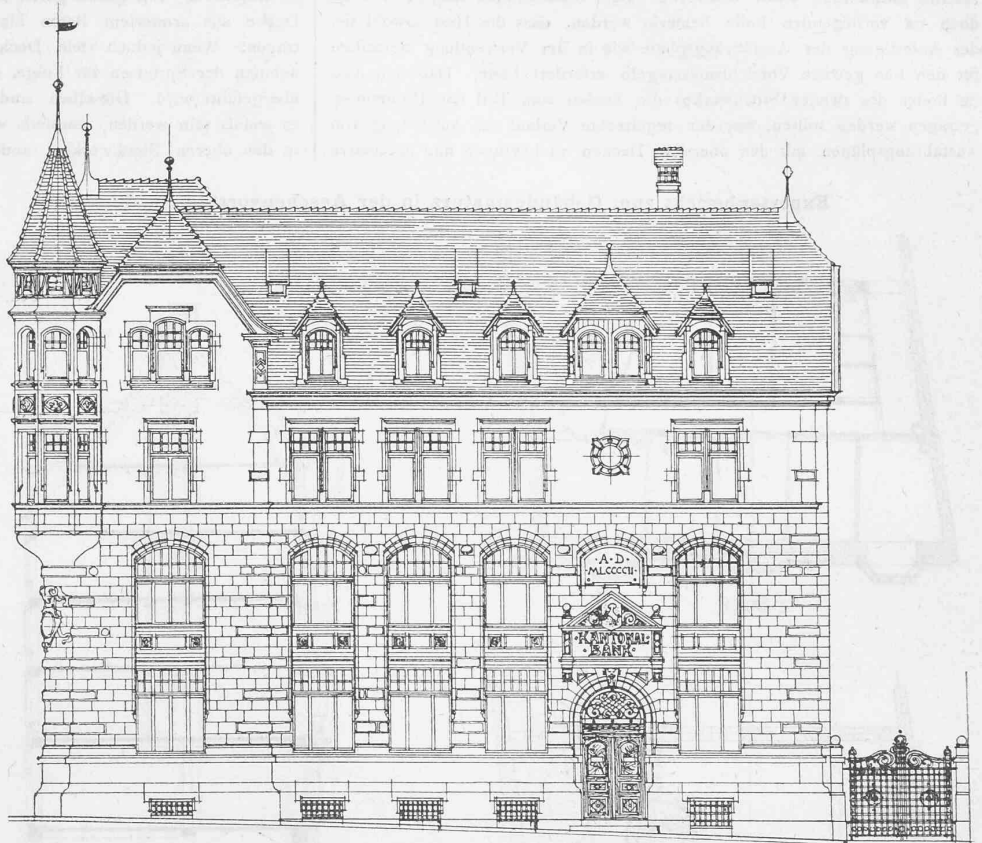
Grundriss vom Erdgeschoss. — Masstab 1 : 300.

Grund eines Attestes der Materialprüfungsanstalt an der k. technischen Hochschule Stuttgart über Proben, die in den Monaten Februar/März 1899 mit Cement dieses Werkes vorgenommen worden waren, bestellt. Weitere Proben des gelieferten Cementes wurden von der Basler Baugesellschaft nicht gemacht. Aus den Proben des Jahres 1899 geht hervor, dass der Cement folgende mittleren Sandfestigkeitszahlen ergab:

Alter:	1 Tag an der Luft	1 Tag an der Luft
	6 Tage unter Wasser	27 Tage unter Wasser
Druckfestigkeit	168,8 kg/cm <sup>2</sup>	262,4 kg/cm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit	21,45 »	27,15 »

Wettbewerb für eine Kantonalbank in Schaffhausen.

III. Preis. Motto: «Für Land und Leute». Verfasser: Eduard Joos, Architekt in Bern.



Südfassade. — Masstab 1 : 200.

Dieser Cement hatte ausserdem die Volumenbeständigkeitsproben bestanden.

Zur Feststellung der Qualität der verwendeten Ware wurden im Auftrage der Experten zwei Säcke Cement vom Baudepartement nach der Materialprüfungsanstalt in Zürich gesandt und der üblichen Normenprobe unterworfen, in der Weise, dass die Cemente der beiden Säcke getrennt behandelt wurden und in den Protokollen sowie im folgenden als Cement Nr. 1 und Cement Nr. 2 bezeichnet worden sind. Die Protokolle sind als Beilagen Nr. 4 und 5 diesem Berichte beigegeben; es geht aus denselben hervor, dass der Cement ein langsam bindender ist; der Beginn der Erhärtung findet nach 5 1/2—6 Stunden statt und die Bindezeit beträgt 15 1/2 und 19 1/2 Stunden. Auf Volumenbeständigkeit geprüft, haben die beiden Cemente die Proben bestanden. Am Sieb von 900 Maschen pro cm<sup>2</sup> ergaben beide Cemente nur einen Rückstand von 0,1 oder 0,2%. Die Festigkeitszahlen sind folgende:

		Nach 7 Tagen Wasserlagerung	Nach 28 Tagen Wasserlagerung
Zugfestigkeit	Cement Nr. 1	15,9 kg/cm <sup>2</sup>	23,2 kg/cm <sup>2</sup>
	» 2	19,0 »	26,3 »
Druckfestigkeit	» 1	162,0 »	213,8 »
	» 2	199,5 »	270,5 »

Diese Zahlen geben als Mittel:

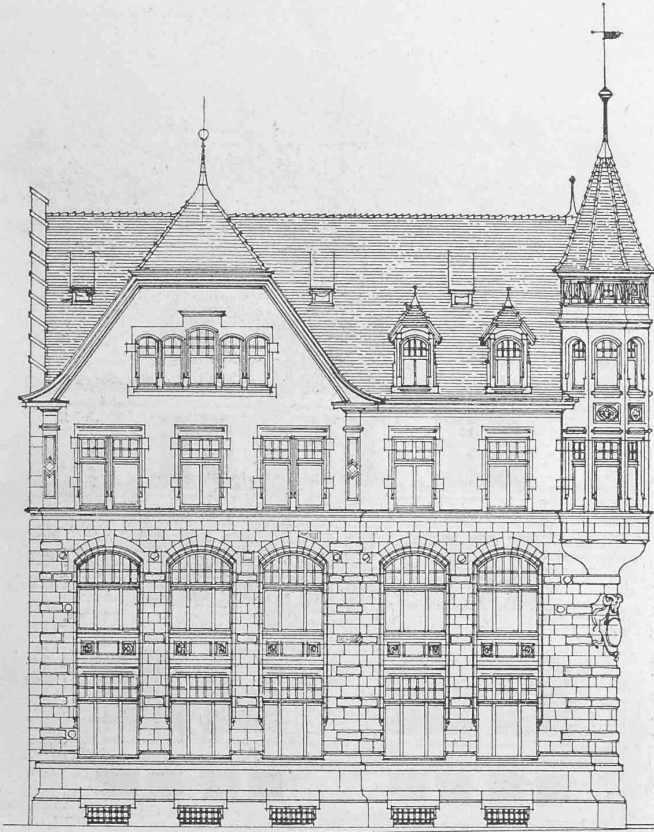
Zugfestigkeit	17,45 »	24,75 »
Druckfestigkeit	180,75 »	242,15 »

d. h. unwesentliche Unterschiede gegenüber den durch die Proben in Stuttgart gefundenen Festigkeitszahlen. Nach den jetzigen wie nach den neueren, strengeren schweizerischen Normen wäre der Cement nicht zu beanstanden.

Trotz diesem günstigen Umstände einer ziemlich befriedigenden Gleichmässigkeit in der Qualität der vom Cementfabrikanten gelieferten Ware, müssen wir unser Befremden darüber aussprechen, dass für eine Konstruktion, in welcher die wesentlichsten tragenden Teile aus Beton mit Eiseneinlagen ausgeführt wurden, die Bauunternehmung von einer Kontrolle der Qualität des gelieferten Cementes ganz abstrahierte. Die dadurch erzielte Ersparnis liegt in keinem Verhältnis mit der Gefahr,

Wettbewerb für eine Kantonalbank in Schaffhausen.

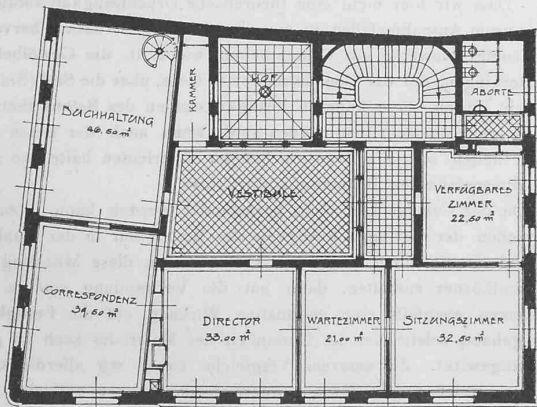
III. Preis. Verfasser: *Eduard Joos*, Architekt in Bern.



Westfassade. — Masstab 1 : 200.

minderwertige Ware zu erhalten und zu verarbeiten. Der Einwand, dass die Normenproben einen vollen Monat Zeit beanspruchen und infolge dessen ein rascher Aufbau des Gebäudes unmöglich wird, ist nicht stichhaltig, denn es werden in den ersten Tagen genug Qualitätsproben vorgenommen, um in der Regel nach Ablauf einer Woche über die Verwendbarkeit eines Cementes Klarheit zu erhalten. Wir geben gerne zu, dass dieser Vorwurf einigermassen Entschuldigung in der Thatsache findet, dass die Arbeiten von geübten Cementarbeitern geleitet wurden, welche in der Lage waren, minderwertige Ware zu erkennen und eventuell auszuschliessen.

3. Sand- und Kiesmaterial. Dieses Material wurde gemischt aus der Grube ohne Entfernung der daran haftenden erdigen Unreinigkeiten



Grundriss vom I. Stock. — Masstab 1 : 300.

zur Bereitung des Betons verwendet; es zeichnete sich dadurch aus, dass ziemlich viel ganz feiner Sand darin vorkam und der Kies nur wenig Steine mit über 2 cm grösste Dimension enthielt. Auch wenn diese Mischung ziemlich rein aussah, so ist es doch als ein Mangel zu bezeichnen, dass dieselbe nicht sorgfältig von allen erdigen Bestandteilen durch Waschen befreit wurde; die Anwesenheit von feinem Sande konnte ebenfalls nicht

als zweckentsprechend bezeichnet werden, indem dadurch die Festigkeit des Betons leiden musste. Von dem gleichen Kies und Sandmaterial wurden vier Säcke zur Vornahme der Betonproben nach Zürich gesandt; die in diesen Säcken enthaltene Quantität wurde sorgfältig durcheinander gemischt und in dieser Weise zur Herstellung von Beton-Würfeln von 16 cm Kantenlänge verwendet, der grössere Teil in ungewaschenem Zustand und ein kleinerer Teil nach vorherigem sorgfältigem Waschen zur Entfernung der Erde.

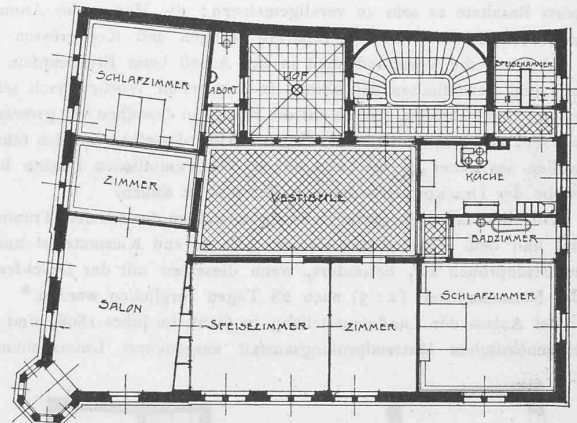
Der Beton für die Konstruktion wurde angeblich in dem Verhältnis von einem Volumenteil Cement zu sechs Teilen Kies- und Sandmischung hergestellt. Die Mischung wurde in der Weise ausgeführt, dass in eine Mischkiste Kies und Sand bis zu einem blauen Striche geworfen wurde, dann 1 1/2 Säcke Cement auf diese Quantität kamen, worauf diese Materialien maschinell innig gemischt und mit Wasser zum eigentlichen Beton geführt wurden; das Volumen der Mischkiste wurde verifiziert und bis zum blauen Striche zu 0,323 m<sup>3</sup> berechnet; 1 1/2 Säcke Portland-Cement haben ein Volumen von 0,053 m<sup>3</sup>, somit ist das Mischungsverhältnis wie angegeben 1 : 6. Ein solches Verhältnis sollte unter normalen Umständen einen vorzüglichen Beton liefern.

Zur Bestimmung der Druckfestigkeit des Betons wurden folgende Proben ausgeführt:

Aus den Trümmern des eingestürzten Gebäudes wurden einige noch gesund aussehende Betonblöcke nach Zürich gesandt und aus denselben sorgfältig Würfel herausgehauen. Das Alter der betreffenden Würfel konnte mit Sicherheit nur für einige derselben bestimmt werden.

Ausserdem wurden noch im Oktober 1901 sieben Würfel in Basel aus den Trümmern herausgehauen und zur Vornahme der Druckprobe nach Zürich gesandt.

Mit dem Cement und Kies- und Sandmaterial wurden ferner in der Festigkeitsanstalt Betonwürfel im Mischungsverhältnis 1 : 6 hergestellt und nach 7, 14 und 28 Tagen der Druckprobe unterworfen.



Grundriss vom II. Stock. — Masstab 1 : 300.

Mit rein gewaschenem Kies- und Sandmaterial und dem gleichen Cement wurden noch vier Würfel hergestellt und nach 14 Tagen Luftlagerung der Druckprobe unterworfen, damit der Einfluss der Unreinigkeiten des Kies- und Sandmaterials bestimmt werde.

Der Cement wurde als Cement Nr. 1 und Cement Nr. 2 getrennt verwendet und die gewonnenen Resultate daher auch getrennt angegeben, ausserdem das Mittel daraus gezogen.

Proben mit Beton aus den Trümmern. Zur Vornahme der Proben sind die Würfel, zur Erzielung ebener Druckflächen, mit einem Cementdeckel oben und unten versehen und nach Erhärtung des Cementes sorgfältig abgeschliffen worden. Die Unebenheiten der Seitenflächen wurden in der Bestimmung der Querschnittfläche dadurch berücksichtigt, dass von dem umschriebenen Quadrat 5 bis 8 cm<sup>2</sup> in Abzug gekommen sind.

Nach dem Alter am Tage der Druckprobe geordnet sind die Druckfestigkeiten der erprobten Betonwürfel folgende:

	Alter	Bruchfestigkeit
1. Aus einer Säule im Erdgeschoss	etwa 120 Tage	84 kg/cm <sup>2</sup>
2. Aus dem mittleren Unterzug in der Erdgeschossdecke	» 100 »	132 »
3. Aus den Hourdis der Erdgeschossdecke	» 100 »	120 »
4. » » » » 1. Stockdecke	» 90 »	203 »
5. » » » » 2. »	» 70 »	82 »
6. » dem Trümmerhaufen	> 90 »	179 »
7. » » »	> 90 »	162 »

Die in Basel herausgehauenen Würfel, aus den Trümmern der Decke über Erdgeschoss herrührend, ergaben folgende Druckfestigkeiten, nach der Grösse derselben geordnet:

Alter etwa 130 Tage,	Bruchfestigkeit $103 \text{ kg/cm}^2$
» » 130 »	104 »
» » 130 »	115 »
» » 130 »	123 »
» » 130 »	133 »
» » 130 »	138 »
» » 130 »	151 »

Bevor wir zur Diskussion dieser Zahlen übergehen, lassen wir die Resultate der in der eidgenössischen Materialprüfungsanstalt mit dem eingesandten Cement, Kies und Sand verfertigten Würfel folgen, welche in drei Altersklassen der Druckprobe unterworfen wurden; die beigelegten Protokolle Nr. 8 und 9 enthalten die Zahlen für jeden Würfel; wir geben hier nur die Mittelwerte der je an drei Probewürfeln vorgenommenen Druckprobe an, unterschieden nach Cement Nr. 1 und Cement Nr. 2.

Probekörper, gefertigt mit Kies und Sand im Einlieferungszustande, d. h. ungewaschen:

	7 Tage Luftlagerung	14 Tage Luftlagerung	28 Tage Luftlagerung
mit Cement Nr. 1 (1:6)	58 $\text{kg/cm}^2$	80 $\text{kg/cm}^2$	93 $\text{kg/cm}^2$
» » » 2 (1:6)	69 »	95 »	104 »
Mittel	64 $\text{kg/cm}^2$	88 $\text{kg/cm}^2$	99 $\text{kg/cm}^2$

Probekörper, gefertigt mit gewaschenem Kies und Sand:

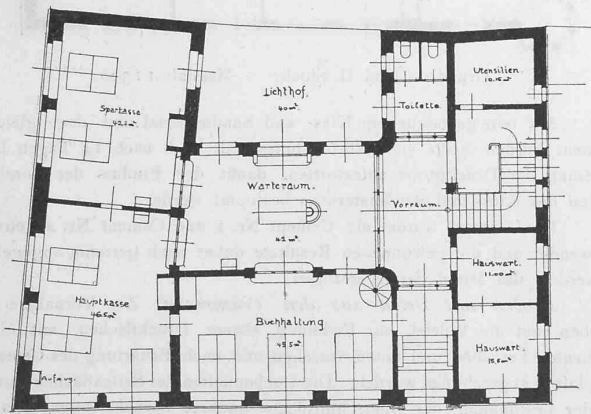
	14 Tage Luftlagerung
mit Cement Nr. 1 (1:6)	91 $\text{kg/cm}^2$
» » » 2 (1:6)	135 »

Mittel 113  $\text{kg/cm}^2$

Die Qualität des Betons hängt von so vielen Umständen ab, dass es nicht berechtigt wäre, aus einer kleineren Anzahl Druckproben die gewonnenen Resultate zu sehr zu verallgemeinern; die Menge des Anmachwassers, die Differenzen in den relativen Mengen und Korngrössen von Sand und Kies, die Verschiedenheit in der Arbeit beim Einstampfen, das Benetzen und Feuchthalten des Betons in den ersten Wochen nach seiner Herstellung sind Faktoren, welche auf die Festigkeit desselben von grösserem Einfluss sind und Aenderungen der Eigenschaften desselben mit sich führen. Wir wollen uns daher darauf beschränken, die wesentlichen Punkte beim Vergleiche der Druckprobresultate in Betracht zu ziehen.

Vor allem fallen die geringen Festigkeitszahlen der mit dem Trümmermaterial und dem eingelieferten Cement-, Sand- und Kiesmaterial ausgeführten Betonproben auf, besonders, wenn dieselben mit der Druckfestigkeit des Normenmörtels (1:3) nach 28 Tagen verglichen werden.

Bei Anlass der Landesausstellung in Genf, im Jahre 1896, sind von der eidgenössischen Materialprüfungsanstalt ausgedehnte Untersuchungen

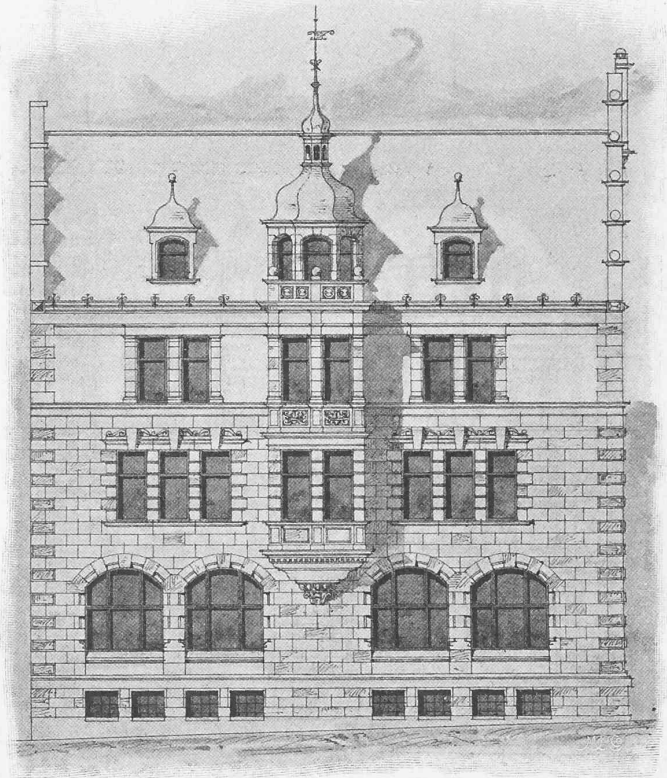


Grundriss vom Erdgeschoss. — Masstab 1:300.

vorgenommen worden, um die Druckfestigkeit des Cementbetons in verschiedenen Mischungsverhältnissen und Alter festzustellen; aus dem im VII. Heft der Mitteilungen dieser Anstalt von Professor Tetmajer publizierten Zahlenmaterial, welches sich u. a. auf 16 verschiedene Portlandcemente erstreckt, geht hervor, dass nach 28 Tagen die Druckfestigkeit der in der Anstalt hergestellten Betonwürfel zur Druckfestigkeit des dazu verwendeten Cementes (Sandfestigkeit) bei einem Mischungsverhältnis von rund 1:6 Volumentheile Cement zu Sand und Kies, die mittlere Verhältniszahl 0,87 ergab, wobei die grössten und kleinsten Zahlen 1,08 und 0,74 betragen haben.

### Wettbewerb für eine Kantonalbank in Schaffhausen.

Ehrenmeldung. Verfasser: Kuder & Müller, Architekten in Zürich.



Westfassade. — Masstab 1:200.

Auf unseren Fall angewendet, giebt diese Verhältniszahl von 0,87 eine Druckfestigkeit des Betons nach 28 Tagen von  $242 \times 0,87 = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Die in der Materialprüfungsanstalt gefertigten Probekörper geben nach 28 Tagen nicht die Hälfte dieser Festigkeit; die mit den aus den Trümmern gehauenen Würfeln vorgenommenen Druckproben, obwohl wesentlich älter als 28 Tage, geben mittlere Festigkeitszahlen von 137 bzw. 124  $\text{kg/cm}^2$ , also ebenfalls ganz bedeutend unter der oben ermittelten Festigkeit. Wir stehen somit vor einer abnormal geringen Druckfestigkeit des Betons, welche nicht im Einklange mit den bei den üblichen statischen Berechnungen vorausgesetzten zulässigen Druckspannungen von 25—30  $\text{kg/cm}^2$  steht. — Dass wir hier nicht eine theoretische Druckfestigkeit voraussetzen, welche nur in Ausnahmefällen zu erreichen wäre, geht daraus hervor, dass für bekannte Bauwerke aus Cementbeton, wie z. B. die Gewölbebrücken in Munderkingen, bei der Coulouvrenière in Genf, über die Sihl (Stauffacher Brücke) in Zürich, diese höheren Festigkeitszahlen des Betons tatsächlich erreicht, sogar überschritten worden sind, wenn auch der Beton nur an wenigen Stellen so hohe Beanspruchungen zu erleiden hatte wie in einer richtig dimensionierten Betoneisenkonstruktion.

Da der Cement hier nicht beanstandet werden kann, können wir die Ursachen der geringen Festigkeit des Betons nur in der Qualität der Sand- und Kiesmischung erblicken. Einerseits hat diese Mischung zu viel feine Sandkörner enthalten, dann hat die Verwendung von zu kleinen Kieselsteinen ebenfalls eine ungünstige Wirkung auf die Festigkeit des Betons gehabt, zuletzt hat die Unreinheit des Materiales auch im gleichen Sinne mitgewirkt. Zu unserem Vergleiche haben wir allerdings Betons zugezogen, welche nicht Kies, sondern Schlagschotter enthielten. Nach angestellten Versuchen ist ja bekannt, dass Schlagschotter einen besseren Beton liefert als Kies; wir glauben jedoch, dass gerade bei Eisenbetonkonstruktionen sämtliche Massregeln angewendet werden sollten, welche die höchste Druckfestigkeit des Betons herbeiführen.

Dass die Unreinheit der Kies- und Sandmischung einen Einfluss ausgeübt hat, geht aus den in der Materialprüfungsanstalt vorgenommenen Proben mit Klarheit hervor. Die Anzahl der angestellten Proben ist jedoch zu gering, um hier diese Abminderung der Festigkeit zahlenmässig mit Sicherheit anzugeben.

Wettbewerb für eine Kantonalbank in Schaffhausen.

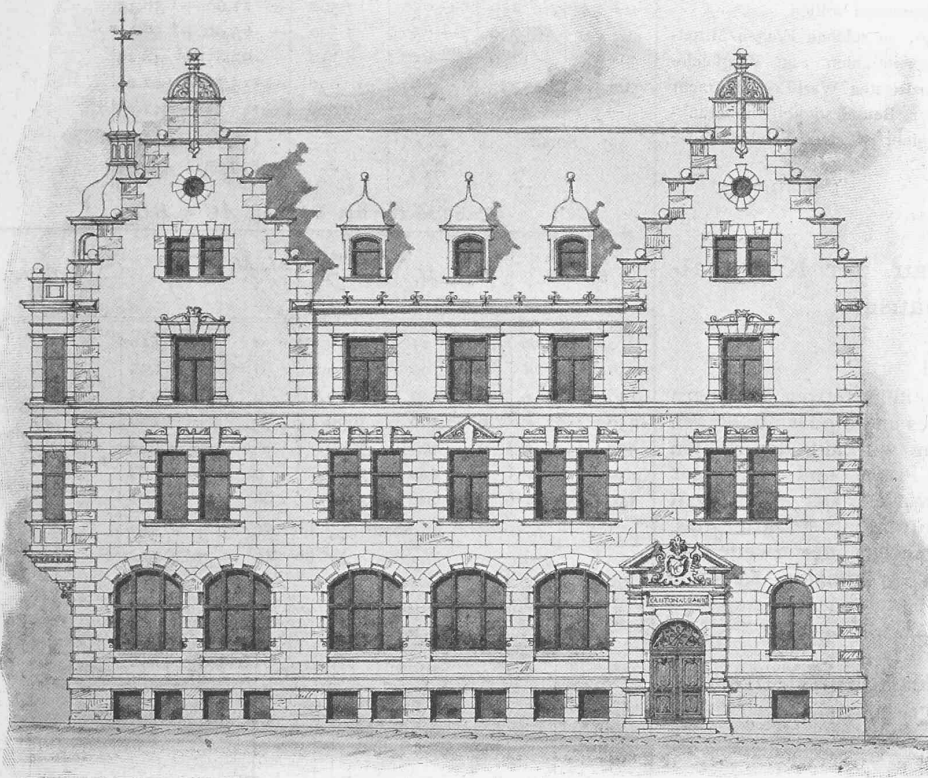
Ehrenmeldung. Motto: «Heimatkunst». Verfasser: Kuder & Müller, Architekten in Zürich.

den stehen gebliebenen Gebäuden berechtigt zur Schlussfolgerung, dass gerade bei den Säulen die Qualität des Betons durch die Art der Ausführung zu leiden hatte.

Die erste Frage, die sich nach obigen Erörterungen stellt, ist nur die, ob die gerügten Mängel in der Qualität des Betons von wesentlichem Einfluss auf den Einsturz gewesen sind; diese Frage kann nur an Hand der statischen Untersuchung des eingestürzten Gebäudes beantwortet werden.

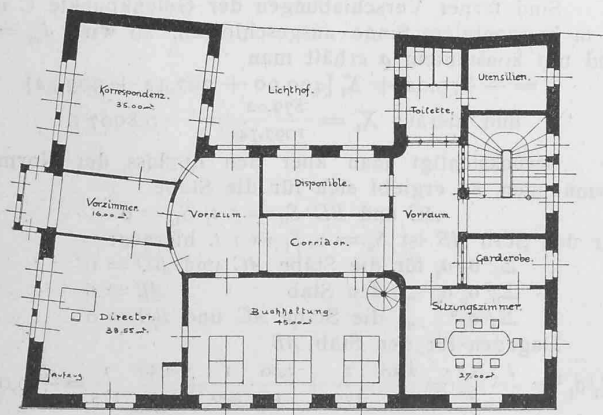
Richtige Dimensionierung der Dicken der Betonplatten und Unterzüge sowie der Armierungen vorausgesetzt, steht die Sicherheit einer Betoneisenkonstruktion in direktem Verhältnis mit der Bruchfestigkeit des Betons auf Druck. Bei den ausgeführten Probelastungen von armierten Balken und Platten ist der Bruch stets dadurch entstanden, dass durch erhöhte Belastung die Elastizitätsgrenze des Eisens überschritten wurde, die gegen die Mitte auftretenden Risse nach und nach sich nach oben erstreckten, die gedrückte Fläche somit immer kleiner und der Beton endlich zerdrückt wurde. Bei Eisenkonstruktionen haben wir in einer höheren Elastizitätsgrenze und in der Dehnungsfähigkeit des Materiales eine gewisse Garantie gegen vorzeitigen Bruch, auch wenn das Material keine hohe Bruchfestigkeit besitzt. In den Betoneisenkonstruktionen ist, gleiche Armierung vorausgesetzt, die Druckfestigkeit des Betons maßgebend für die Sicherheit des Bauwerkes; in diesem Lichte stellt sich das eingestürzte Gebäude als ungenügend dimensioniert dar, auch wenn die statischen Berechnungen Spannungen im Eisen und im Beton aufweisen würden, die innerhalb der üblichen zulässigen Grenzen blieben.

Die zweite hier zu beantwortende Frage betrifft die stehen gebliebenen Gebäude, d. h. das Mittelgebäude und das Gebäude an der Brunnengasse. Ueber die Sicherheit dieser Gebäude für die vorausgesetzten Nutzlasten wird auch die statische Berechnung den ersten Anhaltspunkt liefern; vom Standpunkte der Materialqualität und Festigkeit treffen die

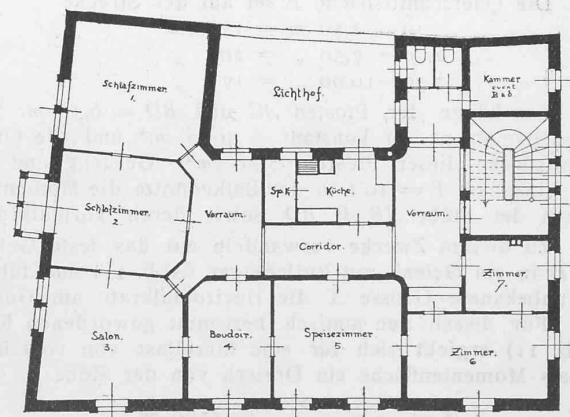


Südfassade. — Masstab 1 : 200.

Die grossen Schwankungen in der Druckfestigkeit der aus den Trümmern gehauenen Würfel stehen mit einem anderen Umstande in Verbindung, nämlich mit einem ungenügenden Einstampfen des Betons. Aus den Würfeln Nr. 1, 3 und 5 ist an den Bruchflächen ganz deutlich zu erkennen, dass der Beton nicht so dicht war wie bei den andern Würfeln, oder mit andern Worten, nicht hinreichend gestampft wurde. Das Einstampfen konnte nach der angewendeten Arbeitsweise bei den Hourdis und in der Mitte der Unterzüge ohne Schwierigkeit regelrecht durchgeführt werden; bei den Enden und Auflagerungsstellen der Unterzüge war das Einstampfen wegen der zahlreich vorhandenen Eisenstangen bereits schwieriger; bei den Säulen konnte überhaupt von einem sorgfältigen Einstampfen kaum die Rede sein. Diese Säulen wurden nämlich von vornherein auf eine ganze Geschosshöhe verschalt, sodass die unteren Teile der Säulen nur durch mehrere Meter lange Stössel gestampft werden konnten. Die Bauunternehmung hat sich dadurch geholfen, dass angeblich flüssiger Cementbrei zur Verdichtung verwendet wurde; die Wirkung desselben, das Durchdringen in die verbliebenen kleinen Hohlräume war jedoch von ziemlich zweifelhaftem Erfolg. Die Besichtigung der Säulen in



Grundriss vom I. Stock. — Masstab 1 : 300.



Grundriss vom II. Stock. — Masstab 1 : 300.

bereits gemachten Bemerkungen auch hier zu; immerhin kommt noch der Umstand in Erwägung, dass der Beton mit dem Alter unter normalen Verhältnissen an Druckfestigkeit zunimmt.

Werden hier die bereits erwähnten Proben der Jahre 1895/1896 zum Vergleiche zugezogen, so sehen wir, dass das Verhältnis der Betonfestigkeit nach einem Jahr und nach 28 Tagen für die 16 untersuchten Cemente im Mittel 1,33 beträgt, wobei die kleinste Zahl 1,08 und die grösse 1,59 ist.