Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 35/36 (1900)

Heft: 22

Artikel: Der Einfluss der Eiseneinlagen auf die Eigenschaften des Mörtels und Betons

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22001

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: 15.07.2025

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

Die Parsons-Dampfturbine.

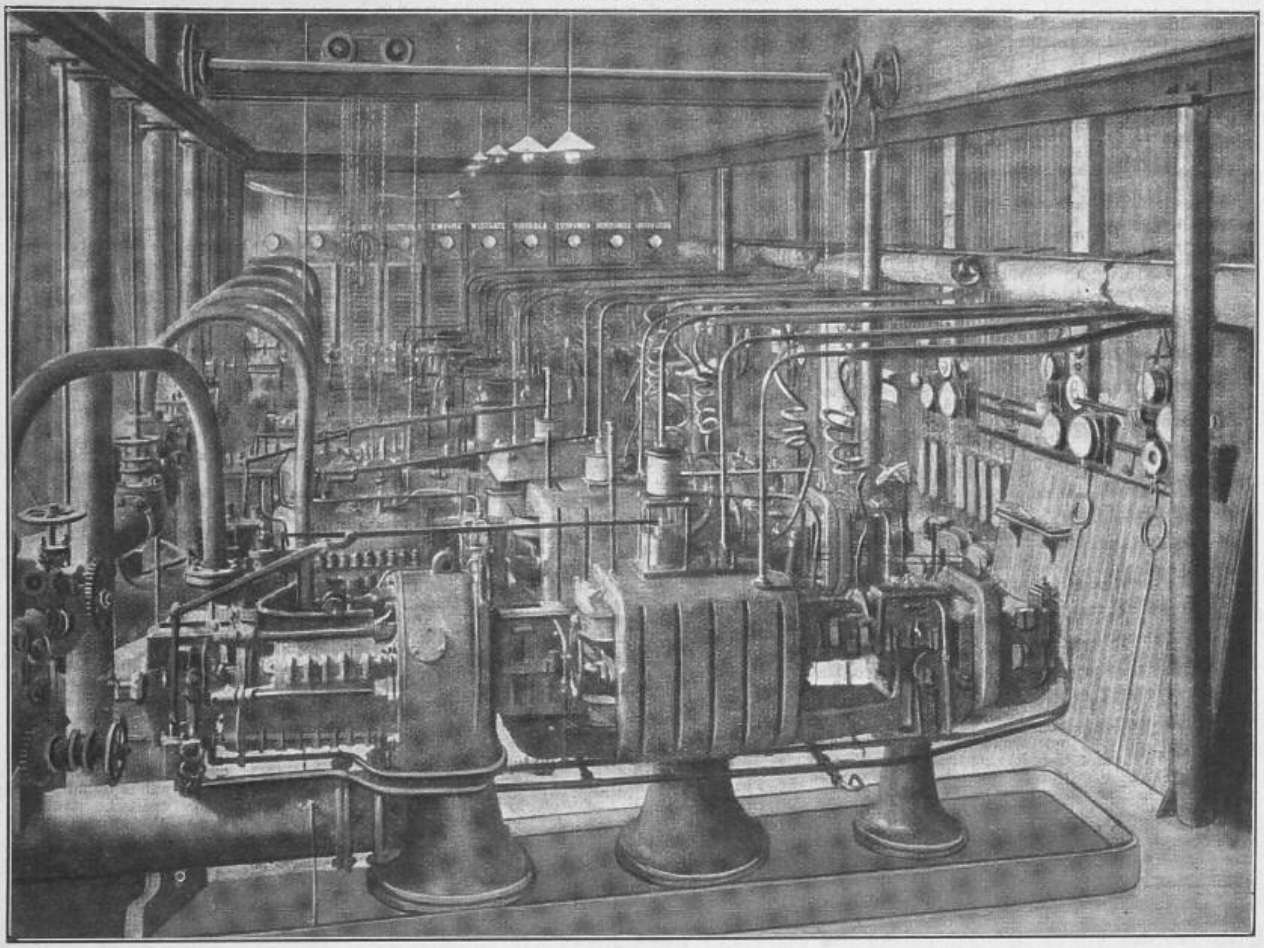

Fig. 13. Centralstation der «Newcastle and District Electric Company» in Forth Banks.

für die effektive Pferdestärke ein Verbrauch von 6,75 *kg*. Rechnet man das für die indizierte Pferdestärke einer gleichwertigen Dampfmaschine um, indem man den mechanischen Nutzeffekt von Dynamo und Dampfmaschine zusammen mit 0,8 einsetzt, so findet man einen Dampfbedarf von 5,4 *kg* pro indizierte Pferdestärke. Durch Anwendung der Ueberhitzung würde der Bedarf noch wesentlich vermindert werden.

Man sieht aus obigen Ziffern, dass diese Dampfturbine in Bezug auf Dampfverbrauch der Dampfmaschine ebenbürtig ist; da sie der letztern gegenüber noch einige Vorteile geltend machen kann, wie geringere Anforderungen an Anlagekapital, Platzbedarf und Fundamente, tritt sie der Dampfmaschine gegenüber als gefährlicher Konkurrent auf. Immerhin wäre es eine Uebertreibung, die Dampfmaschine nun als tot zu betrachten; denn auf der andern Seite liegt in der hohen Umdrehungszahl der Dampfturbine ein Mangel, der sie von vielen Fällen der Anwendung ausschliessen wird. Zudem muss die Zeit erst lehren, wie sich die Abnutzungsverhältnisse auf die Dauer gestalten werden. Unter allen Umständen bilden die Dampfturbinen schon jetzt eine Erscheinung, welche die Beachtung der Maschinen-Techniker in hohem Grade verdient. Wie sich die Zukunft gestalten wird, ist schwer zu sagen; das Prophezeien ist ein schwieriges Geschäft, wie man es heute wieder am Dieselmotor erleben kann. Wahrscheinlich wird sich die Sache so machen, dass die Entwickelung der Dampfmaschine unter dem stimulierenden Einfluss des Konkurrenzkampfes von neuem einen stärkeren Vorstoss macht, und dass sich die beiden Motoren nebeneinander halten werden, jeder auf einem Gebiete, für das er sich besonders eignet. So würde der Dampfturbine der direkte Dynamobetrieb zufallen, während für den Betrieb der Fabriken, Lokomotiven und Dampfschiffe die Dampfmaschine das Feld behaupten dürfte. Haben sich ja im vorletzten Jahrzehnt auch Ringspinnmaschine und Selfaktor nebeneinander eingehaust. *R. E.*

Der Einfluss der Eiseneinlagen auf die Eigenschaften des Mörtels und Betons.

I.

Die Verwendung des durch Eiseneinlagen verstärkten Betons wird eine immer allgemeinere. Die merkwürdigen Eigenschaften, welche dem aus der Vereinigung zwei so ungleichartiger Baumaterialien gebildeten neuen Baustoff zukommen, lenken deshalb auch die Aufmerksamkeit der Festigkeits-Theoretiker auf sich, durch deren Studien schon manche wertvolle Erkenntnis auf diesem Gebiete gewonnen wurde, ohne dass freilich das Problem zur Zeit völlig abgeklärt wäre. Einen wesentlichen Schritt vorwärts scheinen die Arbeiten *Considère's*, des französischen Oberingenieurs des Brücken- und Strassenwesens zu bedeuten, über welche derselbe vorgängig dem Abschluss seiner Untersuchungen einige beachtenswerte Mitteilungen im „Génie civil" Heft 14—17 des Jahrganges 1899 veröffentlicht hat.

Die grösste Schwierigkeit für das Verständnis des Zusammenarbeitens der beiden ungleichen Körper, eine Schwierigkeit, welche kaum einen Kenner ihrer verschiedenartigen Festigkeitseigenschaften an die Möglichkeit dieses Zusammennarbeitens hätte denken lassen, besteht in dem verschiedenen Elasticitätsmodul derselben, namentlich in dem verschiedenartigen Verhalten gegenüber den Zugbeanspruchungen. Während Beton durch eine Ausdehnung um 1/10 000 seiner Länge auf die Grenze seiner Zerreissfestigkeit — 20 kg/cm^2 — gespannt wird, steigt bei der gleichen Dehnung die Arbeit im Eisen erst auf 200 kg/cm^2, also auf $^1/_{18}$—$^1/_{20}$ seiner Zerreissfestigkeit. Wenn es trotzdem — nach den Erfahrungen an ausgeführten Bauten und den schon vielfach vorgenommenen Bruchbelastungs-Versuchen — zu gelingen scheint, die beiden Stoffe zu einem vorteilhaften Zusammenarbeiten zu bringen, wobei die Ar-

beitsfähigkeit beider gleichzeitig bis an die zulässige Grenze ausgenützt wird, so kann das nur die Folge von gegenseitig sich günstig unterstützenden Festigkeitseigenschaften oder aber gegenseitiger Anpassung sein, indem der eine Stoff durch den anderen günstig beeinflusst wird. Beides trifft in gewissem Maasse zu.

Considère hat zu seinen Versuchen quadratische Betonprismen von 6 *cm* Seitenlänge und 60 *cm* Höhe benutzt, die er nach dem in Fig. 1 angedeuteten Verfahren hauptsächlich auf Biegung beanspruchte, ohne dass störende scherende Kräfte unterhalb der Muffe des Wagebalkens auftraten. Die Prismen waren teils unverstärkt, teils durch Eiseneinlagen von verschiedener Anzahl und Stärke auf der Zugseite verstärkt. Von sechs Primen, die aus einer Mischung von 433 *kg* Portlandcement, 160 *l* Wasser und 1 m^3 gutem quarzigem Meersande äusserst sorgfältig hergestellt waren, bespricht er das unverstärkte Nr. 31 und sehr ausführlich das mit drei Drähten von 4,25 *mm* Durchmesser in 7 *mm* Abstand von der gezogenen Aussenfläche verstärkte Prisma Nr. 34, dessen Belastung besonders weit getrieben werden konnte.

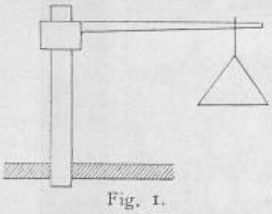

Fig. 1.

Das Prisma ohne Eiseneinlage hielt mehrere Minuten einem Moment von 11,48 *kgm* das Gleichgewicht, wobei sich die Fasern der gezogenen Seite um 0,201 *mm* pro *m* ausgedehnt, diejenigen der gedrückten Seite um 0,131 *mm* verkürzt hatten; beim Bruch selbst konnte eine Verlängerung der ersteren bis auf 0,286 *mm/m* verfolgt werden.

Das verstärkte Prisma Nr. 34 hielt einem Biegungsmoment von 78,68 *kgm* das Gleichgewicht, ohne zu brechen. Zur Untersuchung des Einflusses wiederholter Formänderungen wurde dasselbe noch 139 052 mal Momenten von 34,58—55,58 *kgm* ausgesetzt. Es schien unverlezt, obgleich bei der ersten Beanspruchung die gezogenen Fasern sich um 1,98 *mm/m*, d. h. um fast zwanzigmal über die gewöhnliche Bruchdehnung von 0,1 *mm/m* des Betons und dann noch 139 052 mal um 0,545—1,275 *mm/m* verlängert hatten. Um aber Gewissheit zu erlangen, wurden aus der gezogenen Seite Stäbe von 15/22 *mm* Seitenlänge herausgeschnitten und es konnten solche von 80—200 *mm* Länge gewonnen werden, die bei Biegungsbelastung, wie neuer Beton, noch 22 kg/cm^2 Zug aushielten. Diese auffällige Thatsache, dass mit Eisen verbundener Beton so ungewöhnliche Ausdehnungen annimmt, ohne zu zerreissen, fand ihre Bestätigung durch eine Rechnung, bei welcher das vom gezogenen Eisen und einem entsprechenden Teil des gedrückten Betons gebildete Widerstandsmoment vom insgesamt einwirkenden Moment abgezogen wurde; der Unterschied musste durch ein Widerstandsmoment gedeckt worden sein, dessen Kräfte durch die Spannungen im gezogenen Beton und den Rest derjenigen des gedrückten Betons gebildet wurden; Tabelle I enthält die Ergebnisse dieser lehrreichen Rechnung.

Tabelle I.

Auf den Stab einwirkendes Biegungsmoment	Entfernung der Nullachse von der Oberfläche der gedrückt. Seite	Entfernung der Nullachse von der Oberfläche der gezogenen Seite	Verlängerung gemessen für den Beton	Verlängerung berechnet für das Eisen	Wert von E für das Eisen	Spannung im Eisen auf das mm^2	Spannung im Eisen im ganzen	Hebelarm dieser Zugspannung	Widerstandsmoment des Eisens	Widerstandsmoment des Betons: Unterschied 1-10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
kgm	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*		*kg*	*kg*	*m*	*kgm*	*kgm*
5,18	28,7	32,3	0,038	0,031	2,17 . 10	0,67	28	0,0450	1,28	3,90
11,48	28,7	32,3	0,092	0,075	2,17	1,63	69	0,0450	3,12	8,38
19,88	28,7	32,3	0,186	0,145	2,17	3,15	134	0,0450	6,03	13,85
30,38	27,4	33,6	0,424	0,337	2,15	7,25	309	0,0450	13,90	16,48
40,88	25,5	35,1	0,775	0,620	2,11	13,10	558	0,0445	24,83	16,05
49,28	25,3	35,7	1,050	0,840	2,10	17,60	750	0,0442	33,15	16,13
63,98	24,4	36,7	1,520	1,230	2,06	25,34	1079	0,044	47,48	16,50
78,68	24,4	36,6	1,980	1,600	2,00	32,00	1363	0,044	59,97	18,71

Die Spalte 11 zeigt, dass das vom gezogenen Beton geleistete Widerstandsmoment anfänglich bis auf den Betrag von 16 *kgm* rasch wächst, welchen es ohne Abminderung bis zu einer Dehnung von 1,98 *mm/m* beibehält; damit ist ein weiterer Beweis dafür geleistet, dass der gezogene Beton nicht rissig wurde, weil andernfalls seine Tragfähigkeit hätte verschwinden müssen.

Zur Erklärung dieser wichtigen und auffälligen Erscheinung kann man das Verhalten der Metalle an der Streckgrenze heranziehen. Würde z. B. ein Eisenstab durch Verbindung mit einem stärkern Körper gehindert, an den die ersten Streckungen aufweisenden Stellen auch gleich zu reissen, sodass sich vielmehr die Streckung, anstatt an einer lokalen Stelle bis zum Bruch zu wachsen, auf der ganzen Stablänge ausbilden könnte, dann dürfte die ganze Stabverlängerung 200—300 % anstatt vielleicht 18—22 % betragen. Aehnlich verhindert das in den Beton eingelegte Eisen ersteren daran, an lokalen Stellen sich vorzeitig bis zum Bruch zu dehnen; es setzt ihn vielmehr in den Stand, erst auf die ganze Länge die ihm mögliche Grösstdehnung zu erlangen und so lange an der Uebertragung der äussern Biegungsmomente teil zu nehmen, bis durch Ueberschreitung der Proportionalitätsgrenze im Eisen dieses selbst lokal grössere Dehnungen annimmt und damit den Bruch des Betons an den betreffenden Stelle herbeiführt. — Auf einen ähnlichen Vorgang ist der Umstand zurückzuführen, dass sich die aus Biegungsversuchen abgeleitete Zerreissfestigkeit der gezogenen Betonfasern wesentlich grösser ergiebt, als die aus direkten Zerreissversuchen abgeleitete. Die gedrückten und die weniger gezogenen Fasern verhindern eine Zeit lang das Auftreten lokaler übergrosser Streckungen der am meisten gezogenen Fasern, und dieser Umstand trägt natürlich auch im armierten Beton dazu bei, die bezügliche, oben auseinander gesetzte Wirkung des eingelegten Eisens zu vergrössern, wenn er für sich allein auch nie ermöglichen würde, dass die Streckung das Zwanzigfache des direkten Zugversuches ohne Rissbildung erreichen könnte. Es ist dies schon aus der Thatsache zu entnehmen, dass das nicht verstärkte Prisma Nr. 31 nur ein Moment von 11,48 *kgm* aufnehmen konnte, während das vom gezogenen Betonteil des verstärkten Prismas Nr. 34 allein aufgenommene bis über 26 *kgm* gestiegen ist.

Da es in der oben geschilderten Weise gelang, die vom Eisen und vom gezogenen Beton aufgenommenen Anteile am Moment getrennt zu berechnen, — wobei die Annahme ebener Querschnitte auch nach der Biegung gemacht wurde — so ist es auch möglich, die den verschiedenen Momenten entsprechenden Spannungen im gedrückten und gezogenen Beton zu berechnen und mit den gleichzeitig beobachteten Verkürzungen und Verlängerungen der äussern Fasern in Verbindung zu bringen. Aus Tabelle I ergeben sich die nachfolgenden Werte:

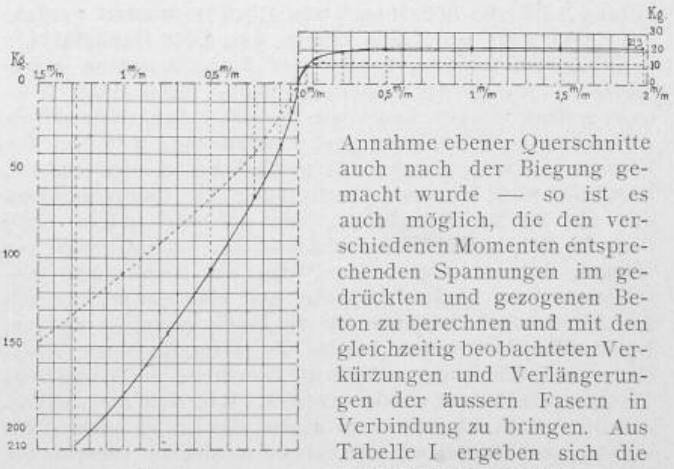

Fig. 2.

Verlängerung d. Betons	0,04	0,10	0,25	0,50	1,00	—	1,50	1,98	*mm/m*
Entsprechende Zugspannungen	9,70	16	18	21	21,1	—	21,2	21,3	kg/cm^2
Verkürzungen d. Betons	0,04	0,10	0,25	0,50	1,00	1,28	—	—	*mm/m*
Entsprechende Druckspannungen . . .	15,60	35	66	108	177	207	—	—	kg/cm^2

Diese Werte sind durch die ausgezogene Linie der Fig. 2 zur Darstellung gebracht. Die Tangenten an diese Formänderungskurve bestimmen bekanntlich durch ihren Nei-

gungswinkel den der betreffenden Spannung entsprechenden Elasticitätsmodul. Anderseits zeigt Fig. 3 den Verlauf der Widerstandsmomente. Dasjenige des Eisens kann angenähert durch die Gerade $O\,F$ dargestellt werden, das vom Beton herrührende durch die Linie $O\,A\,D$, indem es zuerst rasch wächst und darauf konstant bleibt. Sollte aber der Beton, wie bei Zerreissversuchen, schon bei einer Dehnung von 0,1 *mm/m* rissig werden, so würde sein Widerstandsmoment vom Punkt A bis zu einem benachbarten Punkt C hin verschwinden und das Gesamt-Widerstandsmoment des armierten Betonkörpers durch eine unstetige Linie $O\,A\,C\,F$ anstatt durch $O\,A\,D$ dargestellt sein. In Fig. 2 ist neben der Formänderungskurve für den mit besonderer Vorsicht zubereiteten Versuchsbeton eine solche für Beton gewöhnlicher Verwendung (300 *kg* Cement auf 1 m^3 Schotter, zur Hälfte aus Sand und Kies bestehend) punktiert dargestellt, der den nachfolgenden Werten entspricht:

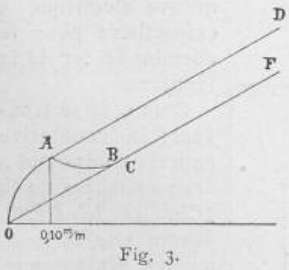

Fig. 3.

Verlängerung oder Verkürzung	0,04	0,10	0,25	0,50	1,00	1,50	*mm/m*
Zugspannungen	7,5	11	12	12	12	12	*kg/cm²*
Druckspannungen	7,5	18	40	65	105	150	»

Diese Werte sind nach Ansicht *Considère's* den Berechnungen zu Grunde zu legen, und würden für Druck auf einen mittlern Elasticitätsmodul des Betons von etwa 190 *t/cm²* führen.

Wie nun auf Grund der bekannten unsymmetrischen Formänderungskurve des Betons durch Versuche das einem bestimmten inneren Spannungszustand entsprechende Widerstandsmoment unter Annahme eben bleibender Querschnitte abzuleiten ist, braucht hier nicht ausgeführt zu werden, denn das Problem ist schon oft behandelt worden.[1]) Die Lösung der Aufgabe ist aber umständlich und es lohnt sich die Mühe um so weniger, als ja ohnehin die Annahme ebener Querschnitte kaum streng zutrifft. Es ist daher gerechtfertigt, angenäherte rechnerische Ausdrücke aufzustellen, wobei für die Zug- und Druckseite der Elasticitätsmodul des Betons jeweils konstant vorausgesetzt bezw. durch eine gerade Linie, und zwar für die Zugseite durch eine zur Abscissenachse parallele Linie dargestellt wird. Dementsprechend werden die Betonfasern der gezogenen Körperseite sämtlich als gleichmässig gespannt vorausgesetzt. Bezeichnet man im fernern mit:

- b die Höhe des Querschnittes;
- e die Breite desselben;
- p das Verhältnis der Eiseneinlage auf der Zugseite zum ganzen Stabquerschnitte;
- bu den Abstand des Schwerpunktes der Eiseneinlage von der Oberfläche der gezogenen Faser;
- l Die Elasticitätsgrenze des Metalles;
- t die Zugspannung im Beton von da an, wo seine Verlängerung 0,15—0,20 *mm* erreicht und bei weiterer Zunahme Wachsen der Zugspannung nicht mehr eintritt;
- c die Beanspruchung der am stärksten gedrückten Betonfaser;
- $k = \frac{E_b}{E_f}$ das Verhältnis des Elasticitätsmoduls des gedrückten Betons zu dem des Eisens;
- bx den Abstand der Nullachse von der entferntesten gezogenen Faser des Querschnittes,

und drückt man alle Grössen in *cm* und *kg*, nur den Eisenquerschnitt in *mm²* aus, so findet man aus der Gleichsetzung der Zugspannungen von Beton und Metall auf einer Seite der Nullachse mit der Druckspannung des Betons auf der andern Seite, und aus der Summe ihrer Momente bezgl. der Nullachse, indem man erstens von der im Eisen auftretenden Spannung l an der Elasticitätsgrenze ausgeht:

$$t\,x + 100\,l\,p = \frac{k\,l}{2}\,\frac{(1-x)^2}{x-u} \qquad (1)$$

für die Berechnung der Schwerpunktlage $b\,x$;

$$c = k\,l \cdot \frac{1-x}{x-u} \qquad (2)$$

für die Berechnung der grössten Druckspannung in den äussersten Betonfasern;

$$M = e\,b^2\left(t\,x\,\frac{4-x}{6} + 100\,l\,p\,\frac{x-3u+2}{3}\right); \qquad (3)$$

für die Berechnung des Widerstandsmomentes des Querschnittes unter der Voraussetzung, dass im Metall die Elasticitätsgrenze l erreicht werden könne, ohne dass vorher der Druck c in der meist gepressten Faser zu Zerstörungen führe. — Geht man zweitens von der Druckspannung c dieser Faser aus, so findet sich:

$$t\,x + \frac{100\,c\,p}{k}\,\frac{x-u}{1-x} = \frac{c}{2}\,(1-x) \qquad (4)$$

$$l = \frac{c}{k}\,\frac{x-u}{1-x} \qquad (5)$$

$$M = e\,b^2\left(t\,x\,\frac{4-x}{6} + 100\,\frac{p\,c}{k}\,\frac{x-u}{1-x}\cdot\frac{x-3u+2}{3}\right), \qquad (6)$$

wobei vorausgesetzt ist, dass die Spannung l im Metall die Elasticitätsgrenze nicht erreiche und nicht eine Zerstörung der gezogenen Betonfasern herbeiführe, bevor und wenn die zulässige Druckgrenze im Beton erreicht wird.

(Schluss folgt.)

[1]) Ritter, Anwendungen der graph. Statik, I. Teil, Seite 134 u. f.

Bauten im Elsass.

II. Städtisches Museum in Hagenau.

Architekten: *Kuder & Müller* in Zürich und Strassburg i. E.

Das in der alten Kaiserstadt Hagenau im Elsass auf Grund eines preisgekrönten Konkurrenz-Entwurfes errichtete Museumsgebäude dient sowohl der städtischen Altertums- und Kunstsammlung, als auch der städtischen Bibliothek und dem städtischen Archiv. Dies bedingt auch eine Zweiteilung des Neubaues, welcher mitten in der Altstadt gelegen ist.

Wie der Erdgeschoss-Grundriss und die perspektivische Fassaden-Ansicht ersehen lassen, befindet sich der Haupteingang in dem Eckbau, welcher durch einen kräftigen Turm im Strassenbilde hervorgehoben ist. Eine offene Vorhalle vermittelt den Zugang zum Vestibül mit Treppenhalle. Der rechte Flügel ist für das Museum, der linke für die Bibliothek und das Archiv vorgesehen.

Das *Museum* enthält im Erdgeschoss eine Altertumshalle von 10 auf 15 *m* mit vier kapellenartigen Ausbauten; im I. Stocke eine gleich grosse, hochgewölbte Kunsthalle, einen Barockraum und ein Münzkabinet.

Die *Bibliothek* umfasst im Erdgeschoss grosses Lesezimmer mit Arbeitsraum und eine Bücherausleihe; im I. Stocke einen Vortragssaal und ein Arbeitszimmer des Archivars. In fünf Stockwerken sind das Büchermagazin und daran anschliessend das Archiv untergebracht. Die Regalwand für die Bibliothek beansprucht eine Fläche von 1200 m^2, für das Archiv 600 m^2.

Das Gebäude ist durchaus feuersicher konstruiert und erhält Warmwasserheizung. Die Architektur ist in einfachen mittelalterlichen Formen gehalten und es wurde namentlich im Innern auf malerische Wirkung Gewicht gelegt. Von grossem Reiz ist das reich ausgebildete Vestibül mit der Treppenhalle und der Galerie. Material: heller Vogesensandstein. Das Dach wird als altdeutsches Ziegeldach ausgeführt. Baukosten: 400000 Fr. Mit dem Bau ist Mitte März begonnen worden und es soll derselbe Anfangs Oktober 1900 eröffnet werden.