



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Balkendecken

Barkhausen, Georg

Stuttgart, 1895

4. Kap. Balkendecken in Stein, bezw. Mörtel und Eisen

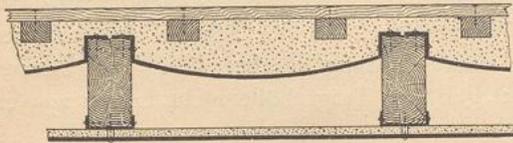
[urn:nbn:de:hbz:466:1-77494](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77494)

Die Schwierigkeiten, welche durch eine dauerhafte Befestigung von hölzernen Brettern auf eisernen Balken entstehen, sucht der Patenthaken von *L. Bethé* in Stade ⁷⁶⁾ zu beseitigen.

Im Gegenfatze zu diesen Anordnungen mit Eisenbalken und hölzerner Stützung des Fußbodens werden in England Decken verwendet, bei denen die Träger wieder Holzbalken, die Theile, welche den Fußboden tragen, aber aus Eisen, und zwar Eisenblech hergestellt sind (System *Edwin May*). Ein Beispiel dieser vielfach ver-

60.
Englische
Anordnungen.

Fig. 106.



schiedenen Anordnungen zeigt Fig. 106. Auf die Balken sind 6 bis 8 mm starke Hängebleche genagelt, welche mittels Bettung und Lagerbohlen den Fußboden aufnehmen. Nach unten ist die Balkenlage gleichfalls durch ein schwaches Blech abgeschlossen. Die Theile sind zugleich so angeordnet, daß die

Decke einen hohen Grad von Feuerficherheit erhält.

Von oben kann die Hitze nicht eindringen, da die Holztheile des Fußbodens nur mit der feuerficheren Füllung in unmittelbarer Berührung stehen. Unten ist das Blech mittels eiserner Hülsen für die Nägel um einige Centimeter von den Balken entfernt gehalten; der Zwischenraum ist mit Füllstoff geschlossen und jeder Balken unten noch mit einer Blechkappe versehen.

Bedenklich sind solche Anordnungen mit dünnen Blechen in feuchten Räumen, da die Bleche leicht durchrosten; sie müssen jedenfalls durch guten Anstrich oder Verzinkung geschützt sein.

Literatur

über »Balkendecken in Holz und Eisen«.

- Nouveau système de planchers en bois et fer. Nouv. annales de la const.* 1873, S. 78.
Planchers en fer et en bois, étude comparative de divers types. Nouv. annales de la const. 1875, S. 103.
 DÖRFEL. Vergleich der neuen Decken-Construction, d. i. wo Träme und Diebelbäume zwischen Traversen aufliegen, mit der alten Construction, wo die Träme und Diebelbäume auf der Haupt- und Mittelmauer aufliegen. *Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1875, S. 152.
Planchers, système Murat. Nouv. annales de la const. 1882, S. 26.
 GRISON, H. *Planchers en bois et en fer.* Nancy 1891.

4. Kapitel.

Balkendecken in Stein, bezw. Mörtel und Eisen.

Hierher gehören Anordnungen, bei denen eiserne Träger die eigentlich tragenden Theile der Decken-Construction bilden und die Ausfüllung der Trägerfache ganz oder zum Theile mit Stein, bezw. mit Mörtelkörpern erfolgt; in der Regel hat diese Fachfüllung dann auch die Fußbodenlast zu tragen.

a) Auswölbung der Trägerfache.

Eine häufig vorkommende Decken-Construction ist diejenige, bei der zwischen die eisernen Träger aus Backsteinen (Vollsteinen) gewölbte Kappen eingezogen werden ⁷⁷⁾.

61.
Auswölbung
mit
Vollsteinen.

⁷⁶⁾ Siehe: *Deutsche Bauz.* 1883, S. 315.

⁷⁷⁾ Siehe: *Centralbl. d. Bauverw.* 1883, S. 159; 1888, S. 63. — *Wochschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1883, S. 67.

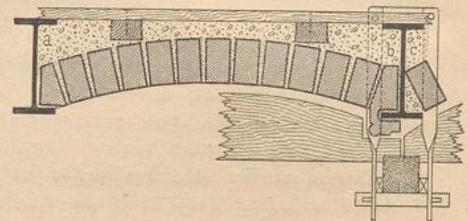
Fig. 107 zeigt drei Abarten dieser Anordnung. Es werden zwischen die in einzelnen Fällen bis zu 3,0 m, gewöhnlich etwa 1,5 m, von einander entfernten Träger $\frac{1}{2}$ Stein starke Kappen gespannt, deren Kämpfer durch zugehauene (Fig. 107 links) oder geformte Steine (Fig. 107 am rechtsseitigen Träger links) oder Mörtel (107 am rechtsseitigen Träger rechts), bzw. Beton gebildet werden. Die zweite dieser Anordnungen schützt den Träger von unten her gegen Feuer.

Als Mörtel wird meist Cementmörtel im Mischungsverhältnisse 1:3 verwendet. Die Lehrbogen für die Schalung werden auf kleinen Hängerüstungen angebracht und bestehen aus kreisförmig geschnittenen Brettern; bei *Moller'scher* Wölbung kann man die Lehrbogen auf den Hängerüstungen unter den Trägern gleiten lassen. Der Pfeil der Bogen richtet sich nach der Trägerhöhe, da der Scheitel der äußeren Laibung sich thunlichst nicht über die obere Gurtung erheben soll. Das Hervortreten der Gewölberücken ist jedoch bei geringer Trägerhöhe nicht immer zu vermeiden.

Der Raum über den Gewölben wird zweckmäßig mit trockenem Sande, besser mit einem ganz mageren Gemenge von Cement oder Kalk mit Sand (1:10) oder einem Beton aus Schlacken und Kalkmilch gefüllt. Diese Füllung trägt dann in der Regel mittels eingebetteter Lagerhölzer den hölzernen Fußbodenbelag, welcher voll aufliegen soll; oder die Füllung nimmt je nach der Benutzung der Räume Estriche aus Gyps, Cement, Beton oder Asphalt auf, oder sie wird mit Fliesenbelägen abgedeckt.

Diese Auswölbung mit vollen Steinen ist bei der Erweiterung des Regierungsgebäudes zu Hildesheim ⁷⁸⁾ in ausgedehntem Maße unter völliger Umhüllung der unteren Gurtung der eisernen Träger nach der zweiten Anordnung in Fig. 107 zur Ausführung gekommen.

Man hing zunächst mittels Hängebügel, ähnlich dem in Fig. 107 dargestellten, mit Seitentheilen aus Rundeisen und Ober- und Untertheil aus Bandeisen eine breite Bohle unter jeden Balken, auf welcher die den Trägerflansch einhüllende Reihe aus Dreiviertelsteinen in Cementmörtel versetzt wurde. Nachdem diese abgebunden war, unterstützte man wieder ähnlich, wie in Fig. 107, kleine Lehrbretter auf den überragenden Seitenkanten der Bohlen und wölbte nun die Kappen mit Vollsteinen aus.



Die Arbeit der Kappenwölbung wurde für 1,75 Mark für 1 qm, einschl. Versetzen der Trägersteine, vergeben. Eine glatte Kappe ohne Trägerumhüllung hätte 1,35 Mark gekostet. 1000 Stück verzierte Dreiviertelsteine für schwächere Balken kosteten 81,5 Mark, für die stärkeren Unterzüge 103,5 Mark. Die gefamnten auf die Einhüllung der Träger-Unterflansche entfallenden Kosten betragen durchschnittlich 3,98 Mark für 1 lauf. Meter Träger. Der durch die kräftige Hervorhebung der Träger zwischen den Kappen mittels der unbedeckten Hüllensteine erzielte Gefamnteindruck ist ein guter.

Für viele Räume ist die gewölbte Unterfläche der Balkenfache unerwünscht. Das Anbringen einer glatten, gefachten und geputzten Decke kann, auch wenn die unteren Gurtungen der Träger mit Stein eingehüllt sind, erzielt werden, indem man in die Auswölbung schmale Bohlenstücke mit einmauert, deren Unterkante bündig mit den tiefsten Steintheilen liegt und zum Anbringen der Deckenschalung benutzt wird ⁷⁹⁾.

Von besonderer Wichtigkeit ist bei diesen Decken neben der Seitensteifigkeit der Träger möglichste Leichtigkeit der Fachausfüllung, da diese zur Verminderung

⁷⁸⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 201.

⁷⁹⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 65.

des Kappenschubes beiträgt. Es sind daher künstliche poröse oder Tuffstein-Schwemmsteine für solche Auswölbungen besonders geeignet. Auch Kunststeine aus Asche und Mörtel sind für solche Zwecke vorgeschlagen worden ⁸⁰⁾.

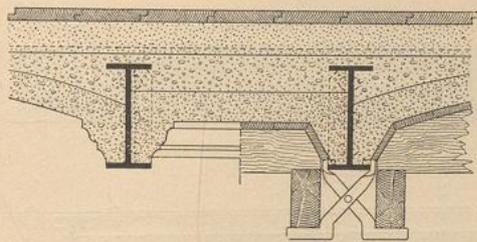
Bei einer bestimmten Bauausführung ⁸¹⁾ wurden die 2 m weiten Trägerfelder bei 21 cm Pfeil 12 cm stark in Tuffstein und gewöhnlichem Schwarzkalkmörtel ausgewölbt und die Zwickel dann mit Schlacken-Beton aus 3 Theilen Kohlen Schlacke und 1 Theil Weiskalk überstampft. Die Ausführung erfolgte kurz vor Eintritt des Frostes (Mitte December), die Ausrüstung nach Aufgang des Frostes in den ungeschützten Kappen (im April). Die Kappen wurden dann mit 1250 kg auf 1 qm über die ganze, mit 1880 kg auf 1 qm einseitig bis zur Mitte und mit 1525 kg auf 1 qm in der Nähe des Scheitels belastet, während Nagelarbeiten am Fußboden mit schweren Hämmern nahe der Laft ausgeführt wurden. Hierbei wurde kein Riß beobachtet.

Bei 1970 kg für 1 qm einseitiger Belastung zeigte sich dann ein Riß, 75 cm vom belasteten Kämpfer entfernt, in der inneren Laibung. Nach zweitägiger Ruhe wurde weiter belastet, und bei 2000 kg auf 1 qm entstand auch ein Riß 5,5 cm vom unbelasteten Kämpfer in der äußeren Laibung. Bei 2400 kg auf 1 qm einseitiger Belastung erfolgte schließlich der Bruch.

Diese zwischen die eisernen Träger eingesetzten Wölbungen üben nun einen beträchtlichen Seitenschub auf die Träger aus, welcher für die an beiden Seiten Gewölbe aufnehmenden Träger bei voller Belastung allerdings ganz, bei Belastung nur eines der anschließenden Gewölbe jedoch nach Maßgabe des in Kap. 6 Vorzuführenden nur zum Theile zur Ausgleichung gelangt. Die Träger werden somit nicht bloß lothrecht, sondern auch wagrecht belastet, und da sie in der üblichen schmalen I-Form gegen die letztere Art der Beanspruchung nur wenig Steifigkeit besitzen, so wird es in vielen Fällen nöthig, diese Schübe durch Anker aus Rund-eisen völlig aufzuheben, wobei dann für die freie Trägerlänge zwischen den Ankern eine geringe Beanspruchung in wagrechtem Sinne noch bleibt.

Für derartige Anordnungen sind daher solche Trägerquerschnitte besonders zweckmäßig, welche auch in seitlicher Richtung, d. h. für die lothrechte Mittelaxe berechnet, ein großes Widerstandsmoment besitzen. Solche Träger sind die in Fig. 103, 104 u. 105 dargestellten Patentträger von *Gocht* und von *Klette*, auch der zusammengesetzte von *Lindsay* ⁸²⁾. Wie Fig. 105 rechts zeigt, ergiebt namentlich der *Klette'sche* Träger eine gute Kämpferanlage; ähnlich sind auch die Verhältnisse beim

Fig. 108.



Träger von *Lindsay*. Auch das enge Zusammenlegen je zweier gut mit einander verbundener Träger bildet ein gutes Mittel, um für weit gespannte Kappen große Seitensteifigkeit der Träger zu erzielen (Fig. 108 u. 109).

Für die von beiden Seiten eingewölbten Träger wird die seitliche Beanspruchung selten so groß, daß aus ihr eine unbecome Stärke der Träger erwüchse; im

Endabschlusse der ganzen Balkenanlage tritt aber der Schub des letzten Gewölbes frei auf, ohne einen Gegenschub zu finden; hier muß also stets eine besondere Vorkehrung zur Aufnahme der Schübe getroffen werden. Bei starken Außenwänden des überdeckten Raumes kann man diese als Widerlager des letzten Gewölbes benutzen; einerseits ist jedoch die Wandstärke, namentlich bei hoher Lage der Decke,

⁸⁰⁾ Von *Schröder* in: *Centralbl. d. Bauverw.* 1888, S. 499.

⁸¹⁾ Siehe: *Deutsche Bauz.* 1890, S. 46.

⁸²⁾ Siehe: *Engineer*, Bd. 64 (1887), S. 289.

nur in seltenen Fällen zur Aufnahme wagrechter Kräfte genügend; anderseits hat es Bedenken, die übrigens ganz auf dem beweglichen Trägerroste ruhende Decke mit der unbeweglichen Wand in feste Verbindung

zu bringen. Es wird daher in den meisten Fällen entlang der Abschlusswand noch ein Träger zu legen sein, der nun dem vollen Seitenschube ausgesetzt wird und daher der Verankerung bedarf. Stellt man zu diesem Zwecke mittels fest angezogener Bolzenanker eine das letzte Gewölbe umfassende Verbindung des vorletzten mit dem letzten Träger her, so kann man den so entstandenen Körper als einen wagrecht liegenden Träger ansehen, dessen äußere Gurtung vom letzten, dessen innere Gurtung vom vorletzten und dessen Wand von der letzten Kappe, verbunden mit den Zugankern, gebildet wird; dieser muß nun im Stande sein, den vollen Schub der vorletzten Kappe auf die freie Länge des überdeckten Raumes zu tragen.

Die beiden letzten Träger werden sonach bei voller Belastung der beiden letzten Kappen am ungünstigsten, und zwar in dreierlei Weise beansprucht:

1) Als Träger auf zwei Stützen von der Breite des überdeckten Raumes in lothrechttem Sinne durch die volle Last der Kappen; diese Beanspruchung fällt für den letzten Träger weg, wenn man ihn in die Mauer oder auf einen Mauerabfatz lagern kann, wie in Fig. 110.

2) Der letzte Träger an der Wand als kontinuierlicher Träger, dessen Oeffnungsweite gleich der Ankertheilung ist, in wagrechtem Sinne durch den von den Ankerzügen als Stützendrücken aufzuhebenden Schub der belasteten letzten Kappe; diese Beanspruchung fällt für den vorletzten

Träger aus, weil sich an ihm die Schübe von beiden Seiten her ausgleichen.

3) Als Gurtungen eines Trägers, dessen Höhe gleich der Trägertheilung ist, in wagrechtem Sinne durch den vollen Schub der belasteten vorletzten Kappe.

Auf dieser Grundlage wird in Kap. 6 die Bemessung derartiger Decken vorgenommen werden.

Will man die Kappenschübe unmittelbar in jeder Kappe aufheben, so ist die in Fig. 111 u. 112 dargestellte Anordnung von Flach-eisen zu empfehlen, da die Lochung aller Träger für Rundeisenanker höchst unbequem ist.

Verankerte Auswöl-
bungen von ganz be-
sonders bedeutenden Ab-
messungen, wie sie der
nordamerikanische Archi-
tekt *Guastavino*, z. B. in

der öffentlichen Bibliothek zu Boston⁸³⁾, dem Gebäude des Arion-Club und vielen Wohngebäuden in New-York, so wie auch in Speichern und Seidenwebereien zu Barcelona ausgeführt hat, sind in Fig. 113 u. 114 dargestellt.

Fig. 109.

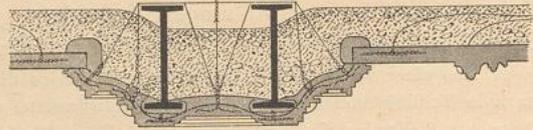


Fig. 110.

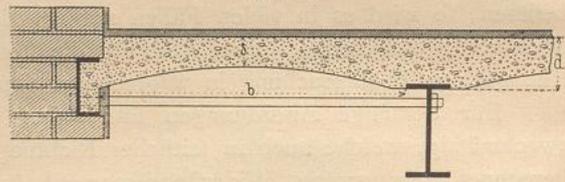


Fig. 111.

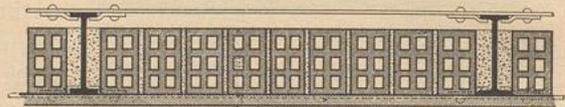
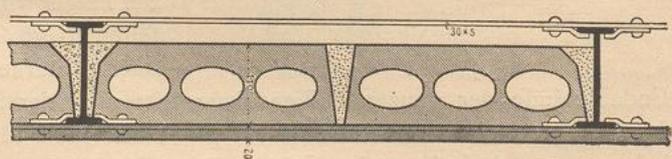
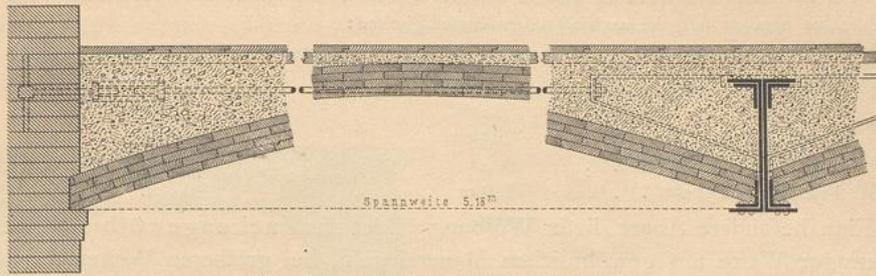


Fig. 112.



⁸³⁾ Siehe: *Engng. news*, Bd. 24 (1889), S. 434.

Fig. 113.



Vom Haus des Arion-Club zu New-York.

 $\frac{1}{80}$ n. Gr.

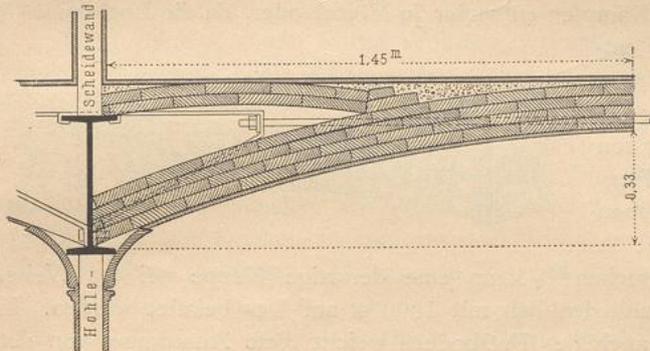
Die Wölbung wird in gebrannten Thonplatten von $30 \times 15 \times 2,5$ cm, die unterste Schicht in einem schnell bindenden Patent-Mörtel, die übrigen in gewöhnlichem Cementmörtel veretzt, ausgeführt. Man kann sich hiermit der im einzelnen Falle erforderlichen Stärke sehr genau anschließen, während die vollen Backsteine in dieser Beziehung sehr unhandlich sind. Die Unterfläche der untersten Schicht wird auch glazirt ausgeführt.

Die Bogenzwickel sind in Fig. 113 mit leichtem, magerem Beton überstampft, der den Träger ganz einhüllt; in den Beton sind leichte Fußbodenlager eingestampft, auf denen ein Bretterfußboden befestigt

ist. Um das so entstehende bedeutende Gewicht zu vermeiden, sind in Fig. 114 Hohlräume in den Bogenzwickeln durch Aufsetzen kleiner Kappen auf die großen gelassen. Die Verankerung ist aus Rundeisen und Flacheisenbogen so angeordnet, daß sie leicht in Spannung veretzt werden kann, ganz im Mauerwerk bleibt, also dem Feuer nicht ausgesetzt ist, und die Träger möglichst in ganzer Höhe faßt.

Feuersicher ist aber diese Decke nicht vollkommen, da das Feuer die Träger von unten erreichen kann; denn auch in Fig. 114

Fig. 114.



Decken in Miethäusern zu New-York.

 $\frac{1}{20}$ n. Gr.

ist eine nothdürftige Deckung der Träger nur da erreicht, wo Zwischenwände unter ihnen stehen.

Die Spannweite der einzelnen Kappen wird bei $\frac{1}{10}$ Pfeilverhältniß bis zu 12,2 m ausgeführt, wobei die Anzahl der Platten-schichten von 2 bis 6 steigt; 3 Schichten reichen unter gewöhnlichen Verhältnissen bei 3,7 m. Der Preis dieser Decke für 1 qm wird je nach der Dicke der Wölbung von der geringsten bis zur größten zu 13,5 bis 31,6 Mark für 1 qm angegeben.

Nach angestellten Versuchen ist die Tragfähigkeit dieser Deckenart bei 10-facher Sicherheit gegen Bruch ermittelt, wie in nachstehender Tabelle angegeben ist:

Stichbogentonne			Böhmische Kappe		
Weite	Anzahl der Platten-schichten	Tragfähigkeit	Weite	Anzahl der Platten-schichten	Tragfähigkeit
1,5	2	4820	1,5 bis 3,7	2	4000
1,5 bis 3,7	3	3000	3,7 bis 4,9	3	4520
3,7 bis 4,9	4	3000	4,9 bis 6,1	4	4800
4,9 bis 6,1	5	3000	6,1 bis 7,3	5	5000
6,1 bis 7,3	6	3000			
Meter		Kilogr. für 1 qm	Meter		Kilogr. für 1 qm

Beim Zerreißen zweier Probestücken aus mehreren mit Cement verbundenen Platten auf einer *Fairbanks*-Maschine ergaben sich die nachfolgenden Zugfestigkeiten:

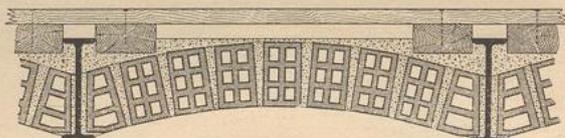
Des Probestückes	1. Probe (2 Jahre alt)	2. Probe (2 Jahre 2 $\frac{1}{2}$ Monate alt)
Länge und Breite	31,8 cm	31,8 cm
Dicke	8,3 cm	7,6 cm
Querschnitt	264 qcm	242 qcm
Bruchlast	60,4 t	23,3 t
Festigkeit für 1 qcm	230 kg	96,5 kg.

Eine besondere Abart dieser Wölbung bildet das Zackengewölbe⁸⁴⁾, welches bei geringer Weite aus gewöhnlichen Mauerziegeln, bei größeren Weiten aus Wölbziegeln hergestellt werden soll, und zwar erfolgt die Wölbung in *Moller'scher* Art auf einer Holzlehre, welche der durch Vorspringen der Steinkanten zackig gebildeten Unterfläche entsprechend ausgefchnitten ist. Der Bogen erhält, nahezu wie ein fcheitrichter geformt, sehr geringen Pfeil. Die zur Aufnahme des Putzes rauh geformte Unterfläche und der geringe Pfeil werden als besondere Vortheile gerühmt, jedoch erzeugt letzterer einen stark vergrößerten Schub; erstere ruft ungleichmäßige und ungewöhnliche Stärke des Putzes hervor. Die Anordnung ist einer sehr flachen Auswölbung in keinem wesentlichen Punkte überlegen.

62.
Auswölbung
mit hohlen
Kunststeinen.

Die Auswölbung mit Hohlziegeln und Lochsteinen (Fig. 111 u. 115) wird wie die vorige ausgeführt, wobei der Kämpfer entweder in Mörtel oder, da die Lochsteine⁸⁵⁾ kein Zuhauen gestatten, in entsprechenden Formsteinen anzulegen ist. Die Bemessung der Kappen kann wie jene bei Verwendung von Vollsteinen erfolgen, da die Tragfähigkeit von der der vollen Kappen nicht erheblich verschieden ist⁸⁶⁾.

Fig. 115.



Nach französischen Versuchen⁸⁷⁾ kann eine derartige Kappe bei 4 m Weite, 0,11 m Stärke und $\frac{1}{10}$ Pfeil unbedenklich mit 1000 kg auf 1 qm belastet werden. In der allgemeinen Anordnung auch des Fußbodens weicht diese Anordnung von der vorigen nicht ab. Fig. 115 zeigt insbesondere einen hölzernen Fußboden, welcher wegen der geringen Trägerhöhe nicht unmittelbar auf der Ueberfüllung des Bogens ruht. Wegen des geringen Gewichtes der Hohlziegel (etwa 1200 kg für 1 cbm) können die Träger dieser Decken nicht unerheblich leichter sein, als die der Wölbungen aus Vollsteinen.

Auch die Aussetzung der Fache mit Hohlsteinen nach Fig. 111 u. 112, welche nur sehr geringe Höhe beansprucht, hat sich nach französischen Versuchen⁸⁸⁾ als ebenso tragfähig bewiesen, wenn nach *Bleuse* die in Fig. 111 angegebenen Flacheisenverbindungen der Trägerflanche oben und unten in etwa 1,0 m Theilung angebracht und die Fugen in Cementmörtel hergestellt werden.

Eine gleichfalls leichte Decke liefert die $\frac{1}{4}$ Stein starke Auswölbung nach Fig. 116⁸⁹⁾. Die ganz ungelochten Träger nehmen mittels eingefetzter Holzklötze

⁸⁴⁾ Siehe: Bautechniker 1884, S. 173 (Patent *Schober*).

⁸⁵⁾ Ueber die Festigkeit der Lochsteine siehe Theil I, Band 1, erste Hälfte (S. 85) dieses »Handbuchs«.

⁸⁶⁾ Eine einschlägige Construction vom *Lycée Janson de Sailly* zu Paris, bei welcher die 26 cm hohen I-Träger paarweise gelegt sind, die lichte Weite der Kappen 1,90 m, die Pfeilhöhe 16 cm, die Wölbdicke im Scheitel 8 cm und jene am Kämpfer 11 cm beträgt, ist beschrieben in: *Le génie civil* 1885, S. 19.

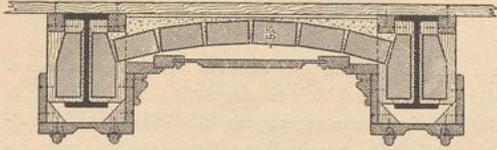
⁸⁷⁾ Siehe: *Annales industr.*, Bd. 7 (1883), S. 135.

⁸⁸⁾ Siehe ebendaf., Bd. 7 (1883), S. 5 u. ff.

⁸⁹⁾ Vergl. auch: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 409.

kleine, mit ihrer Oberkante mit den Trägern bündig liegende Leisten auf, welche den Fußboden tragen. Dieser ruht nicht unmittelbar auf der wenig tragfähigen Füllung, sondern überträgt die Verkehrslast unmittelbar auf die Träger. Die Füllung ist aus flach liegenden, porösen Steinen gebildet, welche gewölbeartig auf in die Trägerflanken gefetzten Kämpferstücken ruhen. Die Fugen sind mit Kalkmörtel gefüllt.

Fig. 116.



Um die Dichtigkeit zu erhöhen, ist diese Wölbung oben mit einer dünnen Sandschicht abgeglichen. Die Wölbung verspannt zugleich die Holzklötze so, daß sie nicht aus den Trägern fallen können. Unter der Füllung ist an den Klötzen die Trägerverschalung verschraubt, welche auf ihrer Oberkante die in Rahmen und Füllung gearbeitete Deckentäfelung trägt.

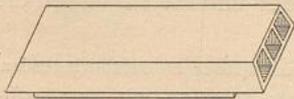
Da das Gewicht der porösen Steine bis auf 1000 kg für 1 cbm sinkt, so hat diese im Aeußeren reiche, trotzdem nur wenig Höhe einnehmende Decke ein sehr geringes Gewicht. Sie gestattet jedoch keine sehr weite Trägertheilung, da der ununterstützte Fußboden bei großer Weite der Fache und gewöhnlicher Stärke zu große Durchbiegungen annehmen würde. Die gewöhnliche Trägertheilung ist auch hier 75 cm.

Wird diese $\frac{1}{4}$ Stein starke Wölbung aus gut gebrannten porösen oder Lochsteinen in Cement- oder verlängertem Cementmörtel ausgeführt, so kann man sie den in Wohnräumen gewöhnlich vorkommenden Lasten unbedenklich aussetzen, also den Fußboden auf die Kappen wirklich auflagern.

Nahe verwandt mit den Hohlziegeldecken sind die in Frankreich und Amerika verbreiteten Zwischendecken aus hohlen Gyps- oder Terracotta-Kaften, welche in sehr verschiedenartigen Formen vorkommen und bei denen die Träger zweckmäßig mittels der von *Bleuze* zuerst angegebenen, in Fig. 111 u. 112 dargestellten Flacheisen mit einander verspannt werden.

Hohle Gypsblöcke (Fig. 112) trugen bei Versuchen *Oudry's*⁸⁸⁾ bei 16 cm Höhe, 100 cm Trägerentfernung, Füllung der Fugen mit Gyps und 30 Procent Hohlraum, durch 6 Wochen 3000 kg auf 1 qm, ohne Spuren des Nachgebens zu zeigen. Ein Gewicht von 200 kg, welches 3 m hoch mitten auf eine 70 cm weite und 16 cm starke Füllung fiel, so wie ein solches von 370 kg, welches auf dieselbe Füllung, aber mit untergelegten Querfläben nach Fig. 111 u. 112 in 50 cm Theilung von 1 m Höhe schlug, brachten keine Formänderung hervor. *Ginain* erzielte auf 12 cm hohen Füllungen mit 3140 kg Last auf 1 qm eben so wenig Zerstörungen; dabei zeigten die nur schwach verfeiften Träger keinerlei seitliche Ausweichung.

Fig. 117.



Hohlziegel gewöhnlichen Formates (Fig. 111) mit etwa 40 Procent Hohlraum zeigten ähnlich günstige Verhältnisse, und Terracotten nach *Perrière* (Fig. 117⁹⁰⁾, welche in der Fabrik *Derain & Dinz* bei Châlons-sur-Saône in Längen von 55 bis 70 cm, bei 20 cm Fußbreite, angefertigt werden, haben bei Versuchen im *Conservatoire des arts et métiers* zu Paris eine Tragfähigkeit von über 2000 kg für 1 qm gezeigt.

Eine deutsche Ausführung einer tragenden Gyps-Zwischendecke aus dem Gerichtshaus zu Frankfurt a. M.⁹¹⁾ zeigt Fig. 118.

Zunächst wurde die Deckenbekleidung mit 3 Hanfgewebe-Einlagen gegoffen und fertig unter die Träger gebracht, indem man Bindedrähte an die mit eingegoffenen verzinkten Drahtenden anknüpfte. In die Bekleidungstafeln der Felder waren bügelartig nach oben vorragende Drähte zu inniger Verbindung mit den übrigen Schichten der Decke eingegoffen.

⁹⁰⁾ Siehe: Schweiz. Bauz., Bd. 5 (1885), S. 16. — *Le génie civil* 1885, S. 19.

⁹¹⁾ Nach: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 275.

Nach genauer Einpaffung dieser Bekleidung wurde eine weitere Gyps-lage mit Hanfgewebe-Einlagen eingebracht, um die Bekleidungsstücke mit den Trägern sicherer, als durch die Bindedrähte zu vereinigen. Weiter wurden Gypsleisten eingefröhen, um die Fugen zwischen der Trägerbekleidung und den Bekleidungstafeln der Fache sicher zu decken und diese Tafeln am Verschieben zu hindern. Diese Körper genöhten, um als Rüstung für die weiteren Arbeiten zu dienen.

Nun wurde eine dicke Lage aus Gyps mit Kalkbrei und Kieselsteinen eingefüllt, und schließlich der Feuerficherheit wegen eine nach den Trägern bogenartig heruntergezogene Kies-Betonföchicht aufgestampft. Das Einbringen der Schichten erfolgte so, daß alle unmittelbare Verbindungen mit den Nachbarn eingehen konnten.

Die Tragfähigkeit dieser Decke ist nicht geringer, als die einer guten Betonkappe, und Erschütterungen sind nicht im Stande, die reiche Gypsdecke zu verletzen. Schwere fallende Gewichte schlügen nur kleine Löcher, ohne die Umgebung zu verletzen. Die Kosten der Decke betragen für die Gyps- theile je nach dem Reichthum der Ausschmückung 12 bis 15 Mark, für den Beton 5,25 Mark für 1 qm.

Nach dem bereits in Art. 35 (S. 44) erwähnten Patent *Laporte* ist in Frankreich auch die Auswölbung eiserner Träger mit Terracotten⁹²⁾ gebräuchlich, welche für wagrechte und gewölbte Unterfäche in Fig. 119 u. 120 dargestellt ist. Die Form-

stücke werden für Träger- theilungen von 65, 70 und 75 cm, so wie für Trägerhöhen von 12 bis 22 cm von der *Société anonyme de la Grande Tuilerie de Bourgogne* zu Montchanin-

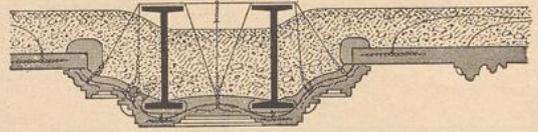
les-Mines in der Weise hergestellt, daß die Seitenstücke für alle Fachweiten gleich breit, nämlich 21,5 cm in der Mitte, die Schlußstücke für die verschiedenen Weiten 17,5, 22,5 und 27,5 cm breit, alle Stücke 32 cm lang geformt werden; die Wandstärke beträgt 2,0 bis 2,5 cm. Die Stoffsugen werden in beiden Randreihen bündig, in der mittleren um 16 cm, d. h. die halbe Stücklänge, versetzt angeordnet. Die 1 cm weiten Fugen werden in Gyps oder Cement gefetzt; auf der Unterseite der Stücke sind

Längsrillen eingeformt, welche das mechanische Anhaften des unmittelbar unter die Terracotten zu bringenden Deckenputzes bezwecken.

Ueber die Tragfähigkeit dieser offenbar dichten und für den Schall schwer zu durchdringenden, dabei trockenen Deckenfüllung sind Versuche vom *Conservatoire des arts et métiers*, von der *Société centrale des architectes* und der *Société nationale des architectes*, sämmtlich in Paris, angestellt, welche die nachfolgenden Ergebnisse lieferten⁹³⁾.

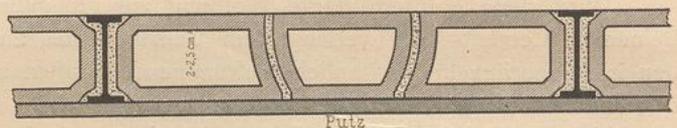
Auf die unten flache Decke nach Fig. 119 wurde 84 Stunden nach der Herstellung auf die halbe Breite eines Trägerfaches Eisenballast aufgepackt. Es erfolgte der Bruch bei 65 cm Trägertheilung unter 7380 kg Auflast auf 1 qm, bei 70 cm Theilung unter 7300 kg Auflast und bei 75 cm Theilung unter 6710 kg. Noch größer erwies sich die Tragfähigkeit der unten gewölbten Decke nach Fig. 120; die Terracotten für 12 bis 14 cm hohe Träger brachen unter 11350 kg gleichförmiger Last auf 1 qm, die für 14 bis 16 cm

Fig. 118.



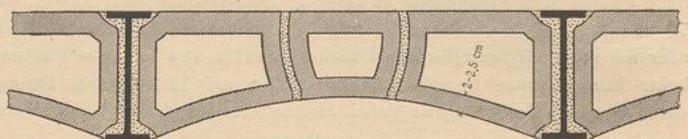
Vom Gerichtshaus zu Frankfurt a. M.

Fig. 119.



Putz

Fig. 120.



⁹²⁾ Siehe: *Annales industr.*, Bd. 7 (1883), S. 5 u. ff. — Deutsche Bauz. 1886, S. 202.

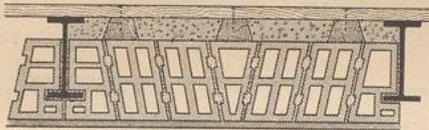
⁹³⁾ Nach: *Annales industr.*, Bd. 7 (1883), S. 110, 139.

Trägerhöhe bei 15510 kg und die für 18 bis 22 cm Höhe bei 14000 kg. Es erscheint somit zulässig, die Belastung einer derartigen Decke bis zu 1500 kg auf 1 qm zu steigern, während man für die unten ebenen Stücke etwa bis 800 kg für 1 qm gehen kann.

Diese Decken-Construction hat vor den meisten anderen in die Augen springende Vorzüge. Sie ist dem Baustoffe nach an sich trocken, beständig gegen Feuersgefahr und wegen der 50 bis 60 Procent des Inhaltes betragenden Hohlräume sehr leicht, dabei schwer durchdringlich für Schall, Wärme und Feuchtigkeit. Die entstehenden weiten Canäle kann man sogar zu Lüftungszwecken benutzen. Naturgemäß kann sie aber in ausgedehntem Maße nur Anwendung finden, wenn die Herstellung der Terracotten so gesteigert ist, daß diese gängige Handelswaare werden, da das Anfertigen in kleiner Zahl zu theuer werden würde. Auch dann wird der Preis vergleichsweise hoch bleiben.

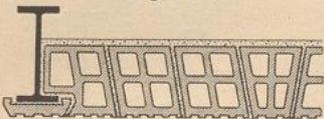
Die Fachfüllung kann eben sowohl Estriche, wie auch hölzerne Fußböden auf Lagerbohlen aufnehmen; das Anbringen der letzteren bedingt dann das Einsetzen einzelner Holzdübel in die Stosfugen der Terracotten mittels Cement.

Fig. 121.



Einige Beispiele von derartigen amerikanischen Ausführungen zeigen Fig. 121, 122, 123 u. 124⁹⁴⁾. Diese Constructionen haben sämmtlich die Gestalt von scheinrechten Bogen aus hohlen Terracotta-Kasten und besitzen große Tragfähigkeit. Ein besonderer Werth wird hier, im Gegenfatze zu den französischen Anordnungen, darauf gelegt, die Träger auch mit dem Unterflansch

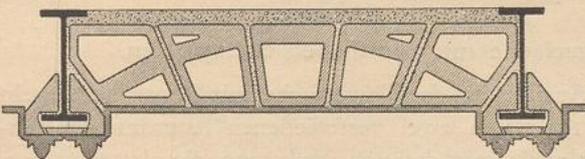
Fig. 122.



dem Feuer zu entziehen. Eine derartige Anordnung mit gebrannten Thonfliesen wurde schon in Art. 57 (S. 60) und eine solche für Vollsteine in Art. 61 (S. 63) vorgeführt; in Fig. 121 u. 124 umgreifen die Hohlsteine den unteren Trägerflansch — wie in Fig. 125 (rechter Träger links) die Vollsteine — vollständig, so daß durch die unter dem Träger liegenden Lufträume ein besonders wirksamer Schutz

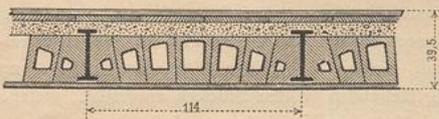
entsteht. Die Fugen sind in Fig. 121 durch rechteckige Nuthen in den Lagerflächen der Hohlsteine, in welche der Mörtel federartig eingreift, besonders gesichert.

Fig. 123.



In Fig. 122 ist der Schutz der Träger bei fehlendem Luftraume weniger wirksam durch unmittelbar unter den Flansch gelegte Thonplatten erzielt, welche, zuerst verlegt, schwalbenschwanzartig von den Rändern der Hohlsteine umfaßt werden. Die Hohlsteine sind unten für die Aufnahme des Putzes schwalbenschwanzförmig genuthet.

Fig. 124.



In Fig. 123 ist gleichfalls eine keilförmige Thonplatte unter die Träger gesetzt, aber so tief, daß ein Luftraum darüber bleibt und ein sehr wirksamer Schutz des Trägers durch Putzplatte und Hohlraum erzielt wird. Die

⁹⁴⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 32; 1887, S. 435, 451. — *American engineer*, Bd. 13 (1887), S. 230. — *Engng. news*, Bd. 25 (1890), S. 368.

Form der Terracotta-Kaften ist hier so gewählt, daß aus dem besonders kräftigen Schrägstege der Seitenstücke und der Oberseite des Schlusstückes beim Zusammenfügen ein sehr wirksamer Bogen entsteht.

Der Schutz der Eisenträger durch feuersichere Umhüllung ist, wie sich bei einer Reihe von Bränden gezeigt hat, äußerst wichtig.

Fig. 125.

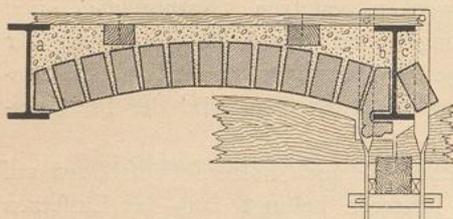
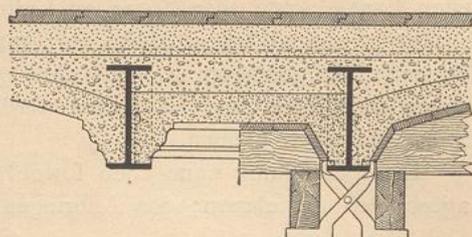


Fig. 126.



Was die Ausführung dieser Decken anlangt, so wird zwischen die 0,75 bis 2,00 m weit gelegten Träger eine der Gestalt der Fachfüllung entsprechende Hängerüstung nach Fig. 125, 126, 127 oder 128 eingebracht, welche nach dem Erhärten der Einwölbung leicht wieder zu beseitigen ist und wo möglich der Unterstützung von unten nicht bedarf.

Fig. 127.

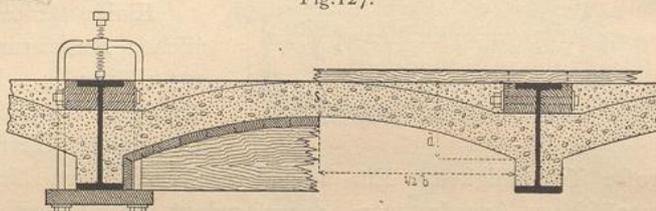
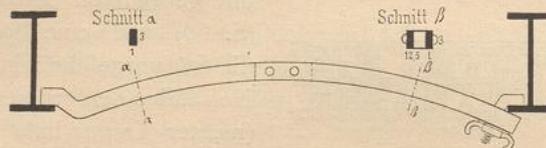


Fig. 128.



Die Preise dieser vorzüglichen Decken-Constructionen sind leider hoch; für Philadelphia wird der Preis der in Fig. 124 dargestellten Decke von 39,5 cm Dicke mit 25,4 cm hohen I-Balken in 114 cm Theilung, einschl. Fußboden und Deckenputz, zu 36,8 Mark für 1 qm angegeben.

b) Ausfüllung der Trägerfache mit künstlichen Steinplatten.

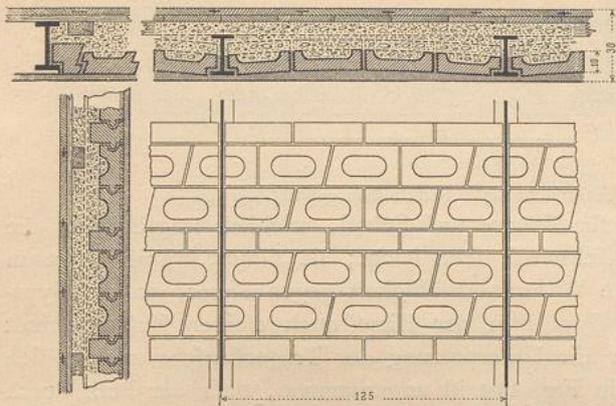
63.
Schneider's
Decken-
Construction.

Hierher gehört zunächst die Ausfüllung der Trägerfache mit Doppelkeilziegeln nach *Schneider* in Wien, in Fig. 129⁹⁵⁾ in zwei verschiedenen Anordnungen dargestellt. Möglichste Leichtigkeit ist angestrebt dadurch, daß man die plattenartigen, nur etwa 10 cm dicken Ziegel von oben her topfartig aushöhlt. Die Stücke greifen mit schräg geschnittenem Falze oder mit Halbkreisnuth und Feder allseitig in einander, wobei für das Aufsetzen auf die Trägerflansche entweder besondere Formstücke verwendet oder gewöhnliche Stücke ausgeklinkt werden.

Der Pfeil wird so flach — mit $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{150}$ Pfeilverhältniſs — gewählt, daß die Anordnung einem scheinrechten Bogen nahe kommt und somit unmittelbares Putzen der Decke auf der rauhen Steinunterfläche gestattet. Um aber die Tragfähigkeit zu erhöhen, werden in gewissen Abständen, in Fig. 129 hinter je zwei Topfreiern, stärkere Rippen aus hochkantig stehenden vollen Stücken eingesetzt, welche mit den flachen Theilen auch durch Falzung oder Nuth und Feder in Verbindung stehen.

⁹⁵⁾ Siehe: *Engg. news*, Bd. 25 (1890), S. 129. — *Deutsche Bauz.* 1889, S. 542.

Fig. 129.



Das Gewicht der Ziegel beträgt für 1 qm etwa 200 kg; die Kosten sind 6,25 Mark.

Die in Wien vorgeschriebene Belastungsprobe der Wohnräume mit 400 kg für 1 qm hält die Decke ohne erkennbare Formänderung aus. Abgesehen von der wagrechten Verbindung der Schichten unter einander ist diese Fachfüllung einem schwachen scheinrechten Bogen aus Vollsteinen wohl nicht überlegen.

Auch einige der *Stolz*-schen Vorschläge für feuerfichere Decken⁹⁶⁾ mit eisernen Balken sind hier anzuführen,

64.
Vorschläge
von
Stolz.

nämlich die in Fig. 130 u. 131 dargestellten. In Fig. 130 sind die Balken oben gegen den Unterzugträger gefetzt, so dass dieser nach unten vortritt und mittels eines rechteckigen Kastens von *Rabitz*- oder *Monier*-Masse mit Aschenfüllung eingehüllt werden musste. Dieser Vorsprung entspricht

wegen der Bildung von hohlen Ecken den in Art. 56 (S. 58) entwickelten Grundfätzen nicht ganz; doch wird die Feuerficherheit nicht wesentlich beeinträchtigt, weil selbst

Fig. 130.

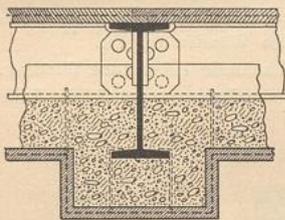
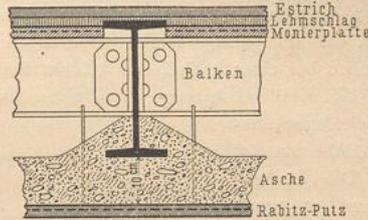


Fig. 131.



fehr hohe Hitzgrade die Träger nicht in gefährlichem Mafse erwärmen können. Die Decke wird bei dieser Anordnung übrigens vergleichsweise dünn. Will man trotz des Vorragens des Unterzuges eine ebene Unterfläche haben, so muss man den die Asche tragenden Putz entsprechend tief hängen (Fig. 131), also die ganze Decke dicker machen.

Um die Träger auch von oben zu decken, ist zunächst eine Lage von *Monier*-Tafeln aufgelegt, welche in Fig. 130, 5 cm dick Träger und Unterzug deckend, zugleich den Fußboden bildet und so nur mäßigen Schutz gewährt.

Um ebene Lagerung zu ermöglichen, musste den Balken im Anschlusse der obere Flansch genommen werden. In Fig. 131 liegt die Balkenoberkante so weit unter der Oberkante des Unterzuges, dass diese etwa bündig mit den *Monier*-Platten bleibt; über das Ganze ist dann ein dünner Lehm-schlag gebreitet, der einen Estrich aufnimmt. Diese Anordnung giebt einen wirkfameren Feuerfchutz nach oben, als die in Fig. 130.

Eine fehr gute Fachausfüllung wird nach Patent *Wayfs*⁹⁷⁾ mit *Mack's* Gypsdielen (vergl. Art. 37, S. 46 u. Art. 47, S. 54), wie in Fig. 132 gezeigt ist, hergestellt.

65.
Decke
mit
Gypsdielen.

Auf die Unterflansche wird eine Lage von Gypsdielen quer gelegt, nachdem sie an den Kanten so ausgenuthet sind, dass die Unterfläche mit der der Träger bündig wird; hierauf werden entlang den Trägern je zwei Reihen Gypsdielen längs gelegt und darauf wieder eine Lage in der Querrichtung. Die

⁹⁶⁾ Siehe Art. 56 (S. 58) und: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 3.

⁹⁷⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 65.

Dicke wird so bemessen, daß die oberste Lage wieder bündig mit den Trägern liegt. Man kann nun oben den etwa nothwendigen Fußboden unmittelbar auf die Gipsdielen schrauben, nachdem alle Fugen sorgfältig mit Gyps gedichtet sind, und die rauhe Unterfläche kann unmittelbar geputzt werden.

Diese Decke ist sehr dicht für Wärme und Schall, reichlich tragfähig für die gewöhnlichen Lasten und vergleichsweise sehr leicht; sie nimmt wenig Höhe in Anspruch und besitzt auch einige Widerstandsfähigkeit gegen Feuer, da die Gipsdielen selbst nach Zerfallen des Gypses in der Hitze noch einigen Zusammenhalt bewahren. Sorgfalt bedingt hier die Unterputzung der Trägerflansche, welche sich leicht durch Risse auszeichnet; in Fig. 132 ist angenommen, daß der Putz durch unter die Träger gespannte Rohrgewebe gehalten wird.

Die Gefahren mangelhafter Füllstoffe entfallen; Gerüste zum Einbringen sind nicht erforderlich; Feuchtigkeit ist ausgeschlossen; die Dichtigkeit gegen größere Wassermengen ist namentlich dann vollkommen, wenn die oberste Lage mit Cement eingedichtet wird; eingeschlossene Holztheile sind nicht vorhanden. Auch die unmittelbare Auftragung eines Estrichs ist möglich.

Der Preis der in Fig. 132 dargestellten, für 6 m Weite berechneten Decke ist 17,8 Mark für 1 qm, wobei aber in das Gewicht fällt, daß die geringe Dicke Ersparungen in den Wänden ergibt.

Die Belastungsproben ergaben bei einer Auflast von 4250 kg für 1 qm keinerlei erkennbare Wirkung. Ein Gewicht von 55 kg, aus 2 m Höhe fallend, erzeugte oben einen 5 mm tiefen Eindruck und kleine Risse an der Unterseite der oberen Dielenlage; ähnliche Erfolge erzielte ein aus der Höhe von 3 m fallendes Gewicht von 25 kg. Die Deckenfläche ist hier also ganz besonders gut gegen Verletzungen von oben her geschützt.

Schließlich ist hier die Decke aus Eisenträgern mit *Katz's* Spreutafeln (vergl. Art. 37, S. 46 und Art. 48, S. 54⁹⁸) zu erwähnen, welche, nach dem Vorgange in Fig. 72 (S. 47) ausgebildet, in Fig. 133 dargestellt ist.

Um hier die Drähte, welche das Auflager der Spreutafeln bilden, anbringen zu können, sind zunächst Holzbohlen *b* zwischen die Träger eingesetzt, welche die Riegel für die gerade oder im Zickzack in 10 cm Theilung gespannten verzinkten Drähte *d*₁ und *d*₂ aufnehmen. Unter die Bohlen, wie unter die Träger sind dann durch Streifen Dachpappe von den Holz- und Eisenflächen gefonderte, schmale Rohrgewebe *rg* gespannt, die Spreutafeln *s* dann verlegt und mit Gyps gedichtet, auf der rauhen Unterseite unmittelbar unterputzt und mit Füllung bedeckt. Die Bohlenstücke *b* dienen erforderlichenfalls oben zugleich zur Befestigung der Fußbodenbretter, welche also

Fig. 132.

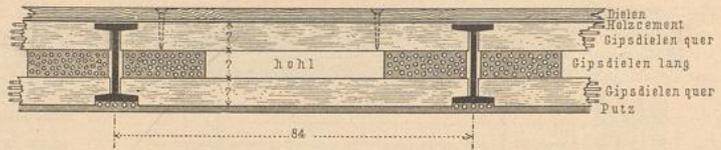
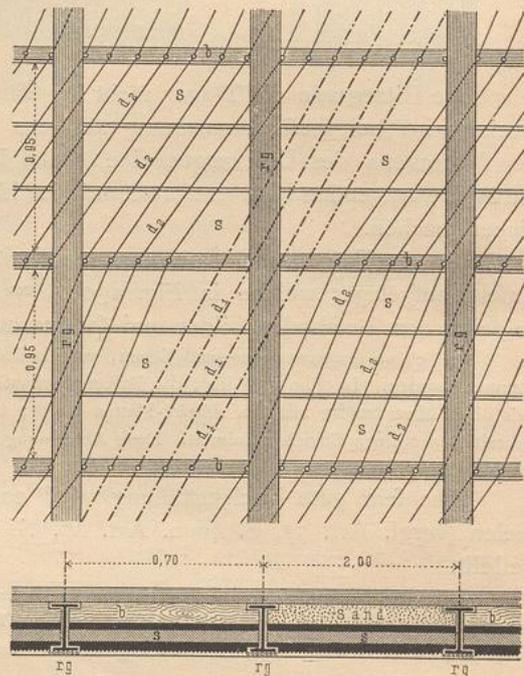


Fig. 133.



⁹⁸ Siehe auch Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 172, S. 196) dieses Handbuchs.

66.
Decke
mit
Spreutafeln.

den Eisenbalken entlang laufen. In Fig. 133 ist auf einem solchen Blindboden dann ein Stab- oder Parquetboden angedeutet.

Da hierfür volles Auflager des Fußbodens auf die Füllung mit ihren Gefahren nothwendig ist, eingeschlossene Holztheile nicht umgangen werden können, das Gewicht auch nicht unbeträchtlich größer ist, so ist diese Deckenanordnung, obwohl sie sonst ähnliche Vorzüge besitzt, doch nicht als so vollkommen zu bezeichnen, wie die vorige. Was die Sicherheit der Deckenfläche anlangt, so waren einige Arbeiter nicht im Stande, dem Deckenputze durch Hüpfen auf den unabgedeckten Spreu- tafeln sichtbare Verletzungen beizubringen. Uebrigens lieferten Belastungsversuche ähnliche Ergebnisse, wie die in Art. 37 (S. 47) angegebenen.

c) Ausfüllung der Trägerfuge mit Beton.

Von ganz besonderer Wichtigkeit sind die in den letzten Jahren immer mehr verwendeten Decken aus Eisenbalken mit Betonausfüllung, unter welchen gewölbte und gerade Betondecken zu unterscheiden sind.

Bezüglich der zu verwendenden Betonmischungen vergleiche man Theil I, Band 1, erste Hälfte, wo auch die Bruchfestigkeiten verschiedener Mischungen angegeben sind. Als besonderer Baustoff ist jedoch noch der Schlacken-Beton, aus Kohlschlacken und Cement- oder Kalkmörtel bestehend, anzuführen.

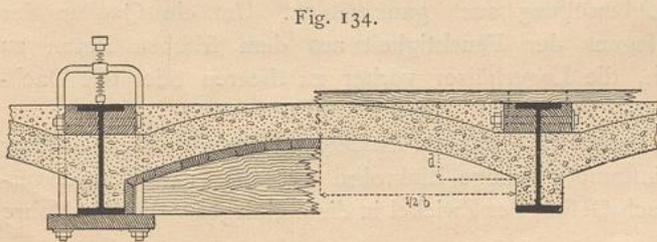
Die Firma *Odorico* in Frankfurt a. M. verwendet Schlacken-Beton aus 1 Theil Cement, 3 Theilen Sand und 7 Theilen Schlacken⁹⁹⁾ von Tauben- bis Hühnereigröße. Bei versuchsweiser Verwendung am Bau des Krankenhauses zu Karlsruhe wurde 1 Theil Cement mit 6 Theilen Schlacken und etwas Sand¹⁰⁰⁾ gemischt. Zu Ueberfüllungen von Tragbogen oder Platten aus Beton wird häufig, der Leichtigkeit halber, eine Mischung von 1 Theil Weiskalk mit 8 bis 10 Theilen Schlacke verwendet, welche einen ziemlich hohen Grad von Zusammenhalt erreicht.

Die Zugfestigkeit des Schlacken-Betons beträgt etwa das 0,7-fache¹⁰⁰⁾ derjenigen von Kies-Beton, während das Gewicht nur knapp 0,5-fach so groß ist.

1) Gewölbte Betondecken. (Betonkappen.)

Den Pfeil der gewölbten Betondecken kann man sehr flach halten, da nach Ausweis in Kap. 6 selbst bei starken Lasten und geringem Pfeile die Stärke des Bogens noch so gering wird, daß die Verwendung von Steinschlag-Beton wegen der unvermeidlichen Löcher hier häufig ausgeschlossen erscheint und man meist Kies- oder Schlacken-Beton verwenden muß. Der flache Pfeil und die geringe Stärke kommen der Erleichterung der an sich schweren Decke zu gute; um diese

Vortheile thunlichst auszunutzen, legt man den äußeren Bogenscheitel in der Regel gleich hoch mit Trägeroberkante und füllt dann den unter dem Kämpfer verbleibenden Raum bis zum unteren Flansch



⁹⁹⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1890, S. 46.

¹⁰⁰⁾ Siehe ebendaf., S. 7.

67.
Steinschlag-,
Kies-
u. Schlacken-
Beton.

68.
Beton-
mischung.

gleichfalls mit Beton aus (Fig. 134 u. 135) oder umhüllt den Balken unten noch vollständig mit Beton (Fig. 136).

Gewöhnlich enthält der gegrabene oder gebaggerte Kies an sich erhebliche Sandbeimengungen; solche Kiesarten werden meist im Verhältnisse von 5 Theilen Kies auf 1 Theil Portland-Cement gemischt. Bei sorgfältigerer Bereitung aus reinem Kies und Cementmörtel kann man jedoch gleich gute Erfolge mit mageren Mischungen erzielen.

So sind die Gewölbe von schweizerischen Betonbrücken¹⁰¹⁾ nach dem Verhältnisse 1 Cement, 2 Sand und 4 Kies gemischt, die Flügel nach 1 : 2 : 6, die Widerlager fogar nach 1 : 3 : 7¹⁰²⁾.

Die Herstellung erfolgt, indem man auf Hängerüstungen (Fig. 125, 128, 134 u. 135) oder unterstützter Einrüstung (Fig. 136 u. 137) unterhalb der Träger eine volle Schalung auf Bretterbogen herstellt und auf dieser den Beton in dünnen Lagen fest einstampft. Man beginnt hierauf mit der Füllung an den Trägern und schließt sie allmählich nach dem Scheitel ab. Dabei ist die angegebene Mischung durchweg nur in der Stärke des Scheitels einzubringen; die Zwickel an den Trägern können, wie in Fig. 134 angedeutet ist, mit einer mageren Füllmischung, etwa magerem Schlacken-Beton, ausgefüllt werden, welche nur eben genügend abbindet, um keine Schübe zu äußern, und dabei möglichst leicht ist. Diese Ausfüllung wird mit oder oberhalb der Trägeroberkante abgeglichen und nimmt erforderlichenfalls nach Fig. 138, 139 u. 140 für die Befestigung hölzerner Fußböden etwas schwalbenschwanzförmig geschnittene Lagerbohlen auf, auf welchen die Bretter später vernagelt werden. In Fig. 134 sind die Lager an die Träger gebolzt; doch können die Bolzen in weiter Theilung sitzen, bei guter Ueberfüllung auch ganz fehlen. Um ein Quellen der Lagerhölzer in Folge Eindringens der Feuchtigkeit aus dem frischen Beton zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Lagerhölzer vorher zu theeren oder mit Dachpappe zu umhüllen.

Bei nordamerikanischen Bauten hat man die Zwickelausfüllung dadurch leichter gemacht, daß man beim Einstampfen einige Zinkrohre mit offener Naht und verschiedenem Durchmesser je nach Gestalt der Zwickel in diese einlegt¹⁰³⁾. Die Rohre

Fig. 135.

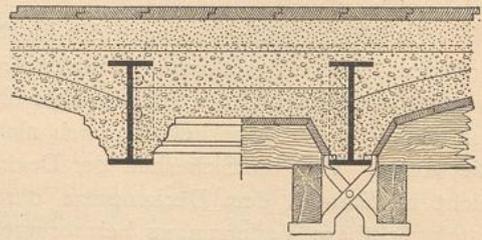


Fig. 136.

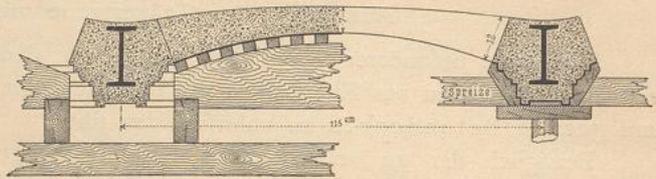


Fig. 137.

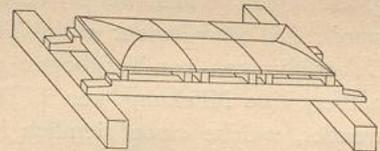
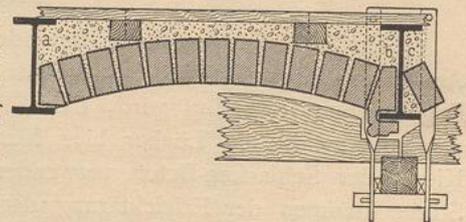


Fig. 138.



¹⁰¹⁾ Siehe: Schweiz. Bauz., Bd. 4 (1884), S. 136.

¹⁰²⁾ Ueber Versuche mit Betonkappen und Steinkappen siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 159.

¹⁰³⁾ Siehe: Annales des travaux publics, Bd. 9 (1888), S. 2118.

Fig. 139.

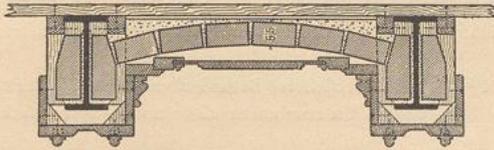
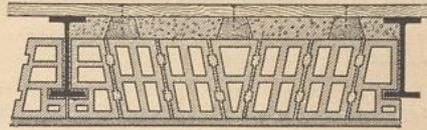


Fig. 140.

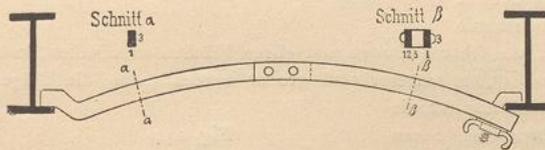


wurden im Inneren gegen den Aufsendruck in folcher Weise verpreizt, das man diese Auspreizung vom freien Rohrende aus leicht auslöfen und herausziehen, dann den Rohrdurchmesser durch weiteres Aufwickeln verringern, also das Rohr herausziehen konnte. Die Rohre sind hiernach für weitere vorzustreckende Kappentheile immer wieder verwendbar. Auf diese Weise ist, namentlich bei großen Kappen und starken Bogenfeilen, eine sehr erhebliche Erleichterung zu erzielen.

Die Hängerüstungen, welche die Aufstellung eines Stielgerüstes unter der Decke (Fig. 136) ersparen, können in verschiedenster Weise angeordnet sein. Fig. 134 u. 138 zeigen über die Träger greifende Eisenbügel aus Flach- oder Rundeisen, welche in Fig. 138 Lagerhölzer und in Fig. 134 Lagerbohlen für die Aufstellung der Lehrbogen tragen und nach Fertigstellung der Kappen nach unten (Fig. 138), bzw. nach oben (Fig. 134) herausgezogen werden; die bleibenden Löcher sind zu verputzen.

Die Rüstcheere von *K. Michael* in Zwickau (Fig. 135¹⁰⁴) vermeidet die Löcher im Beton, da sie sich nur auf die untere Gurtung legt, und erleichtert das Ausrüsten erheblich. Sie ist besonders für das Einwölben von Steinkappen zu empfehlen, da bei diesen das Hinaufführen der Bügel über die Träger unbequem ist.

Fig. 141.



Die Rüstung von *Spaniol* in Schiffweiler (Fig. 141¹⁰⁴) ist einfach, da sie Hängerüstung und Bogen in einen Körper aus schwachem Bandeeisen vereinigt. Der Eisenbügel ist am einen Ende einfach, am anderen doppelt, an ersterem zur Lagerung auf die untere Gurtung gekrümmt und am anderen mittels Flügelschraube im doppelten Flacheisen leicht zu befestigen. Da die Flügelschraube im Schlitz gleiten kann, so sind nicht allzu sehr verschiedene Weiten mit demselben Bügel einzurüsten. Die Eisenbügel nehmen unmittelbar die Schallatten auf. Selbstverständlich können diese Bügel auch so geformt werden, das sie für vertiefte Felder, wie in Fig. 138 u. 134 passen¹⁰⁵).

Die Ausrüstung erfolgt bei den angegebenen Mischungen frühestens nach 10 Tagen; während dieser Zeit ist im heißen Sommer dauernde Feuchthaltung der Füllung durch leichtes Begießen, wenn möglich auch Bedecken mit einer feuchten Sandschicht zu empfehlen. Noch einige Zeit nach der Ausrüstung soll die Wölbung keinen schweren Lasten, namentlich keinen Stößen ausgesetzt werden; selbst für den Verkehr der Arbeiter lege man Laufbretter auf die Decke.

Im Nachstehenden seien einige Beispiele von neueren ausgeführten Betonkappen vorgeführt.

a) Eine ganz besonders starke Anordnung dieser Art zeigt Fig. 135 aus einem neuen Schulhaufe zu Mainz¹⁰⁶. Hier sind die Träger paarweise zusammengelegt, was sich für die Aufnahme der Schübe der Kappen als zweckmäßig erweisen kann (vergl. Kap. 6); in die engen Fache ist eine gerade, in die weiten eine gewölbte Betondecke gelegt, welche dann eine bis über die Träger reichende Zwickel-

70.
Beispiele
ausgeführter
Betonkappen.

¹⁰⁴) Siehe: Deutsche Bauz. 1886, S. 597.

¹⁰⁵) Vergl. sonst auch *Rilling* (D. R.-P. Nr. 3970), für verschiedene Weiten und Pfeile, auch für ebene Platten unverändert verwendbar; so wie: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 201.

¹⁰⁶) Siehe: Deutsche Bauz. 1886, S. 3.

füllung trägt. Diese ist dann wieder mit gewöhnlicher Bettung zur Aufnahme der Fußbodenlager überdeckt. Um Gewicht und Kosten dieser außergewöhnlich starken Decke thunlichst herabzumindern, ist die Zwickelfüllung in magerem Schlacken-Beton, aus leichten porösen Schlacken mit Weiskalk ausgeführt, welcher für 1 cbm fertig 6 Mark kostete.

β) Im Gerichtshause zu Frankfurt a. M.¹⁰⁷⁾ sind feuerfichere Betondecken nach Fig. 142, 143, 144 u. 145 als abgewalmte Tonnen-Cassetten von den beiden Unternehmern *Löhr* und *Odorico* nach verschiedenen Verfahren ausgeführt, indem jedes Feld eines rechtwinkligen Kofes aus Balken und Zwischenträgern mittels einer Kappe aus Beton von 8 Theilen Kiesand, 1 Theil Cement und $\frac{1}{4}$ Theil Kalk gedeckt wurde.

Die Ausführung der ziemlich umfangreichen Arbeiten nach *Löhr* ist in Fig. 142, 143 u. 144 dargestellt. Zunächst wurden hölzerne Kasten aus zwei Seitentheilen und einer Bodenbohle unter den Trägern so zusammengesetzt, wie Fig. 142 rechts im Querschnitt, 143 im Grundriß zeigt. Die Seitenwände der Kasten bilden nach Fig. 143 vertrebte, rechtwinkelige Eckstücke, zwischen welche keilförmig abgechnittene Mittelstücke eingetrieben wurden, um einerseits verschiedene Längen der Felder mit denselben Theilen einrücken, andererseits das durch die Feuchtigkeit etwas quellende Holz leichter ausrücken zu können. Innen waren die Kasten mit genau nach dem verlangten Querschnitte der Trägerhülle geformtem Zinkblech ausgeschlagen, das vor jeder Benutzung etwas gefettet wurde, damit der Cement nicht anbinden konnte. Diese Kasten wurden zuerst mit einer dünnen Lage Cement genau ausgefrichen, um scharfe Kanten und ebene Flächen zu erhalten, und in diese Masse wurde der Beton, von unten nach oben magerer und grober werdend, um die Träger herum, unter genauem Abgleichen der Kämpferflächen für die Kappen, eingestampft. Nach Abbinden dieses Körpers setzte man die in Fig. 144 dargestellte Kappenrüstung auf entsprechende Lagerhölzer in das Feld ein. Die Außenfläche auch dieser bestand aus gefettetem Zinkblech auf ganz dünner Lattung (Fig. 142 links); hierauf wurden auch die Kappen innen fetter, außen magerer und grober eingestampft. Nach der Ausrüstung wurden die Nähte nachgefugt und mit dem Messer gefäubert.

Die Beschaffungskosten dieser Einrüstung betragen 15 Mark für 1 qm, wurden aber durch die Wiederverwendung schließlic sehr gering.

Die Firma *Odorico* verwendete dagegen die in Fig. 145 dargestellte, aus Eisenblech und Gufseisenleisten durch Verschraubung für die Trägerhülle und die Kappenlaibung gemeinsam hergestellte Einrüstung auf Stielen und Bohlen unter den Trägern, in welche der gesammte Beton für beide Theile unten fett, oben magerer und grober auf einmal eingestampft wurde. Damit die Arbeiter auf den Blechböden verkehren konnten, ohne diese zu verdrücken, waren noch Rundeisen-Schrägleisten eingeschraubt. Die Beschaffungskosten dieser Einrüstung betragen 45 Mark für 1 qm.

Die Kosten der Decke ohne Träger, Einrüstung und Fußboden betragen durchschnittlich 6,5 Mark für 1 qm.

Bei der Probelastung riefen 3000 kg auf 1 qm noch keine erkennbare Veränderung des Gefüges hervor. Ein 2,5 m hoch fallendes Gewicht von 25 kg schlug ein rundes Loch in die Kappe, ohne diese sonst zu verletzen.

Die sämtlichen zu malenden Innenflächen von Cementkörpern wurden mit kohlenfaurem Am-

Fig. 142.

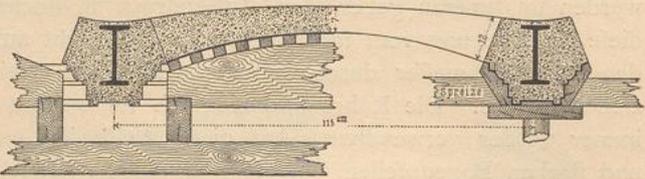


Fig. 143.

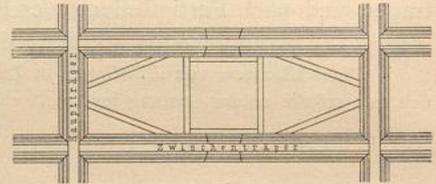


Fig. 144.

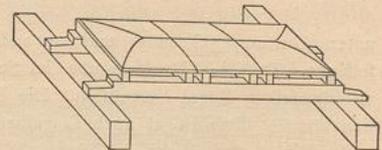
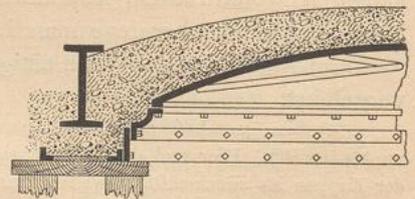


Fig. 145.

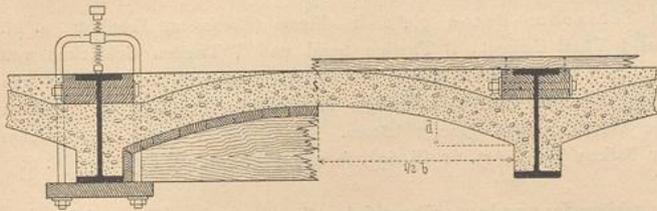


¹⁰⁷⁾ Nach: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 274.

moniak übergestrichen, um als Grundlage für die durch frischen Cement gefährdete Bemalung eine dünne Schicht kohlenfauren Kalkes zu erzielen.

γ) Bei Erweiterung des Bahnhofes zu Erfurt¹⁰⁸⁾ wurden Betonkappen in einer Ausdehnung von 3400 qm aus 1 Theil Cement und 8 Theilen ziemlich sandfreiem Kies mit 1,3 cm bis 2,0 cm Cement-Estrich der Mischung 1 Theil Cement und 2 Theilen Sand ausgeführt. Die Kappen hatten bei $\frac{1}{10}$ Pfeilverhältniß 11 cm Stärke und wurden dann nach Fig. 146 bis auf die unteren Trägerflansche hinab-

Fig. 146.



geführt, welche unten sichtbar blieben. Die Kappen hatten zum Theile unmittelbar nach der Herstellung eine Kälte von 6 Grad R. auszuhalten, erwiesen sich aber als dadurch nicht beschädigt und trugen, 14 Tage alt, 2850 kg auf 1 qm unter ziemlich schweren Hackenschlägen, ohne eine Veränderung zu zeigen; dagegen

brach eine verfuchsweise hergestellte ebene Betonplatte von gleicher Stärke schon unter geringer Last.

Bezüglich der gelegentlich dieser Ausführung verhandelten Frage, ob so flache Kappen in Folge Treibens des Betons Schub äußern oder als Platten wirken, giebt *Schumann* in Amöneburg an, daß unter Wasser zwar $\frac{1}{4}$ Jahr lang starkes Treiben stattfindet, welches erst nach 2 Jahren aufhört; auf 1 m Länge sind Ausdehnungen beobachtet: nach $\frac{1}{4}$ Jahr um 0,2 mm, nach $\frac{1}{2}$ Jahr um 0,22 mm, nach 1 Jahr um 0,27 mm, nach 2 Jahren um 0,3 mm. Natürliche Baufeine dehnen sich oft nach der Verwendung mehr aus. Diese Mafse genügen nicht, um das Auftreten erheblicher Schübe abzuleiten. Nun ist es aber fogar wahrscheinlich, daß sich die trocken erhärtenden Kappen zusammenziehen, worauf die Schwindrisse und der Umstand hindeuten, daß Probewürfel aus 1 Theil Cement und 3 Theilen Sand bei 10 cm Seitenlänge 1 Woche unter Wasser und 3 Wochen trocken erhärtet 0,042 mm Seitenverkürzung ergaben.

Es wäre aber gefährlich, auf Grund dieser Beobachtungen anzunehmen, daß die flachen Kappen überhaupt nicht schieben, und dann die Träger nur auf die lothrechten Lasten zu berechnen; denn die Plattenkörper brechen jedenfalls leichter, als die Kappen, und wenn nun eine als Kappe berechnete Fachfüllung zunächst auch wirklich als Platte wirkte, so würde sie dadurch Spannungen erleiden, die über die berechneten erheblich hinausgehen. Sollten in Folge davon feine Risse entstehen, so ist die Plattenwirkung jedenfalls aufgehoben, und die Gewölbewirkung beginnt nun unter ganz geringem Verkanten der Theile. Es ist daher nöthig, den Kappenschub gleich in die Trägerberechnung einzuführen.

δ) Bei Erbauung des Krankenhauses zu Karlsruhe¹⁰⁹⁾ wurden drei Arten von Fachfüllungen in Betracht gezogen: ebene Betonplatten, Kappen aus Beton und Kappen aus Schlacken-Beton. Die erste Anordnung wurde aufgegeben, weil die Platten an sich dick werden und viel Füllung verlangen, also im Ganzen schwer werden. Bei den Kappen erzielt man zwar etwas vergrößerte Tragfähigkeit, wenn man dieselben mit den Zwickeln als einen Körper bildet; aber diese Anordnung wird schwerer und theurer, als möglichst dünne Tragbogen mit magerer leichter Ueberfüllung. Bezüglich dieser Anordnung wurde dann für die 1,3 bis 1,5 m weiten Felder ein Vergleich eines Tragbogens mit $\frac{1}{9}$ Pfeilverhältniß aus 1 Theil Cement, 2 Theilen Sand und 4 Theilen Kies nebst Ueberfüllung aus 8 Theilen Schlacken mit 1 Theil Weiskalk mit einem Bogen nebst Zwickeln aus 1 Theil Cement und 6 Theilen Schlacken mit etwas Sand angestellt. Der Schlacken-Beton besaß die 0,7-fache Zugfestigkeit des Kies-Betons; machte man letzteren also 10 cm stark, so mußte der Schlacken-Beton 14 cm dick sein. Die Decke aus Schlacken-Beton würde dann auf 1 qm 80 kg leichter, als die aus Kies-Beton, aber nicht billiger. Da man außerdem den Gehalt der Schlacken an Schwefelverbindungen fürchtete, so erschienen die mit Schlacken-Beton zu erzielenden Vortheile nicht durchschlagend, und man wählte den Kies-Betonbogen, theerte aber die oberen Trägertheile, um sie einer etwaigen ungünstigen Einwirkung des Schwefels in den Schlacken der Ueberfüllung zu entziehen. Nach oben wurden die Bogenkämpfer bis unter den oberen Trägerflansch hinaufgezogen, um eine Art von Einspannung zu erzielen.

Es entstand so die in Fig. 147 dargestellte Anordnung, auf deren Ueberfüllung ein Parquet-Fußboden in Asphalt verlegt und welche von unten her abgeputzt wurde. Die Trägerflansche blieben auch hier unten sichtbar. Die Träger erleiden hier bei 660 kg für 1 qm Gesammlast der Decke für 1 qm 1000 kg

¹⁰⁸⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1889, S. 491.

¹⁰⁹⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1890, S. 7.

Spannung. Die Kosten beliefen sich auf 15,0 Mark für 1 fertiges Quadr.-Meter, während der Anschlag für Holzbalken mit Gypsdiehlen, Füllung, Parquet auf Blindboden und Deckenputz etwa nach Fig. 71 (S. 46), unter Erfatz der dort gezeichneten Spreutafeln durch Gypsdiehlen, 13,4 Mark für 1 qm und wegen der geringeren Last etwas weniger Mauerwerk ergab. Der Unterschied erschien nicht groß genug, um die gewählte, jedenfalls sicherere Anordnung aufzugeben.

ε) Günstige Erfahrungen mit Schlacken-Beton giebt die Firma *Odorico* zu Frankfurt a. M. an¹¹⁰). Kappen von 2 m Weite aus 1 Theil Cement, 3 Theilen Sand und 7 Theilen Schlacken von Tauben- bis Hühnereigröße ertrugen bei 12 cm Scheitelfstärke und 15 cm Kämpferstärke im Alter von 4 Wochen nach einander für 1 qm 1000 kg voller, 2600 kg einseitiger und 2880 kg Belastung der mittleren Hälfte, ohne daß sich irgend welche Veränderungen gezeigt hätten. Die Kämpfer der Kappen waren mit Hilfe paarweiser Anordnung der Balken (siehe Art. 61 [S. 65], so wie Fig. 108 [S. 65], 109 [S. 66]) kräftig unterstützt.

ζ) Eine eigenartige, hierher gehörende nordamerikanische Construction¹¹¹), welche dem Grundgedanken nach Aehnlichkeit mit den Platten von *Rabitz* und *Monier* besitzt, zeigt Fig. 148. Der

Fig. 147.



Fig. 148.



Fig. 149.



einzudeckende Raum wird mit einer Schaar von gedrehten Quadrateisen (Fig. 149) geringer Stärke überdeckt, welche dann in untere Ansätze einer zwischen den Stäben etwas gewölbten Betonplatte eingestampft werden. Das Drehen hat den Zweck, die Haftfestigkeit des Eisens im Beton zu erhöhen. Die Schaar der Quadrateisen bildet gewissermaßen die Zuggurtung des plattenförmigen Deckenträgers, dessen Druckgurtung der obere volle Betonkörper darstellt. Eiserne Träger sind hier also ganz vermieden. Unter stoßweise wirkenden Lasten und für große Spannweiten dürfte die Anordnung bei der nie ganz zu überwindenden Unzuverlässigkeit des Betons unter Zug- und Scherbeanspruchung ihre Bedenken haben.

71.
Unterflächen.

Will man bei gewölbter Fachfüllung unten ebenen Abschluß haben, so kann man *Rabitz-* oder *Monier-*Putz mit Eisenbügeln unter die Trägerflansche hängen oder in den Beton auf den Trägerflanschen Holzklötze zum Befestigen der Verschalung für eine gerohrte und geputzte Decke einsetzen. Es lassen sich jedoch auch die gewölbten Fachfüllungen ganz gefällig ausstatten, wie dies z. B. im Dienstgebäude der Provinzial-Steuerdirection zu Berlin, Alt-Moabit, mittels untergelegter gekrümmter Stuckplatten mit erhabenen, gegoffenen Verzierungen geschehen ist.

2) Gerade Betondecken.

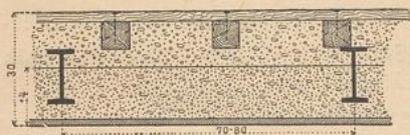
72.
Beton-
platte.

Bei den Füllungen gerader Betondecken ruht ein im Querschnitte rechteckiger Betonkörper auf dem unteren Balkenflansch, wie in Fig. 150 bis 153, überträgt daher keinerlei Schub auf die Träger, muß aber bei plattenartiger Wirkung bezüglich der Lastübertragung größere Stärke erhalten, weil der Widerstand der Betonplatten gegen vorwiegende Biegung weniger zuverlässig ist, als gegen vorwiegenden Druck (vergl. Art. 70, S. 79, unter γ). Hierdurch werden die Decken beträchtlich schwerer und der Vortheil der geringeren Beanspruchung der Träger geht zum Theile wieder verloren. Füllt man die Trägerhöhe mit einer Betonplatte aus, so wird die Decke bei der guten Schallübertragung durch eine dichte Platte und dem Fehlen der Hohlräume meist nicht so schalldicht werden, wie die schwächere, in den Zwickeln anderweitig überdeckte Betonkappe.

¹¹⁰) In: Deutsche Bauz. 1890, S. 46.

¹¹¹) Siehe: *Nouv. annales de la constr.* 1887, S. 29.

Fig. 150.



eine etwa 11 cm starke Lage von Schlacken-Beton, welche die Schalldichtigkeit erhöht und die Lagerhölzer aufnimmt. Die Unterfläche konnte hier auf dem Beton geputzt werden.

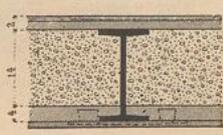
Fig. 151 u. 152 zeigen Decken, wie sie von *Heufsner*¹¹³⁾ in Wohngebäuden in Hannover ausgeführt sind.

Die stärkeren Decken der unteren Geschosse wurden nach Fig. 151 ausgeführt. Auf der eigentlichen Betonplatte wurden die Lagerhölzer mittels untergelegter Keile genau ausgerichtet und dann mit Schlacken-Beton ausgestampft. Die Träger-Unterflansche sind bündig eingeputzt.

Fig. 151.



Fig. 152.



Für die Decken, welche nur Schlafräume tragen, ist die Betonplatte erheblich schwächer, die Schlacken-Betonlage stärker, die ganze Decke also leichter gemacht. Um die Decke unten von den Bewegungen der Träger unabhängig zu machen, sind neben den Kanten des Unterflansches schwalbenschwanzförmige Klötzchen eingesetzt, auf die ein Streifen Dachpappe genagelt wurde und welche zugleich zur Befestigung einer Berohrung unter der Pappe dienten.

Die ebenen Schlacken-Betonplatten aus den Werkstättengebäuden des Hauptbahnhofes zu Frankfurt a. M.¹¹⁴⁾, ausgeführt von *Odorico* in Frankfurt a. M., sind im

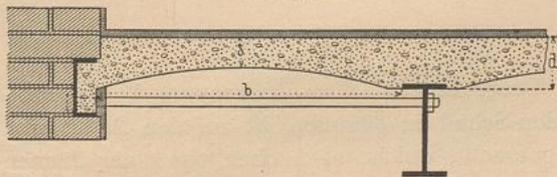
Fig. 153.



Zustande der Entfehlung durch Fig. 153 dargestellt. Der Beton besteht aus 7 Theilen Gaschlacke von Sandkorn- bis 4 cm Größe und 1 Theil Cement. Das Mengen erfolgte trocken; die Masse wurde dann nafs durchgearbeitet und auf der in Fig. 153 gezeichneten Holzschalung nur 8 cm stark zwischen die Träger gestampft. Die Ausrüstung erfolgte nach 3 bis 4 Tagen, und bei der gleich vorgenommenen Belastungsprobe ergaben 2100 kg auf 1 qm noch keine Formänderung. Auf den Platten liegen in Wohnräumen Lagerbohlen mit Bretterfußboden, sonst Cement-Estrich oder Terrazzo.

Um zu verhüten, dafs sich die Kanten der Träger-Obergurtungen in einem nicht mit Holz bedeckten Fußboden durch Risse bemerkbar machen, hat man die Betonplatte, wie in Fig. 154 u. 155, oben über die Träger weg gelegt. Trotz der unten gekrümmten Gestalt wirkt der Beton in Fig. 154 in der Regel plattenartig, da wesentliche Schübe auf die Träger nicht übertragen werden können. Um jedoch etwa entstehende Schübe nicht auf die Wand zu bringen, ist die in Art. 61 (S. 66) erklärte Verankerung des vorletzten mit dem Wandträger vorgenommen.

Fig. 154.



112) Siehe: Deutsche Bauz. 1886, S. 3.

113) Siehe: Deutsche Bauz. 1887, S. 608. — Wochbl. f. Baukde. 1887, S. 449.

114) Siehe: Deutsche Bauz. 1889, S. 572.

73-
Gewöhnliche
Anordnungen.

74-
Befondere
Anordnungen.

Bei der Construction in Fig. 155 (von *Heufsner* in Hannover ausgeführt) sind die Träger zur Ausbildung einer Decke mit vertieften Balkenfeldern mittels Holzverschalung benutzt. Die beiden Decken in Fig. 154 u. 155 klingen unter dem oben stattfindenden Verkehre. Fig. 155 ist unter Schlafräumen angebracht und daher mit Linoleum abgedeckt, wodurch der Schall gedämpft wird. Die Anordnung in Fig. 154 eignet sich besonders für die Herstellung im Freien liegender Decken, z. B. Balcon-Decken, da die Träger selbst nach dem Entstehen kleiner Risse gut gegen Nässe geschützt sind. Sind die Träger oben bündig mit dem Beton, so sind Abtrennungen des Betons von den Trägern unvermeidlich, in welche das Wasser eindringt; alsdann entsteht die Gefahr, daß die Träger rosten.

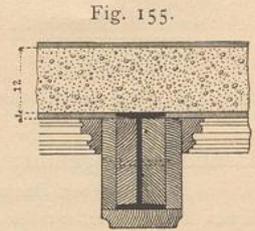
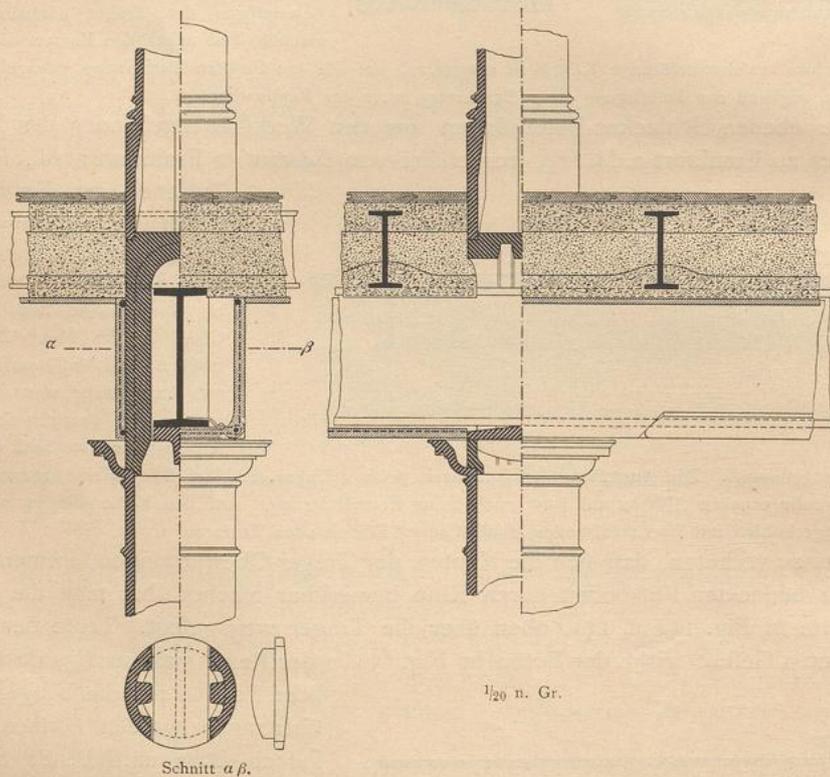


Fig. 155.

In Fig. 156 ist eine Deckenanordnung mit Betonplatte dargestellt, welche allen Anforderungen genügen dürfte. Die unteren Trägerflansche tragen eine dünne Betonplatte, deren Dicke genau der verlangten Tragfähigkeit entspricht und welche

Fig. 156.



1/20 n. Gr.

Schnitt α β.

die unteren Trägertheile ganz gegen Feuer sichern. Der Deckenputz ist unmittelbar unter den Beton gebracht. Um den Schall zu dämpfen, ist auf den Beton eine Lage möglichst unelastischer Füllung gebracht, welche nach oben von einer dünnen Lage Schlacken-Beton bedeckt ist. Letztere dient zur Aufnahme der Nägel und der Jutelage für einen nach Patent *Ludolff* anzubringenden Parquet- oder Stabfußboden und zugleich zur sicheren Einhüllung der Eisenbalken von oben, um diese auch hier

gegen Feuer zu sichern und zu verhindern, daß ein Ablösen der Trägerkanten die Fußbodenanordnung verletzt. Die zwischen zwei Betonlagen vollkommen eingeschlossene Füllung kann in dieser Anordnung, selbst bei mangelhafter Beschaffenheit, keine Uebelfände hervorrufen.

Der Unterzug dieser Decke hat zugleich einen etwas vergrößerten Körper und ziemlich wirksamen Feuerchutz durch Einhüllen in einen Kasten aus *Rabitz*- oder *Monier*-Putz erhalten. Zu diesem Zwecke sind starke Tragdrähte unter den Balken der Decke befestigt, an denen zwei weitere in den unteren Kastenecken durch lothrechte Drahtnetze aufgehängt sind; auch zwischen diese ist ein Drahtnetz eingepannt, so daß nun ein vollständiger Kasten, in den unteren Ecken mit Rundstab verziert, eingeputzt werden kann. Die unteren Eckdrähte sind mittels Flacheisenklammern auch gegen die untere Gurtung des Unterzuges abgesteift. Die Breite des Kastens ist so bemessen, daß sie das runde Zwischenstück der Stütze zwischen den Wandungen aufnehmen kann, das somit ganz verschwindet. Die Luftschichten zwischen den Kastenwänden und dem Unterzuge sichern letzteren auch gegen bedeutende Hitzegrade. Die Anordnung verflößt nur gegen die von *Stolz* (vergl. Art. 56, S. 58) aufgestellte Regel, daß unter den Decken keine vorspringenden Theile liegen sollen. Da aber selbst bedeutende Hitzegrade hier erst nach sehr langer Dauer eine schädliche Wirkung auf die Träger ausüben können, so ist darin kein Mangel zu erkennen.

Trotz ihrer großen Dichtigkeit und Stärke nimmt diese Zwischendecke doch nur eine geringe Höhe ein.

Wegen der ebenen Schalung sind die geraden Betondecken etwas einfacher herzustellen und werden daher häufig den gewölbten vorgezogen; die oben angeführten Vortheile lassen jedoch die letzteren den ersteren im Allgemeinen überlegen erscheinen.

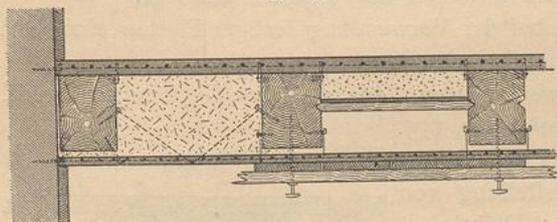
Bei Versuchen, welche nicht bis zum Bruche getrieben wurden, hat man nun auch bei mit Wölbung hergestellten Betondecken wiederholt keinen Schub auf die Träger bemerkt. Es ist jedoch nicht zu empfehlen, bei der Bemessung der Träger von diesen Schüben abzusehen, da sie beim Entstehen von selten ganz zu vermeidenden Rissen sich entwickeln müssen, andererseits aber in den meisten Fällen die Kappen so angeordnet werden können, daß die Schübe sich an jedem Träger für alle Belastungen aufheben, wie in Kap. 6 nachgewiesen werden wird.

d) Rabitz- und Monier-Decken.

In neuester Zeit verbreitet sich die Verwendung von Decken, welche nach den Patenten *Rabitz* und *Monier* aus Eisentragern und Mörtelplatten mit Drahteinlage in verschiedener Weise zusammengesetzt werden (vergl. Art. 33 [S. 44], 45 [S. 52] u. 46 [S. 53]).

Derartige Anordnungen können zunächst nach *Rabitz* wie in Fig. 157 ausgeführt werden, wenn man dort die Holzbalken durch eiserne Träger ersetzt. Die

Fig. 157.



Füllung erfolgt dabei zwischen den beiden Mörtelplatten gleichfalls mittels Torfgrufs oder Kieselguhr in dünner Lage oder in voller Stärke; die Drähte werden mittels Blechbügel an den Trägern befestigt. Die Hohlräume zwischen den Platten können in Fällen, wo es auf das Warmhalten auch der

Fußböden ankommt, zum Einlegen von Heizrohren benutzt werden.

Bei der Ausführung derartiger Decken werden zuerst die stärkeren Drähte quer

75.
Bemessung
der
Eisentragern.

76.
Rabitz-
Decken.

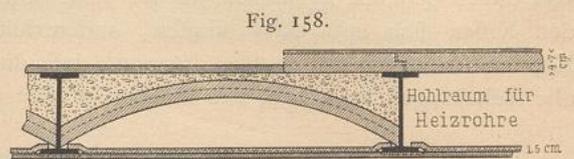
über die Balken gespannt, bei 8 bis 12 mm Stärke in 20 bis 25 cm Theilung; alsdann werden die 5 bis 6 mm starken Längsdrähte in 10 bis 15 cm Theilung eingebunden und das Ganze mit Laufbrettern eingedeckt. Nun wird der Mörtel aus Gyps oder Cement und Sand oder aus beiden gemischt auf einer verschieblich zwischen die Träger eingesetzten Rüstung in Bahnen quer zu den Balken etwa 1,0 m breit eingestampft, wobei einzelne Löcher zum späteren Einbringen der Füllung ausgepart werden. Unter Verschieben der Rüstung reiht man so Bahn an Bahn. Nach Schluss der oberen Platte spannt man die Drähte unten, drückt den Putz in das Gitter und streicht ihn glatt ab. Schliesslich erfolgt das Einbringen der Füllung durch die ausgeparten, später zu verputzenden Löcher.

Will man die untere Platte mit der Füllung erst einbringen, so spanne man unter das obere Gitter nach Fertigstellung der übrigen Arbeiten einen billigen Zeugstoff, damit der Mörtel für die obere Platte beim Einbringen ohne Rüstung nicht in die Füllung fällt.

Man kann jedoch in diesem Falle nach Herstellung der unteren Platte auch die obere in Bahnen auf beweglicher Rüstung herstellen, wenn man nach Herstellung einer Querbahn das herausgezogene Gerüst sogleich durch eine entsprechende Bahn der Füllung ersetzt.

Uebrigens ist die Füllung nicht unbedingt erforderlich, da die dichten Platten die Wärme wenig durchlassen und der Schall durch den Hohlraum wesentlich gemildert, wenn auch nicht aufgehoben wird.

Eine ganz ähnliche Decke nach *Monier* zeigt Fig. 158 in ihrem rechten Theile. Hier sind die fertigen Platten, 4 bis 7 cm stark für den Fußboden auf die Träger, für den Deckenputz 1,5 cm stark mit aufgekümmten Rändern zwischen die unteren Gurtungen gebracht. Die Platten haben die Drahtgitter im unteren Viertel, bezw. in der Mitte und bestehen aus fettem Cementmörtel (1:1 bis 1:3). Die oberen Platten erhalten an den Rändern Falzung und werden mit Cement verstrichen; aus den unteren läßt man die Drahtenden vorragen, welche nach Verlegen der Platten unter den unteren Gurtungen verflochten werden, um hier den am Träger nicht haftenden Deckenputz zu halten. Der Putz wird ohne Weiteres unter die untere Platte gebracht.

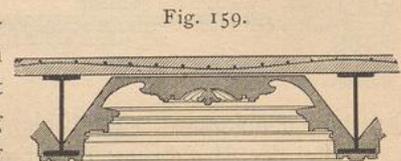


Werden die Platten ohne Fuge über mehrere Trägerfäche gestreckt, wie in Fig. 159, so kann man zweckmäsig den Zugspannungen in dem entstehenden continüirlichen Träger durch eine geschlängelte Gestalt der Drahteinlagen folgen, indem man sie über den Trägern hoch, mitten zwischen den Trägern tief legt.

Das Einbringen von Füllung ist bei der Verwendung fertiger Platten einfacher, als bei Herstellung derselben an Ort und Stelle.

Die Anordnung einer nach *Monier* ganz in Cement, bezw. Gyps ausgeführten, reich ausgestatteten Cassetten-Decke zeigt Fig. 159.

Bei den zu Fig. 157, 158 rechts u. 159 beschriebenen Anordnungen ist die Herstellung von Bretterfußböden nicht wohl möglich; Dichtigkeit gegen Schall ist nur durch Einbringen von Füllung herzustellen, welche, abgesehen von der Ausführung



in Torfgruß, das Gewicht der Decke erheblich vergrößert; dabei wird das Zittern und Dröhnen der oberen Platte unter geringen Verkehrsstößen doch nicht vermieden.

Voll aufgelagerten (auch Holz-) Fußboden kann man verwenden, wenn man gekrümmte *Monier*-Platten bogenartig zwischen die Träger spannt (Fig. 158 links). Letztere müssen dann für die Aufnahme der Seitenschübe verstärkt werden, werden hierin aber durch einen etwa vorhandenen geraden Deckenputz wesentlich unterfützt. Da diese Bogen bei einseitiger Belastung in wechselndem Sinne gebogen werden, so ist es zweckmäßig, den Platten, wenn sie stark genug dazu sind, zwei Drahteinlagen im oberen und unteren Viertel zu geben.

Die Bogenplatten, welche beim Einbringen von Betonleisten auf die Unterflanke nicht wie in Fig. 158 auf diese gefetzt zu werden brauchen, daher das Trägerfach größtenteils hohl lassen, werden mit magerem, leichtem (z. B. Schlacken-) Beton, welcher bei Bretterfußböden die Lagerhölzer nach Fig. 115 (S. 68), 138 (S. 76), 139 (S. 77) u. 140 (S. 77) oder Fig. 146 (S. 79) aufnimmt, nach Bedarf hinterfüllt.

Belastungsversuche mit *Monier*-Platten lieferten die nachfolgenden Ergebnisse.

Nr.	der Platten				Drahteinlage			Belastung		Erfolg	
	Länge	Spannweite	Dicke	Pfeil	Art	Drahte in Richtung der		Art	Größe		
						Spannweite	Länge				
1	60	150	5	0	gebundenes Drahtgitter in der Mitte	2 von 10 mm 1 » 8 » 2 » 6 » 4 » 5 »	5 mm dick in 6 cm Abstand	voll	1813	45 mm Durchbiegung ohne Bruch.	
2	60	100	5	0	gebundenes Drahtgitter in der Mitte	3 von 8 mm 2 » 7 » 2 » 6 » 2 » 5 »	5 mm dick in 6 cm Abstand	voll	3000	6,5 mm Durchbiegung; Entstehen von sichtbaren Haarrissen.	
3	60	450	5	40	gebundenes Drahtgitter in der Mitte	3 von 14 mm 6 » 8 »	6 mm dick in 7 cm Abstand	einseitig bis Scheitel	2550	12 mm Hebung der unbelasteten, 13 mm Senkung der belasteten Seite, ohne Bruch.	
								»	2608	Bruch im Mörtel.	
4	60	450	5	40	2 Drahtgeflechte in den Dritteln	5 mm dick in 6 cm Abstand	5 mm dick in 6 cm Abstand	einseitig bis Scheitel	2455	15 mm Hebung der unbelasteten, 13 mm Senkung der belasteten Seite, ohne Bruch.	
								»	2970	Bruch im Mörtel.	
5	60	450	1 Cement 1 Sand 5	40	ohne Einlage	—	—	einseitig bis Scheitel	1060	8 mm Hebung der unbelasteten, 11 mm Senkung der belasteten Seite, Bruch.	
									Centim.	Kilogr. auf 1 qm	

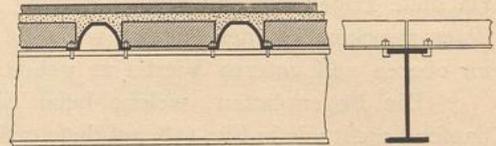
77.
Monier-
Bogen-
platten.

e) Sonstige Anordnungen.

78.
Decken
mit
Belageisen.

Eine im Brückenbau häufiger, als im Hochbau verwendete Deckenanordnung ist die in Fig. 160 dargestellte aus Belageisen¹¹⁵⁾ und Backstein-Flach- oder -Rollschichten¹¹⁶⁾. Die auf die Träger gelegten Belageisen werden, um jede Lochung der ersteren zu vermeiden, mittels kleiner Haken-schrauben in solchen Entfernungen von einander befestigt, daß die Zwischenräume mit Backsteinen überdeckt werden können. Um die Ungleichförmigkeiten in der Lastvertheilung auf die Träger in Folge durchlaufender Continuität der Belageisen zu vermeiden, mache man die Länge der letzteren gleich der Trägertheilung. Für gewöhnliche Verhältnisse genügt die Ueberdeckung durch die Länge flach gelegter Ziegel oder besser Hohlsteine; für schwerere Lasten muß man die Ziegel hochkantig stellen, und nur unter außergewöhnlichen Verhältnissen sind die Belageisen auf Steinbreite zusammenzurücken, wobei dann die Deckung wieder mittels Flachschicht oder Rollschicht aus Zweiquartiren erfolgen kann. Diese Decke erhält zunächst noch eine Ueberfüllung aus Sand oder, zur Verhinderung des Durchrieselns, besser aus ganz magerem Mörtel, bezw. Schlacken-Beton, welche dann jede Art von Fußboden aufnehmen kann.

Fig. 160.



Die Ueberdeckung der Zwischenräume kann fhatt mit Backsteinen zweckmäßiger mittels Beton erfolgen.

Eine ebene, geputzte Decke ist bei dieser Construction wegen der Höhlungen der Belageisen nur mittels besonderer Hilfsmittel — etwa nach *Rabitz* oder *Monier* — herzustellen. Dagegen kann man die Träger bei nicht zu bedeutender Höhe derselben in der Ueberdeckung verschwinden lassen, wenn man die Belageisen auf den unteren Trägerflansch legt.

Für besser ausgestattete Räume ist diese Anordnung wegen der schwierigen, an sich unshönen Deckenausbildung nicht zu empfehlen.

79.
Steinerne
Cassetten-
Decken.

Als letzte Decke aus Stein und Eisen, deren Verwendung sich jedoch auf besondere Fälle beschränkt, ist die Decke aus Steinplatten auf Eisenträgern, steinerne Cassetten-Decke, zu nennen. Diese Anordnung wird schon dadurch schwierig, daß nur wenige Gesteinsarten die Herstellung solcher auf Biegung zu beanspruchender Platten erlauben. Aber selbst geeignetem Material muß eine bedeutende Stärke gegeben werden, wenn man ähnliche Tragfähigkeit, wie die von Wölbungen oder auch Mörtelplatten erzielen will. Die Decken werden daher theuer und schwer und geben beim Vorhandensein verborgener Risse selbst im besten Gestein keine große Sicherheit. Betrachtet man die Steinplatten nur als Fachfüllung und überträgt die Lasten durch Lagerbalken auf die Träger, so werden die Kosten noch ungünstiger.

Ein Beispiel solcher Deckenbildung zeigt die steinerne Cassetten-Decke der Eingangshalle im *Lycée Fanson de Sailly* zu Paris¹¹⁷⁾.

Hier sind zwischen die 26 cm hohen Träger zur Bildung von 107 cm weiten quadratischen Cassettenfeldern zunächst eiserne Querträger von 13 cm Höhe gelegt. Jedes Feld ist dann zunächst durch in die Trägerhöhlungen eingepaßte Randsteine eingefasst, welche innen die Randprofilirung der Cassette und oben

¹¹⁵⁾ Siehe: Theil I, Band 1, erste Hälfte (S. 196) dieses „Handbuches“.

¹¹⁶⁾ Eine derartige Decke mit Holzüberdeckung in Asphalt siehe in: Deutsche Bauz. 1883, S. 397.

¹¹⁷⁾ Siehe: *Le génie civil* 1885, S. 19.

einen Falz zur Aufnahme der 10 cm starken feineren Deckplatte tragen; oben wird die Caffette durch diese Platte gefchlossen. Die unteren Gurtungen der Träger find in die profilirten Randsteine bündig eingelassen.

Man hat jedoch hier die Steinplatten nicht zur Aufnahme der Fußbodenlast benutzt, sondern Lagerbalken über die Träger gestreckt, welche also die Steinplatten völlig entlasten.

In einigen Fällen, z. B. über den feitlichen Hallen des *Trocadéro*-Palastes zu Paris, hat man in die durch die eisernen Träger gebildeten Caffettenfelder eigens zu diesem Zwecke angefertigte Terracotta-Platten gelegt.

Literatur

über »Balkendecken in Stein, bezw. Mörtel und Eisen«.

HYATT, TH. *An account of some experiments with Portland cement concrete, combined with iron etc.* London 1878.

Weiterer Beitrag zur Frage der Verwendung des Betons im Hochbau. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 393.

KORTÜM. Maffive horizontale Deckenconstruktion zwischen Eifenträgern. *Centralbl. d. Bauverw.* 1881, S. 328.

MURAT. *Planchers à plafonds monolithes unis, moulurés et sculptés.* *Moniteur des arch.* 1881, S. 73.

Decken aus hohlen Gewölbefteinen, Neuwieder Tuffsteinen und aus Gyps. *Baugwks.-Ztg.* 1882, S. 271. Maffive Deckenconstruktion, System Murat. *Centralbl. d. Bauverw.* 1882, S. 102.

SCHNEIDER, G. Apparat zum Einrüften von Decken aus Beton. *Deutsche Bauz.* 1882, S. 549.

KOCH, A. Hohle Gewölbefteine (Hourdis), System Laporte, von gebrannter Erde. *Eisenb.*, Bd. 16, S. 74.

Ein Beitrag zur Frage der Verwendung des Eisens im Hochbau. *Deutsche Bauz.* 1883, S. 166.

Hourdis pour planchers. Système Laporte. Nouv. annales de la const. 1883, S. 105.

Die Wölbungen zwischen Traverfen. *Wochsch. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1883, S. 67.

Fire-proof building materials. American architect, Bd. 15, Nr. 20, Suppl., S. 1.

WAGNER, W. Herstellung ebener Cementbetondecken. *Centralbl. d. Bauverw.* 1884, S. 405.

Hollow brick for flat arches. American architect, Bd. 18, Nr. 510, Suppl., S. 1.

Steindecken im London-Pavilion. *Centralbl. d. Bauverw.* 1886, S. 32.

GOLDSCHMIDT, R. Cementgufs-Decken. *Centralbl. d. Bauverw.* 1886, S. 43.

KLETTE, H. Schwamm- und fäulnisfichere Fußboden- und Deckenconstruktion. *Civiling.* 1886, S. 283.

WAGNER, W. Zement- und Schlacken-Betondecken. Eine hygienische Zeitfrage. *Deutsche Bauz.* 1886, S. 3.

Schwamm- und fäulnisfichere Fußboden- und Zwischendecken-Konstruktion. *Deutsche Bauz.* 1886, S. 129.

Füllungen für Decken-Konstruktionen nach dem System »Laporte«. *Deutsche Bauz.* 1886, S. 202.

Cement- und Schlackenbeton-Decken. *Schweiz. Bauz.*, Bd. 7, S. 125.

Herstellung feuerficherer Decken aus Cementbeton und Gyps. *Centralbl. d. Bauverw.* 1888, S. 274.

DALY, M. *Planchers en fer et en béton. La semaine des const.*, Jahrg. 13, S. 350 u. ff.

5. Kapitel.

Balkendecken in Eisen.

Der für ganz in Eisen construirte Balkendecken am meisten verwendete Baustoff ist das Wellblech, welches je nach der Form der Wellen in zwei Arten: flaches Wellblech und Trägerwellblech gefondert wird¹¹⁸⁾. Die Wellen der ersten Art bestehen aus flachen, tangentiell an einander schließenden Kreisbogen, die der zweiten bestehen aus Halbkreisen, welche unmittelbar zusammenschließen oder durch kurze

80.
Decken
mit
Wellblech.

¹¹⁸⁾ Siehe auch Theil I, Band 1, erste Hälfte (Art. 194, S. 200) und Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 240 u. 241, S. 304, so wie Art. 251, S. 314) dieses »Handbuchs«.