

WYSKI / E. A. ZACHARIEWICZ

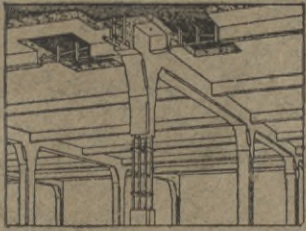
*Pol. Holz-Verlag
Wrocław-Kielce*

ARMIRTER BETON ~~№ 1117~~

UND

ARMIRTE BETON-BAUTEN

(SYSTEM HENNEBIQUE)



VON

M. FINKELSTEIN

Diplomirter Ingenieur der
« Ecole Nationale des Ponts et Chaussées de Paris »
Ingenieur der Firma Hennebique



PARIS

DRUCK UND VERLAG VON A. REIFF
3, RUE DU FOUR, 3

1901

Skład główny w księgarni
H. ALTENBERGA
we Lwowie.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299760

ARMIRTER BETON

*Bibl. Prof. Dr. Ing. Rodzyński
Kra. Pol.*

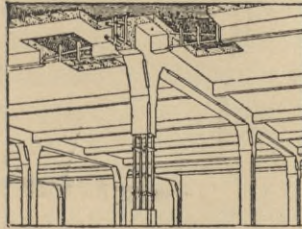
N. 447

ARMIRTER BETON

UND

ARMIRTE BETON-BAUTEN

(SYSTEM HENNEBIQUE)



VON

M. FINKELSTEIN

Diplomirter Ingenieur der
« Ecole Nationale des Ponts et Chaussées de Paris »
Ingenieur der Firma Hennebique



PARIS

DRUCK UND VERLAG VON A. REIFF

3, RUE DU FOUR, 3

1901



II 32.376



1113

Akc. Nr. D-2291/58

Dr. H. Holzweg Badlye
Min. Rott
N. ~~1487~~

ALLGEMEINES

Die bis jetzt zur Verwendung kommenden Baumaterialien, wie Holz, Eisen, Stein, Ziegel u. dergl. besitzen neben ihren guten Eigenschaften auch eine Anzahl von Nachtheilen, die in der Natur selbst dieser Körper liegen und daher auch nicht beseitigt werden können. Holz z. B., auch verkleidet, bildet immer einen feuergefährlichen Stoff, und hat eine relative kurze Lebensdauer, da es den Atmosphäre-Einflüssen leicht unterliegt und dabei auch von gewissen Würmern u. dergl. mit der Zeit gänzlich vernichtet werden kann. — Eisen rostet, muss für grössere Bauten erst bestellt werden, verlangt oft mächtige Hebezeuge und bietet nur bei geringem Feuer Sicherheit. Bei grossen Feuersbrünsten — die gar nicht selten sind — verliert das Eisen durch starke Erhitzung jede Widerstandsfähigkeit und reisst beim Einstürzen alle diejenigen Constructionstheile mit, die es zu tragen bestimmt war. Es wurde auch oft festgestellt, dass bei grossem Feuer das Zusammenbrechen des Eisens viel grösseren Schaden verursacht, als das Feuer selbst. — Stein ist nicht überall in entsprechender Qualität und Quantität zu finden, muss bearbeitet werden, und verlangt starke Gerüste; bei Steinbauten wird die Stabilität eher durch die grosse Masse als durch die Widerstandsfähigkeit des Steines gesichert. — Demzufolge, kann die Entfernung oder starke Beschädigung auch nur eines einzigen Steines manchmal das Zusammenbrechen der ganzen Construction zur Folge haben und die Gefahr ist um so grösser und schrecklicher, als Steinbauten, wenn sie aus irgendeinem

Grunde ihre Stabilität verlieren, auf einmal zusammenbrechen und wahre Catastrophen herbeiführen. — Ziegelbauten und insbesondere Ziegelhäuser besitzen eine ziemlich starke Porosität, bieten bei nicht starker Wandstärke nur schwachen Schutz gegen Kälte und Hitze, beherbergen leicht Ungeziefer und Nagetiere und zittern selbst bei leichten Erschütterungen.

Zwar haben die bisher aufgezählten Haupt-Baumaterialien den an sie gestellten Anforderungen ungeachtet dieser Nachteile entsprochen, aber das sollte doch kein Beweis dafür sein, dass sie als die letzten betrachtet werden müssten und der Zweck dieser Zeilen ist, die Leser zu überzeugen dass man jetzt ein Baumaterial besitzt, das nicht nur fast in allen Fällen Holz, Eisen, Stein und Ziegel zweckmässig zu vertreten im Stande ist, sondern überdies, dass dieses neue Material, während es alle guten Eigenschaften der aufgezählten Körper in sich allein vereinigt, fast keinen einzigen ihrer Nachteile besitzt. Dieses Material wird auf eine einfache Weise durch entsprechende und zweckmässige Verbindung des Cement-Betons oder Cement-Mörtels mit dem Eisen erhalten. — Cement-Beton oder Cement-Mörtel besitzt eine grosse Druckfestigkeit; das Schmiedeeisen wird am besten ausgenützt wenn es nur auf Zug beansprucht wird: ohne nähere Beschreibung ist also leicht zu begreifen, dass wenn wir Cement-Beton oder Cement-Mörtel mit Eisen so zu einem Ganzen verbinden, dass in allen möglichen Fällen der Cement-Beton nur auf Druck und das Eisen nur auf Zug beansprucht werden, wir ein Baumaterial erhalten, das in Bezug auf Widerstandsfestigkeit, Dauerhaftigkeit, Economie, Unverwüsthlichkeit etc. alle bisher bekannten und verwendeten Baumaterialien weit übertreffen muss. Dass diese Verbindung praktisch verwirklicht werden kann, werden wir vor Allem nachzuweisen haben.

Zahlreiche Versuche und Untersuchungen einwandfreier Ingenieure haben erwiesen (1):

1) Dass Cement-Beton oder Cement-Mörtel eine Adhäsion an das Eisen besitzen die fast deren eigenen Cohäsion gleich ist und schon nach 20 bis 30 Tagen 30 bis 50 kg. pro cm.² beträgt.

(1) Siehe Durand-Clay — Annales des Ponts et Chaussées, 1896.

2) Dass Cement-Mörtel oder Cement-Beton und Eisen einen praktisch gleichen Dilatations-Coefficienten haben (1).

3) Dass das im Cement-Mörtel oder Cement-Beton eingeschlossene Eisen unendlich lange seine Eigenschaften behält und, nach Jahrzehnten freigelegt, nicht nur keine Rostspuren aufweist, sondern noch seine frische bläuliche Farbe besitzt als wenn es erst von der Schmiede käme. — Damit aber die Verwendung des Cement-Betons mit Eiseneinlagen allgemein werden könnte und damit auch die Gegner dieses Systems keine Einwendungen mehr fänden, mussten noch eingehende und massgebende Versuche über die Widerstandsfähigkeit des Eisen-Betons durchgeführt werden. Die Ehre, diese Versuche durchgeführt zu haben, gebührt ohne Zweifel dem Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine. Dieser Verein hat, dank einigen grossen Wiener Bauunternehmern, die nöthigen Kosten und Materialien zusammengebracht und in den Jahren 1894-95 Versuche durchgeführt, die unverzüglich allgemeine Aufmerksamkeit erregten (2). — Unter anderem wurden unter der Leitung dieses Vereines 5 Brücken von 23 m. Spannweite und zwar aus Bruchstein, Ziegel, Eisen, Beton und Beton mit Eiseneinlagen hergestellt und dieselben eingehenden Belastungsproben unterworfen um Vergleichen anstellen zu können. Auf Grund der erhaltenen Resultate konnte nun festgestellt werden, dass die aus Beton mit Eiseneinlagen hergestellte Brücke die grösste Widerstandsfestigkeit bei geringstem Gesamtgewichte und kleinsten Anlagekosten zu Tage förderte. — Auch konnte festgestellt werden, dass Balken, Decken etc. aus Beton mit Eiseneinlagen nach den allgemeinen Formeln der Statik berechnet werden können. —

Das Verdienst, das einfachste und daher auch zugleich das sicherste System erfunden zu haben, das diese soeben beschriebenen Eigenschaften des Eisens und des Betons praktisch auszunützen ermöglicht, gebührt dem Civil-Inge-

$$(1) \text{ Für Eisen } E = \frac{130}{10^7} - \frac{140}{10^7}; \text{ Für Cement-Beton } E = \frac{135}{10^7}.$$

(2) Siehe «Wochenschrift des oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins» (Wien 1895).

nieur Fr. Hennebique, in Paris. — Die riesigen Bauten die in den letzten Jahren fast in allen Welttheilen nach dem Hennebiqueschen System unter den besten Bedingungen schon ausgeführt wurden und die zahlreichen Brücken, Geschäfts- und Wohnhäuser, Magazine, Reservoirs, Fabriken und dergleichen, die jetzt in Ausführung stehen, beweisen am besten die Bedeutung dieses so einfachen und doch so ingenieusen Systems, dessen Haupteigenschaften wir näher erörtern und beschreiben werden. —

DAS HENNEBIQUESCHE SYSTEM

SEIN PRINCIP

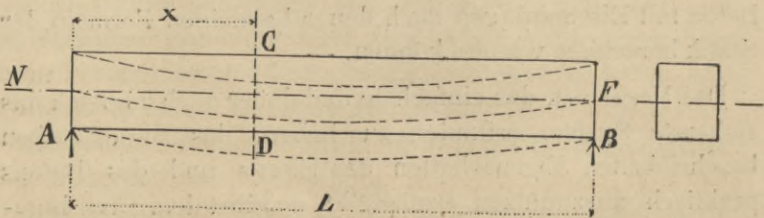
Betrachten wir z. B. einen frei aufliegenden Balken AB und sei

- L = Lichtweite,
- q = Gleichmässig vertheilte Last,
- M = Biegemoment,
- E = Scheerkraft,

so haben wir für den Schnitt CD, dessen Abscisse x ist:

$$M = \frac{1}{2} q (Lx - x^2) \dots \dots \dots 1$$

$$E = \frac{1}{2} qL - qx \dots \dots \dots 2$$



Unter der Wirkung der Belastung wird nun z. B. der Balken die in Fig. 1. in Punkten dargestellte Form annehmen, und wie allgemein bekannt ist, wird die neutrale Axe NF den

Balken in zwei Zonen theilen. Die Fasern der über der Axe NF liegenden Zone werden nur auf Druck, die Fasern der unter der Axe NF liegenden Zone nur auf Zug beansprucht werden. Wenn wir uns nun die obere Zone, die den Druck aufnimmt aus Cement Beton oder Cement-Mörtel denken und in der unteren Zone Eiseneinlagen zur Aufnahme der Zugsspannungen anbringen, so bekommen wir einen so genannten armirten Betonbalken. -- Damit Eisen und Cement Beton sich unter der Wirkung der Belastung oder anderer Kräfte so benehmen, als wenn sie zusammen nur einen Körper bildeten, müssen die in der Zugzone angebrachten Eiseneinlagen mit den Fasern der Druckzone so verbunden sein, dass in keinem Falle eine Trennung etwa durch eine parallele Verschiebung oder dergleichen entstehen kann. — Die Herstellung dieser so wichtigen Verbindung bildet eines der Hauptprincipien des Hennebiqueschen Systems und wird durch eine für jeden Fall berechnete und längs der Eiseneinlagen entsprechend vertheilte Anzahl von Bügeln verwirklicht. Dank dieser zugleich einfachen wie rationellen Lösung bilden Eisen und Cement-Beton ein unzerstrenliches Ganzes, welches neben einer grossen Widerstandsfähigkeit noch eine Anzahl von Vortheilen besitzt, auf die wir später zurückkommen werden. —

Betrachten wir jetzt näher die Gleichungen

$$M = \frac{1}{2} q (Lx - x^2) 1$$
$$E = \frac{1}{2} qL - qx 2$$

Die Gleichung 1) zeigt dass das Biegemoment für $x = 0$ und $x = L$, d. h. auf den Auflagerpunkten gleich 0 ist und seinen maximalen Werth für $x = \frac{L}{2}$, d. h. in der Mitte des Balkens erreicht. Das umgekehrte fident statt wenn wir die Gleichung 2) der Scheerkraft auf dieselbe Weise analysiren. — Mit anderen Worten: es nimmt die durch das Moment M in den Eiseneinlagen hervorgerufene Zugspannung von der Mitte gegen die Auflager ab, während die durch die Scheerkräfte hervorgerufenen Beanspruchungen von der Mitte gegen die Auflager wachsen.

Diese theoretischen Beziehungen wurden auch von Henne-

bique zweckmässig ausgenützt und zwar durch die Gestaltung der Eiseneinlagen die in einer gewissen Entfernung von der Mitte und in entsprechender Anzahl so gekrümmt werden dass sie mit den früher beschriebenen Bügeln ein unverschiebliches Dreieck bilden, dessen Widerstand gegen Abscheerung in der Richtung des Auflagers wächst, woselbst die Beanspruchung auf Abscheerung am grössten ist. Diese entsprechend gebogenen Eiseneinlagen, die sich durch ihre Form

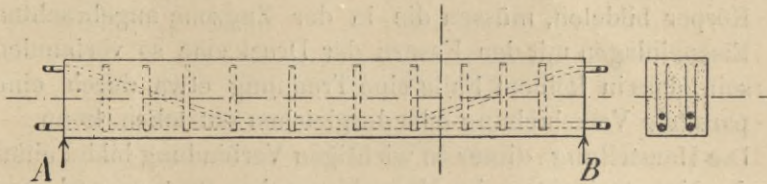


Fig. 2. — Armirter Betonbalken mit Bügel und gebogenen Eiseneinlagen.

genau der Linie der Biegungsspannungen des Balkens oder der Decke anschmiegen, bilden ein zweites Hauptprincip des Hennebiqueschen Systems und wird man nun leicht begreifen, dass dieses System gerade seiner Einfachheit wegen das sicherste und rationellste ist und die Haupteigenschaften des Eisens und Cement Betons d. h. die Zugfestigkeit des ersten und Druckfestigkeit des zweiten am besten ausnützt.

Dass dem so ist, zeigen am besten die mannigfaltigen schon ausgeführten Bauten, von denen wir hier einige in Abbildung geben. Diese Bauten beweisen klar und deutlich was wir zu Beginn behauptet haben, d. h. dass armirter Hennebiquescher Beton in allen Fällen Holz, Eisen, Stein, Ziegel und dergl. am zweckmässigsten zu vertreten im Stande ist. Was für allgemeine Vortheile dieses System bietet, werden wir aber am besten klarlegen, wenn wir hier die Haupteigenschaften dieser Bauten eingehend beschreiben und wir beginnen mit der

WIDERSTANDSFESTIGKEIT.

Schon in den Jahren 1859-70 hat Wœhler in Deutschland au Grund zahlreicher Versuche festgestellt, dass Baumaterialien am besten ausgenützt werden, wenn dieselben nur in einer Richtung beansprucht werden — dabei diesen Bedingungen die Arbeitsfestigkeit (*Résistance à la fatigue*) in Betracht gezogen werden kann, die, ohne im geringsten die Stabilität der Construction zu beeinträchtigen, grössere Beanspruchungen pro Flächeneinheit anzunehmen erlaubt. Wenn A die Arbeitsfestigkeit eines Körpers, E seine Elasticitäts-Grenze, R die Bruchlast (*Charge de rupture*) und P_1 und P_2 die in einer Richtung wirkenden Lasten oder Kräfte vorstellen, so haben wir nach Launhardt

$$A = E + (R - E) \frac{P_1}{P_2}; P_2 > P_1$$

d. h. bei immer in einer Richtung wirkenden Beanspruchungen reicht die Arbeitsfestigkeit des betrachteten Körpers bis über die Elasticitäts-Grenze; und wenn $P_1 = P_2$, kann sie sogar bis zur Bruchlast getrieben werden. — Das Hennebiquesche System bietet nun die beste Ausnützung dieses Principis: der Cement-Beton wird nur auf Druck, das Eisen nur auf Zug beansprucht. — Wenn wir nun jetzt noch bemerken dass die Druckfestigkeit die Haupteigenschaft des Betons und die Zugfestigkeit die Haupteigenschaft des Eisens ist und dass bei der Berechnung der Hennebiqueschen Bauten die gewöhnlichen Sicherheits-Coefficienten und Beanspruchungen in Betracht gezogen werden, so brauchen wir kaum noch etwas zuzufügen, um jedermann von der grossen Widerstandsfähigkeit und daher auch Sicherheit der so construirten Bauten zu überzeugen. Mehrere eingehend durchgeführte Belastungsproben haben die Richtigkeit dieser Ausführungen praktisch bewiesen. Die für eine gewisse Nutzlast berechneten Balken, Decken etc... haben sich immer ungeachtet ihrer leichten Formen als zu stark bewiesen. Dabei wurde noch festgestellt dass das Ein-

brechen einer Hennebiqueschen Construction nie auf ein mal geschehen kann; und wenn bei weit getriebenen Belastungen

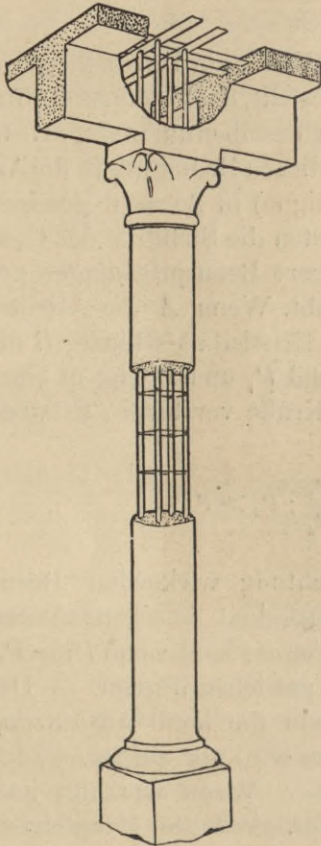


Fig. 3. — Hennebique Stütze.

und sogar ganze Beton-Stücke abspringen, ist erst kaum die Hälfte der Widerstandsfähigkeit erreicht. Dieser zuletzt angeführte Umstand sollte vollkommen genügen um die Hennebiqueschen Bauten als ausserordentlich sicher zu betrachten. Es sei auch noch bemerkt, dass z. B. Stützen nach diesem System ausgeführt viel widerstandsfähiger werden als die gusseisernen. Diese sind in der That wegen der ungleichen Abkühlung spröde, und sogar bei mässiger Belastung können Stösse oder Temperaturveränderungen ein Zusammenbrechen der Stütze zur Folge haben. — Hennebiquesche Stützen dagegen haben weder Stösse noch die grösten Temperaturveränderungen zu fürchten und bilden ein Ganzes, welches neben der grossen Druckfestigkeit des Betons noch

die ganze Zugfestigkeit der Eiseneinlagen besitzt.

Ein Zufall lieferte einen massgebenden Beweis für diese Thatsache. Für die Kohlengruben in Lens (Frankreich) wurden mehrere Hennebiquesche Kohlenbehälter auf hohen Stützen längs eines Verladegeleises ausgeführt. Gegen einen dieser Behälter, der nicht weniger als 1200 Tonnen fasste und voll beladen war, stürzten nun eines Tages einige entgleiste Bahnwagen. — Die direkt angeprallte Stütze wurde stark beschädigt, ganze Betonstücke sprangen ab, aber die Eisen-

einlagen hielten fest und der voll beladene Kohlenbehälter



Fig. 4. — Ansicht der Kohlenbehälter (Silos) zu Lens in Frankreich.

blieb auf den übrigen Stützen weiter stehen ohne im geringsten seine Stabilität zu verlieren. —

FEUERSICHERHEIT

Dass Cement-Beton sogar durch das stärkste Feuer nicht leiden kann wird ein jeder, der die allgemeinen Eigenschaften des Cements kennt, selbst begreifen; um aber auch die Laien zu überzeugen, werden wir hier die Resultate zweier in dieser Richtung durchgeführter Proben wiedergeben. — Im Monate August 1900 wurde von Hennebique den Mitgliedern des Vereines der Französischen Civil-Ingenieure in Gegenwart aller zu dieser Zeit in Paris weilenden ausländischen Architekten und Ingenieure folgender Versuch

vorgeführt. In einem kleinen Gebäude aus Cémentbeton wurde ein 2 m. hoher Feuerherd aus Holz, Kohle und Petroleum errichtet und das Feuer über zwei Stunden



Fig. 5.— Ansicht des kleinen Eisenbeton-Gebäudes, welches im August 1900 mehreren Brandproben unterworfen wurde.

aufrecht erhalten. — Die entwickelte Hitze konnte auf etwa 1000 Grad geschätzt werden. Während der ganzen Dauer des Brandes konnten die dem Feuer entgegenliegenden Flächen der oberen und unteren Decke stets mit der Hand

berührt werden. Die Wände, die verschiedene Dicke hatten (8 bis 12 cm.), waren in Verhältnisse zu dieser mehr oder weniger warm, aber aussen konnte nirgends eine Erhitzung constatirt werden. — Die obere Decke, die noch mit 1000 Klg. pro m.² belastet wurde senkte sich nach zwei Stunden um 10 mm. aber diese Senkung verschwand vollkommen nach der Abkühlung und es konnte nun festgesetzt werden, dass das Gebäude nichts an Widerstandsfähigkeit und Elasticität verloren hatte. — Sogar die Dachterrasse, die ganz frisch ausgeführt und kaum einige Tage alt war, hatte vom Feuer nicht gelitten. Der Versuch wurde noch mehrere Male vorgeführt und die Anwesenden gewannen die vollkommene Ueberzeugung, dass auch dünne Eisencement - Wände (8 — 10 cm.) für das Feuer undurchdringliche Grenzen bilden. — Ein ähnlicher Versuch wurde mit gleichem entscheidenden Resultate im Jahre 1898 während der Ausstellung in Gent (Belgien) durchgeführt und der Feuerwehr Commandant H. Welsch gibt folgenden Bericht:

«Das von der Firma Hennebique im Ausstellungsgarten errichtete kleine Gebäude wurde unter meiner Leitung folgenden Versuchen unterworfen. — Die Erdgeschossdecke wurde mit 1500 Kg. pro m.² belastet. — Im Inneren des Erdgeschosses wurde ein Herd mittelst Holz, 10 Hectoliter Cokes und 20 liter Petroleum hergerichtet. Das Petroleum war in zehn Literflaschen und einem 10 liter Eimer zwischen Holz und Kohle gesteckt um von Zeit zu Zeit das Feuer zu verstärken. — Für reichliche Luftzuführung wurde stets gesorgt. Das Feuer wurde um 3 Uhr nachmittags angelegt und dauerte über eine Stunde. — Auf eine freigelegte Stelle der Erdgeschossdecke, d. h. auf den Fussboden des Obergeschosses, wurde ein Thermometer gelegt, das während der ganzen Dauer des Feuers kaum um 2 Grad stieg, während die Hitze im Erdgeschoss über 1000 Grad betrug. — Die wahrgenommenen Ergebnisse übertrafen jede Erwartung und überzeugten uns vollkommen, dass auch feuergefährliche Stoffe im Obergeschosse vom Feuer im Untergeschoss nichts zu fürchten hatten. —



Die Biegungen der belasteten Decke waren folgende :

Nach der 10-ten Minute	1 mm.
28	7 »
35	9 »
45	12 »
50	13 »
60	13 $\frac{1}{2}$ »

Nach der 60-ten Minute wurden Wände und Feuer reichlich mit Wasser begossen. Die Dilatation hat nur leichte Risse hervorgerufen, die nach dem Abkühlen gänzlich verschwanden und nirgends 2 mm. übertrafen. — Auch konnte festgestellt werden, dass der Cement-Beton noch nicht ganz trocken war, da Wasserdampf aus dem Innern der Wände und Decken hervordrang. Nach der Abkühlung gieng die belastete Decke um $4 \frac{1}{2}$ mm. in die Höhe und nach der Entlastung wurde noch eine 8 mm. starke Hebung constatirt so dass weder die enorme Hitze noch das Begiessen die Widerstandsfähigkeit und die Elasticität des Gebäudes im mindesten beeinflusst hatte. — Diese Ergebnisse sind ganz merkwürdig und dürften wohl zur allgemeinen Kenntniss gebracht werden. »

Es sei aber noch bemerkt, dass die armirten Beton-Bauten nicht nur momentan, sondern auch fortdauernd dem Feuer widerstehen. — Die Société Nationale des Gaz Liquéfiés in Luzech (Frankreich) hat durch die Firma Hennebique einen Kalkofen erbauen lassen. Die Anlagekosten waren um 50% kleiner als die gewöhnlichen; schon 40 Tage nach der Beendigung des Baues wurde der Kalkofen in Thätigkeit gesetzt und arbeitet unaufhörlich unter den besten Bedingungen bei Temperaturen von 1200-1400°.

UNVERWÜSTLICHKEIT

Während Eisen, Holz, Ziegel-Bauten und dergl. mit der Zeit der Vernichtung unterliegen und dabei unaufhörlicher Beobachtung und Unterhaltung bedürfen, gewinnen armirte Beton-Bauten mit der Zeit an Festigkeit. Dabei widerstehen diese Bauten nicht nur den äusseren Atmosphäreinflüssen, wie der Nässe, den Temperaturveränderungen etc., sondern auch die meisten chemischen Reactionen haben

auf dieselben keine Wirkung. Das im Cement-Beton eingeschlossene Eisen bleibt unendlich lange unberührt; selbst ohne Unterhaltung, sich ganz allein überlassen, können Cementeisen-Bauten als praktisch ewig dauernde betrachtet werden. Professor Ritter schreibt in der schweizerischen Bauzeitung Folgendes: Anno 94 wurde in Zürich eine Hennebique Decke abgebrochen, die während der cantonalen Ausstellung als Boden eines Wasserbehälters gedient hatte. Die Decke besass eine Dicke von 12 cm. und war in Abständen von 3 Metern durch Säulen unterstützt. Die Zerstörung dieser Decke verursachte unerwartet grosse Mühe; es waren 6—10 Schläge mit einer Zugramme nöthig um nur ein kleines Loch zu erzeugen.

ERSCHÜTTERUNG

Auf Grund der bis in die kleinsten Einzelheiten durchstudirten Eiseneinlagen und dank der durch die schon

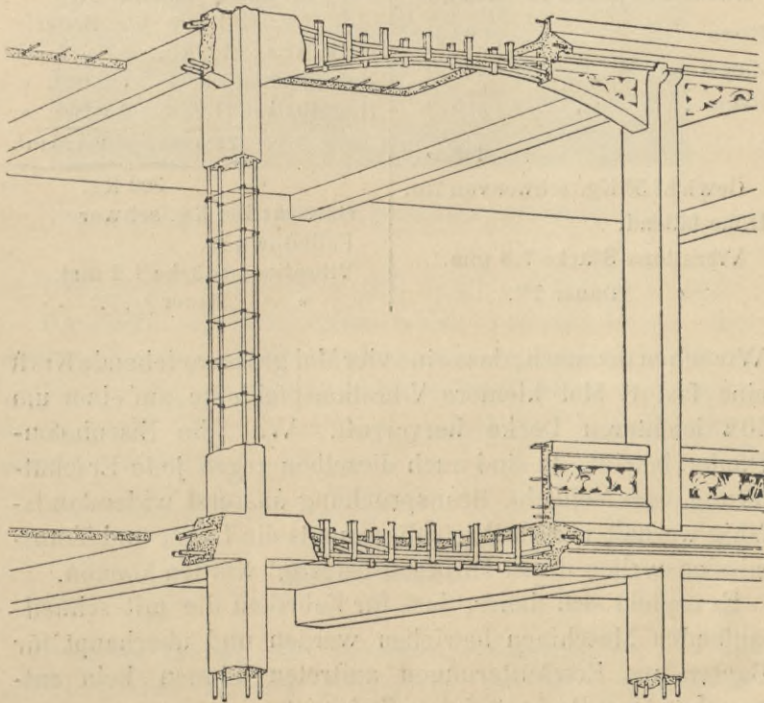


Fig. 6. — Aufriss einer Hennebique Construction.

riesige, wenn auch junge Praxis zu Tage geförderten Ausführungsmethode, sind bei Hennebiqueschen Bauten alle Theile so innig mit einander verbunden, dass immer mit den direkt beanspruchten Theilen auch die am weitesten gelegenen mitarbeiten. — Bei diesen Bedingungen konnte man schon in Vorhinein behaupten, dass solche Bauten keinen Vibrationen oder Erschütterungen unterliegen können und die Praxis hat nur die Richtigkeit dieser Voraussetzungen bewiesen. Die Zahlen der nachstehenden Versuche werden es bestätigen: —

Vergleichs-Versuch durchgeführt unter der Leitung der Ingenieure der Cie des Chemins de fer de Paris à Orléans.

Decken gleicher Spannweite und gleicher Nutzlast

FLÄCHE 4.50×3 m.

NUTZLAST 1400 Kg. PRO M².

MATERIAL-VERBRAUCH PRO M².

Decke aus Eisen und Ziegel		Hennebique-Decke	
Eisen	60 Kg.	Eisen	Beton
Ziegel	220 »	Deckplatte 7.3 Kg.	0.080. m ³ .
Beton	200 »	Nebenbalken 4.0 »	» 0.020. »
	<hr/>	Hauptbalken 11.2 »	» 0.026. »
	480 »	<hr/>	<hr/>
		22.5 »	» 0.126 m ³ .
		<hr/>	<hr/>
			300 Kg.
			Gewicht 100 Kg. schwer
			Fallhöhe 4 m.
			Vibrations-Stärke 1.2 mm.
			» Dauer $\frac{5}{7}$ ''.

Wir sehen demnach, dass eine vier Mal grössere lebende Kraft eine fast 8 Mal kleinere Vibrationspfeilhöhe auf einer um 40% leichteren Decke hervorruft. Was die Eisenbeton-Pfeiler betrifft, so sind auch dieselben gegen jede Erschütterung oder seitliche Beanspruchung äusserst widerstandsfähig weshalb in Fabriksetablissemments die Lager und Transmissionswellen direct an ihnen befestigt werden können.

Es ergiebt sich daher, dass für Fabriken die mit schnelllaufenden Maschinen betrieben werden und überhaupt für Bauten wo Erschütterungen auftreten können kein entsprechenderes Baumaterial zu finden ist.

REINLICHKEIT und HYGIENE

Wer der Ausführung einer Hennebiqueschen Construction beigewohnt hat, wird bemerkt haben, dass der Beton unaufhörlich gestampft wird. Demzufolge besitzen diese Bauten keine Porosität und dank ihrer grossen Härte sind sie



Fig. 7. — Innenansicht eines gedeckten Marktes zu Genua.

vor Ungeziefer, Nagethieren und dergl. vollkommen sicher. — Da auch, wie wir schon früher bemerkt haben, die meisten chemischen Reactionen auf Cement-Beton keinen Einfluss haben, so ergibt sich die Reinlichkeit und daher die Hygiene dieser Bauten von selbst und bedarf keiner näheren Erörterung. —

ÖCONOMIE

Wenn bei Bauten, die dauerhaft, unverwüsthlich und im höchsten Grade widerstandsfähig sind, auf die Anlagskosten nicht zu sehr gesehen werden darf, so war doch immer das

Streben der Constructeure, nicht nur starke und zweckentsprechende sondern auch öconomische Bauten zu schaffen. Immer wurden auf Grund theoretischer und praktischer Nachforschungen neue Constructionsformen und immer neue Baumethoden zu Tage gebracht, um den jetztigen so schweren Anforderungen zu entsprechen. Die öconomische Bedingung eines Systems ist von folgenden Umständen abhängig:

1) Die verwendeten Materialien müssen leicht und überall in der Form zu finden sein, in welcher sie verwendet werden;

2) Die Materialien müssen leicht zu handhaben sein und in allen möglichen Fällen in einer und derselben Weise verwendet werden können. —

Bei Hennebique-Bauten kommen nur Cement-Beton oder Cement-Mörtel und die gewöhnlichen im Handel vorkommenden Rund- und Flacheisen zur Verwendung. Mit diesen



Fig. 8. — Ansicht eines Geleisestellhäuschens zu Joinville bei Paris.

drei Elementen werden die grössten Brücken, Mühlen, Häuser, Kirchen, wie auch die kleinsten Geleisestellhäuschen in einer und derselben Weise ausgeführt. Keine speciellen Hebezeuge, keine Nietmaschinen sind nöthig, um die grössten wie die kleinsten Arbeiten auszuführen. Wo weder Eisen noch Stein in entsprechender Form möglich sind, dort wird in den meisten Fällen Cement-Beton oder Cement-Mörtel mit den erforderlichen kleinen Eisenstangen unter den besten Bedingungen verwendet werden können. Steinmetze, Kunstschmiede etc. werden durch Betonarbeiter er-



Fig. 9. — Grosse Wendeltreppe im «Petit Palais» in Paris — Ansicht aufgenommen vor der Stufenverlegung.

ersetzt, die zwar eine gewisse specielle Fertigkeit besitzen müssen; aber da bei diesem System immer in einer und derselben Weise gearbeitet wird, so erlangen auch die gewöhnlichen Arbeiter schnell diese Fertigkeit um dann bei guter Leitung erfolgreich verwendet werden zu können. Dass bei diesen allgemeinen Bedingungen die *Ö*conomie des Systems sich von selbst ergibt ist leicht zu verstehen. — Es sei auch noch bemerkt, dass diese Bauten mit der Zeit immer nur an Festigkeit gewinnen und endlich dank der grossen Wider-



Fig. 10. — Ansicht des Hennebiqueschen Wohn- und Geschäftshauses in Paris. Höhe 28 m. Stärke der Tragwände im Erdgeschoss 18 cm.

standsfähigkeit und den daraus resultierenden geringen Dimensionen, am besten die zu verbauenden Räume auszu-

nützen erlauben. Ferner bedürfen diese Bauten nicht der geringsten Unterhaltung und schon sahen sich viele Versicherungs-Gesellschaften (Frankreich, England) veranlasst für Hennebique-Bauten auf Grund ihrer absoluten Feuer-sicherheit die Versicherungs-Prämien stark zu vermindern. Dieser Umstand dürfte nicht gering veranschlagt werden. —

VERWENDBARKEIT

Die innige Verbindung aller einzelnen Theile einer Hennebiqueschen Construction, der zufolge die in Rechnung kommenden Beanspruchungen auf grosse Flächen vertheilt werden können; die Möglichkeit entsprechende Eiseneinlagen anzubringen wo Zugbeanspruchungen auftreten, um diese

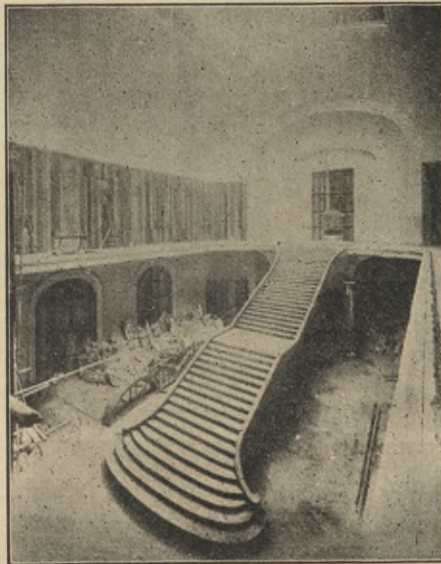


Fig. 11. — Ansicht der grossen Stiege im »Grand Palais« in Paris.

zweckentsprechend aufzunehmen; ferner der Umstand, dass die kleinen Bestandtheile des Eisen-Cements auch dort, wo weder Holz noch Stein und Eisen in entsprechender Form

verwendbar sind, mit bestem Erfolge angebracht werden können, und endlich die Unverwüstlichkeit des Ganzen gestatten es sowohl die einfachsten wie auch die schwierigsten technischen Aufgaben mit bestem Erfolge zu lösen. —

Sollen widerstandsfähige aber auch zugleich leichte und feuersichere Decken, Dachterrassen oder auch ganze Ge-



Fig. 12. — Innenansicht der grossen Zuckerdocks zu Calais. — Höhe der Säulen 6 m. Spannweite zwischen den Säulen 9 m. Das auf den Säulen ruhende Terrassendach ist mit 35 cm Erde überdeckt.

Ausgeführt im Jahre 1897.

schäftshäuser und Fabriken ausgeführt werden, oder aber handelt es sich um die Fundierung und Ausführung grosser Objecte, wasserdichter Reservoirs, hoher Stütz- und Quai-Mauern oder dergl., so werden wir, wenn wir eine gute und zugleich elegante Ausführung wünschen, kein entsprechenderes Baumaterial finden können. Die in den letzten Zeiten ausgeführten manigfaltigen Bauten, sowohl in Europa wie in überseeischen Ländern beweisen dies am besten, wir werden, um die manigfaltigen Verwendungen des

Eisencements besser zu veranschaulichen einige charakteristische Bauten beschreiben. —

FUNDIERUNGEN

SOHLEN — EISENCEMENT-PILOTEN

In der Umgegend von Paris sollte für die Firma « De Laire » ein 600 t. schwerer Fabrikschornstein aufgestellt werden. Der schlechte Boden konnte kaum auf 1 Kg. pro cm.^2 beansprucht werden und da die widerstandsfähige Boden-

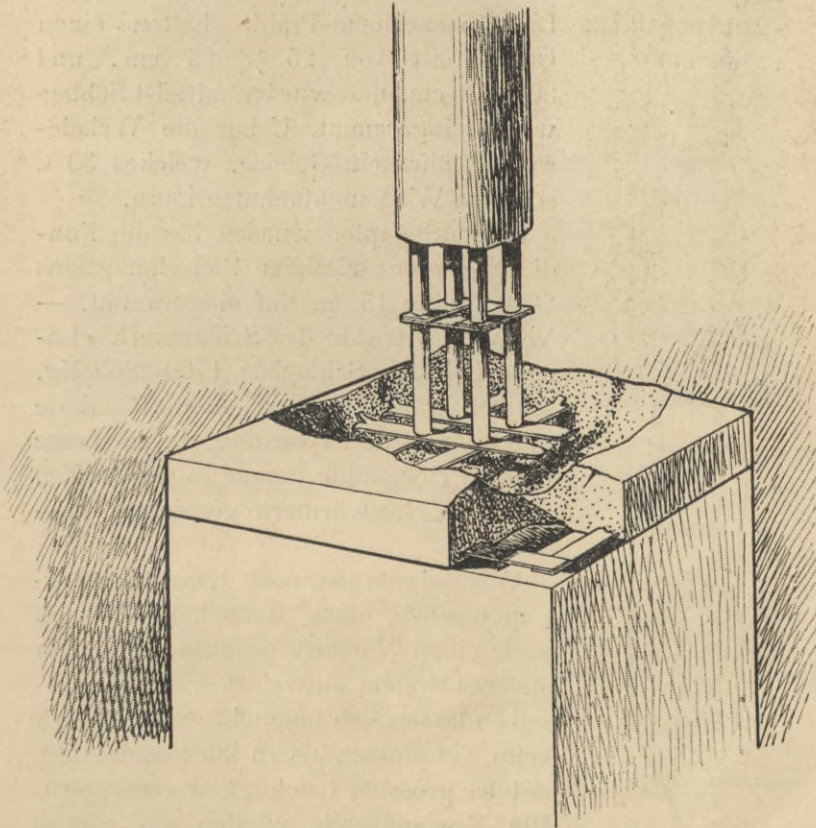


Fig. 13. — Aufriss einer Hennebique-Sohle.

schicht viel zu tief lag, so wären gewiss die Kosten und Schwierigkeiten sehr gross gewesen, wenn das Hennebique-

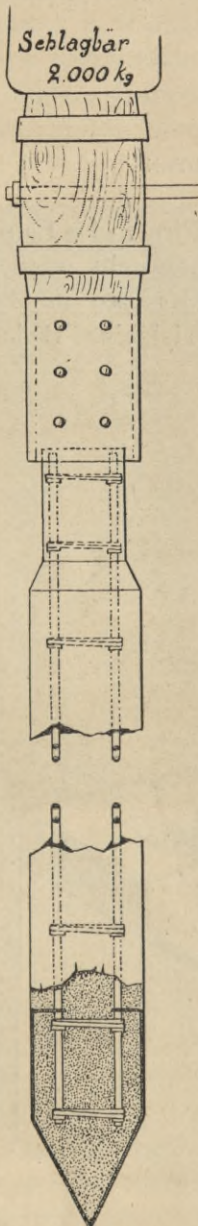


Fig. 14.
Armirtes Betonpfahl.

sche System nicht eine elegante und zugleich billige Lösung ermöglicht hätte. — Der Schornstein wurde einfach direct auf eine Sohle aufgestellt, welche die 600 t. zählende Last im Verhältnisse von 1 Kg. pro cm^2 . vertheilt.

In Woolston wurde am Meeresufer eine Verladerampe aus armirtem Beton aufgebaut, die das Auf- und Abladen ganzer Dampfschiffs-Maschinen und Kessel ermöglicht. — Die Verladerampe wurde auf 100 Eisencement-Pfählen fundirt. Die Eisencement-Pfähle hatten einen Querschnitt von $25 \times 25 \text{ cm.}$ und $30 \times 30 \text{ cm.}$ und wurden mittelst Schlagwerks eingerammt. Ueber die Verladerampe führt ein Geleise, welches 30 t. schwere Wagen aufnehmen kann.

In Southampton wurden für die Fundierung eines riesigen Fleischmagasins 2000 Pfähle 15 m. tief eingerammt. — Verwendet wurde das Schlagwerk «Lacour», dessen Schlagbär 1700-2800 Kg. schwer war. Die erreichten Resultate übertrafen jede Erwartung, da in dieser Gegend Holzpfähle immer in kurzer Zeit von den Holzwürmern vernichtet wurden. —

Wir müssen aber noch darauf aufmerksam machen, dass Hennebique-Piloten noch einen Vortheil besitzen, den kein anderes System aufweisen kann, — dieselben lassen sich nämlich, wenn sie sich beim Einrammen als zu kurz ausweisen, mit der grössten Leichtigkeit verlängern. Die Eiseneinlagen werden am oberen Ende freigelegt, verlängert und dann kann

weiter betonirt werden bis die gewünschte Länge erreicht wird. Die Verlängerung bildet mit dem unteren Theil ein unzertrennliches Ganzes und dürfen die etwa später auf den Pfählen ausgeführten Stützen und dergl. nur als Verlängerungen derselben betrachtet werden. —

Als ein frappantes Beispiel einer eleganten Fundirung können die Mühlen von Brest angeführt werden. — Die Gesamtanlage besteht aus einer Mühle, einem Mehlmagazin, Getreide-Silos, einem Wasserbehälter für 100 m³. und

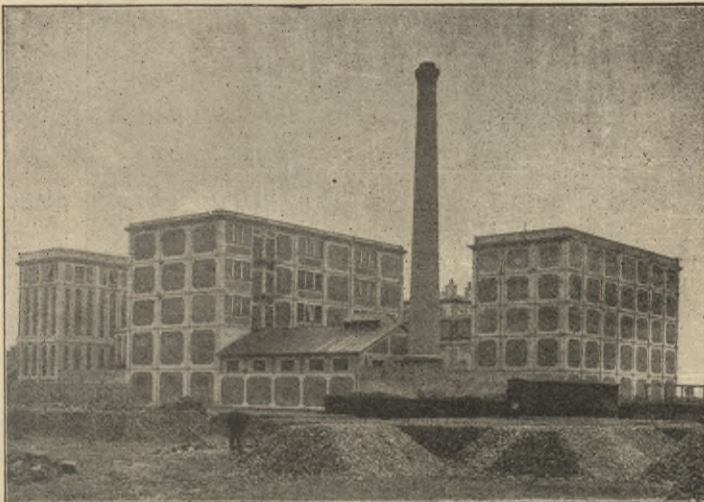


Fig. 15. — Generelle Ansicht der Mühlen zu Brest. Jedes Gebäude ist wegen des schlechten Terrains auf einer Hennebiqueschen Sohle fundirt.

zwei tiefen Brunnen. Die Stabilität lässt, ungeachtet des schlechten Bodens, Nichts zu wünschen übrig und das Silos-Gebäude hat sich bei der ersten Vollladung um ca. 10 cm. gleichmässig gesenkt, ohne die mindesten Risse oder dergleichen vorzuzeigen. — Dieser letzte Umstand dürfte am besten die innige Verbindung aller Theile einer Hennebique-Construction beweisen.

WASSERBEHÄLTER. — WASSERLEITUNGEN

Für die C^{ie} de Saint-Gobain (Frankreich) wurden 2 übereinander gelegene Wasserbehälter von 100 und 200 m³. 20 und 40 m. über dem Boden ausgeführt. — Die für die C^{ie} des Omnibus in Billancourt (Paris) construirten Wasser-



Fig. 16. — Wasserreservoir von Billancourt.

reservoirs fassen 600 und 200 m.³— [Durchmesser 12 m., Höhe über dem Boden 15 m.]. Zu Scafati in Italien wurde auf dem Dache einer Spinnerei ein Eisencement-Reservoir angebracht das seit seiner Ausführung, d. i. seit dem Jahre 1897, ohne Eindeckung und sich ganz allein überlassen, den Sonnenstrahlen und allen äusseren Einflüssen vollkommen widersteht. — Zur selben Kategorie dürfen wir noch die für

die Kohlengruben in Lens ausgeführten Kohlenbehälter rechnen, die ungeachtet ihrer leichten Construction und unge-

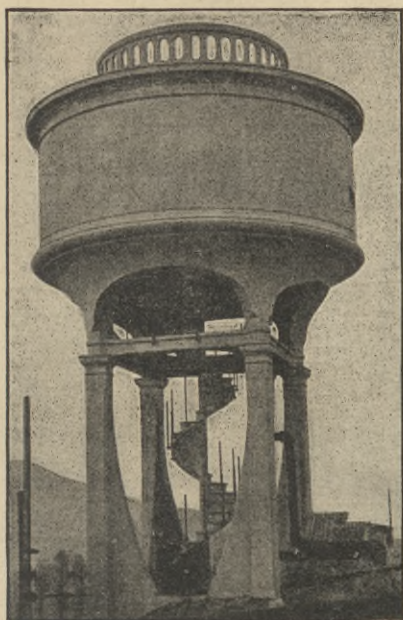


Fig. 17. — Wasserreservoir zu Scafati.

achtet der geringen Querschnitte der Tragstützen eine grosse Widerstandsfähigkeit zu Tage legten¹.

Die Kohlenbehälter zu Aniche (Frankreich) bestehen aus 4 Silos von welchen ein jeder 90 m³. Kohle fasst. Die Gesamtanlage hat die charakteristischen leichten Formen, die nur durch die Verwendung des Eisencements erhalten werden können.

Als Beispiel einer interessanten Wasserleitung dürfen wir in erster Linie den Simplon-Canal anführen. Für den Bau und Beleuchtung des Simplon-Tunnels bedurfte man einer Kraft von 6000 Pferden. — Diese wird mittelst einer Abzweigung vom Rhône-Flusse verschafft und der Zuleitungs-Canal ist ganz aus armirtem Beton nach System Henne-

(1) Siehe Seite 12.

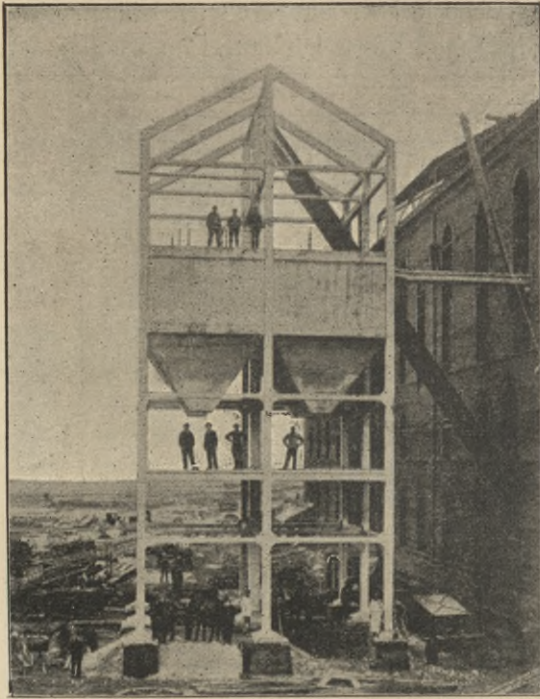


Fig. 18. — Ansicht der Kohlenbehälter zu Aniche in Frankreich.

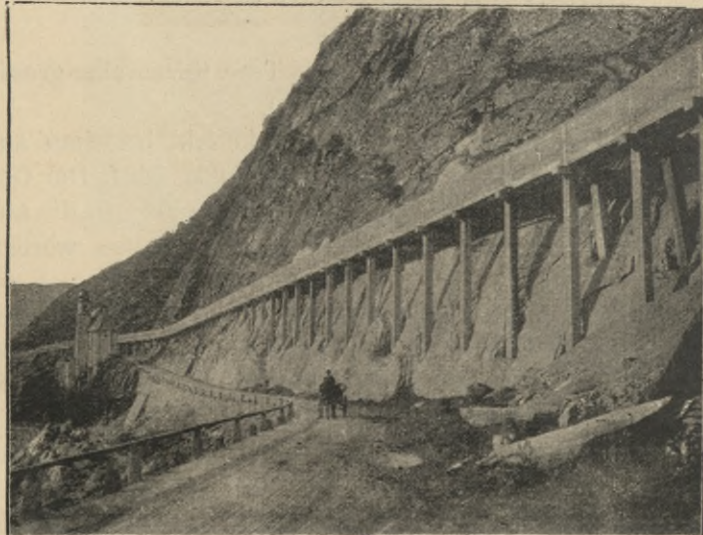


Fig. 19. — Ansicht des Zuleitungs-Canals für den Bau des Simplon-Tunnels.

bique ausgeführt. — Die Länge beträgt 3 km. Der Querschnitt 4.96 m^2 , und das Wasser hat eine Geschwindigkeit von 2 m. in der Secunde. Die Canalleitung schmiegt sich allen Terrainverhältnissen an und lässt Nichts zu wünschen übrig. Gleich nach Vollendung des Simpton-Canals



Fig. 20. Wasserzuleitungs-Anlage von Evillard in der Schweiz.

wurde auch zu Evillard (Schweiz) ein Wasserzuleitungscanal für eine bedeutende Electricitäts-Anlage ganz aus Eisenbeton ausgeführt. —

STÜTZMAUERN.

Bei gewöhnlichen Stützmauern müssen, je kleiner der natürliche Böschungswinkel der Erdmaterialien ist, die Mauer-Stärken und die Mauer-Tiefen vergrößert werden, und zahlreich sind die Fälle, wo die Stützmauern den ungeheuren Schubkräften der Erdmassen nicht widerstehen konnten.

Bei Hennebiqueschen Stützmauern hält die Erde selbst

ihre Stützmauern fest. Die Dicke der Stützwand beträgt selten mehr als 14 bis 20 cm, und es genügt die Sohle ent-

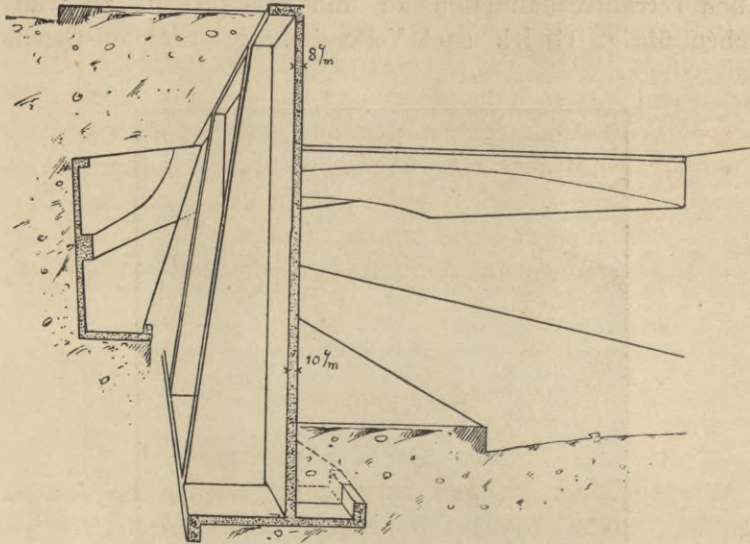


Fig. 21. — Querschnitt durch die Stützmauer und das Brückenwiderlager an der Brücke am Quai Debilly in Paris.

sprechend zu berechnen und zu verankern, um ein Umkippen oder Versenken der Mauer ein für alle Mal vollkommen unmöglich zu machen. —

Diese elegante Lösung einer der schwierigsten technischen Aufgaben findet überall die höchste Anerkennung, und die zahlreichen schon ausgeführten Stützmauern beweisen dies am besten. — Als massgebendes Beispiel einer derartigen Stützmauer könnte man z. B. die Stützmauer am Quai Debilly in Paris anführen, die ein jeder während der Ausstellung bewundern konnte. —

Auf eine ähnliche Weise werden auch Brücken-Widerlager construiert, ohne dass man gezwungen ist bei schlechtem Terrain mit den Fundirungen bis zur widerstandsfähigen Schicht, zu gelangen, da die Vertheilungs-Sohlen immer so berechnet werden können, dass die zulässige Bodenbeanspruchung nirgends überschritten wird. Eine interessante

Studie über die Verwendung des Eisenbetons für die Ausführung von hohen Reservoir-Mauern wurde vom Oberstlieutenant der französischen Genie-Truppe Lerosey in der «Revue du Génie Militaire» (1898) veröffentlicht. Derselbe weist hauptsächlich darauf hin, dass die grossen Catastrophen, die von Zeit zu Zeit bei Wasserreservoiren vorkommen, dadurch entstehen, dass auch die besten und mit der grössten Sorgfalt ausgeführten Steinmauern den Zug und Scheerbeanspruchungen nicht widerstehen. Die Verwendung des Eisenbetons der eine grosse Zähigkeit besitzt, dürfte sich für solche Mauern am besten eignen und würde nicht nur die Anzahl der Catastrophen sondern auch die Anlagskosten stark vermindern.

BRÜCKEN.

Wie aus dem Vorigen hervorgeht, werden bei Beton-Bauten, keine Nieten, Schrauben oder dergl. Verbindungen verwendet. Der Beton verbindet allein alle einzelnen Theile der Construction, so dass ein Lockerwerden derselben vollkommen ausgeschlossen ist¹. Bei diesen Bedingungen durfte nun vorausgesetzt werden, dass das System für Brücken geeignet sein müsse. Die Praxis, d. h. die schon ausgeführten Brücken haben die Richtigkeit dieser Voraussetzungen bewiesen. Es ist auch allgemein bekannt, dass bei Brücken, wo hauptsächlich rollende Lasten in Betracht kommen, die Erschütterungen der Brücke um soviel geringer sind und daher Dauer und Widerstandsfähigkeit um soviel vergrössert werden, je grösser das Verhältniss zwischen permanenten und rollenden Lasten ist. Eisencement erlaubt es jetzt bei bester Ausnützung der Zugfestigkeit des Eisens den Brücken ein Eigengewicht zu verleihen, welches bei Eisenbrücken wegen des hohen Preises des Metalls nie erzielt werden kann. — Dabei sind Eisencement-Brücken unver-

(1) Beim Einrammen armirter Beton-Pfähle entsteht ungeachtet der starken Erschütterungen keine Trennung zwischen Eisen und Beton. —

wüstlich, weder Nässe noch auch chemisch wirkenden Einflüssen zugänglich wie Schwefelgase und dergl. von denen jeder Kohlenrauch enthält und von welchen hauptsächlich die Eisenbahnüberführungen in kurzer Zeit gänzlich vernichtet werden. Als Beispiel schon ausgeführter Brücken sind anzugeben: Die Brücke von Tonnerre — Gesamtlänge 21 m., wobei das Mittelfeld eine Spannweite von 11 m. 50 besitzt. — Die Übergangsbrücke beim «Palais du Trocadero» in Paris ist 36 m. lang und 15 m. breit. -- Die Bogenbrücke am Quai Debilly hat eine Spannweite von 14 m., eine Breite von 30 m. und eine Pfeilhöhe von 60 cm, d. h. $\frac{1}{23}$ der Oeffnung. Die resultierenden Schubkräfte (148000 kg. pro

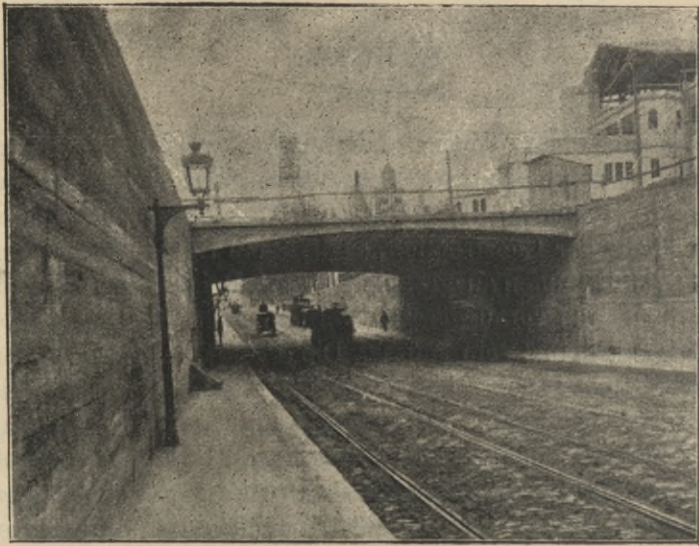


Fig. 22. — Ansicht der Brücke am Quai Debilly in Paris — (Pariser Ausstellung 1900).

Bogen) der 11 Bogenbalken wurden mittelst Hennebique-Sohlen auf das Seitenterrain übertragen. Bei der Probelastung (600 kg und 900 kg. pro m. ²) betrug die maximale Senkung 6.8 mm. d. h. $\frac{1}{2154}$ der Spannweite. --

Von Eisenbahnbrücken ist die im Jahre 1897 ausgeführte Brücke von Rolle (Jura-Simplon-Bahn) anzuführen.

Ihre Spannweite beträgt 4.40 m. Neuerdings [wurde noch

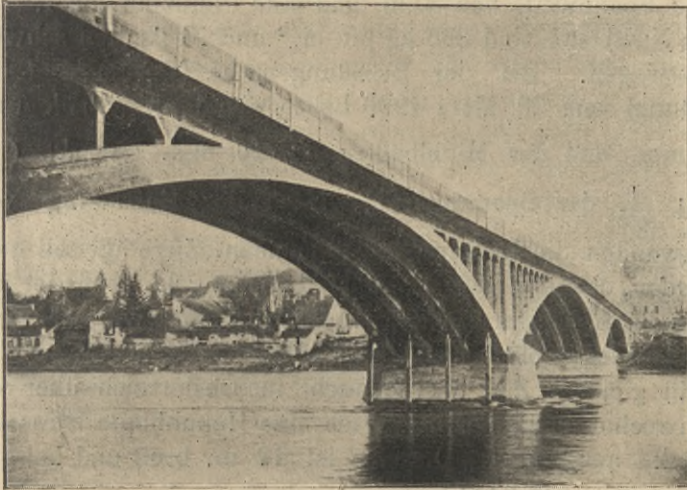


Fig. 23. — Grosse Brücke von Chatellerault in Frankreich. Ansicht der Bogenbalken.

im vorigen Jahre in Chatellerault eine 135 m. lange Brücke ganz nach dem Hennebiqueschen System berechnet und aus-



Fig. 24. — Gesamtbild der Chatellerault-Brücke.

geführt. Die Brücke hat drei Bogenfelder. Die Uferfelder haben 40 m. Spannweite und 4 m. Pfeilhöhe. Das Mittelfeld hat eine Spannweite von 50 m. und eine Pfeilhöhe von 4.80 m. Die Nutzlasten sind 800 kg pro m.² und 16 Tonnen schwere Lastwagen. Bei der Belastungsprobe (Permanente Belastung) vom 29. März 1900 haben sich die Randbalken um 6 mm. und der Mittelbalken um 10 mm. gesenkt. ($\frac{1}{7300}$ und $\frac{1}{5000}$ der Spannweiten). Nach der Entlastung verschwanden die Senkungen vollkommen. Zugefügt soll noch werden, dass das Gesamtbild ein höchst gelungenes ist und dass der Kostenvoranschlag um 20 0/0 kleiner war, als wenn die Brücke in Eisen ausgeführt würde.

Zu gleicher Zeit wurde auch in Oesterreich über die Schwechat in Baden bei Wien eine Hennebique Strassenbrücke ausgeführt. Dieselbe ist 12 m. breit und hat eine Spannweite von 23 m.

BRÜCKENVERTSÄRKUNGEN.

Eine höchst nützliche Verwendung hat armirter Beton auch bei Verstärkungen beschädigter Eisenbrücken gefunden. Hauptsächlich werden Bahnüberführungen in der Nähe von Stationen vom Kohlenrauche, der immer Schwefelgase enthält, in kurzer Zeit vernichtet und die beständige Auswechslung der beschädigten Eisentheile verursacht grosse Kosten. Ar-

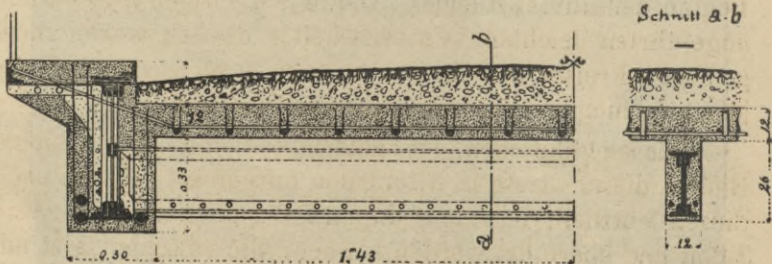


Fig. 25. — Querschnitt einer verstärkten Eisenbahnüberführung bei der Station «Perigueux» der «Paris-Orléans» Bahn.

mirtter Beton erlaubt es jetzt solche beschädigte Brücken ein für alle Male zu verstärken und dieselben vor weiterer Beschädigung auf immer zu schützen. Die Brücke wird einfach unter Berücksichtigung der vorhandenen Eisenelemente in eine Eisenbetonbrücke verwandelt. Die verrosteten Eisentheile der alten Brücke, die als Eiseneinlagen der neuen Eisencementbrücke benützt werden, dürfen auch nicht vom Roste reingeputzt werden, da festgestellt wurde, dass Cement-Beton an das verrostete Eisen noch eine grössere Adhäsion besitzt als an das reine und ferner, dass er das weitere Rosten vollkommen unmöglich macht. Im laufenden Jahre wurden auch mehrere Brücken auf die eben beschriebene Weise verstärkt, insbesondere für die « Cie. des Chemins de fer de Paris à Orléans ».

EISENBAHN-BAUTEN.

Ein bedeutendes Anwendungsgebiet für armirten Beton bietet auch das Eisenbahnbauwesen und viele Bauten und Objecte dieser Art können eigentlich vortheilhaft nur aus Eisencement ausgeführt werden. Bei, auf Anschüttungen angelegten Stationen werden wie bekannt die Entwässerungs-Anlagen zuerst aus Holz ausgeführt und erst nach der Dammsetzung durch gemauerte Canäle ersetzt. Eisen-Beton, der eine grosse Zähigkeit besitzt und sich insbesondere für die Ausführung von Aquäducten und dergl. eignet, erlaubt, die eben erwähnten Entwässerungs-Canäle gleich zu Beginn definitiv anzulegen. Die in den vorigen Abschnitten angeführten leichten Wasserbehälter dürften wegen ihres geringen Preises und ihrer absoluten Unverwüstlichkeit die jetzigen plumpen Wasserthürme ganz ersetzen.

Geleisestellhäuschen, Wächterhütten und andere kleine Bauten dieser Classe in Eisenbeton ausgeführt besitzen noch diesen Vortheil, dass sie nöthigen Falls auf Bahuwagen verladen und überführt werden können, wie es schon jetzt auf manchen Bahnen in Frankreich mehrere Male geübt wurde. Stützmauern, Verladerrampen, gedeckte und offene Durchlässe

etc. aus Eisenbeton, machen jede Unterhaltung und Beaufsichtigung dieser Objecte ganz entbehrlich und verlangen verhältnissmässig nur geringe Anlagskosten.

Aber auch weit über diese Grenzen reicht das Anwendungsgebiet des Hennebiqueschen Systems und ist dasselbe berufen, eine Epoche machende Umgestaltung des Oberbaues herbeizuführen und zwar durch seine Verwendung zur Herstellung der Oberbauschwellen.

Die Versuche, die in dieser Richtung schon durchgeführt wurden, haben ganz entscheidende Ergebnisse zu Tage gefördert. Die Eisencementschwellen sind auf Grund der Eiseninlagen elastisch, die breite Sohle ermöglicht eine gute Lastenvertheilung und ihr bedeutendes Gewicht (95 bis 110 Kg.) sowie der grosse Reibungs-Coefficient zwischen der rauhen Schwellensohle und dem Boden, sichern dem Ober-

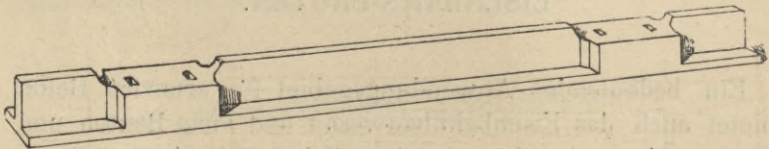


Fig. 26. — Oberbauschwelle aus Eisenbeton System Hennebique.

bau eine grosse Stabilität. Dabei sind diese Schwellen absolut unverwüsthlich, verlangen keine grösseren Anlagskosten als gewöhnliche Eichen-schwellen und ihre Verwendung wird eine starke Verminderung des Schotterbettes ermöglichen. Selbstverständlich können Eisenbeton-Schwellen für alle Schienen-Typen und Schienbefestigungs-Mittel entsprechend eingerichtet werden und verlangen keine Abänderung des jetzt zur Verwendung kommenden Oberbaumaterialiales.

Das letzte Wort aber über die Vor- oder Nachtheile der Eisenbeton-Schwellen überlassen wir der Zukunft, da nur die Resultate längerer und in grossem Massstabe durchgeführter Verwendungen massgebend sein werden und es sei nur darauf hingewiesen, dass, mit Rücksicht auf die werthvollen Ergebnisse die vorausgesehen werden können, die grossen Eisenbahn-Gesellschaften in Frankreich sich geneigt zeigen

auf manchen Stationen und secundären Linien Eisenbeton-Schwellen einzuführen.

FABRIKEN-, GESCHÄFTS- UND WOHNHÄUSER.

— ÖFFENTLICHE BAUTEN —

Bei Fabriken und Geschäftshäusern, wo eine grosse Widerstandsfähigkeit, eine gute Raumausnützung und absolute Feuersicherheit verlangt wird, darf armirter Beton als das einzige Baumaterial betrachtet werden, welches den erwähnten Bedingungen vollkommen entspricht. Die grosse Widerstandsfähigkeit des Eisenbetons erlaubt in der That die Dicken der Tragwände, Decken und Stützen auf ein bisher noch nie erreichtes Minimum zu reduciren. Shed-Dächer, grosse

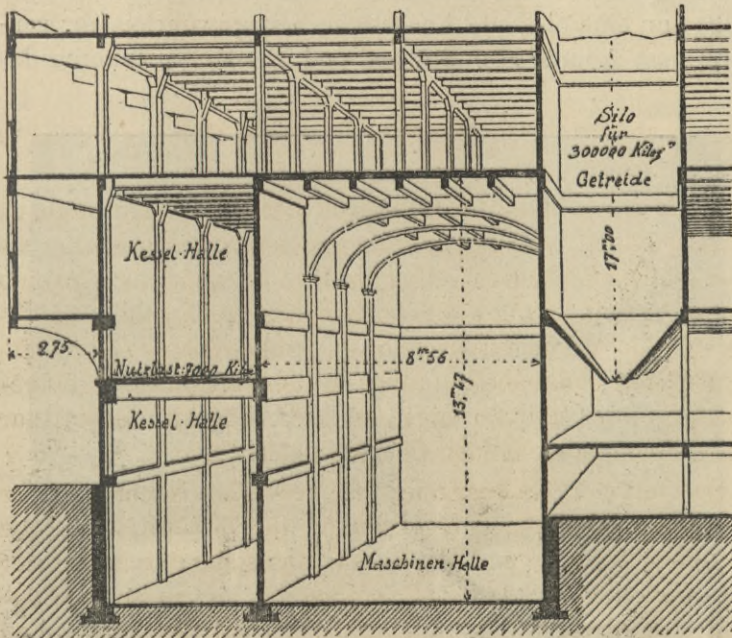


Fig. 27. — Querschnitt der Mühlenanlagen zu Nantes. Eine Seite des Gebäudes ist freitragend ausgeführt.

Lichtöffnungen wie auch ganze freitragende Gebäudetheile werden mit grösster Leichtigkeit ausgeführt. —

In vielen Fällen werden auch Holzfussböden entbehrlich; bei Verwendung des Linoleums kann dasselbe direct auf die Eiscementdecke gelegt werden. Wünscht man aber einen Holzbodenbelag, so wird derselbe auf eine dünne Asphalt-schicht oder auf eine 3 bis 4 cm. dicke Ueberschüttung verlegt. — Pilze, Ungeziefer, Nagethiere und dergl. finden bei Betonbauten keine Schlupfwinkel, und durch die Abrundung der Eckwinkel wird die Reinigung erleichtert und zugleich die Staubansammlung erschwert. Im selben Grade entsprechen armirte Betondecken auch bei Wohnhäusern, öffentlichen Bauteu oder dergl. allen Anforderungen des Architekten und Hygienikers. Reiche architektonische Verzierungen lassen sich leicht ausführen und Eiscement-Decken dürften für die echte Freskomalerei den entsprechendsten Untergrund bieten.

Bei Theater-Sälen würde die Verwendung des Eisenbetons nicht nur eine absolute Feuersicherheit gewährleisten, sondern man könnte alle Stützen und Pfeiler im Inneren des



Fig. 28. — Innenansicht des Festsalles im Courort Vichy in Frankreich.



Fig. 29. — Hennebique-Säule und Plafond mit reicher architectonischer Verzierung ausgeführt in Turin.

Saales entbehren, da alle Galerien freitragend ausgeführt werden können. —

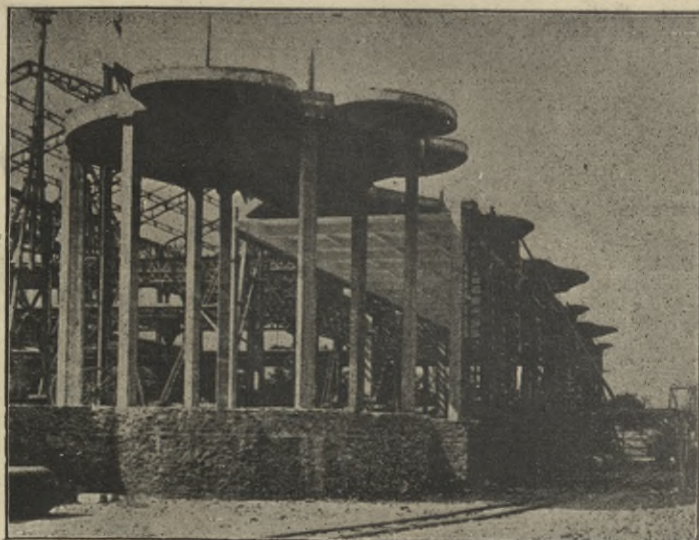


Fig. 30. — Das Palais für Literatur und Künste auf der Pariser Weltausstellung 1900. — Ansicht der Decke mit den freitragenden Balkons.

MILITÄRBAUTEN.

Die massenhafte Verwendung, welche armirter Beton bei Militärbauten jeder Art mit der Zeit gewiss finden wird, veranlassen uns, denselben einen besonderen Abschnitt zu widmen.

Kasernen, Arsenale, Militär-Spitäler, Verpflegungs-, Sprengmittel-, Pulver- und Munitions-Magazine, Kugelfänge und dergl. werden zu ihrer ganzen oder theilweisen Ausführung kein entsprechendes Baumaterial finden.

Die Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit des Eisencements, denzufolge ein plötzliches Einstürzen absolut ausgeschlossen werden kann, sind neben der Feuersicherheit, Reinlichkeit etc. Eigenschaften, die für sich allein sprechen und armirten Beton für Militärbauten empfehlen.

Pulver- und Sprengmittel-Magazine, bei welchen nicht verkleidete Eisentheile unzulässig sind und die absolut feuersi-

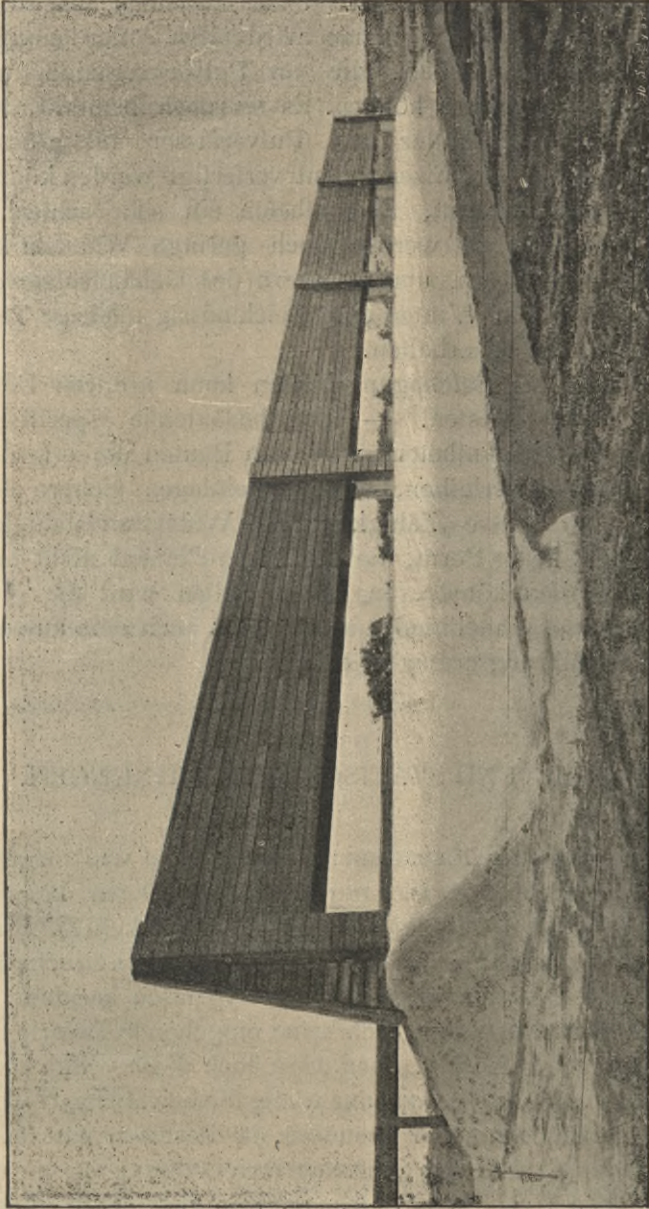


Fig. 31. — Kugelfang am Militärschiessplatze zu Lyon in Frankreich.

cher und wasserdicht sein müssen, werden erst im Eisencement ihr wahres Baumaterial finden können.

Alle Theile eines Gebäudes wie Dachterrassen, Stiegen etc. können in der That ganz aus Eisencement ausgeführt werden; ein solches Gebäude wird allen Anforderungen vollkommen entsprechen, die an Pulvermagazine und dergl. gestellt werden können. Es sei noch bemerkt, dass auch die Pulverbehälter und Pulverfässer mit grösster Leichtigkeit ganz aus Eisencement verfertigt werden können und da, wie bekannt, Cementbeton ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, so werden auch geringe Wandstärken vollkommen genügen, um im Innern des Gebäudes sowohl im Sommer wie im Winter eine gleichmässig niedrige Temperatur aufrecht zu erhalten.

Aber auch bei Befestigungsbauten kann armirter Beton grosse Dienste leisten. — Das bedeutende spezifische Gewicht des Cementbetons wird den Bauten die erforderliche Trägheit verleihen, die Eiseneinlagen sichern dem Ganzen eine grosse Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit und es giebt keine Form, die aus Eisen-Cement nicht hergestellt werden könnte. In vielen Fällen wird die Verwendung eines schnellbindenden Cements auch eine äusserst rasche Ausführung ermöglichen.

THEORIE UND STATISCHE BERECHNUNGEN.

Die Gegner des Eisencements-Systems so wie manche, die diese Bauten gewiss nur vom Hörensagen kennen, wollen behaupten, dass man zu denselben gar kein Zutrauen haben dürfe, da die Theorie des Eisencements noch zu schaffen sei und die Berechnungen nur auf Hypotesen beruhen. — In der That, besitzen wir noch keine eingehende Theorie der nicht homogenen Körper, aber wäre auch diese vollkommen bekannt so würde sie gewiss nur wenig die bewährten Hennebiqueschen Berechnungen abändern, da dieselben zur Basis eine Annahme haben, die ganz derselben Ordnung ist, wie die allgemeinen Hypotesen, welche die Festigkeitslehre zulässt,

um ihren Formeln eine praktische Verwendung zu verleihen. Einige Beispiele werden uns besser verständlich machen.

Betrachten wir z.B. eine Druckkraft P (1), deren Angriffspunkt X_1, Y_1 , ist und stellen wir uns die Aufgabe die Beanspruchung R pro Flächeneinheit in einem beliebigen Punkte xy der Fläche AB zu bestimmen.

Die Theorie kann direkt diese Aufgabe nicht lösen. Da

aber ein Gleichgewicht zwischen äusseren und inneren Kräften als vorhanden vorausgesetzt werden darf, so können die Gleichgewichts-Gleichungen aufgestellt werden:

$$P = \iint R dx dy$$

$$PY_1 = \iint Ry dx dy$$

$$PX_1 = \iint Rx dx dy$$

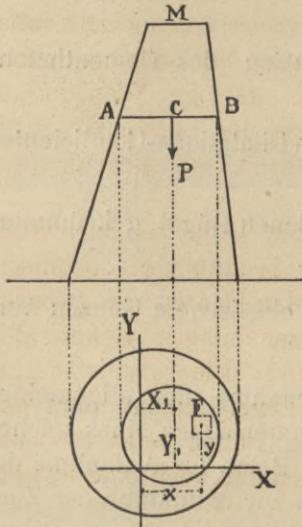
Die Function $R = f(xy)$ ist durch diese drei Gleichungen nicht bestimmt. Um aber dennoch diese so wichtige statische Aufgabe lösen zu können, muss eine Annahme gemacht werden und zwar wird $R = f(xy)$ als eine

lineare Gleichung angenommen, d. h.

$$R = Ax + By + C$$

gesetzt. Zur Begründung dieser Annahme wird von den Statikern mit Recht darauf hingewiesen, dass die unter Zugrundelegung dieser Hypothese berechneten Constructionselemente so dimensionirt sind, dass mit Rücksicht auf die in Rechnung genommenen Nutzlasten und Sicherheits-Coefficienten die Elasticitäts-Grenzen dieser Elemente in keinem Falle überschritten werden, d. h. mit anderen Worten, dass sie die gewünschte Widerstandsfähigkeit besitzen. Bei Berechnung der Steingewölbe werden wieder Annahmen über den Angriffspunkt der Schubkraft und der Durch-

(1) Die Druckkraft P kann als die Resultirende aller Druckkräfte des oberen Theiles AMB betrachtet werden.



gangspunkte der Drucklinie gemacht und im allgemeinen muss auch dort, wo eine vollkommene Theorie vorhanden ist dieselbe aber keine directe Lösung erlaubt, zu einer Hypothese gegriffen werden, die jedoch erst dann einen Werth hat, wenn sie mit den auf praktischem Wege erhaltenen Resultaten übereinstimmt. Die Hennebiqueschen Annahmen sind ganz gleicher Art.

Hennebique behauptet, dass:

1. Auf Grund der grossen Adhäsion des Cementbetons an das Eisen,
2. Auf Grund der praktisch gleichen Dilatations-Coefficienten beider Körper,
3. Auf Grund der durch ihn erfundenen Bügel, gekrümmten Eiseneinlagen und dergl.

Eisen und Cementbeton zu einem elastischem Ganzen verbunden werden.

Ferner, wenn unter Zugrundelegung der allgemeinen Formeln der Festigkeitslehre die Dimensionen eines solchen Körpers so bestimmt werden, dass Beton zur Aufnahme der Druckkräfte und die Eiseneinlagen zur Aufnahme der Zugspannungen berechnet werden, so erhalten wir Constructions-Elemente, deren Elasticitäts-Grenzen auch bei bedeutender Vergrösserung der vorgesehenen Nutzlasten in keinem Falle überschritten werden. Weitgehende Versuche, Belastungsproben¹ und die unzähligen bedeutenden Bauten die ganz nach diesem System berechnet und ausgeführt wurden, beweisen die Richtigkeit dieser Behauptungen. Die Hennebiquesche Berechnungen dürfen daher als richtig betrachtet werden, da bei den schon zahllosen Bauten kein einziger Fall vorgekommen ist, wo die einmal berechneten Dimensionen als zu schwach anerkannt werden mussten²). Dass aber auch diese Bauten

(1) In allen grösseren Städten Frankreichs, in Wien, Leipzig, Magdeburg, Frankfurt a/M, Düsseldorf, Bruxelles, Lausanne, Cairo etc... wurden die Belastungsproben unter behördlicher Controlle durchgeführt.

(2) Siehe Durand-Clay et Derome.

nicht zu stark dimensionirt sind, davon überzeugen am besten die leichten Formen derselben die in keinem anderen Bausystem erreicht werden können.

Die grosse Widerstandsfähigkeit dieser leichten Bauten ist theoretisch begründet und praktisch erwiesen worden. Sie ist das Resultat der innigen Verbindung aller Constructions-Elemente und der rationellen Ausnützung der Druckfestigkeit des Betons und der Zugfestigkeit des Eisens. —

Bei Decken, dürfen die Deckenplatten auf Grund ihrer innigen Verbindung mit den Tragbalken als theilweise ein-



Fig. 32. — Querschnitt einer Eisen-Betondecke mit sichtbaren Rippen oder Balken.

gespannte flache Balken betrachtet und berechnet werden. Ferner bilden diese Deckenplatten mit ihren Rippen oder Balken, flache T-Träger, so dass sie statt nur die Balken zu belasten, bei jeder Balkenbeanspruchung mitarbeiten und denjenigen Balkentheil bilden, der den Druck aufnimmt. Dieser auch praktisch erwiesene Umstand wird bei der Bestimmung der Balkendimensionen in Rechnung gezogen.

Bei Deckenplatten, die nach beiden Richtungen annähernd gleiche Dimensionen besitzen, wird die Gesamtlast mittelst gekreuzter Eiseneinlagen auf alle vier Tragbalken oder Tragwände übertragen und so auf allen vier Auflagern eine theilweise Einspannung verwirklicht.

Die gebogenen Eiseneinlagen schmiegen sich sowohl in den Deckenplatten wie in den Tragbalken den Biegunslinien an, so dass die Zugfestigkeit dieser Einlagen aufs beste ausgenützt wird. Die Bügel, welche die Eiseneinlagen, ähnlich wie Hängeeisen umfassen, verbinden Zug und Druckzone und nehmen auch alle transversalen Spannungen auf, die im Inneren des Balkens auftreten können, so dass in allen

möglichen Fällen Cementbeton und Eiseneinlagen sich gegenseitig aufs beste unterstützen. —

Die Verwendung des Eisenbetons giebt nun die Möglichkeit Bauten zu schaffen, die den gegebenen Bedingungen und ihrem Zwecke vollkommen entsprechen, wobei jeder überflüssige Material-Verbrauch gänzlich vermieden wird. Mittelst der allgemeinen Formeln der Festigkeitslehre wird für ein jedes Constructions-Element die maximale Beanspruchung berechnet, dieselbe in Zug und Druck unterschieden und überall, wo Zugbeanspruchungen auftreten können, die nöthigen Eiseneinlagen vorgesehen, während alle Druckkräfte von den entsprechend dimensionirten Betonflächen aufgenommen werden. Die bedeutenden Resultate, welche schon auf die eben erörterte Weise erreicht worden sind, beweisen, dass die Theorie des Eisenbetons, was seine praktische Verwendung betrifft, schon heute exact ausgebildet ist, und giebt dieses neue Baumaterial sowohl dem Ingenieur wie dem Architekten die Möglichkeit die schwierigsten technischen Aufgaben auf eine ökonomische und elegante Weise zu lösen.

NOTE. — *Theoretische Abhandlungen über Beton mit Eiseneinlagen haben unter Anderen veröffentlicht: Cotancin, Neumann, E. Coignet, Tedesco, Planat, von Thullie, Grut etc.*



Paris. — Druck und Verlag von A. Reiff, 3, rue du Four.

5. 61

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II 32 376
L. inw.

Kdn. Zam. 480/55 20.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299760

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-32376

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299760