



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Balkendecken

Barkhausen, Georg

Stuttgart, 1895

A. Balkendecken

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

A. Balkendecken.

VON GEORG BARKHAUSEN.

In den nachstehenden Kapiteln wird mit der Betrachtung der Balkendecken begonnen, weil diese — wenn man etwa von Steinplattendecken absieht — die geschichtlich ältesten und in der Regel auch in Construction und Ausführung die einfacheren sind. Denselben folgt die Besprechung der gewölbten Decken, und den Schluss bilden die anderweitigen Decken-Constructionen, deren Anwendung grofsentheils erst der neueren Zeit angehört.

Literatur

über »Balkendecken im Allgemeinen«.

Parallèle entre les planchers en fer et les planchers en bois, au point de vue de leur prix et de leurs dimensions générales. Nouv. annales de la const. 1856, S. 29.

TRÉLAT. *Comparaison entre les planchers en fer et les planchers en bois. Nouv. annales de la const.* 1856, S. 104.

LIGER, F. *Pans de bois et pans de fer.* Paris 1867.

Prix comparatif des planchers en fer et des planchers en bois. Gaz. des arch. et du bât. 1873, S. 100.

STROHMAYER, L. Vergleich der üblichen Decken-Constructionen. *Wochschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1877, S. 243, 247, 251.

STACH, F. Ueber Deckenconstructionen. *Wochschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1878, S. 58.

Les pans de fer et les pans de bois. Moniteur des arch. 1878, S. 33.

I. Kapitel.

Unterstützung der Balkendecken.

Die wichtigste allgemeine Grundregel für die Unterstützung der Balkendecken befagt, dafs jeder tragende Theil eine genügende Auflager-Grundfläche erhalten mufs, um in ihr eine der Tragfähigkeit der unterstützenden Theile entsprechende Belastung der Flächeneinheit zu ermöglichen.

Die Unterstützung erfolgt durch die Gebäudewände oder durch Freistützen.

a) Unterstützung durch Gebäudewände.

2.
Steinerne
Wände.

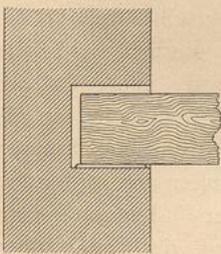
Die Gebäudewände können ganz in Stein, in Fachwerk, in Holz etc. ausgeführt sein.

Bei ganz steinernen Wänden sind bezüglich der Bestimmung der Gröfse der Auflagerflächen für die die Decken tragenden Theile diejenigen Einheitsbelastungen maßgebend, welche als zulässige in Theil I, Band 1, zweite Hälfte (Art. 281,

S. 247³⁾, Theil III, Band 1 (Fufsnote 104, S. 196⁴⁾ und Band 2, Heft 1 (Abth. III, Abfchn. 1, A, Kap. 11, a: Wandfärken) dieses »Handbuches« angegeben find.

Gewöhnlich wird angenommen, dafs sich der Druck der die Decke tragenden Theile gleichförmig über die Lagerfläche vertheilt. In der That wird aber diese Vertheilung durch die Durchbiegung der Träger unmöglich gemacht, welche stets eine Mehrbelastung der Auflager-Vorderkante bewirkt. Eine derartige Kantenbelastung des Mauerwerkes ist aber schädlich, und deshalb ist es bei schwer belasteten Decken, wo die Auflagerflächen nicht — wie in den gewöhnlichen Fällen — aus praktischen Rücksichten gröfser gemacht sind, als sie streng genommen zu fein brauchten, rathsam, die tragenden Theile, etwa Balken, auf ein Bohlenstück oder eine Platte von Cementmörtel zu lagern, deren Vorderkante um einige Centimeter von der Mauerkante, diese entlastend, entfernt bleibt

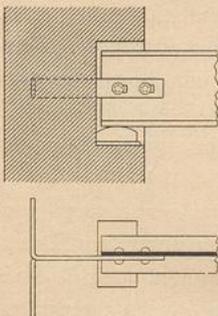
Fig. 1.



(Fig. 1). Besonders häufig tritt bei eisernen Trag-Construktionen in Folge der hohen Festigkeit des Eisens, gegenüber der des Mauerwerkes, der Fall ein, dafs zur Erzielung einer genügenden Lagerfläche am Träger selbst, bei der meist geringen Breite des letzteren, ein übermäfsig langes Stück in die Wand gesteckt werden müfste, wodurch die Wand geschwächt, der Träger unnöthig lang und die Druckvertheilung erheblich ungleichmäfsiger wird, als bei kurzer Lagerung. In solchen Fällen wird es nöthig, eine besondere Lagerplatte zwischen Träger und Mauerwerk einzulegen, welche aus Gufseisen nach

Fig. 2 oder nach Fig. 588 (S. 216⁵⁾ in Theil III, Band 1 dieses »Handbuches« auszubilden ist. Zweck der Platte ist, die zu grofse Auflagerlänge durch Verbreiterung des Lagers zu verkürzen; auch diese Platte soll um einige Centimeter von der Mauerkante entfernt bleiben. Alle solche Platten sind zunächst auf Keilen 1,5 bis 2,0 cm hohl zu verlegen und dann mit Cement zu vergiefsen.

Fig. 2.



Die Verbesserung der Druckvertheilung kann auch durch eine unter allen Trägerköpfen der Decke in der Mauer entlang laufende Mauerlatte, auch Mauerbank, Raftlade, Rostlade oder Rostschliefsse genannt, erzielt werden, auf welcher hölzerne Balken verkämmt werden (siehe Fig. 515, S. 179 in Theil III, Band 1 dieses »Handbuches«⁶⁾). Dieselbe kommt ausschliesslich bei hölzernen Tragwerken vor und hat hier den Vortheil, dafs das Verzimmern der hölzernen Träger (Balkenlagen) durch Anordnung dieser einrahmenden Hölzer an Genauigkeit, weil an Bequemlichkeit gewinnt. Andererseits

werden aber die Wände durch die durchlaufende Nuth, welche für die Einlagerung der durchgehenden Latte ausgespart werden mufs, in höchst bedenklicher Weise geschwächt. Es empfiehlt sich daher die Verwendung der Mauerlatte — abgesehen von der Benutzung als Entlastungsträger über Oeffnungen oder sonstigen schwachen Stellen der Mauern — auf solche Fälle zu beschränken, in denen sie ohne Herstellung einer Nuth entweder auf einen Mauerabfatz — bei Verstärkung der Wände —

³⁾ 2. Aufl.: Art. 77, S. 53.

⁴⁾ 2. Aufl.: Fufsnote 113, S. 220.

⁵⁾ 2. Aufl.: Fig. 605 u. 606, S. 245 u. 246.

⁶⁾ 2. Aufl.: Fig. 528, S. 194.

oder auf eine Maueroberfläche — bei Dachbalkenlagen — verlegt werden kann; namentlich für den letzteren Fall ist ihre Verwendung behufs Vertheilung der Dachlasten zu empfehlen. Auch die Mauerlatte muß mit der Außenkante etwas von der Mauerkante entfernt bleiben.

In den meisten Fällen haben die Decken-Tragwerke neben der Aufgabe, die Deckenlasten aufzunehmen, noch die der gegenseitigen Verankerung der Gebäudewände zu erfüllen, zu welchem Zwecke dann zwischen den Trägerenden und den Wänden eine Verbindung nach Art von Fig. 3, 4, 5, 6 u. Fig. 514, 515, 516 (S. 179) in Theil III, Band 1 dieses »Handbuches«⁷⁾ hergestellt werden muß. Diese Verbindungen können mit geringen Abänderungen auch für eiserne Träger verwendet werden; eine einfache derartige Anordnung stellt Fig. 2 dar. Bei schweren Trägeranordnungen erfolgt diese Verbindung gewöhnlich in der durch Fig. 602 (S. 224⁸⁾ im gleichen Bande dargestellten Weise, indem man eine untere Rippe der Lagerplatte, in welcher der Träger unbeweglich befestigt ist, nach unten in das Mauerwerk greifen läßt und hier vergießt. Voraussetzung ist hierbei, daß das Mauerwerk zum Einstemmen der erforderlichen Nuth fest genug ist. Diese Art der Befestigung wird aber nach dem an der bezeichneten Stelle Gesagten dann für die Wände gefährlich, wenn die Träger lang und erheblichen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind, weil die Mauern dann durch die Längenänderungen der mit ihnen fest verbundenen Träger hin und her bewegt werden. In solchen Fällen muß man die Verankerung der Wände durch die Deckenträger aufgeben und die Wandstärken nöthigenfalls unter Anfügen von Strebepfeilern so bemessen, daß die Wände für sich hinreichend standfest sind. (Siehe Theil III, Bd. 1 [Abth. III, Abschn. 1, A, Kap. 11, b: Wandverstärkungen] dieses »Handbuches«.)

Bei Feuersbrünsten wurde mehrfach der Einsturz der Gebäude dadurch hervorgerufen, daß die Längenausdehnung der an den Enden fest eingemauerten eisernen Träger in Folge des hohen Wärmegrades die Mauern nach außen umwarf. Es ist daher nothwendig, den Enden eiserner Träger genügend freies Spiel zu lassen, d. h. das Mauerwerk vom Trägerende zurückzusetzen und die Bolzenlöcher etwaiger Ankeranschlüsse länglich zu gestalten (Fig. 2). Das Maß der Ausdehnung berechne man für Eisen und Stahl nach dem Ausdehnungsverhältnisse 0,000123 für 1 Grad C. Wärmezunahme und mache ferner noch die Annahme, daß die ganze Längenänderung an einem Trägerende zum Austrage kommt.

Da die Deckenträger sich gleichmäßig über die ganze Länge der Mauern vertheilen müssen, so ist die Lagerung einer gewissen Anzahl derselben über den Maueröffnungen des unteren Geschosses im Allgemeinen nicht zu umgehen. Sind diese schmal, z. B. gewöhnliche Fenster eines Wohnhauses, so kann man die Deckenträger unbedenklich, wie es gerade bequem erscheint, über dem Schlussbogen der Oeffnung lagern. Werden die Oeffnungen aber weit, z. B. Einfahrten, Schaufenster u. dergl., so ist für den Abschluß mittels Wölbogen meist keine genügende Höhe vorhanden; auch würden die bedeutenden Lasten Bogenschübe bewirken, für welche die Widerlager nicht vorhanden sind. Man lege dann zunächst Träger über diese Oeffnungen, welche die Last der Deckenträger und dazu häufig noch diejenige der Mauern der darüber liegenden Geschosse zu tragen haben.

In dem Falle, daß die gewölbten Bogen über den Oeffnungen wohl zur Auf-

⁷⁾ 2. Aufl.: Fig. 527, 528 u. 529, S. 194.

⁸⁾ 2. Aufl.: Fig. 618, S. 256 u. Fig. 620, S. 257.

nahme der aufruhenden Mauerlast, nicht aber zu der der Deckenlast stark genug erscheinen, lege man über den Bogen in die Mauer noch einen mauerlattenartigen Längsträger, welcher die Deckenträger aufnimmt. Dieser Träger soll nun aber nicht wie eine Mauerlatte bloß druckvertheilend wirken, sondern er soll die gefamnte, über der Oeffnung ruhende Deckenlast aus deren Bereiche auf die Seitenbegrenzungen übertragen; daraus folgt, daß er nicht voll auf dem Bogen untermauert werden darf; sondern beiderseits neben der Oeffnung regelrechte Auflager erhalten, innerhalb derselben aber vom Mauerwerke so weit frei bleiben muß, daß er die feiner Belastung entsprechende Durchbiegung annehmen kann, ohne das Mauerwerk zu berühren.

Bei schwachen und bei stark belasteten Mauern erscheint das Einlagern von Mauerlatten regelmäsig, oft aber auch das Einftecken der Balkenköpfe unzulässig, weil die entstehenden Löcher zu bedeutende Schwächung der Mauer hervorrufen.

In solchen Fällen kann man: 1) die Balken auf ausgekragte Lager aus Backstein, Haufstein oder Eifen lagern, indem man entweder unter jeden Balkenkopf ein Kragstück, bezw. eine Console setzt, oder 2) die Balken mittels eines auf in weiterer Theilung angebrachten Consolen gelagerten Trägers unterstützt (Fig. 3, 5 u. 6) oder

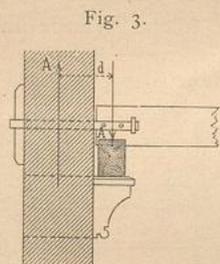


Fig. 3.

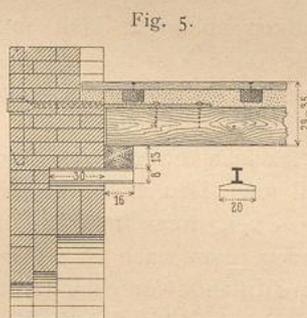


Fig. 5.

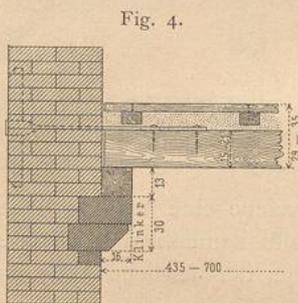


Fig. 4.

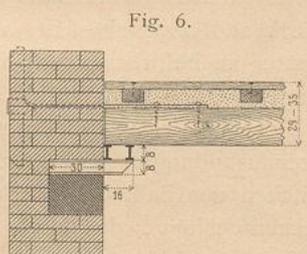


Fig. 6.

3) einige Kragfichten auf die ganze Länge der Mauer vortrecken (Fig. 4). Bei dieser Art der Lagerung wird allerdings die Wand in so fern ungünstig beansprucht, als das Kräftepaar A (Fig. 3) dieselbe mit der Momentengröße Ad nach innen zu kanten sucht; die Mauer muß also dann stark genug sein, um außer den auf sie wirkenden lothrechten Lasten auch dieses Moment aufzunehmen. Ist aber die Wand — z. B. durch einen aus dem Dachstuhl sich entwickelnden Schub — schon vorwiegend an der Aufsenkante

belastet, so kann diese die Pressungen an der Innenkante vergrößernde Art der Balkenlagerung fogar günstig für die Wand wirken.

Die Haufstein-Consolen greifen durch die ganze Wandstärke; bei ihnen wie bei den in Backsteinen vorgekragten Schichten soll die Ausladung bis Auflagermitte (A in Fig. 3) die Hälfte der Höhe nicht wesentlich überschreiten.

Eine Verankerung der Wand, wenigstens an einzelnen Balken, wird auch hier regelmäsig ausgeführt (Fig. 3 bis 6).

Die Lagerung hölzerner Balken vor der Wand erfolgt bei geringer Stärke der letzteren auch zu dem Zwecke, die Balkenköpfe, welche bei Einlagerung die ganze Mauerstärke durchdringen würden, nicht mit dem Hirnende der Witterung auszufetzen.

Ausgeführte Beispiele derartiger Lagerung auf Kragfichten und Consolen zeigen Fig. 4, 5 u. 6, welche dem Gymnasial-Convicts-Gebäude in Horn⁹⁾ entnommen sind.

Da die Säle bedeutende Längen (bis zu 23^m) haben, so fürchtete man die bei Einlagerung der Balken der verwendeten Dübeldecke unvermeidliche Schwächung der Mauern und führte daher bei 6,00 bis 7,15^m Saaltiefe die in Fig. 4 dargestellte Kraglagerung in harten Klinkern aus; die Mehrkosten hierfür betragen, einchl. der Lagerchwelle und des Putzens des die Kragleiste verdeckenden Gefimfes, für 1 lauf. Meter 4,4 Mark (= 2,2 Gulden.) Bei Saaltiefen von weniger als 6,00^m wurde die Vorkragung in den gewöhnlichen Mauersteinen ausgeführt und kostete dann nur 1,8 Mark (0,9 Gulden) für 1 lauf. Meter.

Ueber den Fenstern liefs sich die Steinvorkragung wegen mangelnder Höhe nicht mehr durchführen; hier wurden daher in 75^{cm} Abstand kurze Abschnitte von I-Trägern Nr. 8 unter Auflagerung auf kleine gusseiserne Druckvertheilungsplatten eingemauert, welche dann die Auflagerchwelle tragen (Fig. 5). Die in Fig. 6 dargestellte Anordnung von eisernen Kragträgern auf Auflagerquadern, welche als Lagerchwelle ein Paar I-Träger Nr. 8 tragen, wurde wegen der geringeren Höhe in Betracht gezogen, jedoch gegenüber der gewählten Anordnung nach Fig. 4 als zu theuer erkannt.

Die Verankerung solcher Wände, welche mit den Balken parallel laufen, also der fog. Giebelwände, kann durch die Balkenlage nur in viel mangelhafterer Weise erfolgen, als die derjenigen Wände, welche die Balkenköpfe aufnehmen, da der Widerstand der Balkenlage in diesem Sinne lediglich von dem geringen seitlichen Biegungswiderstande der Balken abhängt. Man soll daher solche Wände in der Regel so ausbilden, dafs sie ohne Verankerung sicher stehen, daher namentlich den letzten Träger der Balkenlage nicht in, sondern vor die Wand legen.

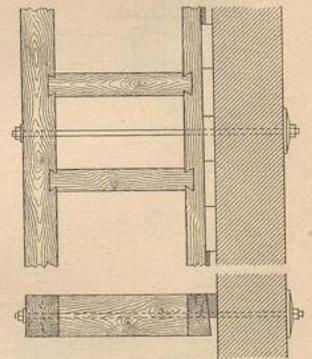
Wird gleichwohl in einzelnen Fällen eine solche Verankerung nöthig, so soll man dazu nicht blofs den letzten, sondern wenigstens zwei, wenn möglich drei Balken nutzbar machen, indem man nach Fig. 7 zwei schwache Wechsel in kurzem Abstände von einander einzieht und in deren Mitte den Anker — hier Rundeisen — durch die Balken und die Wand führt. Dabei mufs der letzte Balken fest gegen die Wand abgekeilt sein, was übrigens auch wegen des später zu besprechenden dichten Anschlusses der Balkenlage an die Wand nöthig ist.

Wesentlich wird diese Art der Verankerung durch solche Fußböden und Deckenausbildungen unterstützt, welche eine auf Zug widerstandsfähige Verbindung zwischen den Balken herstellen, also namentlich bei Bretterfußböden und bei der Deckenschalung, da durch solche der seitliche Biegungswiderstand aller Balken für die Verankerung nutzbar gemacht wird.

Bei eisernen Balken ändert sich die Anordnung gegen Fig. 7 in nichts Wesentlichem.

Ist nun die Tragfähigkeit der Mauern so gering, dafs sie auch die Lagerung auf Vorkragungen nicht ertragen, so mufs man vor ihnen ein Traggerüst aus hölzernen Stielen mit hölzernen Balken, oder eisernen Stützen mit Eifenträgern aufstellen. Letztere werden ganz nach dem in Theil III, Band 1 (S. 184 u. ff.¹⁰⁾ dieses »Handbuches« über Freistützen in Eisen Gefagten behandelt, indem man sie bis auf die unmittelbar auf dem Baugrunde vorzunehmende Gründung hinabführt; erstere stellt man dagegen gern auf einen steinernen Sockel mit Deckquader, um

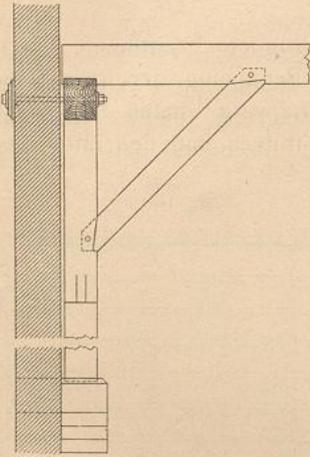
Fig. 7.



⁹⁾ Nach: Wochschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1887, S. 361.

¹⁰⁾ 2. Aufl.: S. 199 u. ff.

Fig. 8.



das untere Ende über dem Erdboden trocken und unter guter Aufficht zu halten (Fig. 8). Dabei werden die Stiele gegen den darüber liegenden Längsträger, und — wenn ein Balken über dem Stiele liegt — auch gegen diesen durch Kopfbänder verspreizt. Das untere Stielende wird in den Quader etwas eingelassen oder stumpf aufgesetzt und mittels Dollen unverschieblich gemacht; diese Vorkehrungen sind jedoch bedenklich, wenn Näffe den Stiel erreichen kann. Es ist zweckmäfsig, zwischen die Hirnfläche des Stieles und den Quader eine 1,5 mm dicke, an Gröfse dem Stielquerschnitte entsprechende Bleiplatte einzulegen, welche den Druck auch bei geringen Unebenheiten der Aufstandsflächen gleichförmig vertheilt und zugleich einigen Schutz gegen Feuchtigkeit gewährt.

Bei Wänden aus Holz-Fachwerk erfolgt, wie dies schon in Theil III, Band 2, Heft 1 (Abth. III, Abfchn. 1, A, Kap. 6: Wände aus Holz und Stein [Holz-Fachwerkbau], insbesondere unter a [Holzgerippe]) ausgeführt worden ist, die Lagerung der Balken zwischen dem Rahmen des unteren und der Schwelle des oberen Geschosses, so dafs also die Balkenlage die Wände zweier auf einander folgender Geschosse trennt. Die Balken werden dabei mit Rahmen und Schwelle haken-, kreuz- oder schwalbenschwanzförmig verkämmt, um als Anker für die Wände dienen zu können. Zu beachten ist übrigens nur die Regel, dafs die Balken nicht weit von den Stielen des Fachwerkes entfernt liegen sollen, woraus folgt, dafs die Stieltheilung der Balkentheilung thunlichst entsprechen sollte. Ueber die Anordnungen, welche zur Verstärkung der Rahmen zu treffen sind, wenn aus irgend welchen Gründen die Balken nicht über die Stiele gelegt werden können, vergleiche die oben angezogene Stelle.

3-
Fachwerk-
wände.

b) Unterstützung durch Freistützen.

In der Regel wird man die Balken einer Decke so legen, dafs sie die kleinere Abmessung des zu deckenden Innenraumes frei überspannen. Wird diese aber zu grofs, um noch mit den zweckmäfsig zu verwendenden Balkenmassen überdeckt werden zu können, so mufs man für die Balken noch Mittelunterstützungen anordnen.

4-
Freie
Mittelstützen.

Solche Mittelunterstützungen der Balken werden letztere in der Regel rechtwinkelig kreuzen. Da die Balken aber nach der kleineren Raumabmessung gelegt waren, so werden diese Unterstützungen nunmehr die gröfsere Weite zu überspannen und die grofsen von den Balken gefammelten Lasten zu tragen haben. Für diese unterstützenden Träger, welche, je nachdem sie die Balken durch Anhängen oder Auflagern aufnehmen, bzw. Ueberzüge oder Unterzüge heifsen, wird man so nach ganz besonders grofser Tragfähigkeit bedürfen; man wird daher häufig in die Lage kommen, die Ueberzüge und Unterzüge in gewissen Abständen ihrerseits wieder durch andere Constructionstheile unterstützen zu müssen.

Diese Unterstützung der Ueber- und Unterzüge erfolgt auf zweierlei Weise, entweder:

1) Von oben, durch Anhängen an den Dachstuhl; diese Unterstützungsart kann in der Regel nur in der Dachbalkenlage erfolgen und wird im nächsten Hefte

(Abth. III, Abschn. 2, unter E: Dachstuhl-Construktionen) dieses »Handbuches« behandelt werden; sie läßt den Innenraum vollkommen frei.

2) Von unten durch Auflagerung auf gefondert gegründete Freistützen, deren eiserne Säulen oder hölzerne Stiele die völlig ungestörte Benutzung der Räume bis zu gewissem Grade beeinträchtigen. Ein einfaches Tragwerk dieser Art zeigt Fig. 9. Der ganze Raum ist dabei nur durch zwei Freistützen und den unter der

Decke sichtbaren Längsunterzug geführt, enthält außerdem vielleicht an den kurzen Seiten zwei Wandvorlagen zur Aufnahme der Endauflager des Unterzuges.

Ist das Aufstellen von Freistützen in den Räumen nicht zulässig, auch das

Anhängen an das Dach unmöglich, so bleibt als letzte Anordnung der Unterstützung die Spannung einer größeren Zahl von Unterzügen nach der kurzen Raumabmessung in solcher Theilung übrig, daß die Balken nunmehr der Länge des Raumes nach von Unterzug zu Unterzug gestreckt werden können, wie in Fig. 10. Diese Anordnung zeigt auch das durch Fig. 598 bis 602 (S. 221 bis 226) in Theil III, Bd. 1 (Art. 319¹¹⁾) veranschaulichte Beispiel 2.

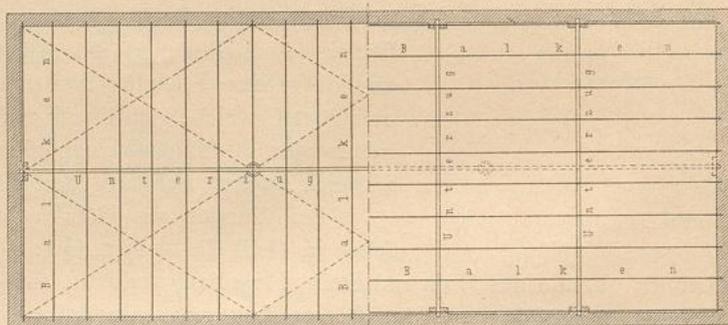
Die Unterzüge werden als Balken oder gegliedert aus Holz oder Eisen nach denjenigen Regeln ausgebildet, welche bezüglich der »Träger« in Theil III, Bd. 1 (Abth. I, Abschn. 2, Kap. 3 u. Abschn. 3, Kap. 7) dieses »Handbuches« gegeben sind.

Die Unterzüge können auf die Freistützen in gewöhnlicher Weise im Schwerpunkte des Stützenquerschnittes aufgelagert werden, wenn die Stützen nur durch ein Geschoss reichen. Müssen sie durch mehrere Geschosse durchgeführt werden, so ist es für Eisen-Construktionen in der Regel, für Holzbauten stets unzulässig, Unterzug und Balken oder einen von beiden auf die untere Stütze zu lagern und dann die obere Stütze auf die Träger zu setzen, da hierdurch die Lastübertragung in den Stützen verschlechtert und die Steifigkeit der oft sehr hohen Anordnung gegen seitliche Verdrückungen wesentlich beeinträchtigt wird. Bei Holz ist diese Unterbrechung der Stützen besonders gefährlich, weil hier durch das Einlegen von Querholz in das Langholz der Freistützen erhebliche Sackmasse entstehen. Hätte z. B. ein Lagerhaus 5 Obergeschosse und in jedem derselben Unterzüge von 32 cm und Balken von 25 cm Höhe, welche die Freistützen unterbrechen, so befänden sich in der Stützung des Fußbodens des obersten Geschosses $5(32 + 25) = 285$ cm Querholz; nimmt man nun an, daß das Querholz seine Höhe durch Eintrocknen und Zusammenrücken durch die Freistützenbelastung auch nur um 3 Procent verringert, so entstände im obersten Geschoss schon ein Sackmaß von $3 \frac{285}{100} = 8,55$ cm, welches den Boden dieses Geschosses ernstlich gefährden würde.

¹¹⁾ 2. Aufl.: Art. 329 u. Fig. 616 bis 620 (S. 253 bis 259).

Fig. 9.

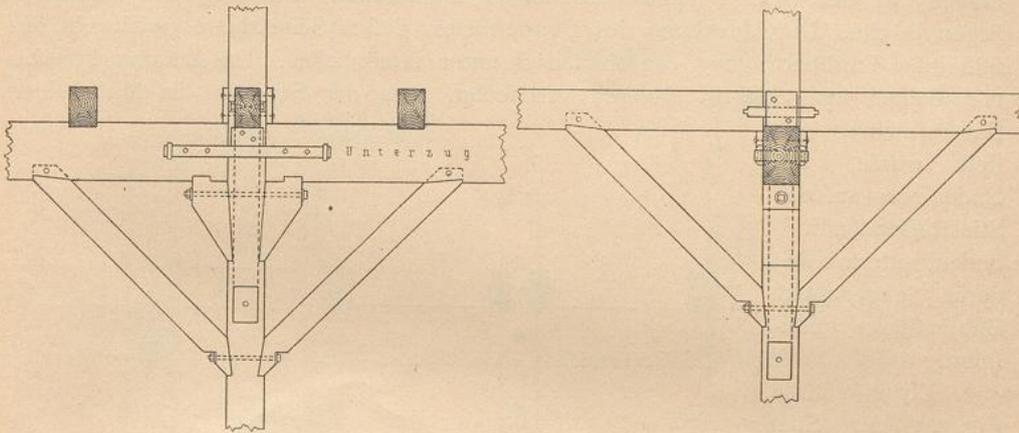
Fig. 10.



Beispiele der Unterstützung von Unterzügen und Balken mittels hölzerner Freistützen zeigen Fig. 11 bis 15. In Fig. 11 ist der Unterzug aus einem starken Balken, nöthigenfalls verzahnt oder verdübelt, gebildet, welcher mitten vor die durchgehende hölzerne Freistütze trifft, die man wohl auch Stiel, Pfoften oder Ständer nennt. Der Unterzug mußte daher, um den Stiel nicht durch Zapfen zu

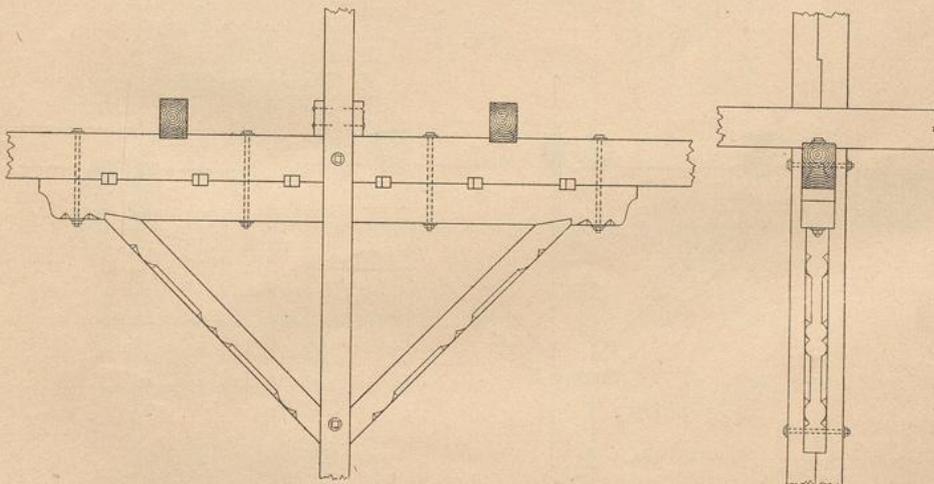
5.
Hölzerne
Freistützen.

Fig. 11.



schwächen, mittels angebolzter, verfatzter Knaggen unterstützt werden. Um jedoch nicht die Sicherheit der Lager dem einen Knaggenbolzen allein anzuvertrauen, sind die Enden der Unterzugstücke noch durch zwei mit Krampen befestigte Flachschienen verbunden. Außerdem sind zwei Kopfbänder zur Versteifung des Stieles eingesetzt, welche im Stiele aber bloß Verfassung, keine Zapfen erhalten. Wie der Unterzug von der einen, stößt von der anderen Seite ein Balken mitten auf den Stiel, welcher gegen diesen mittels zweier Kopfbänder und angenagelter Bohlenstücke abgestützt ist; die beiden Balkenenden sind durch zwei Eifenklammern verbunden. In Balkenhöhe sind noch zwei Bohlenstücke an den Stiel genagelt, um die Fußbodenbretter lagern zu können. Obwohl der Stiel hier ungeschwächt durch-

Fig. 12.



geht, ist die Anordnung doch eine mangelhafte, weil das Durchschneiden sowohl des Unterzuges, wie des Balkens die wirkame Verankerung der Stiele und Wände wesentlich beeinträchtigt. Das Durchschneiden des Unterzuges hat außerdem die Folge, daß die Ausnutzung der Vortheile unmöglich wird, welche durch Anordnung überkragender Gelenkträger erreicht werden können.

Auch in Fig. 12 ist der Unterzug einfach; um ihn nicht durchschneiden zu müssen, ist der Stiel doppelt (verschränkt) angeordnet. Unterzug und Sattelholz liegen in einer Durchbrechung des Doppelstieles, dessen Seitentheile gleichwohl unmittelbare Lastübertragung von oben nach unten ermöglichen. Das Zusammentreffen von Balken und Stiel ist dadurch vermieden, daß der Stiel in die Mitte einer Balkentheilung gestellt wurde. Die

Enden der auf den Stiel stoßenden Fußbodenbretter werden durch angenagelte Bohlenstücke unterstützt.

Eben so ist in Fig. 13 der Stiel doppelt mit Verschränkung angeordnet; er nimmt

den Unterzug, welcher in der Ueberkreuzung von beiden Seiten ausgeschnitten ist, in einer Durchbrechung auf, so daß dieser, wenn auch geschwächt, durchläuft. Auch der den Stiel treffende Balken ist in diesem Falle nicht durchgeschnitten; er ist vielmehr doppelt angeordnet, umfaßt mittels Ausschneidungen den Stiel von beiden Seiten und gestattet zugleich die Lagerung der Bretterenden am Stiele; der Stiel ist nun offenbar nach allen Seiten wirksam verankert. In Folge der günstigeren Lagerung aller Theile ist von der Anbringung von Kopfbändern abgesehen. Mängel dieser Anordnung sind die rechteckige Stielform, welche mit Rücksicht auf Zerknicken dem Quadrate gegenüber einen Mehraufwand erfordert, und die Schwächung

Fig. 13.

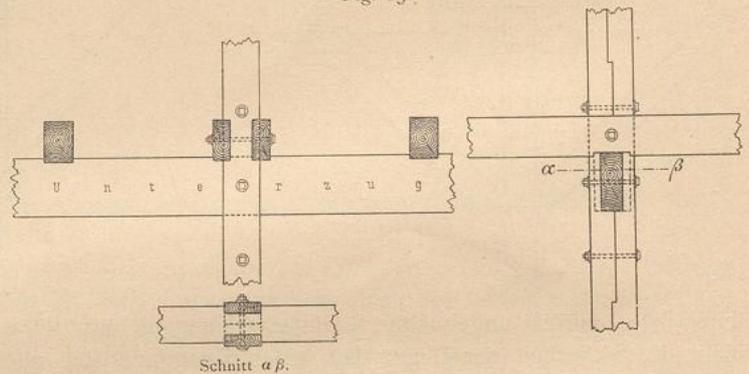
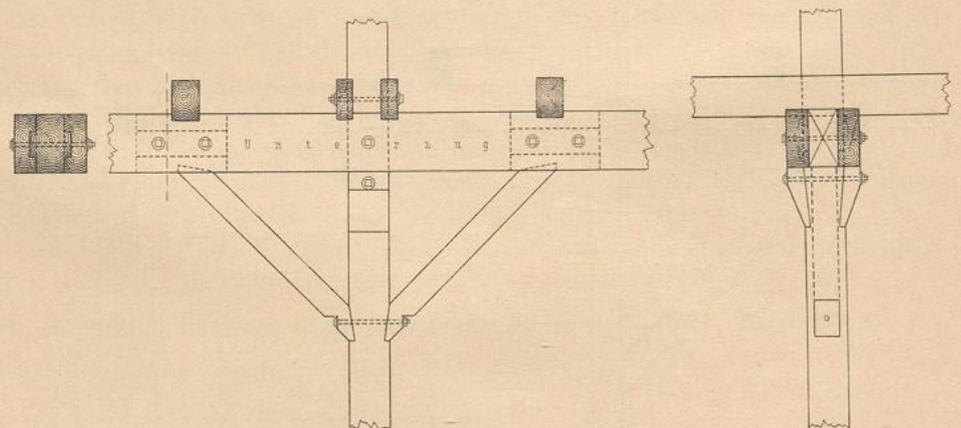


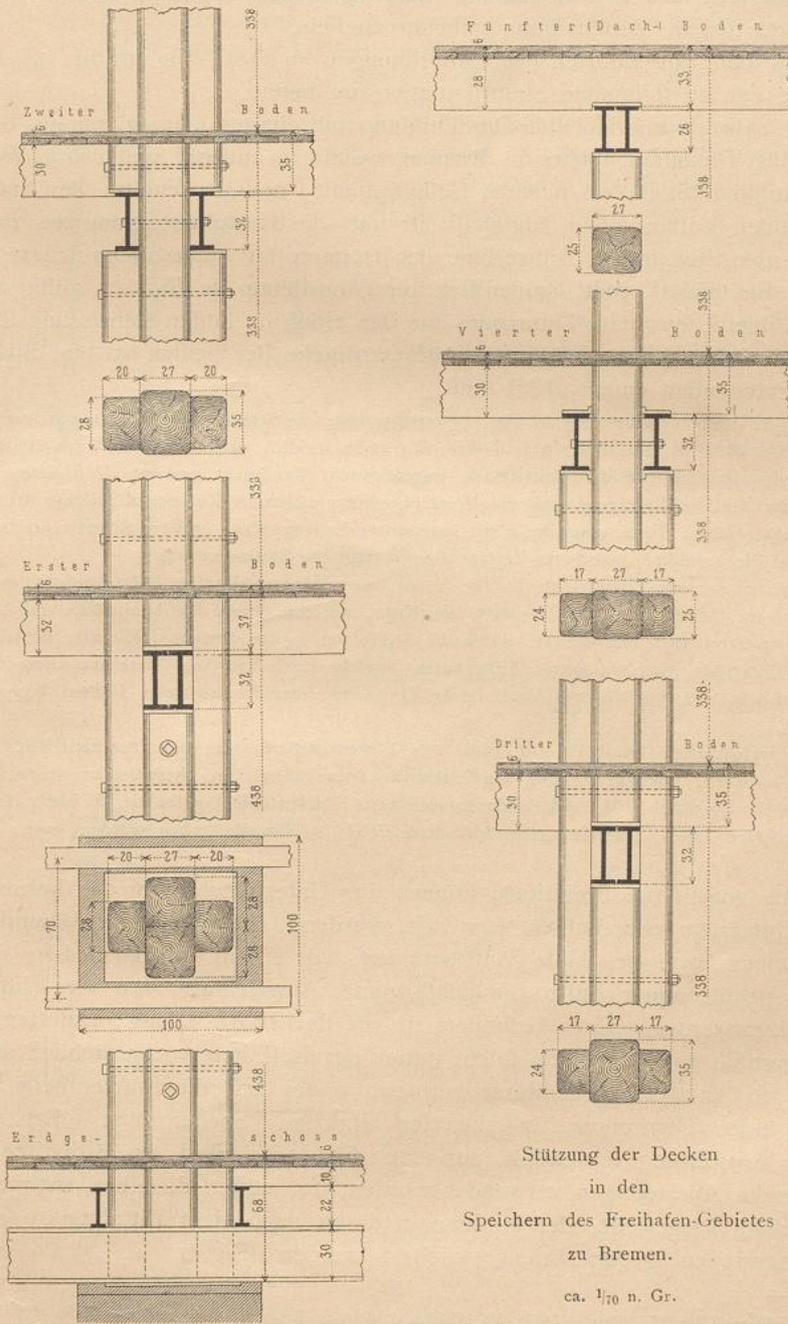
Fig. 14.



des Unterzuges in der Stütze, der Stelle eines feiner größten Biegunsmomente, wenn er continüirlich oder überkragend angeordnet ist.

Wefentlich kräftiger kann man den Unterzug für schwere Decken ausbilden, wenn man fowohl ihn, als auch den Balken doppelt anordnet (Fig. 14). Er ist in eine flache Ausklinkung des Stieles gelegt, im Uebrigen durch angebolzte Knaggen

Fig. 15.



unterstützt und fomit über der Stütze ganz ungeschwächt. Die beiden Balkenhälften umfassen den Stiel auch hier beiderseits mit Ausschneidungen; zur Absteifung sind zwischen Stiel und Unterzug wieder Kopfbänder eingefügt, welche unten auf den Stiel treffen, oben aber in den Zwischenraum des doppelten Unterzuges. Um hier Verfassung anordnen zu können, wurde zwischen die beiden Unterzugshölzer ein Klotz eingefügt, welcher nach Fig. 13 (Querschnitt) beiderseits mit Ohren in die Hölzer eingreift, um in lothrechtem, wie wagrechtem Sinne unter dem Drucke des Kopfbandes gegen Verschiebung gesichert zu sein.

Von den vorggeführten vier Anordnungen in Holz (Fig. 11 bis 14) entspricht die letzte den zu stellenden Anforderungen am besten.

Fig. 15 zeigt eine Holzstiel-Durchbildung mit eisernen Unterzügen aus den Lagerhäufeln des Freihafengebietes in Bremen, welche in äußerst geschickter Weise dem fünfgeschossigen Stiele ein sicheres Gefüge giebt, im Querschnitte den nach unten zunehmenden Lasten genau angepaßt ist und die Kraftübertragung aus den Unterzügen in den Stiel in der Schwerlinie des letzteren fast vollkommen sichert. Letztere wichtige Eigenschaft geht namentlich der Anordnung in Fig. 11 völlig ab; denn eine Lastabgabe aus dem Unterzuge an den Stiel in dessen Schwerlinie ist nur in dem einen Falle denkbar, daß die Auflagerdrücke der beiden an den Stiel stossenden Unterzügen genau gleich sind.

Bei der Bremer Anordnung in Fig. 15 werden zwar die Stielhölzer durchschnitten und die Unterzüge zwischen dieselben eingefügt; hier ist dies aber unbedenklich, weil in jedem Boden mindestens einer der fest mit einander verbolzten Stieltheile ungeschwächt durchgeht und zur Versteifung der durchgeschnittenen dient, weil ferner die eisernen Unterzüge einer meßbaren Zusammendrückung nicht ausgesetzt sind. In einer Länge hätte man die Stiele nur unter Ueberwindung großer Schwierigkeiten aufstellen können, und die gewählte Anordnung ergibt eine vorzügliche Stofsanordnung.

Unten ist der Stiel, wie jener in Fig. 8, auf einen Mauerpfeiler im Keller gesetzt; es ist jedoch zunächst eine in Cement verlegte Eisenplatte eingelegt, um eine ebene Aufstandsfläche und gute Druckvertheilung zu erreichen, und eben so treten die Stielhölzer in den übrigen Geschossen nicht unmittelbar gegen die Unterzüge, sondern gegen Eisenplatten, welche auch hier zur Nutzbarmachung des ganzen Holzquerschnittes und zur sicheren Vereinigung der neben einander liegenden Hälften doppelter Unterzüge dienen.

Ein wesentlicher Grund für die Wahl der Eichenholzstiele war die Feuerficherheit. Nach Versuchen der Londoner Feuerwehr kohlte ein Eichenstiel zwar außen an, brennt aber wegen Mangels an Sauerstoff nicht eigentlich. Ist er dann durch eine harte Kohlschicht geschützt, so bleibt er bei Hitze-graden, bei denen guss-, schweis- oder flusseiserne Stiele zu Grunde gehen würden, noch stundenlang tragfähig¹²⁾.

6.
Gusseiserne
Freistützen.

Auch gusseiserne Freistützen können zur Unterstützung sowohl hölzerner, wie eiserner Unterzüge oder Balken verwendet werden. Die allgemeinen Grundätze sind hier dieselben, wie bei Holz-Constructionen; vor Allem soll auch hier der ungeschwächte Stützenquerschnitt thunlichst ohne Abweichung von der Lothrechten durchgeführt werden. Ganz besonders ist vor starker Ausladung belasteter Kapitelle und Fußprofile zu warnen, da solche unter der Last bereits thatsächlich abgesehen sind und so Anlaß zum Einsturze wurden, wobei sich die Stützentheile, wie die Auszüge eines Fernrohres, in einander schoben. Sockelprofile sollen daher in schlanker Ausweitung nur wenig ausladen (Fig. 16). Sind aus ästhetischen Rücksichten starke Ausladungen verwendet worden, so müssen dieselben entweder durch Ummantelung hergestellt oder im Inneren durch nach dem Mittelpunkte gerichtete Versteifungsrippen gegen Bruch gesichert werden (Fig. 17 u. 23). Ausladende

¹²⁾ Siehe auch Theil III, Band 6 (Abth. III, Abschn. 6, Kap. 1: Sicherungen gegen Feuer) dieses »Handbuchs«.

Kapitelltheile sollen niemals die obere Stütze, sondern höchstens die Last des Unterzuges ihres Geschosses aufnehmen. Dies wird dadurch erreicht, daß man, wie z. B. in Fig. 16, den Schaft des oberen Säulenfußes so tief in das Kapitell hineinsteckt, daß er unmittelbar auf den Schaft des unteren Stützentheiles trifft; dabei sind geringe, schlank zu bildende Ausweitungen wegen der Sockelausladung am oberen Theile meist nicht zu vermeiden.

Auf die Mafsregeln zur Sicherung der Gufsstützen gegen Feuersgefahr, Luft- oder Wasserstrom im Inneren, Umhüllung durch feuerfeste Körper etc., welche noch in Theil III, Band 6 (Abth. V, Abschn. 1, Kap. 1, unter a) dieses »Handbuches« zu besprechen sein werden, möge hier noch hingewiesen werden,

so wie auch auf die Nothwendigkeit der Fürsorge für sichere Wasserabführung aus dem Inneren, selbst dann, wenn ein Eindringen von Wasser in die fertige Stütze ausgeschlossen ist. Es ist der Fall vorgekommen¹³⁾, daß sich die Stützen eines Hohlbaues vor Aufbringen des Daches bei anhaltendem Regen mit Wasser füllten. Der Bau blieb im Winter im Rohbau stehen, und im Frühjahr fanden sich dann mehrere der Stützen in der Formnaht völlig aufgesprengt. Man sehe daher in allen hohlen Gufsstützen Abzugslöcher für Wasser so vor, daß eine Ansammlung desselben im Inneren überhaupt unmöglich ist.

Fig. 16.

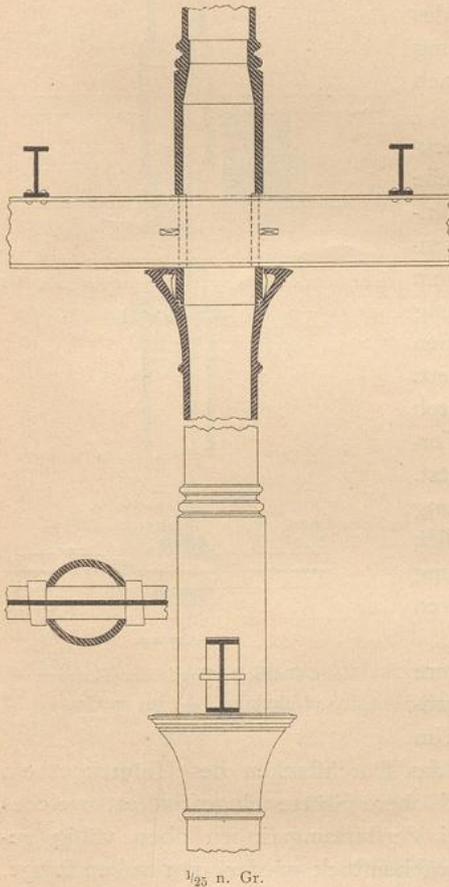


Fig. 16 zeigt eine Freistütze, welche einen einfachen Unterzug und darauf ruhende Balken von I-förmigem Querschnitt trägt. Es ist hier angenommen, daß eine Feldmitte der Balkentheilung auf die Stütze trifft, welche somit nur mit dem Unterzuge in unmittelbarer Berührung steht. Letzterer ist nun durch ein Loch am Untertheile der oberen Stütze gesteckt und auf der Wandstärke der unteren Lochbegrenzung gelagert; zwischen dem scheinbaren Kapitell und dem Unterzuge ist dagegen ein offener Spielraum geblieben (eben so auch in Fig. 23) und die Last wird somit unmittelbar an die Stütze abgegeben. Die Kapitellbildung ist lediglich der Ausschmückung halber erfolgt und könnte aus Zink oder in ganz schwachem Guffe hergestellt sein. Der durchgesteckte Unterzug ist durch beiderseits vorgefetzte Keile gegen die Stütze unverschieblich gemacht.

Von besonderer Wichtigkeit ist vollkommener Schluß der Fuge zwischen beiden Stützentheilen, welche zur Verhinderung selbst kleiner Verschiebungen falzförmig gestaltet ist; die Fugenflächen müssen bei guter Ausführung in beiden Theilen abgedreht sein, und dichten Schluß erreicht man, indem man bei leichten Stützen Blei, bei schwereren Kupferringe einlegt.

Diese Construction gestattet durchlaufende Anordnung des einfachen Unterzuges,

¹³⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1890, S. 608.

hat aber den für schwere Stützen sehr erheblichen Mangel, daß der Stützenquerschnitt durch den durchgesteckten Träger erheblich geschwächt wird und daß bei unvermeidlichen Durchbiegungen des Unterzuges eine excentrische Belastung der Stütze auf dem einen oder dem anderen Lagerrande entstehen muß. Die Balken sind auf den Unterzug genietet; der Querschnitt des letzteren muß also unter Abzug der Nietlöcher berechnet werden. Die Gufsform aller Stützentheile ist, abgesehen von der Kapitellausladung, sehr einfach; in letzterer sind Versteifungsrippen angedeutet, welche jedoch nur zur Ausführung kommen, wenn das Kapitell Lasten aufzunehmen hat.

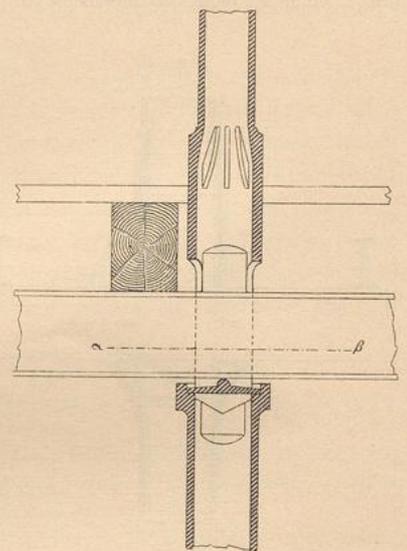
Die bezüglich der Anordnung in Fig. 16 gerügten Mängel, excentrische Lagerwirkung des Unterzuges bei Durchbiegungen und Schwächung der Stütze, sind in der Ausführungsweise nach Fig. 17 vermieden, bzw. abgeschwächt.

Um die Kantenlagerung des durchgesteckten Unterzuges auf dem unteren Stützentheile bei Durchbiegung zu vermeiden, ist in den Hohlraum des oberen auf den Rand des unteren zunächst eine Schneidenplatte von tragfähigem T-Querschnitt gelegt, welche die Uebertragung des Lagerdruckes vom Unterzuge selbst nach dessen Durchbiegung genau in der Stützenmitte sichert. Die Schwächung des oberen Stützentheiles durch die Oeffnung für den Unterzug ist durch Verdickung des übrig gebliebenen Wandtheiles ersetzt. Damit aber der volle Querschnitt dieser Verstärkung durch volles Auftreten der Unterfläche wirklich zur Wirkung gelangt, ist dieselbe Verstärkung auch auf einige Länge im Kopfe des unteren Stützentheiles niedergeführt.

Eine ganz ähnliche Anordnung für schwerere Stützen mit noch besserem Ausgleiche der Schwächung des oberen Theiles zeigt Fig. 23. Um die Gufsmodelle zu vereinfachen, ist hier für das Durchstecken des Unterzuges ein gefondertes Gufsstück zwischen die untere und obere Stütze eingeschaltet, welches durch halbkreisförmiges Herumführen der drei Verstärkungsrippen oben völlig geschlossen ist. Auch unten schließt sich das Zwischenstück wieder zum vollen Ringe, so daß es zu einer guten Aufnahme der oberen Stützenlast oben und zu guter Vertheilung dieser und der Unterzugslast auf den Ringquerschnitt unten befähigt erscheint. Die Trägerplatte mit gewölbtem Schneidenaufleger mußte daher hier auf den Unterrand der zum Durchstecken des Unterzuges bestimmten Durchbrechung des Zwischenstückes gelagert werden.

Die Anordnung in Fig. 23 dürfte selbst für die schwersten Stützen allen Anforderungen genügen, so lange das Verhältniß der Unterzugsbreite zum Stützendurchmesser das Durchstecken des Unterzuges gestattet; doch ist in dieser Beziehung zu betonen, daß man durch geeignete Formung des Zwischenstückes auch das

Fig. 17.



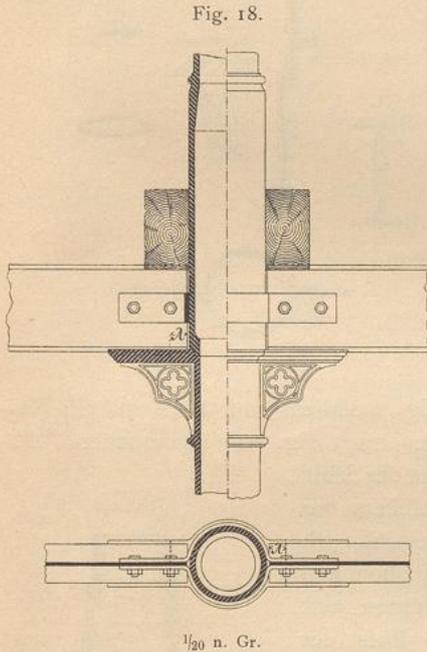
Schnitt aβ.

Vom Gasthof »Englischer Hof« zu
Hildesheim. — 1/25 n. Gr.

Durchstecken von Unterzügen ermöglichen kann, deren Breite verhältnismäßig größer ist, als in Fig. 23.

Auch wenn der Unterzug auf der Stütze durchschnitten sein soll, statt durchzulaufen, kann man die Anordnung in Fig. 23 mit Vortheil verwenden, da die Lagerung der beiden, schwach in der Höhenmitte zu verlaufenden Enden eines durchschnittenen Unterzuges auf die flach gewölbten Schneidenplatten eben sowohl möglich ist, wie die eines ununterbrochen durchlaufenden Trägers.

Die Schwächung der Stütze ist in Fig. 18 vermieden, wo in Folge dessen aber der Unterzug nicht durchlaufen kann, sondern von beiden Seiten auf angegoffene Confolen gelagert werden muß; es geht so die Möglichkeit verloren, den Unterzug durchlaufen zu lassen, und außerdem wird die Stütze in Folge der Lagerung der beiden Unterzügen excentrisch beansprucht, wenn der eine Unterzug schwerer belastet ist, als der andere (wie in Fig. 11). Die Längsverbinding ist mittels um die Säule gelegter Flachlaschen hergestellt.



Die Confolen sind in dem durch Fig. 18 dargestellten Falle angegoffen, werden aber zur Vermeidung der schwierigen Gufsform häufig gefondert hergestellt und angeschraubt. Damit die Lastübertragung weit von der Stützenmitte erfolgen kann, sollen die Confolen so kurz sein (Länge λ in Fig. 18), wie die erforderliche Lagerfläche des Trägers gestattet. Werden die Confolen aus ästhetischen Rücksichten länger gemacht, so empfiehlt es sich, die eigentliche Lagerfläche dicht an der Säule erhöht herzustellen, damit die äußeren Confolentheile der Last sicher entzogen werden

(in Fig. 18 nur bei genauer Betrachtung zu erkennen). Um seitliche Verschiebungen zu verhüten, ist auf der Confolenplatte eine der Unterzugsbreite entsprechende flache Nuth hergestellt.

Das Aufsetzen der Säulen ist nach den obigen Regeln auch hier ausgeführt. Der Unterzug trägt hier hölzerne Balken, welche die Stütze in der zweiten Richtung umfassen.

Im Wesentlichen übereinstimmend mit der in Fig. 18 dargestellten Anordnung ist die in Fig. 19 gezeichnete; doch sind hier einige Verbesserungen eingetreten. Die weit ausladenden Confolen sind durch kurze, angegoffene, dem Querschnitte des durchschnittenen Unterzuges entsprechende Hülsen ersetzt, welche mittels durchgesteckter Bolzen zugleich die Verbindung der beiden Unterzugsenden unter einander vermitteln. Nach unten sind diese Hülsen noch durch Rippen abgestützt, und dem Auge sind sie durch einen Kapitellmantel aus Zinkgufs verdeckt, welcher oberhalb eines angegoffenen Halsringes umgesetzt, angeftiftet und gelöthet wird. Die Ausladung für das Sockelprofil der oberen Stütze ist auch hier durch eine geringe Ausweitung der Säule gewonnen. Um den Gufs aber trotz dieser Ausweitung und

den angegossenen Trägerhülsen möglichst einfach zu gestalten, ist zwischen den Kopf der unteren und den Fuß der oberen Säule eine abgeforderte Trommel mit abgedrehter oberer und unterer Lagerfläche eingefetzt, bei welcher die Ausweitung gar keine, das Ansetzen der Hülsen unerhebliche Schwierigkeiten verursacht; die Säulen sind, abgesehen vom Sockelprofil und Halsband, ganz glatt.

Die eisernen Balken sind in Fig. 19 auf den eisernen Unterzug so aufgelagert, daß keine Verschwächung der Flansche durch Niet- oder Bolzenlöcher entsteht, daß gleichwohl aber eine Verschiebung der Balken gegen den Unterzug nach keiner Richtung möglich ist. Es ist dies durch Annieten von entsprechend gebogenen und in einander geklinkten Blechen an die Trägerstege erreicht.

Die Mängel der Anordnungen nach Fig. 18 u. 19, nämlich die Unterbrechung des Unterzuges und die Auflagerung auf Consolen, welche wegen der schwierigen Kopfform beim Angießen nicht immer zuverlässig ausfallen und auch mittels Verschraubung nicht sehr sicher befestigt sind, wurden nach Fig. 20¹⁴⁾ vermieden. Abgesehen von der geringen Sockelausweitung besteht die Säule hier aus einem vollkommen glatten Cylinder, welchem nur nahe dem Kopfe ein ziemlich breiter Wulst angegossen ist. Dieser nimmt einen die Säule umhüllenden, von oben aufzuschiebenden kurzen Cylinder mit Consolenansätzen auf; der obere Rand der unteren Säule trägt den Fuß der oberen mittels eines innen angegossenen Wulstes. Auf den Consolen des umgelegten Cylinders ruht der doppelte Unterzug in entsprechender Nuth, und in dieser sind die Lagerflächen nach Art von Fig. 2 (S. 3) etwas gewölbt, damit die Lastübertragung auch bei Durchbiegungen möglichst centrisch bleibt. Da die Consolen hier, statt am langen Säulenkörper, an einem kurzen Cylinderstücke angebracht sind, ist ihre Herstellung, wie die der Säulen, wesentlich vereinfacht und der Guß zuverlässiger.

Die in Fig. 20 dargestellte Anordnung bedingt die Verwendung doppelter Unterzüge. Lagert man die zu tragenden Balken, wie in Fig. 20 angedeutet, ohne Weiteres auf diese auf, so ist excentrische Belastung der Stütze, wegen der bei ungleicher Belastung oder Spannweite der Balkentheile ungleichen Auflagerdrücke A_1 und A_2 , deren Mittelkraft A im Allgemeinen nicht in der Mitte wirken kann,

Fig. 19.

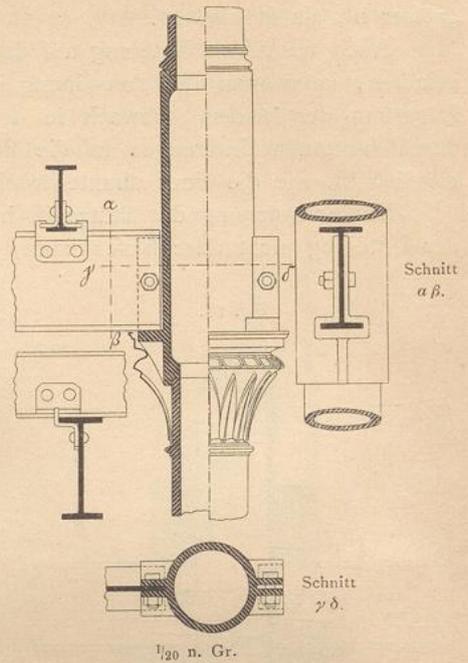
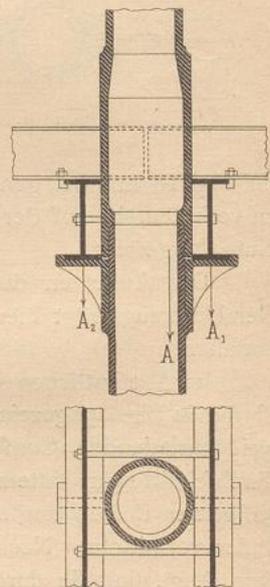


Fig. 20.



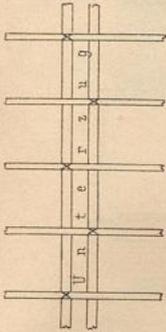
Vom Alhambra-Theater in London¹⁴⁾. — 1/20 n. Gr.

¹⁴⁾ Nach: *Engng.*, Bd. 37 (1884), S. 539.

unvermeidlich. Auch die Verwendung durchlaufender oder überkragender Balken beseitigt diesen Uebelstand nicht, da die Durchbiegungen der Balken auch dann noch verschiedenartige Belastung der beiden Unterzugshälften hervorrufen.

Zwei Verfahren zur Abmilderung, bezw. Beseitigung dieses Uebelstandes doppelter Unterzüge, welcher Anlaß zu wesentlichen Verstärkungen der Stützen ist, geben Fig. 21 u. 22 an.

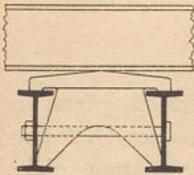
Fig. 21.



In Fig. 21 ist jeder Balken mittels zwischengelegter Platte nach Maßgabe der eingetragenen Kreuze nur auf einer Hälfte des Unterzuges gelagert. Bei entsprechender Vertheilung der Lager kann hierdurch eine Ausgleichung der Auflagerdrücke A_1 und A_2 bis zu gewissem Grade erzielt werden, völlig aber schon aus dem Grunde nicht, weil die durch die Art der Lagerung bedingte Verschiedenheit der Spannweiten zweier benachbarter Balken selbst bei ganz gleichförmiger Belastung eine geringe Verschiedenheit der Belastung beider Unterzugshälften hervorrufen muß.

Wirksamer ist das Einfügen von gewölbten Unterlagsplatten zwischen Unterzug und Balken nach Fig. 22, welche eine fast vollkommen gleichmäßige Lastvertheilung auf beide Unterzugshälften für alle Verhältnisse sichert. Die Platte ist dabei so geformt, daß die Lastübertragung gerade über dem Stege der Unterzugträger erfolgt, und die unten angefetzte Mittelrippe, zugleich eine Verstärkung der Lagerplatte, eine sichere Abspreizung beider Unterzugshälften und eine unmittelbare Belastung auch der unteren Gurtungen der Unterzugsträger bewirkt.

Fig. 22.

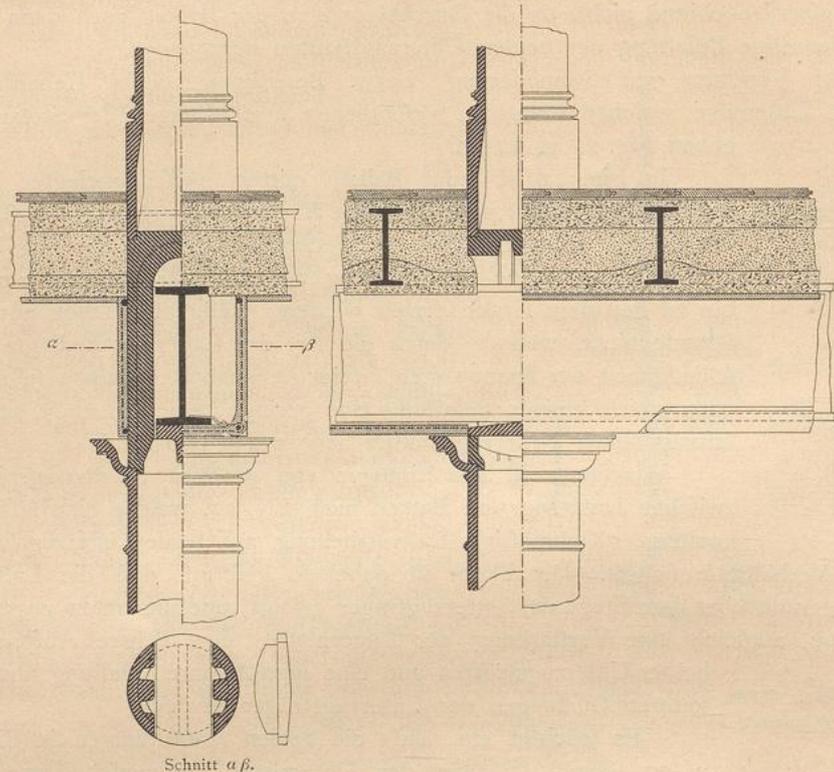


Es leuchtet ein, daß die beiden Anordnungen in Fig. 21 u. 22 sowohl für über den Unterzügen durchgeschnittene, wie auch für durchlaufende Balken verwendbar sind.

Uebrigens entspringt die Verwendung doppelter Unterzüge nicht allein der Rücksicht auf möglichst günstige Gestaltung der Auflagerung auf den Stützen; sie ist in sehr vielen Fällen eine Nothwendigkeit, weil die schweren, vom Unterzuge aufzunehmenden Einzellaften bei einfacher Anordnung des letzteren eine übermäßige Trägerhöhe bedingen würden.

Eine besonders gute Anordnung für einfache Unterzüge auch schwerer Decken zeigt Fig. 23, die oben bereits (zusammen mit Fig. 17) kurz erwähnt wurde und in welcher nebenher noch einige später zu erläuternde Theile dargestellt sind. Die Anordnung greift im Wesentlichen auf die in Fig. 16 u. 17 veranschaulichte zurück. Auch hier ist der einfache Unterzug durch eine Oeffnung in der Stütze gesteckt; die Mängel, die hierdurch in Fig. 16 entstanden, sind aber in Fig. 23 vermieden. Zunächst befindet sich die Oeffnung in einem besonderen Zwischenstücke, dessen geringe Länge schwierigere Gufsform und damit einen Querschnittersatz für die durch die Oeffnung fortgenommenen Wandtheile gestattet. Im Schnitte $\alpha\beta$ sind die drei Innenrippen zu erkennen, welche diesen Ersatz bieten und, nach den beiden Längenschnitten oben halbkreisförmig geschlossen, zugleich eine Brücke bilden, durch welche die über der Oeffnung wirkenden Lasttheile der oberen Stütze nach den verstärkten Seitentheilen hin übertragen werden. Der Unterzug lagert nun nicht, wie in Fig. 16, auf den unteren Rändern der Oeffnung; zu seiner Auflagerung ist vielmehr eine besonders dargestellte, oben gewölbte, unten durch eine Rippe verstärkte Auflagerplatte in die Oeffnung eingelegt, welche selbst bei

Fig. 23.



ganz excentrischer Belastung des Unterzuges den Auflagerdruck praktisch genau in der Stützenmitte aufnimmt und gleichmäÙig auf den unteren Rand der Oeffnung überträgt. Da der einfache Unterzug von den Balken in seiner Querrichtung nicht merklich excentrisch belastet werden kann, so ist hier jede excentrische Belastung der Stütze ausgeschlossen, ohne dass man der unbequemen und theueren Auflager-
vorkehrungen in Fig. 21 u. 22 zwischen Balken und Unterzug bedürfte.

Die Sockelausladung der oberen Stütze ist hier durch Einziehen des Stützen-
durchmessers gewonnen, was mit Rücksicht auf die nach oben hin abnehmende Be-
lastung stets möglich sein wird.

7.
Schmiede-
eiserne
Freistützen.

In neuerer Zeit kommen, wie bereits in Theil III, Band 1 (Art. 277, S. 184¹⁵⁾ dieses »Handbuches« gesagt worden ist, schmiedeeiserne Freistützen¹⁶⁾ häufiger zur Verwendung, namentlich wenn die Unterzüge genietete Träger sind. Bei der großen Länge, in welcher die schwächeren Eisenprofile ausgewalzt werden, kann man diese Stützen durch viele Geschosse ohne Stofs hinaufreichen lassen; da jedoch hierbei eine der von oben nach unten zunehmenden Last Rechnung tragende Querschnittsänderung nicht möglich ist, so hat man meist die Zusammensetzung aus einzelnen Theilen mittels starker Verlaschungen in den Schlitten der Querschnitte vorgezogen¹⁷⁾. (Vergl.

¹⁵⁾ 2. Aufl.: Art. 285, S. 208.

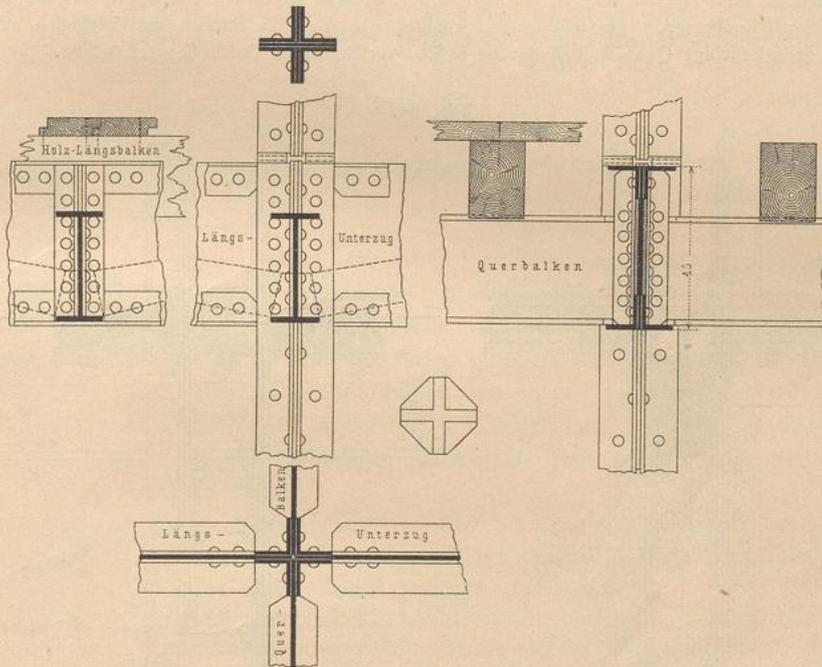
¹⁶⁾ Ueber das Verhalten beider Eisenarten im Feuer und die Feuerfestigkeit eiserner Freistützen siehe Theil III, Band 6 (Abth. V, Abfchn. 1, Kap. 1, a: Feuerfestigkeit der wichtigeren Baustoffe und Bauconstructions), eben so Theil I, Band 1, zweite Hälfte, 2. Aufl. (S. 123, Art. 145: Tragfähigkeit der Stützen bei erhöhter Temperatur) dieses »Handbuches«.

¹⁷⁾ Ueber Gebäude mit solchen Stützen von mehr als 20 Geschossen siehe: *Engng. news* 1892, S. 2, 3, 41, 42.

z. B. Fig. 456 bis 459, S. 166¹⁸⁾ in Theil III, Band 1 dieses »Handbuches«.) Diese hohen Stützen sind aber bei der Aufstellung sehr unbequem, ein Umstand, der dazu geführt hat, die Stützen für jedes Geschoss für sich herzustellen, die Endflächen abzuhebeln und zwischen diese gleichfalls durch Hobeln dem Stützenquerschnitte entsprechend ausgenuthete Druckplatten einzulegen (Fig. 24).

Die schmiedeeisernen Stützenquerschnitte haben größtentheils (mit Ausnahme der z. B. durch Fig. 543, 545 u. 546, S. 191¹⁹⁾ die im eben genannten Bande dieses »Handbuches« dargestellten Schlitzze, in welchen Anschlüsse erfolgen können. In der Stütze selbst füllen in der Regel Blechstreifen diese Schlitzze, die aber in den Anschlüssen, als nur wegen des Widerstandes gegen Zerknicken zugegeben, wegfallen

Fig. 24.



Vom neuen Packhof zu Berlin.

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

können. Die Möglichkeit des Anschlusses von vier Seiten läßt nun alle die Schwierigkeiten verschwinden, welche bei der Auflagerung einfacher Unterzüge und Balken auf gußeisernen und hölzernen Freistützen entstanden; nur stößt auch hier die Anordnung durchlaufender oder überkragender Träger bei manchen Querschnitten auf Schwierigkeiten, so z. B. bei den im letztgenannten Bande auf S. 191 in Fig. 542, 545 bis 550 u. 552 bis 554²⁰⁾ dargestellten Querschnittsformen. Auch wird durch zwei mit den Enden in einen Stützenschlitz gesteckte Unterzugtheile, z. B. a. a. O. bei Fig. 544 (S. 191²¹⁾ eine excentrische Belastung der Stütze erzeugt werden können,

¹⁸⁾ 2. Aufl.: Fig. 467 bis 470, S. 180.

¹⁹⁾ 2. Aufl.: Fig. 556, 558 u. 559, S. 213.

²⁰⁾ 2. Aufl.: S. 213 u. 214, Fig. 555, 558 bis 563 u. 565 bis 568.

²¹⁾ 2. Aufl.: Fig. 557, S. 213.

wenn der eine anschließende Unterzugtheil andere Belastung oder Spannweite besitzt, als der andere.

Fig. 24 zeigt eine derartige Deckenträger-Ausbildung²²⁾, deren Gefammanlage aus Fig. 10 (S. 8) hervorgeht, wenn man dort den gefrichelten Mittelträger als vorhanden anfieht.

An die \perp -förmigen Stützen schließt sich entlang der Mitte des Gebäudes ein genieteter Längsunterzug von 45 cm Höhe; an diesem, bzw. an der dritten und vierten Seite der Stützen sind dann die mit den anderen Enden auf die Mauern gelagerten Querbalken in Form von I-Trägern befestigt; diese tragen schliesslich die hölzernen Längsbalken und auf dem unteren Flanck noch steinerne Kappen nach Mafsgabe des in den folgenden Kapiteln zu Erläuternden. Auf den Holzbalken liegt gefundeter Bretterfußboden. Die Längen der Stützen für die verschiedenen Geschosse sind völlig von einander getrennt; die abgehobelten Kopfenden nehmen ihrem Querschnitte entsprechend ausgehobelte Blechplatten (Fig. 24) zwischen sich auf, in deren Nuthen volle Berührung durch Einlegen von Kupferstreifen gesichert wird. Das Aufstellen ist durch die Theilung in Stücke von Geschofshöhe wesentlich erleichtert, da jedes Geschofs für sich erst vollständig fertig gemacht werden konnte, ehe man die Stützen des folgenden aufstellte; zugleich ist jede beliebige Querschnittsänderung in den verschiedenen Geschossen ermöglicht.

Fig. 25.

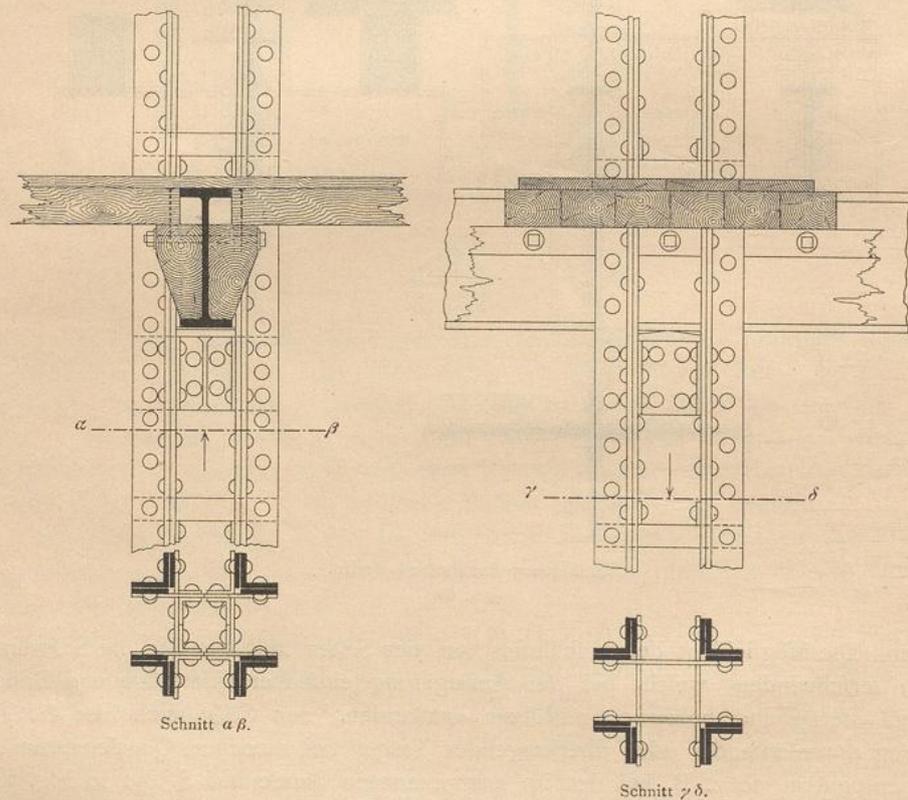
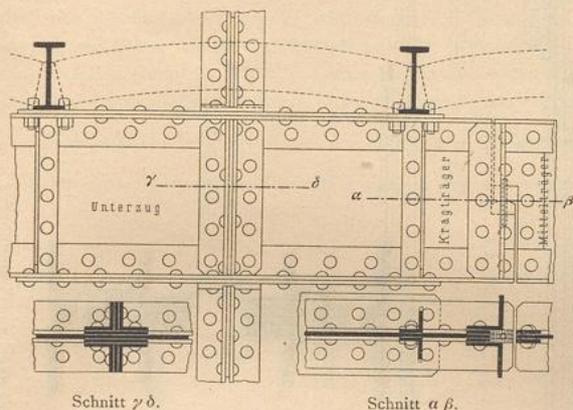


Fig. 25, welche den Grundgedanken der Stützung im Brockthor-Speicher zu Hamburg darstellt, bewahrt die Möglichkeit der ununterbrochenen Durchführung der Unterzüge, indem der verwendete offene Kreuzquerschnitt Gelegenheit zum Durchstecken der letzteren giebt.

²²⁾ Nach: Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 375.

Fig. 25 zeigt eine durch eingefetzte Stützwinkel und darauf ruhende abgerundete Lagerplatte hergestellte Lagerung der Unterzüge, welche ähnlich den Anordnungen in Fig. 17 und 23 genaue centrische Lastübertragung stets sichert. Veränderung des Querschnittes ist durch Einlegen von Verstärkungsplatten ermöglicht; auch können die L-Eisen selbst leicht abgeändert werden, wenn man den stumpfen Stofs in Fig. 24 mit eingelegter Druckplatte auch hier durchführt. Die Verbindung der vier Querschnittsteile ist nur durch eingienietete wagrechte Flachbänder hergestellt; die zulässige Theilung dieser Verbindungen folgt

Fig. 26.



mit $\frac{\lambda}{2}$ aus der Gleichung 155 in Theil III, Band I (S. 188²³) dieses »Handbuches«.

Selbstverständlich kann man in gleicher Weise und mit gleichem Erfolge auch die Enden in der Stützenmitte durchgeschnittener Unterzüge lagern.

Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, die Unterzüge, bezw. Balken auch dann in den Lagern auf den Stützen ununterbrochen durchlaufen zu lassen, wenn der Stützenquerschnitt die für den Träger erforderliche Lücke nicht besitzt.

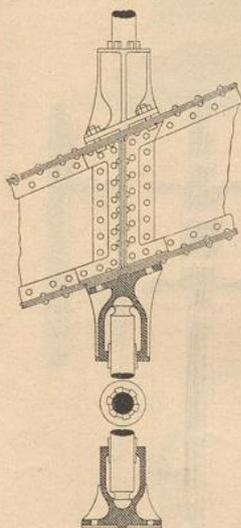
Das erste Mittel hierzu bildet die in allen Fällen mögliche Anordnung von Doppelträgern, wie in Fig. 20, welche auf in die Schlitz des Stützenquerschnittes eingienietete, um die Trägerbreite vorkragende Knotenbleche mit Randwinkeleisen gelagert werden. In dieser Weise sind die Stützenanordnungen des neuen Hafenspeichers zu Frankfurt a. M.²⁴) angeordnet. Hierbei sind die oben zu Fig. 20, 21 u. 22 erläuterten Mafsregeln gegen excentrischen Lastangriff zu treffen.

Ein zweites, in Fig. 26 dargestelltes Mittel besteht darin, dafs man den entsprechend versteiften Unterzugträger als Theil der Stütze selbst in diese einschaltet.

Die ausgehobelten Druckplatten in Fig. 26 sind hier auf die obere Gurtung und unter die untere Gurtung des Unterzuges genietet, dessen Wand an der betreffenden Stelle durch dem Stützenquerschnitte entsprechende L-Eisen und Platten (Fig. 26, Schnitt $\gamma \delta$) ausgesteift ist. Die aus I-Eisen gebildeten Balken liegen auf dem Unterzuge und sind mit Hakenschrauben befestigt, welche weder den Balken noch den Unterzug schwächen, da sie in Nietlöcher der oberen Gurtung des letzteren eingefügt werden können. Die in Fig. 26, Schnitt $\alpha \beta$ gezeichnete Gelenkanordnung wird später näher erläutert werden. Der Unterzug ist auch unter jedem Balken für die Lastaufnahme durch zwei L-Eisen ausgesteift. Die Balken tragen die eigentliche Decke hier (gestrichelt angedeutet) in Form einer Auswölbung.

In ähnlicher Weise sind die Kragträger der Ränge in Terry's Theater am Strand zu London durch die Stützen durchgeführt²⁵). Diese eigenthümliche, in mehreren Beziehungen beachtenswerthe Anordnung ist in Fig. 27 dargestellt.

Fig. 27.



Von Terry's Theater am Strand zu London.

$\frac{1}{30}$ n. Gr.

²³) 2. Aufl.: Gleichung 183, S. 201.

²⁴) Siehe hierüber: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 112. — Wochbl. f. Baukde. 1886, S. 108. — Prakt. Masch.-Confr. 1888, S. 1, 49.

²⁵) Siehe: *Engineer*, Bd. 44 (1887), S. 283.

Zunächst sind die Stützen selbst, behufs thunlichster Ersparung an Raum, mit vollem Kreisquerfchnitte aus Schmiedeeisen gebildet; die Wahl des unvortheilhaften ganz vollen Querfchnittes ist wohl aus der Schwierigkeit der Herstellung enger Schmiedeeisenrohre zu erklären²⁶⁾. Jeder Stützentheil endigt in einer abgedrehten Halbkugel, welche, in die Halbkugelschalen der oberen und unteren Gußlager gefetzt, eine gelenkartige Wirkung und genau centrische Lastübertragung auf die Stütze sichert. Die Wirksamkeit der Gelenke ist jedoch nur während der Errichtung des Gebäudes ausgenutzt, um durch sie kleine Ungenauigkeiten auszugleichen. Nach Fertigstellung des Bauwerkes wurden zwischen die Stütze und den Rand der die Stütze topfartig umfassenden Lagerplatten je 6 Keile eingefetzt, um weitere Bewegungen auszuschließen. Die Rangträger durchschneiden die Stützen behufs Ausbildung der Treppenform der Sitzreihen in geneigter Lage. Die Grundplatten sind daher entsprechend schief an die Lagerköpfe gegossen und tragen auf der Lagerfläche am Träger eine Kreuzrippe, welche, zwischen vier auf die Kopf- und Fußplatten des Trägers genietete Blechabschnitte greifend, völlige Unverschieblichkeit ohne Beanspruchung der Befestigungsholz

festsetzt. Zwischen je zwei Stützenlagern ist der Träger auch hier durch aufgenietete Platten und L-Eisen wirksam versteift.

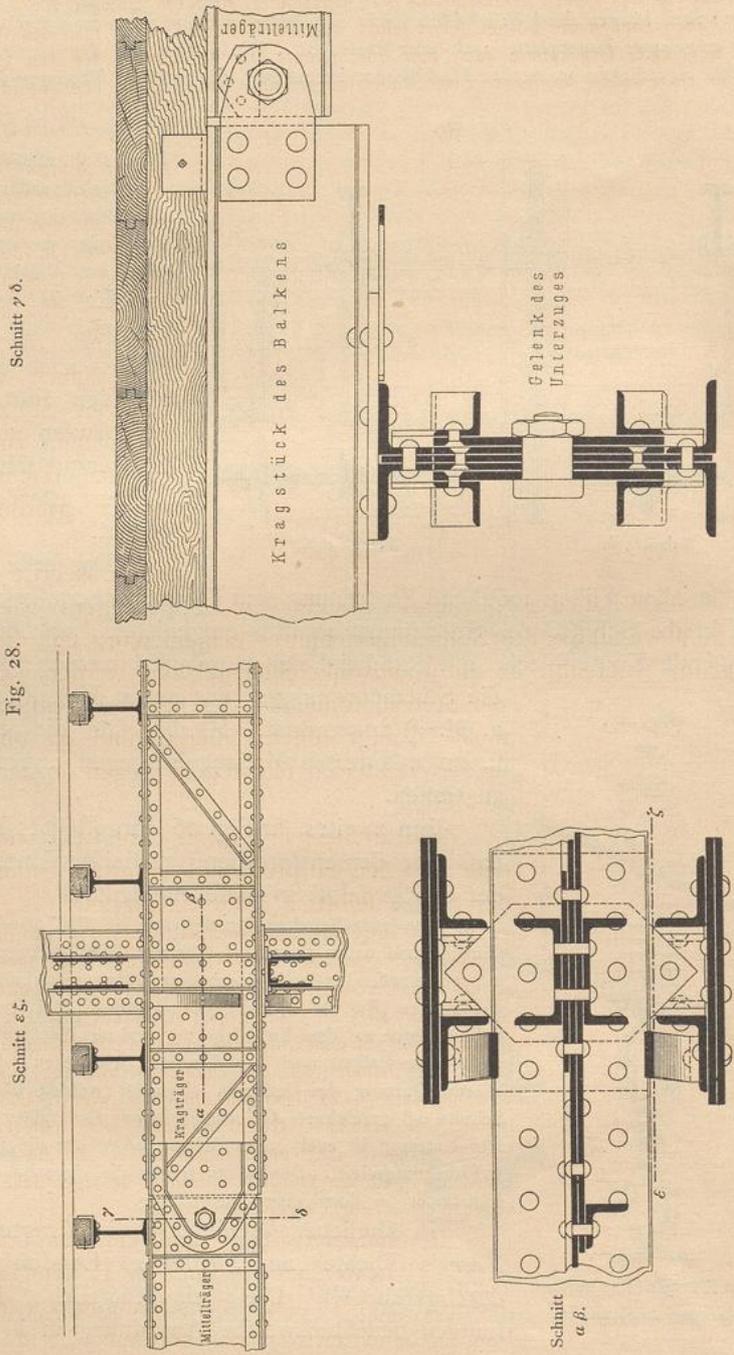


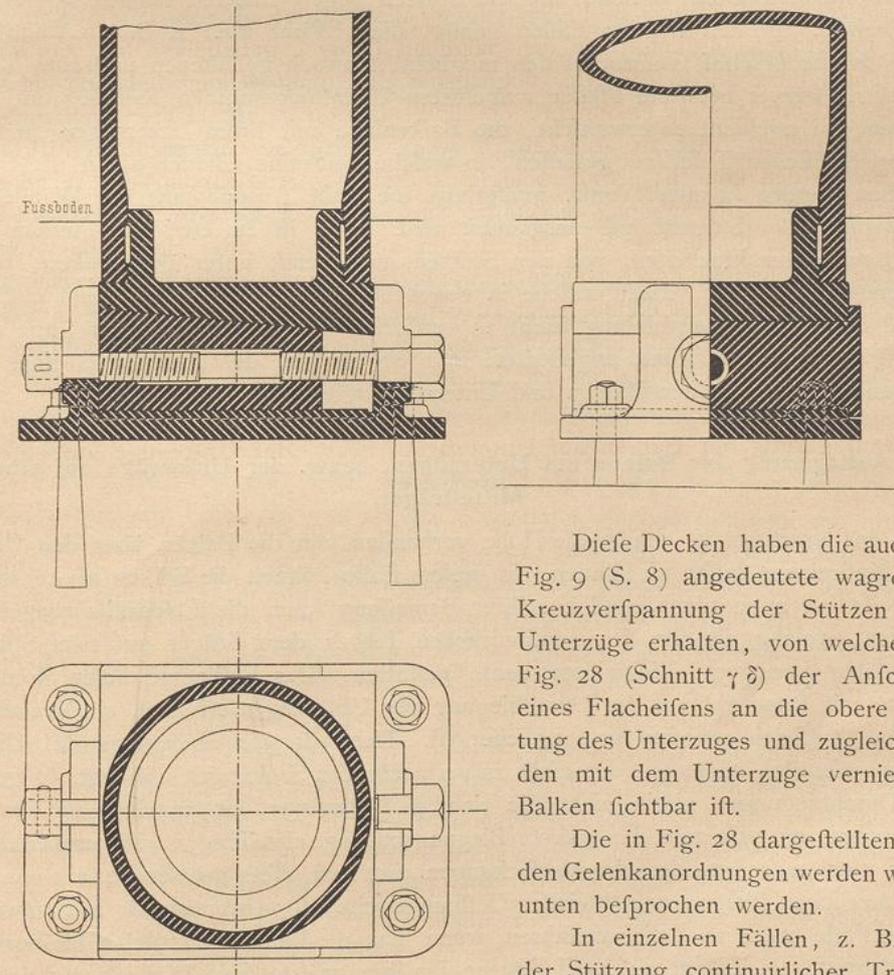
Fig. 28. Von den Speicherbauten der Hamburger Freihafen-Lagerhaus-Gesellschaft.

²⁶⁾ Jetzt würden sich hier *Mannesmann-Rohre* empfehlen.

Eine sehr kräftige Deckenstützung aus den Speicherbauten der Hamburger Freihafen-Lagerhaus-Gesellschaft zeigt Fig. 28.

Der Querschnitt der Stütze hat die durch Fig. 545 (S. 191²⁷) in Theil III, Band 1 dieses »Handbuches« angegebene Grundform; nur sind die beiden Wände mittels Ersatz der beiden E-Eisen durch vier L-Eisen geöffnet, um den Unterzug durch die Stütze stecken zu können. Aus zwei Blechplatten nebst einem \square -Eisen und einer Deckplatte ist in der Stütze ein Steg für die Aufnahme des genieteteten Unterzuges ausgebildet, welcher eine nahezu stets genaue Lastübertragung ermöglicht. Der auf diesen Quersteg gelagerte Unterzug ist durch zwei schräg von der äußeren Stützwand nach seiner oberen Gurtung ansteigende Flacheisen am Kippen verhindert. Die Stützen laufen von unten bis oben ohne Unterbrechung durch; wo Stöße durch die Abänderung der Abmessungen von Querschnittstheilen erforderlich wurden, sind dieselben verlafcht. Der Unterzug ist an der Auflagerstelle durch zwei Platten und zwei L-Eisen für die Balkenauflagerung durch lothrechte und schräge L-Eisen versteift. Die beiden Stützhälften sind durch in der Theilung $\frac{\lambda}{2}$ (siehe die in Fußnote 23 angezogene Gleichung in Theil III, Band 1 dieses »Handbuches«) eingefetzte Blechverbindungen gegen einander abgesteift.

Fig. 29.



Diese Decken haben die auch in Fig. 9 (S. 8) angedeutete wagrechte Kreuzverspannung der Stützen und Unterzüge erhalten, von welcher in Fig. 28 (Schnitt $\gamma \delta$) der Anschluss eines Flacheisens an die obere Gurtung des Unterzuges und zugleich an den mit dem Unterzuge vernieteten Balken sichtbar ist.

Die in Fig. 28 dargestellten beiden Gelenkanordnungen werden weiter unten besprochen werden.

In einzelnen Fällen, z. B. bei der Stützung kontinuierlicher Träger, kann eine besonders große Genauig-

8.
Regelbare
Lagerung.

Vom Schleifischen Bahnh. zu Berlin. — $\frac{1}{12,5}$ n. Gr.

²⁷⁾ 2. Aufl.: Fig. 558 (S. 213).

keit der Höhenlage der Stütze gefordert sein. Da es nun schwierig ist, einen schweren Stützkörper ganz genau in die verlangte Höhe zu bringen, so muß man in solchen Fällen Vorkehrungen zu nachträglicher Berichtigung treffen, welche unter Zuhilfenahme der Schraube, des Keiles oder auch beider zugleich jederzeit ein Nachstellen gestatten. Fig. 29 zeigt eine solche Einrichtung am Fusse einer gusseisernen Freistütze im Schleifischen Bahnhofe in Berlin.

Die Grundplatte ist zweitheilig gestaltet, so daß der obere, unten schräg begrenzte Körper zwischen am unteren Körper befestigten Führungen auf- und niedergleiten kann. Zwischen beide schiebt sich ein mit Schraubengewinde durchlohtes Keilstück ein, welches durch Drehung einer in den Führungsbacken an der Unterplatte fest gelagerten wagrechten Schraubenspindel nach beiden Richtungen sich bewegt, somit zum Heben und Senken der Stütze benutzt werden kann.

Die Anordnung hat in dieser Gestalt den Mangel excentrischer Lastübertragung der Grundplatte, welche auf die Stütze biegend wirkt.

9.
Versteifung
der
Freistützen.

Die Versteifung der Freistützen erfolgt bis zu gewissem Grade durch die Unterzüge und Balken, welche erst der Länge nach verschoben werden müssen, ehe die Stütze weichen kann, welche also die Stützen gegen einzelne Punkte der Wände verstreuen. In den meisten Fällen genügt dies. Ruht aber z. B. ein städtisches Haus im Erdgeschoß außer auf den möglichst schwach gehaltenen und zum Theile in dünne schwer belastete Pfeiler aufgelösten Umfassungswänden lediglich auf Freistützen, so erscheint es erwünscht, die Balkenlage mit ihren Unterzügen zu einer unverschieblichen Tafel zu gestalten, in welcher einzelne Glieder allein nicht verschoben werden können, damit wenigstens die volle Ausdehnung der Wände zur Versteifung der Stützenköpfe ausgenutzt wird. Dies ist zu erreichen, indem man Bandkreuze aus Flacheisen, von den Stützen ausgehend, unter den Balken, bezw. Unterzügen befestigt, durch welche in wagrechtem Sinne Dreiecksverband entsteht. Diefelbe in der Deckenausbildung leicht zu versteckenden Bänder sind ihrer Lage nach in Fig. 9 (S. 8) gestrichelt angedeutet, und ein Beispiel des Anschlusses eines derartigen Bandes an einen Balken und Unterzug zugleich zeigt Fig. 28.

c) Auflagerung der Balken auf Unterzügen, bezw. der Unterzüge auf einem Mittelträger.

10.
Continuirliche
Träger.

In der Regel ist genügende Höhe vorhanden, um die Balken über den Unterzug hinstreichen lassen zu können. In diesem Falle können die Balken als continuirliche Träger angeordnet, und bei ihrer Bemessung kann die Ersparniß ausgenutzt werden, welche die für den continuirlichen Träger dem Träger auf zwei Stützen gegenüber geringeren Biegemomente gestatten. Das Festlegen dieser Momente müßte mit Rücksicht auf die Durchbiegung des Unterzuges erfolgen, ein Verfahren, welches zugleich mühsam und unsicher ist. Denn da die Höhenlage des Unterzuges wesentlich auch von den nicht zu vermeidenden Sackungen abhängt, so geben die Durchbiegungen allein nicht die richtige Höhenlage der einzelnen Punkte des Unterzuges an. Da nun das größte Biegemoment des Trägers auf zwei Stützen, wenn nicht außergewöhnliche Versackungen eintreten, stets größer ist, als das des continuirlichen Trägers von gleicher Oeffnungsweite, so wird man für alle gewöhnlichen Fälle etwas zu sicher verfahren, wenn man die Balken mit gleich bleibendem Querschnitte als Träger auf zwei Stützen für ihre größte freie Weite berechnet.

Dann empfiehlt es sich aber, diese Eigenschaft nicht bloß der Berechnung zu Grunde zu legen, sondern sie den Balken auch wirklich zu geben, indem man letztere

über dem Unterzuge so weit durchschneidet, wie dies mit Rücksicht auf die Verankerung der Wände oder auf die Uebertragung von Längskräften, z. B. in Dachbinderbalken, zulässig erscheint. Denn da die continuirlichen Träger die grössten Lasten auf ihren Mittelstützen sammeln — für den Träger auf drei Stützen ist z. B. bei der gleichförmigen Belastung q auf die Längeneinheit und der Stützweite l der Druck auf die Mittelstütze $= \frac{5}{4} ql$, für zwei zusammen gelagerte Träger auf zwei

Stützen nur $= ql$ — so bringt man die Lasten durch Continuität der Balken in höchst unerwünschter Weise vorwiegend auf die Unterzüge, deren Querschnitt ohnehin meist schon unbequem stark wird; man entlastet dagegen die die Balkenenden tragenden Außenmauern, die bezüglich ihrer Tragfähigkeit selten ganz ausgenutzt sind. Sind die Balken aus Eisen, so lege man in jeden einen Stofs über den Unterzug und verbinde die Enden, wenn es nöthig ist, durch doppelte Flacheisenstreifen auf Zug.

Beim Befestigen continuirlicher Balken auf den Unterzügen ist zu beachten, daß in der Auflagerung keine Schwächung durch Bolzen oder Nietlöcher in den Flanschen eiserner oder durch erhebliche Ausschnitte in hölzernen Balken eintreten darf, weil in der Auflagerung eines der grössten Biegemomente wirkt, man also den Trägerquerschnitt um die Schwächung verstärken müßte. Mittel zur Vermeidung dieser Schwächung sind die folgenden.

1) Ist der Unterzug mit Nieten in der oberen Gurtung zusammengesetzt, so kann man in die Nietreihen zwei oder vier Hakenbolzen nach Fig. 20 u. 26 einsetzen, welche dann aber die Längsverchiebung der Balken nur durch Einklemmen verhindern.

2) Eine feste Vernietung wird durch die in Fig. 28 dargestellte Anordnung ermöglicht. Hier ist zwischen Balken und Unterzug eine Platte eingelegt, welche mit dem zusammengesetzten Unterzuge fest vernietet, seitlich sich so weit unter den Balken erstreckt, bis sie eine Stelle erreicht, wo das Biegemoment klein genug ist, um die Schwächung des Balkenflansches durch Nietlöcher zulässig erscheinen zu lassen.

3) Verträgt der Unterzug selbst auch keine Schwächung, so kann man diese Balkenanschlussplatte umbiegen und an den Steg des Unterzuges nieten, oder

4) man niete nach Fig. 19 an den Steg des Unterzuges, wie des Balkens je eine umgebogene Platte, welche mit Ausklinkungen in einander greifen. Letztere Anordnung verhindert jedoch ein Abheben des Balkens nach oben nicht.

In sehr vielen Fällen genügt es, die Balken lose auf die Unterzüge zu lagern, namentlich wenn die übrige Ausbildung der Decke Verschiebungen der Balken unmöglich macht, wie z. B. in Fig. 23.

Man kann die Materialersparnis des continuirlichen Balkens mit Sicherheit voll ausnutzen, wenn man ihn als continuirlichen Gelenkträger ausbildet, da dessen Momente von der Höhenlage der Unterstützungen unabhängig sind. Aber auch diese Constructionsweise vergrößert die Belastung der Mittelstützen, d. h. der Unterzüge, beträchtlich, und es bleibt daher in jedem Falle zu untersuchen, ob nicht die Ersparnis an den continuirlichen Gelenkbalken durch die nothwendige Verstärkung der Unterzüge mehr als ausgeglichen wird.

Bei den Unterzügen fallen diese Bedenken weg, da eine ziemlich bedeutende Mehrbelastung, namentlich an sich schon schwerer eiserner Stützen, keine wesentlichen Mehrkosten verursacht. Für Unterzüge und diese unterstützende Mittelträger ist da-

11.
Befestigen
continuirlicher
Balken auf
Unterzügen.

12.
Continuirliche
Gelenkträger.

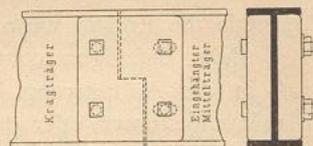
her diese neuerdings mehr und mehr verwendete Construction wegen der damit verbundenen bedeutenden Erleichterung sehr zu empfehlen. Es ist deshalb schon bei Besprechung der Beispiele für Stützungen von Unterzügen auf diesen Punkt stets besonders hingewiesen, und es wird auch in Kap. 6 bei Ermittlung der Stärke der Deckentheile und Unterstützungen noch näher hierauf eingegangen werden.

13.
Construction
der
Gelenke.

Anordnungen der Gelenke solcher continuirlicher Gelenkträger, welche nur die Uebertragung von lothrechten Querkräften, nicht von Biegemomenten gestatten, sind in Fig. 26, 28, 30 u. 31 dargestellt.

In Fig. 26 ist die Blechwand des continuirlichen Unterzuges falzartig ausgeklinkt und zugleich durch zwei eben so geformte Bleche verstärkt. Im Falze ist auf diese Weise eine Lagerfläche von drei Blechdicken gebildet, welche unten einen gewölbten, oben einen ebenen Lagerkörper trägt, so daß ein vollständiges sog. Berührungs-Kipplager entsteht. Die beiden Lagerkörper sind durch einen eingesetzten Stahldollen, so wie durch zwei auf die Verstärkungsbleche genietete L-Eisen nach allen Richtungen unverschieblich gemacht. Sollte der eingehängte Mittelträger sehr lang und starken Wärmeänderungen ausgesetzt sein, so muß man die Dollenlöcher an einem Ende etwas länglich machen, damit die erforderliche Beweglichkeit für Wärmeausdehnungen gesichert bleibt. Die Dollen sind jedoch weniger wesentlich, als die seitlichen L-Eisen, und können wegbleiben.

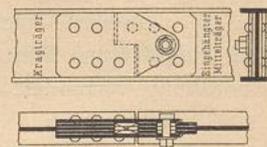
Fig. 30.



In Fig. 28 ist ein Gelenk für einen I-Balken gezeichnet. An das überkragende Ende des Balkens sind zwei Laschen genietet, zwischen deren vorkragende Spitzen sich die durch ein aufgenietetes Blech entsprechend verstärkte Wand des Mittelträgers schiebt. Durch die Laschen und den verstärkten Mittelträger ist dann der Gelenkbolzen gezogen, welcher nach den in Theil III, Band 1 (Art. 226 bis 229, S. 155 u. ff. ²⁸⁾ dieses »Handbuches« für Bolzenanschlüsse gegebenen Regeln zu bemessen ist.

Für unverstärkte Blechwände wird der Bolzendurchmesser bei Bolzengelenken übermäßig stark. Beim Unterzuggelenke in Fig. 28 ist daher die Wand des Kragträgers, wie des Mittelträgers, zunächst durch je zwei — so weit nöthig mit verfenkten Nieten — aufgenietete Bleche verstärkt; dann sind wieder zwei starke Laschen an den Kragträger genietet, welche den Mittelträger umfassen und den Gelenkbolzen aufnehmen. Außerdem sind die Gelenklaschen mit L-Eisen gefäumt, und auch im Uebrigen ist die Gelenkstelle mit L-Eisen thunlichst versteift.

Fig. 31.



Häufig wird die Nietarbeit an Walzträgern gescheut, da sie die Träger vertheuert. Ein Falzgelenk für Walzträger, wie in Fig. 26 für genietete, ohne Nietarbeit mit wesentlich verstärkten Gelenklagerflächen zeigt Fig. 30, wo zur Unterstützung der unverstärkten Falzfläche im Trägerflansch zwei genau eingepasste Gufsklötze zwischen die Flansche gesetzt und nöthigenfalls beweglich — mit länglichen Löchern — eingebolzt sind. Denjenigen Theil des Auflagerdruckes des Mittelträgers, welchen die kleine Falzfläche nicht übertragen kann, übertragen die beiden Gufsklötze von der oberen Gurtung des Mittelträgers nach der unteren Gurtung des Kragträgers, zugleich seitliche Verschiebungen der Träger gegen einander verhindernd.

²⁸⁾ 2. Aufl.: Art. 228 bis 231, S. 163 u. ff.

Scheut man das etwas mühsame falzartige Abschneiden der Trägerenden, so kann man die Träger auch glatt und stumpf vor einander stoßen und sich bezüglich der Auflagerung des Mittelträgers allein auf die eingebolzten Gufsklötze verlassen.

Fig. 31 zeigt schliesslich ein durch aufgenietete Bleche verstärktes Falzlager für Walzträger ohne die stählernen Einsätze in Fig. 26. Die äusseren Laschen mit dem Bolzen haben hier nur den Zweck, Seitenverschiebungen zu verhindern; der Bolzen kann also schwach fein. Er ist in ein längliches Loch des Mittelträgers gesetzt, damit dieser für Wärmeänderungen beweglich bleibt. Die Befestigungsniete der Verstärkungsplatten an der Wand müssen wegen der beiden äusseren Laschen zum Theile verfenkt werden.

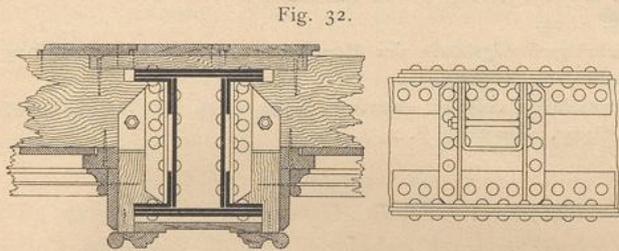


Fig. 32.

Wird verlangt, dass die Unterzüge ganz oder theilweise in der Decke selbst verschwinden sollen, so kann man die Balken nicht mehr über jene strecken, sondern muss sie an jeder Seite des Unterzugträgers abschneiden und befestigen. Eine Anordnung, bei welcher ein starker kastenförmiger Unterzug fast ganz in der Balkenhöhe verschwindet, so dass unten nur ein niedriges Band vorpringt, zeigt Fig. 32.

14.
Verfenkte
Unterzüge.

Mittels Winkeleisen sind hier dem Querschnitte der Balken entsprechende Blechlager am Unterzuge befestigt; die Balken sind von oben her

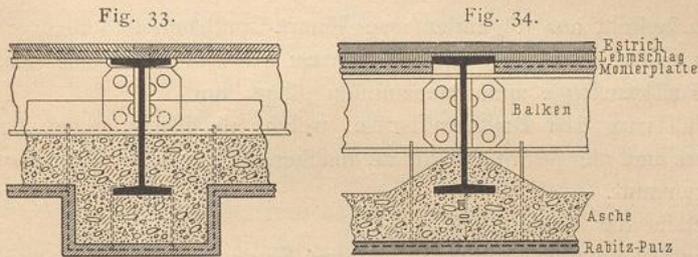


Fig. 33.

Fig. 34.

so ausgeschnitten, dass, wenn ihre Enden unter die obere Gurtung des Unterzuges gesteckt werden, die Oberkante über letzteren hervorragt; ein die beiden Balkenenden verbindendes Bohlenstück gestattet dann

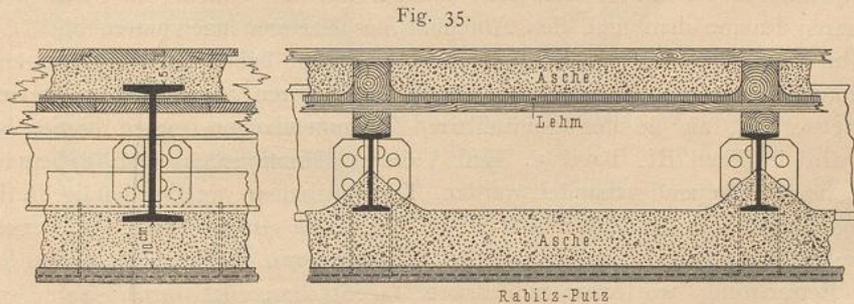


Fig. 35.

die Befestigung der Holztheile des Fußbodens auch über dem Unterzuge²⁹⁾. Unten ist der Unterzug durch Leisten und Bretter verkleidet, welche zugleich die Deckenbretter tragen, ein Beispiel der später zu besprechenden Holzdecke.

Auch Fig. 24, 33, 34 u. 35 zeigen Beispiele von ganz oder theilweise innerhalb der Deckendicke untergebrachten Unterzügen für eiserne Balkenlagen.

²⁹⁾ Siehe: *Annales des travaux publics*, Bd. 9, S. 2099.

Literatur

über »Unterstützung der Balkendecken«.

- Emploi du fer et de la fonte dans les constructions. I. Colonnes en fonte. Revue gén. de l'arch.* 1854, S. 314.
- The mode of connecting iron columns in tiers. Builder,* Bd. 22, S. 916.
- GÄRTNER, J. Ersatz der Mauerlatten durch Eisenschienen. *Zeitschr. f. Bauw.* 1871, S. 105.
- Iron columns. Building news,* Bd. 28, S. 33.
- Assemblage des colonnes et des planchers. La semaine des const.* 1876—77, S. 111, 146.
- Cast-iron hollow columns. Building news,* Bd. 32, S. 454.
- Balkenaufleger von Mechwart. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover.* 1877, S. 696.
- Fixing columns. Building news,* Bd. 35, S. 24.
- Säulen- und Trägerverbindungen im Schriftgießereigebäude der Herren *Scheller & Giesecke*, Leipzig. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1880, S. 305.
- Neue amerikanische vielgeschossige Wohngebäude. *Scientific American*, Suppl. 1891, Nr. 816, S. 13 055.
- Le génie civil*, Bd. 19, S. 377. *Engng. news* 1892, S. 2, 3, 41, 42.

2. Kapitel.

Balkendecken in Holz.

15.
Bestand-
theile.

Die Decke in Holz besteht aus folgenden zwei Haupt-Constructionstheilen:

- 1) aus den tragenden Balken oder Tramen (Träme), welche man unter der Bezeichnung Balkenlage zusammenzufassen pflegt, und
- 2) aus der Ausfüllung der Balkenfache, welche die Decke gegen das Durchdringen des Schalles und der Wärme dicht zu machen hat, auch Fehlboden oder Zwischendecke genannt.

Hierzu kommt noch in der Regel:

- 3) die Decke des unterliegenden Raumes im engeren Sinne, welche den unteren Abschluß der ganzen Decken-Construction bildet. Eben so ist meistens
- 4) ein Fußboden vorhanden, welcher auf den Balken ruht, dem Verkehre im oberen Raume dient und den Abschluß des letzteren nach unten bildet.

Im Nachfolgenden wird hauptsächlich von den beiden zuerst genannten Constructionstheilen die Rede sein. Die Decke im engeren Sinne wird in so weit vorgeführt werden, als sie des unmittelbaren Zusammenhanges wegen hierher gehört; doch wird in Theil III, Band 3, Heft 3 dieses »Handbuches« von diesem Gegenstande noch eingehend gehandelt werden. Der Fußboden, welcher häufig die Balkenlage nach oben hin abschließt und in der Regel die Aufgabe hat, die Verkehrslast auf die Balkenlage, bezw. die Lagerhölzer zu übertragen, gehört nicht in den Rahmen dieser Betrachtung, wie schon in Fußnote 1 (S. 1) bemerkt wurde; über denselben ist das Erforderliche im eben genannten Hefte dieses »Handbuches« zu finden.

a) Balkenlage.

16.
Verschieden-
heit.

Die Balkenlagen werden unterschieden nach ihrer Höhenlage in: 1) Balkenlage des Erdgeschosses; 2) Balkenlagen der Obergeschosse, wobei die das Geschoss unten begrenzende Balkenlage diesem zugezählt wird; 3) Dachbalkenlage, und 4) Kehlgebälke.

Balkenlagen des Erdgeschosses finden sich nur über fog. Balkenkellern als Ersatz der Kellerwölbung in billig hergestellten Gebäuden, sind jedoch wegen geringerer Dichtigkeit und Haltbarkeit der Ueberwölbung nicht gleichwerthig. Balkenlagen werden an dieser Stelle namentlich dann verwendet, wenn eine eigentliche Unterkellerung fehlt. Es ist dann der Lüftung und Trockenhaltung des Erdgeschosses wegen nöthig, letzterem eine Balkenlage zu geben, unter welcher der Grund auf eine Tiefe von mindestens 80 cm beseitigt werden muß, so daß sie einer Kellerbalkenlage ganz gleich wird.

Die Balkenlagen der Obergeschosse, auch Zwischen- oder Etagen-Gebälke genannt, ruhen auf den Wänden und dienen zugleich zur Verankerung derselben gegen einander.

Die Dachbalkenlage nimmt die Gespärre des Dachstuhles auf, enthält daher in der Regel einen Balken unter jedem Dachbinder, welcher dann durch Zugbeanspruchung zugleich die aus dem Dachstuhle etwa entstehenden Schübe aufzunehmen hat.

Kehlgebälke werden von den Kehlbalken hoher Kehlbalkendächer gebildet und theilen den Dachraum in mehrere Höhenabtheilungen. Diese Gebälke haben jedoch meist nur für das Abbinden der Dachbinder Bedeutung; zur Aufnahme von Verkehr wurden sie häufig in den hohen mittelalterlichen Dächern benutzt, in denen der Dachraum zur Anlage von Speicherräumen diente; heute werden sie seltener zu vollen Balkenlagen ausgebildet, meist nur dann, wenn im Dachgeschosse untergeordnete Wohnräume geschaffen werden sollen.

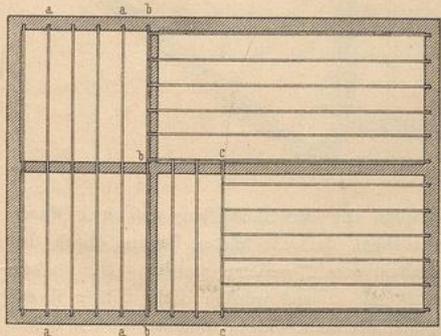
Eine regelmäsig angelegte Balkenlage soll das Gebäude in seiner kürzeren Abmessung mittels durchgehender Balken vollständig durchsetzen; bei Gebäuden mit langer Front, daher geringer Tiefe, werden die Balken hiernach in der Regel winkerecht, bei schmalen tiefen Gebäuden parallel zur Front liegen.

Läßt man die Balken in verschiedenen Theilen eines Gebäudes nach verschiedenen Richtungen streichen, so entstehen verschoffene Gebälke, welche mangelhaft sind, in so fern sie die durchgehende Verankerung aufgeben und im Zusammenschnitte der verschiedenen Gebälktheile, in Folge der Einzapfung einer Mehrzahl von Balken der einen Gruppe in den äußersten Balken der benachbarten, schwache Stellen haben.

Fig. 36 giebt ein in einfachen Linien angedeutetes Beispiel eines solchen verschoffenen Gebälkes, in welchem nur die Balken *aa* richtig angeordnet wurden. Die verschoffenen Balken laufen gegen einen der durchgehenden Balken, in welchen sie mittels Brustzapfen eingelagert werden. Diese Brustzapfen schwächen nun aber den Balken erheblich; wenn daher eine verschoffene Anlage nicht zu vermeiden ist, so soll man wenig-

stens dafür sorgen, daß die verschoffenen Balken dicht vor ihrer Einlagerung in den durchgehenden, wie bei *bb*, durch eine Mittelwand gestützt werden. Balken, wie *cc*, würden, ganz abgesehen von der Schwächung durch die Zapfen, unter Verwendung gewöhnlicher Holzstärken der vom verschoffenen Gebälke auf *cc* übertragenen Last entsprechend nicht zu bemessen sein.

Fig. 36.



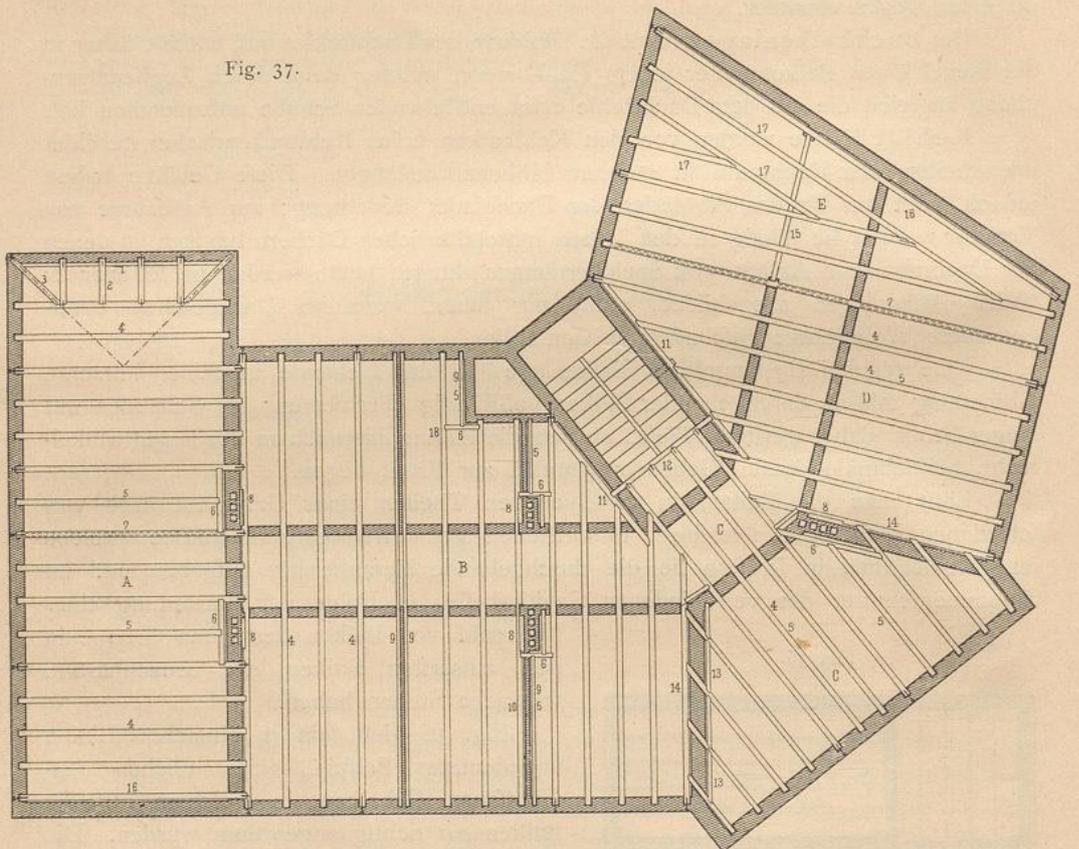
17.
Regelmäßige
und
verschoffene
Gebälke.

Derartige verschlossene Gebälke werden jedoch dann zur Nothwendigkeit, wenn das Gebäude aus mehreren unter einem Winkel zusammenstossenden Flügeln besteht. In diesem Falle ist die ganze Balkenlage als aus mehreren einzelnen zusammengesetzt anzusehen, deren jede über einem der Gebäudeflügel regelrecht entwickelt ist. Es ist dann nur darauf zu achten, dass in den Zusammen schnitten der einzelnen Gruppen keine zu grossen Schwächungen oder Belastungen einzelner Balken entstehen.

In der in Fig. 37 dargestellten Balkenlage eines beliebigen schiefwinkligen Grundrisses sind 5 Gruppen zu unterscheiden.

Von diesen ist zunächst *A* vollständig unabhängig von den übrigen, es werden nur zur besseren Verbindung der Gebäudetheile die der Tiefe von *A* entsprechenden Balken in den letzten der Gruppe *B*

Fig. 37.



eingezapft und geklammert, was unbedenklich ist, da alle Balken vor der Einzapfung auf einer Mauer ruhen. Die Regelmässigkeit von *B* wird nur dadurch unterbrochen, dass die letzten Balken durch das Treppenhaus, bzw. durch den schrägen Anschnitt an die Balken von *C* verkürzt werden. Die Balken von *C* stossen an beiden Seiten auf die letzten Balken von *B* und *D* und werden dicht hinter ihrem Wandaufleger verzapft; die mittleren Balken von *C* greifen gleichfalls nicht durch, sondern werden durch das Treppenloch verkürzt. Die Vereinigung von *C* mit *D* ist dieselbe, wie die von *C* mit *B*. Schliesslich entwickelt sich am anderen Ende des Flügels *D* noch eine Gruppe *E* aus dem Wunsche, den Abschluss aus Balken herzustellen, welche entlang der schrägen Giebelwand liegen. Wollte man aber alle in Frage kommenden Balken von *D* in einen an die Giebelwand gelegten einzapfen, so würde dieser zu schwer belastet werden. Es sind daher mehrere Balken parallel zum Giebel angeordnet, und die Balken der beiden Gruppen *D* und *E* sind nun wechselweise in einander gelagert, so dass jeder Balken nur einen anderen aufzunehmen hat.

Die einzelnen Balken einer Balkenlage (Fig. 37) haben sehr verschiedene Aufgaben zu erfüllen; danach werden die folgenden Arten derselben unterschieden.

1) Ganze Balken (4 in Fig. 37) gehen durch die ganze Tiefe des Gebäudes durch, haben daher mindestens an jedem Ende ein massives Auflager. Werden sie sehr lang (länger als etwa 15 m), so werden sie auf einer Mittelwand mittels gewöhnlichen oder französischen Hakenblattes gestosfen.

Diese Balken sind die stärksten bemessenen und werden vorwiegend zur Verankerung der Außenwände benutzt. Da diese Balken aus langen Stämmen gewonnen werden müssen, man von diesen jedoch nicht mehr wegscneidet, als zur Erlangung vollkantigen Holzes erforderlich ist, so werden die Balken am

Fig. 38.



einen Ende häufig einen größeren Querschnitt haben, als am anderen. Sie werden dann so gelagert, daß die Unterkante genau wagrecht liegt, erhalten also eine geneigte Lage der Oberkante. Soll auch ein Fußboden hergestellt werden, so ist zur Lagerung desselben gleichfalls eine wagrechte Oberkante erforderlich; in diesem Falle giebt man solchen Balken einen keilförmigen Ausschleibling in Gestalt einer etwa 5 cm breiten Latte, welche überall die durch die größte Balkenstärke fest gelegte Höhe herstellt (Fig. 38).

2) Stichbalken und Gratstichbalken (2 u. 3 in Fig. 37) kommen zur Verwendung, wenn man Balkenköpfe an denjenigen Begrenzungsmauern erforderlich hält, mit denen die Balken parallel liegen. Jeder Stichbalken (2) ruht mit einem Ende auf der Mauer, mit dem anderen mittels Brustzapfens oder, wenn ein wagrechter Zug auf die Verbindung wirkt, mittels schwalbenschwanzförmigen Blattes mit Brüstung auf dem ersten ganzen Balken; der Gratstichbalken (3) wird gewöhnlich auf einer Mauerecke und dem ersten Balken gelagert.

Diese Art von Balken, welche selten über den ersten Balken hinausreichen, werden vorwiegend in zwei Fällen verwendet, nämlich:

α) bei Fachwerken auf den Giebelseiten aller Balkenlagen, wenn hier Rahmholz des unteren Geschosses und Schwelle des oberen getrennt ausgebildet werden sollen; alsdann kommt der Gratstichbalken in die Axe des Eckstieles zu liegen;

β) in Dachbalkenlagen bei Anordnung von Walmdächern, um die Gratsparren und die Schiffsparren des Walmes in die Balkenköpfe verfatzen zu können; alsdann liegt der Gratstichbalken in der Richtung des Walmgrates.

Die Stichbalken erhalten auf massiver Mauer in der Regel eine Wand- oder Mauerlatte (1 in Fig. 37³⁰⁾.

3) Balkenwechsel, Wechsel-, Trumpf- oder Schlüßelbalken (6, 12, 13 in Fig. 34) ruhen an beiden Enden mit Brustzapfen, bezw. schwalbenschwanzförmigem Blatte mit Brüstung auf anderen Balken.

Sie werden verwendet, wo ein Balken auf ein Hindernis trifft, das seine Durchführung unmöglich macht. Der Wechsel überträgt den Stützendruck des ausgewechselten Balkens (auch Stichbalken genannt, 5 in Fig. 37) auf die beiden Nachbarbalken. Da diese im Allgemeinen aber schon ihrem Querschnitte entsprechend belastet sind, so dürfen sie unverstärkt eine Auswechselfung nur in der Nähe eines Wandaufлагers tragen. Auswechselfungen, wie bei 18 in Gruppe B, bedingen daher meist eine Verstärkung des stützenden Balkens, wenn letzterer nicht zufällig eine geringe Weite überspannt.

³⁰⁾ Vergl. auch Art. 2, S. 2.

18.
Aufgaben
der
verschiedenen
Balken.

Das gewöhnlichste Hinderniß, welches Auswechfelungen bedingt, find die Feuerungs-Anlagen; die Holztheile dürfen an diese nicht unmittelbar herantreten. Die Bestimmungen hierüber lauten verschieden; z. B. alle Holztheile sollen 20 cm von der Innenfläche der Rauchrohre oder 7 cm von der Aufsenkante der $\frac{1}{2}$ Stein starken Rohrwangen entfernt bleiben. In manchen Fällen kann man dieser Vorschrift durch Ausklinken der Balken (8 in Fig. 37) genügen, meist muß jedoch der auf die Rauchrohre stossende Balken (5) ganz ausgewechselt werden.

Auch das Treppenhaus bietet regelmäfsig Anlaß zur Auswechfelung der auf dasselbe stossenden Balken mittels des Treppenwechfels (12). Dieser bildet die Flurkante am Treppenhause, hat meist eine grössere Zahl von ausgewechselten Balken aufzunehmen und muß daher als starker Unterzug ausgebildet werden, wenn die Balken nicht, wie meist der Fall ist, in der Nähe der Auswechfelung auf eine Mauer des Treppenhauses gelagert sind.

4) Gratbalken nennt man die ein Gebälke schräg durchsetzenden Balken, gegen welche die übrigen schief anlaufen (14 in Fig. 37.) In den Dachbalkenlagen entsprechen solche Gratbalken gewöhnlich den Grat- und Kehlsparren.

5) Wandbalken bilden den oberen Abschluß schwacher Scheidewände, welche in der Höhe der Balkenlage endigen. Sie liegen vollkommen auf der Wand auf. Sie sind in Fig. 37 bei D, 7 dargestellt, wenn man annimmt, daß die hier angeordnete Wand über der Balkenlage nicht weiter geht.

6) Bundbalken liegen ganz in der Richtung einer Holz- oder Fachwerkwand, in welcher sie zugleich das Rahmholz der unterliegenden und die Schwelle der überliegenden Gefchofswand bilden; sie nehmen also die Zapfen der Wand auf, sind aber meist breiter als diese (7 in Fig. 37).

7) Streichbalken sind Balken, welche an einer Wand hinstreichen. Scheidewände, welche mit $\frac{1}{2}$ Stein oder geringerer Stärke durch mehrere Gefchoffe gehen, müssen in jeder Balkenlage durch zwei Streichbalken (9) eingefasst werden. Soll ein Fußboden hergestellt werden, so müssen auch entlang allen anderen Mauern Streichbalken gelegt sein, welche mit den Balken parallel laufen, da man hier sonst den Fußboden nicht auflagern könnte; zu letzterem Zwecke müssen sie an vielen Stellen eingelegt werden, obwohl dadurch sehr enge Balkentheilungen entstehen. Die Auswechfelung (18) in B ist nur durch das Erforderniß eines Streichbalkens an der benachbarten Scheidemauer nöthig geworden.

Die Streichbalken können (bei 11) auch den Zweck haben, wichtige Wände (Treppenhausmauern) vor dem Einlagern von Balken zu schützen. Sie werden in diesem Falle durch die eingelagerten Balken sehr schwer belastet und daher nicht selten durch aus der Wand vorgekragte Consolen gestützt. (Siehe Fig. 3 bis 6, S. 5, so wie 11 in Fig. 37.)

Bei verschoffenen Gebälken läßt man die Balken der einen Gruppe gern durch die Wand in einen auf der anderen Seite liegenden Streichbalken (8 u. 14 in Fig. 37 u. b in Fig. 36) greifen, um hier eine innige Verankerung der Gruppen zu erzielen.

Schiefsen die Balken schief gegen eine Wand, so geben sie hier ungenügende Unterstützung für den etwa nothwendigen Fußboden; es werden dann kleine Streichbalken (13) als Wechsel zwischen den Hauptbalken erforderlich.

8) Giebelbalken sind die Streichbalken an der Giebelwand; sie heißen Ort balken, wenn sie ganz oder zum Theile auf einem Abfatze der Giebelwand liegen.

9) Dachbinderbalken sind die meisten Balken der Dachbalkenlage; sie erhalten diesen Namen, wenn über ihnen ein Dachgebirge entwickelt ist; sie haben dann meist den aus dem Dachbinder entstehenden wagrechten Schub aufzunehmen, da Sparren oder Streben in ihre Enden verfatzt sind.

10) Kehlbalcken sind die Balken der Kehlgebälke im Dachstuhl; sie werden im nächsten Hefte dieses »Handbuches« (bei den Dachstuhl-Constructionen) besprochen werden.

11) Mauerlatten, Wandlatten oder Mauerbänke (1) sind schwache Hölzer, welche auf, in oder vor den Mauern auf Consolen oder anderen vorkragenden Constructionstheilen liegen und ein gemeinsames Auflager aller Balken der Balkenlage abgeben. (Vergl. auch Art. 2, S. 2 u. Fig. 3 bis 7.) Sie haben den Zweck, die Last der Balken auf eine grössere Länge der Mauer zu vertheilen, schwache Stellen (z. B. weite Fenster- und Thürbögen) zu entlasten und beim Zulegen als sicherer Anhaltspunkt für den Zimmermann zu dienen; sie schwächen aber, ganz in die Wand gelagert, letztere erheblich und werden in Folge ihrer wenig luftigen Lage leicht Anlaß zur Fäulniß der Hölzer.

12) Unter- und Ueberzüge (15) treten bei zu großer Spannweite der Balken bezüglich der Unterstützung der letzteren an die Stelle der Wände. Sie haben die von den Balken aufgefammelten Lasten zu tragen und werden daher in der Regel als kräftige Träger auszubilden sein. Unterzüge nehmen die Balken mittels Auflagerung, Ueberzüge mittels Anhängung auf. In Folge der erforderlichen Stärke ragen sie selbst dann noch gegen die Balkenlage vor, wenn sie auch, wie in Fig. 32 bis 35, die Höhe der Balken selbst mit ausnutzen. Da nun ein Vorsprung in der Deckenfläche gewöhnlich weniger hinderlich ist, als ein solcher im Fußboden, auch Auflagerung der Balken billiger und sicherer ist, als Anhängung, so kommen Unterzüge häufiger vor, als Ueberzüge. Nur für die Dachbalkenlage wird meist die Anordnung von Ueberzügen vorgezogen, weil im Dachraume der Vorsprung im Fußboden meist nicht störend ist. (Vergl. auch das im vorhergehenden Kapitel unter e Gefagte.)

Bei älteren Bauten findet man Unter- und Ueberzüge dadurch ersetzt, daß jeder der weit frei liegenden Balken zu einem verdübelten, verzahnten, offenen, armirten oder Gitterträger gemacht ist; bei neueren Constructionen greift man in solchen Fällen lieber zur Verwendung eiserner Balken, da die oben genannten Anordnungen viel Constructionshöhe in Anspruch nehmen. Derartige Lagen von verstärkten Holzträgern werden daher hier nicht weiter berührt³¹⁾.

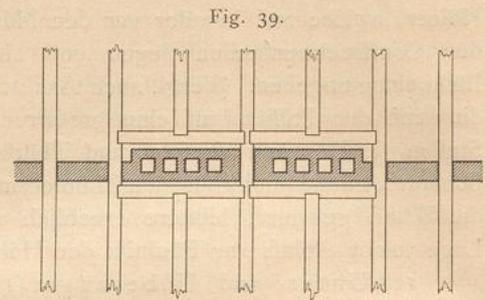
Die aus den angeführten Hölzern bestehenden Balkenlagen durchsetzen das Gebäude nicht immer seiner ganzen Ausdehnung nach in der gleichen Höhenlage; vielmehr erhalten häufig einzelne an der Treppe liegende Räume den Fußboden in Höhe der Treppen-Ruheplätze, oder es werden noch besondere Theilungen einzelner Räume in die Mitte der Geschofshöhe gelegt (Hängeböden). Die Anordnung der Decken in solchen Lagen bedingt die Ausbildung kleiner gesonderter Balkenlagen, welche ganz den obigen Regeln folgen.

Beim Entwerfen einer Balkenlage trägt man in den fest gestellten Gebäudegrundriß zuerst alle nothwendigen Balken, d. h. die Giebel-, Ort-, Wand-, Bund- und Streichbalken, ein und theilt dann zwischen diesen die übrigen mit 80 bis 100 cm

19.
Entwerfen
der
Balkenlage.

³¹⁾ Vergl. darüber: GOTTGETREU, R. Lehrbuch der Hochbau-Constructionen. Theil II: Die Arbeiten des Zimmermanns. Berlin 1882. Taf. XIII.

Theilmass für volle, mit 30 bis 60^{cm} Theilmass für Bohlenbalken ein. Da nun nicht für alle durch die nothwendigen Balken gebildeten Abschnitte gleiche Theilmasse zu finden sein werden, so fällt die Balkentheilung in verschiedenen Theilen des Grundrisses oft sehr verschieden aus, wobei die am weitesten gespannten Balken zweckmässig am engsten gelegt werden (siehe die Gruppe C in Fig. 37). Die so vertheilten Balken werden nun zum Theile auf die oben erwähnten Hindernisse: Schornsteine, Treppenhäuser, schwache Stellen in den Tragmauern u. dergl., stossen, welche dann durch Auswechselfungen zu umgehen sind. Lange Stichbalken sollen vor der Auswechselfung thunlichst durch eine Wand gestützt sein; ausgedehnte Auswechselfungen in Folge einer grösseren Reihe von Rauchrohren, welche quer zu den Balken steht, vermeidet man, indem man die Rohre in zwei Gruppen theilt, zwischen welchen man einen Balken durchgehen lässt (Fig. 39). Liegen die Rauchrohre in einer dreieckigen Winkelausmauerung zwischen zwei Wänden, so ist vor derselben ein Wechsel schräg zu legen, welcher dann häufig mit beiden Enden auf den Mauern ruht.



Bei allen grösseren Auswechselfungen ist es zu empfehlen, Wechsel und Stichbalken durch eiserne Klammern zu verbinden (12 in Fig. 37).

Beim Entwerfen ist ferner darauf zu achten, dass man, abgesehen von den in die Umfassungswände zu lagernden Balken, keine Theile bloss durch die Wände unterstützt, sondern alle Theile in einander lagert, wie z. B. die Wechsel 6 in Fig. 37, welche je an einem Ende auf eine Wand gelagert werden können, durch diese aber hindurchgeführt sind, um sie mittels Bruftzapfen in den ersten getroffenen Balken zu lagern.

Der Grund hierfür liegt darin, dass die Mauern auf dem Zimmerplatze nicht vorhanden sind, man also alle Theile der gedachten Art beim Zulegen nicht unmittelbar unterstützen könnte, daher zu mittelbarem Einpassen greifen müsste, was dann leicht zu mangelhafter Ausführung verleitet.

Sind in solcher Weise die Balken vertheilt, so erfolgt die Stärkenbestimmung der einzelnen, wobei jedoch meist nur die Breite zu ermitteln ist, da aus Gründen der Anlage der Decken und Fußböden die Höhe aller Balken einer Balkenlage dieselbe sein muss. Es liegt auf der Hand, dass z. B. ein Streichbalken schmaler sein kann, als ein ganzer, weil er nur die halbe Last erhält. Soll der Streichbalken jedoch vor Rauchrohren (8 in Fig. 37) ausgeklinkt werden, so ist auf diese Schwächung Rücksicht zu nehmen. Eben so erhalten diejenigen Streichbalken volle Stärke, welche bestimmt sind, schwache Scheidemauern abzusteuern.

20.
Verzimmern
und Auflegen
der
Balkenlage.

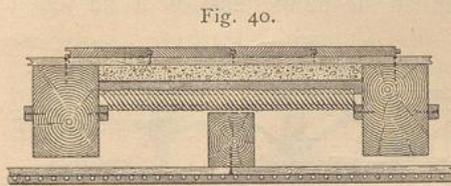
Die Verzimierung der so entworfenen Balkenlagen erfolgt auf dem Zimmerplatze durch zeichnungsgemässes Zusammenfügen aller Hölzer, wobei alle Verbindungen zugeschnitten werden. Man beginnt mit der untersten Balkenlage, legt auf diese die zweite und so fort, bis alle Balkenlagen fertig verzimert über einander liegen. Nur so ist es möglich, sowohl genaues Zusammenfügen der Hölzer jeder einzelnen Balkenlage, wie genaues Uebereinstimmen der Balken der verschiedenen Geschosse zu erreichen; letzteres ist für genau lothrechte Ausführung der

Mauern unbedingt erforderlich. Für den Zimmermann ist hierbei die Anordnung von Wandlatten äußerst bequem, welche ihm leichte Lagerung der Balken beim Zulegen und einfaches Festlegen der Masse der Umfassungswände gestatten. Welche großen Nachteile aber übrigens die Mauerlatten unter Umständen für die Gebäude haben, wurde in Art. 18 (S. 33, unter 11) und in Art. 2 (S. 2) bereits erwähnt.

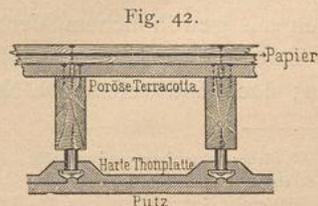
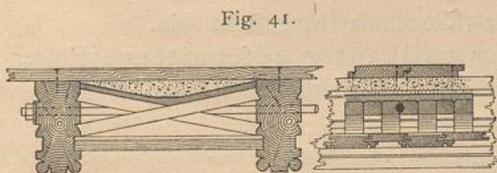
Das Aufbringen der verzimmerten Balkenlagen erfolgt, sobald die stützenden Mauern bis Balkenunterkante hoch geführt sind. Die Maurer müssen während des Verlegens zu arbeiten aufhören, und um diese Unterbrechung thunlichst zu verkürzen, muß man über die Gesamtheit der Arbeiten so verfügen, daß die Balkenlagen fertig zugelegt sind, bevor das Lager für die unterste hergerichtet ist. Nach dem Verlegen der Balkenlage erfolgt das in Kap. 7 (unter b) zu besprechende Einmauern der Balkenköpfe und die Weiterführung der Mauer des nächsten Geschosses.

Als besondere Arten von Balkenlagen sind zunächst die Blockbalkenlagen oder Dübelgebälke, auch Dübel-, Döbel-, Diebel- oder Dippelgebälke geheissen (Fig. 4 bis 6 u. 25), zu erwähnen. Sie bestehen aus mit einander verdolten, dicht neben einander gelegten Balken, sind daher warm, stark und lassen den Schall nur wenig durch. Sie machen im Maffivbau aber Schwierigkeiten bei der Einmauerung, müssen, wie in Fig. 4 bis 6, meist auf Auskragungen gelagert werden und finden sich daher jetzt nur noch in Ländern, wo niedrige Holzpreise und die feuerpolizeilichen Bestimmungen reinen Holzbau gestatten, bisweilen auch in Lagerhäusern auf eiserner Stützung (siehe Fig. 25, S. 20).

Häufiger sind Blindbalkenlagen (Fig. 40). Selbst bei sorgfältigster Herstellung einer Decke sind Durchdringen von Schall und Erschütterungen nicht ganz zu beseitigen, wenn dieselben Balken Decke und Fußboden tragen. Wird in reicheren Gebäuden völlige Undurchdringlichkeit verlangt, so legt man zunächst eine regelrechte Balkenlage zum Tragen des Verkehrs im oberen Geschosse an, befestigt dann aber die Decke des unteren nicht an derselben, sondern schiebt zu diesem Zwecke



besondere Balken in die Zwischenräume der ersteren ein, welche man Blind-, Fehl-, Fäll- oder Fallbalken nennt. Da dieselben nur die Deckenausbildung zu tragen haben, können sie erheblich schwächer sein, als die Hauptbalken, welche letztere hier und da zum Unterschied Sturzbalken geheissen werden. So geht durch diese Doppelanordnung keine oder doch wenig Höhe verloren. Selbstverständlich müssen die Blindbalken so tief liegen, daß auch die stärkste Durchbiegung der Tragbalken keinen mit diesen verbundenen Theil auf die Blindbalken setzt. Der Luftraum zwischen den beiden Balkenlagen und die völlige Trennung der Auflagerung halten Erschütterungen und Schall fast vollständig zurück. Diese Anordnung schützt auch



21.
Besondere
Arten von
Balkenlagen.

Fig. 43.

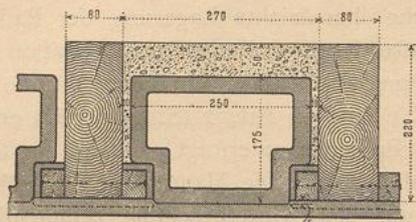


Fig. 44.

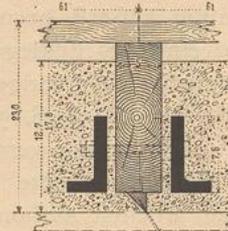
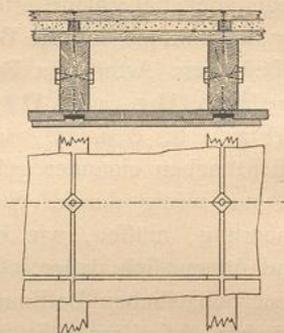
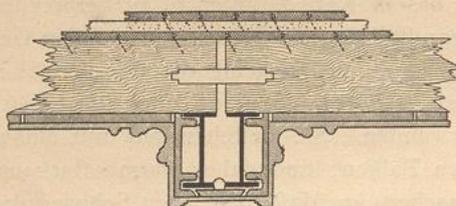


Fig. 45.



reiche Stuckaus schmückungen oder Deckenmalereien vor den von oben kommenden Erschütterungen.

In vielen Gegenden, z. B. in Nordamerika³²⁾, verwendet man der Holzersparris wegen vielfach Bohlenbalken (Fig. 41 bis 47), d. h. Balken aus hochkantig gestellten, vollkantig gefchnittenen Bohlen; da diese aber leicht umkanten, so müssen sie mindestens dicht an jedem Auflager durch zwischen sie eingezapfte Wechselstücke gegen einander abgespreizt werden. Andere Mittel zu ihrer Versteifung werden im Folgenden (unter 2) angegeben werden.

Fig. 46.

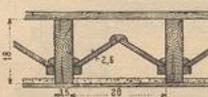


Fig. 47.



Dafs Balkenlagen, welche durchweg aus verstärkten Holzträgern bestehen, jetzt meist durch eiserne Tragwerke ersetzt werden, ist bereits erwähnt worden³³⁾.

Als Holzart wird jetzt an Stelle der früher häufig verwendeten Eiche wegen der bedeutenden Holzlängen, des billigeren Preises und der guten Tragfähigkeit die Tanne, weniger gern die Kiefer verwendet. Die Lärche liefert vorzügliche Balken, ist aber selten.

Als Holzsorte wird zu den Balken in der Regel Ganzholz verwendet; nur die schmalen Streichbalken können aus Halbholz gebildet werden. Das Gleiche gilt von den Nebentheilen der Balkenlagen; nur ganz untergeordnete Hölzer, z. B. kurze Wechsel an den Wänden zur Aufnahme der Dielenenden (13 in Fig. 37), können aus gewöhnlichem Verbandholz (Kreuzholz) hergestellt sein.

Tadellose Ausführungen sollen nur vollkantig gefchnittene Hölzer enthalten; doch sind wesentliche Nachteile für die Dauerhaftigkeit aus der Verwendung

22.
Holzart
und
-Sorte.

³²⁾ Siehe: *American engineer* 1887, S. 20. — *Engng. news* 1890, S. 368. — *Annales des travaux publics*, Bd. 9 (1888), S. 2099.

³³⁾ Vergl.: GOTTGETREU, a. a. O., Taf. XIII.

waldkantiger (auch wahnkantig genannt) Hölzer nicht zu befürchten, wenn diese nur vollkommen von Borke, Bast und Splint befreit und so weit beschlagen (gebeilt) sind, daß die Balkenlager genügend große ebene Auflagerflächen besitzen und erforderlichenfalls Fußboden und Decke regelrecht angebracht und befestigt werden können.

b) Ausfüllung der Balkenfache.

(Fehlböden oder Zwischendecken.)

Unter dieser Ueberschrift sollen alle diejenigen Ausfüllungsanordnungen für die Balkenzwischenräume (Balkenfache) zusammengefaßt werden, welche den Zweck haben, die Decke undurchdringlich gegen den Schall und Wärmeunterschiede zu machen. Es sind daher hier schlechte Wärme- und Schalleiter in zweckentsprechender Weise zu verwenden. Mangelhafte Ausbildung dieser Zwischendecken bildet einen der hauptfächlichsten Gründe für die Ungemüthlichkeit und ungesundheitsvollen Eigenschaften der Wohnungen in billig hergestellten Speculationsbauten.

^{23.}
Uebersicht.

Es werden hier zu besprechen sein:

- 1) Balkenlagen ohne Ausfüllung;
- 2) Dübelböden;
- 3) Windelböden;
- 4) Einschubböden, und
- 5) Befondere Anordnungen.

1) Balkenlagen ohne Ausfüllung.

Hierher gehören zunächst die Dübelgebälke, weil bei diesen die Balken (meist flach gelegte Halbhölzer) selbst die Ausfüllung bilden. Um die Fugen zu schließen, verstreicht man sie von oben mit Lehm und deckt dann zur Schalldämpfung die Balken mit 7 bis 10^{cm} Füllung oder Bettung (meist trockenem feinem Sande) ab (Fig. 4 bis 6, S. 5). Soll ein Fußboden aufgebracht werden, so werden in diese Füllung in Abständen von 0,8 bis 1,0^m Lager aus Bohlen von 5^{cm} Dicke und 12^{cm} Breite eingebettet, welche den Fußboden unmittelbar tragen und Polster- oder Lagerhölzer genannt werden. Durch letztere erzielt man eine schlichte Lagerung der Fußbodenbretter, welche auf den nicht genau geschnittenen Balken kein ebenes Auflager finden würden, und vermeidet das unmittelbare Uebertragen von Erschütterungen. Sorgfältiger Fugenverfrich ist erforderlich, weil sonst die Füllung durchrieselt.

^{24.}
Dübelgebälke.

In Fig. 25 (S. 20) fehlt die Bettung, und der Fußboden ruht unmittelbar auf dem Dübelgebälke, weil es hier auf leichteste Anordnung in erster Linie ankam ³⁴).

In gewöhnlichen Balkenlagen fehlt die Ausfüllung nur in Gebäuden, welche Lagerzwecken oder gewerblichen Betrieben dienen, nie in Wohngebäuden, aber besonders häufig da, wo die Balkenlagen sehr schwer belastet werden sollen (in Speicherräumen, siehe Fig. 15, S. 11), um die Decke an sich thunlichst leicht zu halten. Solche Decken schließen die Heizbarkeit einzelner Geschosse aus und lassen auch die schwächsten Schallwellen durch. Ist eine Deckenschalung in engerem Sinne unter den Balken angeordnet, so entstehen in den ganz offenen Balkenfeldern beliebige Schlupfwinkel für Ungeziefer.

³⁴) Fig. 25 entspricht etwa der Anordnung des Brookthor-Speichers in Hamburg, wo das Eigengewicht thunlichst gering zu halten war, weil die Stützen ohnedies schon sehr schwer wurden.

2) Dübelböden.

25.
Construction.

Dübelböden entstehen durch Einfügen dicht gelegter schwächerer Verbandhölzer zwischen die Balken, welche mit einander verdübelt (verdolt) werden. Liegen diese Hölzer parallel zu den Balken, so werden sie durch eingezogene hölzerne Wechsel (Fig. 48) oder Bügel aus Bandeisen (Fig. 49) getragen; liegen sie winkelrecht zu den Balken, so zapft man sie in diese ein (Fig. 50), wobei jedoch die Balken durch Nuthen erheblich geschwächt werden; diese Nuthen sollen thunlichst

Fig. 48.

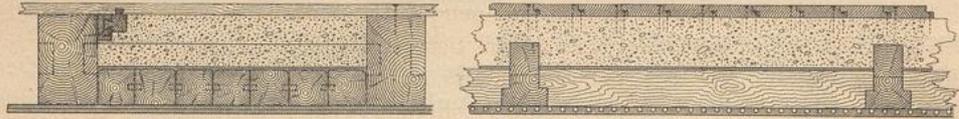


Fig. 49.

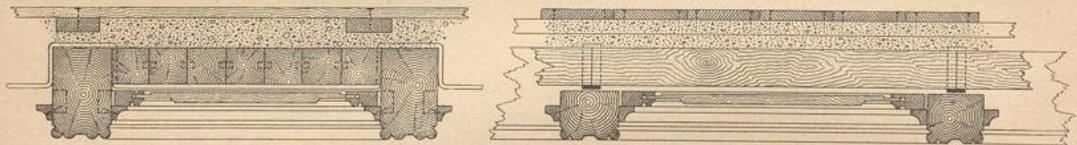
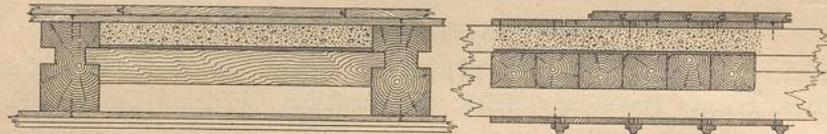


Fig. 50.



in der Mitte der Balkenhöhe liegen. Die Füllhölzer werden unten bündig mit den Balken gelegt, wenn die Gefache ganz ausgefüllt werden sollen (Fig. 48); genügt theilweise Füllung, so legt man sie weder oben, noch unten bündig (Fig. 50). Will man den bei den beiden vorigen Anordnungen unmittelbar auf die Balken zu lagernden Fußboden von diesen ganz trennen, so legt man die Füllhölzer oben bündig und bettet besondere Fußbodenlager von etwa 5×12 cm Querschnitts-abmessung in eine Sandüberschüttung ein (Fig. 49). Unter allen Umständen sind auch hier die Fugen der Füllhölzer gut zu verstreichen. Derartige Zwischendecken sind wegen des Holzaufwandes und der Feueregefährlichkeit selten.

3) Windelböden und Wickelböden,
Wellerungen und Stakungen.26.
Construction.

Diese Namen bezeichnen sämmtlich solche Ausfüllungen der Balkenfaché, welche aus mit Strohhalm umwickelten Weller- oder Stakhölzern hergestellt sind. Man verwendet dazu gespaltene Knüppelholz (eichen) oder gespaltene Schwarten von Eichen-, Tannen- und Kiehn-Schnitthölzern. Die Umwicklung erfolgt mit Langstroh, welches, zum Zwecke dichten Schlusses der Wellerhölzer gegen Wärme und Kälte, mit dünnem Lehm brei gefättigt ist. Bei billigerer Ausführung legt man die unumwickelten Stakhölzer auch wohl dicht zusammen und deckt sie mit einer Lage von Krummstroh mit Lehm ab; die Wickelung ist jedoch vorzuziehen. Ueber

die Wellerung bringt man zur Verbesserung der Dichtigkeit einen an den schwächsten Stellen 2^{cm} dicken Lehm Schlag, und die so geschlossene Ausftakung nimmt dann die eigentliche Füllung oder Bettung auf, nachdem die aufs eingebrachte Lehmmasse vollkommen ausgetrocknet ist.

Als Füllung verwendet man am besten reinen, feinen, trockenen Sand, schwefelfreie Hochofenschlacke oder Schlackenwolle. Diese Stoffe stäuben wenig oder gar nicht. Nicht so gut, aber viel im Gebrauch, sind Bauschutt, trockene Kohlenasche³⁵⁾ und ungewaschener Sand, welche alle viel Staub geben. Die Füllstoffe sollen jedenfalls vollkommnn frei von organischen Beimengungen sein, da sie sonst die Luft in den Räumen verderben. Füllungen mit Sägemehl, Moos, Häckfel u. dergl. sind zwar an sich vorzüglich, aber ihrer großen Feuergefährlichkeit wegen verboten. Der sehr leichte Torfgruß scheint sich — als nicht feuergefährlich — gut zu bewähren.

Ganz besonders geeignet in gesundheitlicher Beziehung ist Kieselguhr; doch ist deren Preis verhältnismäßig hoch.

Wird ein Fußboden aufgebracht, so muß die Füllung oben die Fußbodenunterfläche thunlichst in allen Punkten berühren, da ein Hohlliegen der Fußböden den Lärm des auf ihnen stattfindenden Verkehres wesentlich verstärkt, wenn der Fußboden nicht selbst sehr stark — etwa doppelt — ist.

Auf die richtige Wahl des Füllstoffes wird mit Recht ein ganz besonderer Werth gelegt, und die Schwierigkeit, nach allen Richtungen einwandfreie Füllstoffe zu erhalten, bildet einen der hauptfächlichsten Gründe, welche gegen die bisher meist üblichen Ausfüllungen der Balkenfache mit losen Füllstoffen sprechen.

Neben der Vermeidung von Staubbildung, welche, wie bereits erwähnt, namentlich bei Asche, unreinem Sande und Bauschutt auftritt, und von fäulnisserregender Einwirkung auf die benachbarten Holztheile, welche eintritt, wenn der Füllstoff dauernd Feuchtigkeit aus der Luft aufsaugt und organische Bestandtheile, insbesondere Pilzsporen, enthält, kommt namentlich die Einwirkung des Füllstoffes auf die gesundheitlichen Verhältnisse der Innenräume in Frage.

Einen allen diesen Anforderungen entsprechenden Füllstoff erhält man durch Waschen und nachfolgendes Ausglühen von Sand, ein Verfahren, das z. B. beim neuen Regierungsgebäude in Hildesheim streng durchgeführt wurde³⁶⁾.

Die dort verwendete Vorrichtung zum Ausglühen bestand in einem einer Wafferschnecke gleichenden, geneigt liegenden Trommelofen von 40^{cm} Durchmesser und 175^{cm} Länge, durch welchen der Sand bei der Umdrehung der Trommel von einer Schraubenfläche aus Blech langsam unter stetem Aufrühren hindurchgeschoben wurde. Die etwa 250^{kg} schwere Vorkehrung kostete 150^{Mark}. Die Stellung des Geräthes und das Ausglühen waren dem Unternehmer vertragsmäßig aufgegeben.

Befonders beachtenswerth sind die Versuche, welche *R. Koch* über den Einfluß der Füllstoffe, insbesondere der Kieselguhr (Diatomeen-Erde von Unterlüß), auf die Entwicklung von Bacterien angestellt hat³⁷⁾.

Koch fand in 1^{ccm} der Diatomeen-Erde nur etwa 3 bis 4 Bacterien und stellte 15,6^{Procent} Glühverlust fest, worin aber die Verwandlung unorganischer Stoffe beim Glühen einbegriffen ist. Bei dem Versuche der Vermengung mit Typhus-, Cholera- und Eiter-Bacillen enthaltender Nährbouillon zeigte sich, daß die Mischung mit trockener Kieselguhr schwierig war, weil die Bouillon in Tropfen zusammenlief und erst nach langer Zeit aufgefofen wurde; mit feuchter Kieselguhr erfolgte die Mischung leicht.

³⁵⁾ In manchen Theilen Süddeutschlands verwendet man zur Füllung sog. Steinkohlenlösch; dies sind die Rückstände der Dampfkesselfeuerungen: Schlacke und Asche; dieser Stoff wird trocken und thunlichst ruffrei eingebracht.

³⁶⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 199.

³⁷⁾ Siehe ebendaf., S. 332.

In der trockenen Diatomeen-Erde hatten die Cholerakeime nach 14 Tagen, die Typhuskeime nach 21 Tagen ihre Keimfähigkeit verloren; die Eiterkeime blieben entwicklungsfähig. Bei guter Mischung mit feuchter Kieselguhr starben dagegen die Cholera-Bacillen sofort, die Typhus- und Eiterkeime nach 8 Tagen ab. Dieses Verhältniss ist günstig, weil die Bacillen nicht anders, als mit viel Wasser in die Füllung gelangen können. Die Wirkung schreibt Koch der Beimengung von schwefelsauren Salzen zu, welche bei der Aufbereitung der Infusorienerde mittels Schwefelsäure entstehen.

Was die Aufnahmefähigkeit von Feuchtigkeit anlangt, so verhalten sich verschiedene Füllstoffe, wie folgt. Es enthält an Wasser

	Kieselguhr	Bauschutt	Afche	getrockneter Sand
in lufttrockenem Zustande	7,6	1,7	1,13	0,13 Procent,
bis zum Abtropfen mit Wasser gefättigt	223	27,6	86,5	17,5 „

Danach wird die Kieselguhr unter Umständen noch trocken bleiben, unter welchen die übrigen Füllstoffe, namentlich Sand, bereits völlig durchnässt sind. Allerdings erfolgt die Wasseraufnahme bei der Diatomeen-Erde wegen des 86 Procent betragenden Porenraumes sehr langsam, so dass bei plötzlichen Ueberfluthungen ein Durchsickern des freien Wassers eintritt. Dagegen wirkt die außerordentliche Aufnahmefähigkeit für Wasser in längerer Zeit dauernd austrocknend auf die umgebenden Bautheile und Räume ein.

Der Grad des durch die verschiedenen Füllstoffe erzielten Wärmeschutzes wurde fest gestellt, indem man ein Eisenrohr mit 2 cm Zwischenraum mit einem Blechrohre umhüllte, den Zwischenraum mit Füllstoff füllte und dann 45 Grad C. warmes Wasser in das Rohr brauchte. Das Wasser kühlte in 110 Minuten ab in einem Mantel aus

	Kieselguhr	Bauschutt	Afche	Sand	Luft
auf	39	33,3	35,8	34,3	37,2 Grad C.;

die Diatomeen-Erde ist also auch in dieser Beziehung allen anderen Stoffen überlegen.

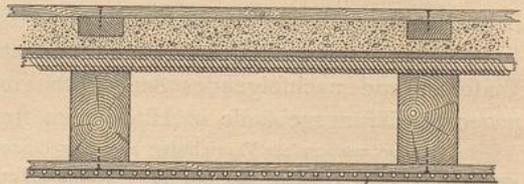
Das Gewicht von 1 cbm trockener Kieselguhr ist 302,7 kg, gegen 1762 kg von 1 cbm Sand und 842 kg von 1 cbm Afche; hiernach ist diese Deckenfüllung auch sehr leicht.

Leider sind die Kosten bedeutend; 1 cbm Kieselguhr, rosa gegläht, kostet 15 Mark (beste), ungegläht mit grauer Farbe 10 Mark³⁵⁾.

Je nach der Höhenlage der Wellerung zu den Balken unterscheidet man den gestreckten, den halben und den ganzen Windelboden.

Der gestreckte Windelboden (Fig. 51) entsteht, wenn man lange Wellerstangen über die Balken hinstreckt. Er wird vorwiegend verwendet, wo es auf billige Herstellung einer warmen Decke ankommt, welche nicht viel zu tragen hat, d. h. in landwirthschaftlichen Gebäuden; man deckt hier häufig nur einen etwas starken Lehm Schlag auf die Wellerung, womit Decke und Fußboden hergestellt sind. Da hierbei die schwachen Staktangen die aufgebrachte Last nach den Balken übertragen müssen, so ist die Tragfähigkeit einer solchen Decke sehr gering. Soll ein regelrechter Fußboden hergestellt werden, so bringt man Füllungsmaterial in einer

Fig. 51.



³⁵⁾ Ueber die gesundheitliche Bedeutung des Füllstoffes für die Balkenfache siehe auch noch:

EMMERICH, R. Die Verunreinigung der Zwischendecken unserer Wohnräume in ihrer Beziehung zu den ektogenen Infektionskrankheiten. Zeitschr. f. Biologie 1882, S. 253.

Die Zwischendecken in Wohnhäusern als Krankheits-Heerde. Deutsche Bauz. 1883, S. 35.

RECKNAGEL. Vortheile und Nachteile der Durchlässigkeit von Mauern und Zwischenböden der Wohnräume. Deutsche Viert. f. öff. Gesundheitspf. 1885, S. 73.

NUSSBAUM, Ch. Hygienische Forderungen an die Zwischendecken der Wohnhäuser. Archiv f. Hygiene, Bd. 5, S. 264.

Verunreinigung der Zwischendecken der Wohnräume und ihr Einfluss auf die Gesundheit der Bewohner. Mittel zur Verhütung und Bekämpfung der Verunreinigungen. Wochbl. f. Baukde. 1886, S. 329.

Die hygienischen und technischen Anforderungen an Zwischendecken in Wohngebäuden. Deutsches Baugwksbl. 1887, S. 535.

HEINZELMANN, H. Die Fehlböden (Zwischendecken). Ihre hygienischen Nachteile und deren Vermeidung. München 1891.

FALKENHORST, C. Das Buch von der gefunden und praktischen Wohnung. Heft 1: Unsere unsichtbaren Feinde. Leipzig 1891.

Stärke von 8 bis 10 cm (Fig. 51) auf den Lehm Schlag und lagert in diesen die Fußbodenlager gerade über den Balken ein, um die Last thunlichst unmittelbar auf diese zu bringen. Da aber der Fußboden auf der Füllung liegt und die Lager in letztere eingedrückt werden, so ist eine Lastübertragung durch die Stakung auch so nicht ganz zu umgehen.

Vorteilhaft ist die Verwendung des gestreckten Windelbodens bei Anordnung von Blindbalkenlagen (Fig. 52), weil die Balkenfache für die Blindbalken ganz frei bleiben, diese also hoch, d. h. leicht ausgebildet werden können. Von allen Windelböden ist der gestreckte auch der leichteste, belastet also die Balken am wenigsten. Durch die vollständige Auflagerung auf die Balken geht aber den übrigen Decken-Constructionen gegenüber Höhe verloren, und die deshalb anzustrebende Dünne der Decke beeinträchtigt die Dichtigkeit gegen Wärme und Schall. Die Unzutraglichkeiten, welche aus den völlig hohlen Balkenfachen bezüglich des Ungeziefers entstehen, wurden oben bereits erwähnt.

Der halbe Windelboden (Fig. 52) entsteht, wenn man die Wellerung innerhalb der Balkenfache etwa in halber Höhe der Balken anbringt, so daß der Fußboden

Fig. 52.

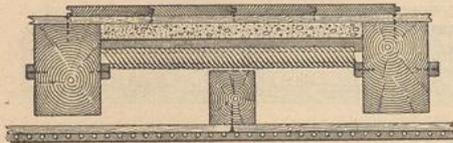
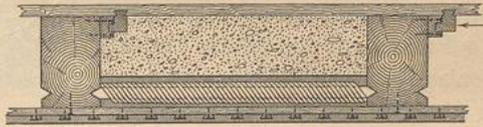


Fig. 53.



29.
Halber
Windel-
boden.

unmittelbar auf die Balken gelagert werden kann. Die Wellerhölzer werden auf Weller- oder Stakleisten gelagert (Fig. 52) oder in Weller- oder Staknuthen, welche man in entsprechender Höhe an den Balken anbringt, eingeschoben (Fig. 53).

An sich sind beide Anordnungen gleichwerthig; jedoch werden die Leisten meist vorgezogen, weil das Annageln derselben einfacher ist, als das Einstoßen der Nuthen in die meist wahnkantigen Balken. Auf die Wellerung bringt man, wie früher, Lehm Schlag und Füllung. Da der Fußboden nun unmittelbar auf den Balken ruht, so ist die Stakung der Last fast ganz entzogen. Diese Ausfüllung der Balkenfache ist die bei den Windelböden jetzt am meisten verwendete; sie wird um so dichter, aber auch um so schwerer, je weiter unten man die Stakung einsetzt.

Die schwachen, meist aus Schwartenbrettern gespaltenen Wellerhölzer sind für Fäulnisvorgänge günstige Angriffspunkte, und man hat sie daher, nebst den Wellerleisten, vereinzelt wohl durch aus Rechteckeifen geschnittene Leisten und Stäbe ersetzt³⁹⁾, wodurch man selbstverständlich zu nicht unbeträchtlich höheren Kosten gelangt.

Eine gewöhnliche Balkendecke mit halbem Windelboden, Fußboden und Putzdecke, 35 cm dick, 6 m frei tragend, kostet für 1 qm Grundfläche etwa 15 bis 16 Mark⁴⁰⁾.

Der ganze Windelboden (Fig. 53) ist dem vorigen in allen Einzelheiten gleich, unterscheidet sich von demselben nur dadurch, daß die Wellerung genug weit unten angeordnet wird, um die Deckenschalung einen unter der Stakung angebrachten dünnen Lehmputz in allen Punkten berühren zu lassen. Diese Ausfüllung der

30.
Ganzer
Windel-
boden.

³⁹⁾ Siehe: *Annales des travaux publics*, Bd. 9 (1888), S. 2099.

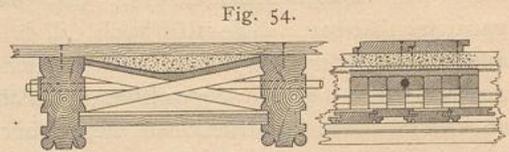
⁴⁰⁾ Siehe: *Centralbl. d. Bauverw.* 1886, S. 134, 143; 1890, S. 65.

Balkenfache ist die dichteste, aber auch schwerste von allen Windelböden; sie empfiehlt sich daher für gut ausgestattete Wohngebäude, nicht jedoch an solchen Stellen, wo es auf das Tragen schwerer Lasten ankommt; sie wird übrigens, des großen Gewichtes wegen, nur wenig verwendet.

31.
Kreuz-
stakung.

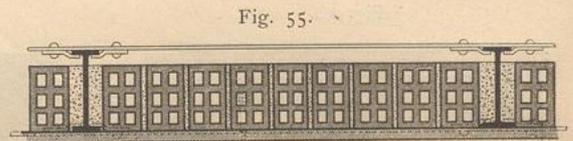
Eine von den vorigen abweichende Art der Stakung ist die Kreuzstakung, bei welcher die meist unumwickelten Stakhölzer mit abwechselnder Neigung nach links und rechts zwischen die Leisten oder Nuthen (Fig. 54) der Balken eingefetzt werden.

Diese schrägen Stakhölzer bilden eine sehr wirkfame Abspreizung der Bohlenbalken⁴¹⁾ gegen Kanten und Werfen. Sie wirken wie Streben kleiner Hängewerke, welche die auf einen Balken kommende Last auf die beiden Nachbarn mit übertragen, fomit die ganze Balkenlage tragfähiger machen.

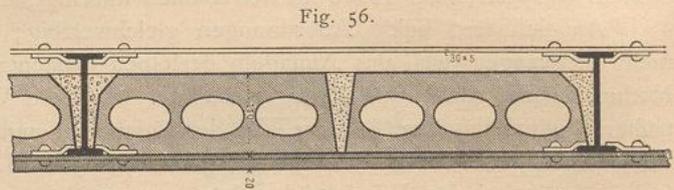


Die wagrechte Seitenkraft dieser Strebendrucke kann von den schmalen Balken jedoch nicht aufgenommen werden, deren seitliche Durchbiegung die Strebenwirkung aufheben würde.

Zur Aufhebung dieser wagrechten Seitenkraft werden daher in Abständen von etwa 2 m Rundeisenanker durch die Balkenlage gezogen, welche man durch in der Mitte angebrachte Mutter-



schlösser mit Gegengewinde⁴²⁾ in Spannung bringt. Um die unbequeme Bohrung aller Balken zu vermeiden, kann man diese Rundeisenanker zweckmäfsig durch auf und unter die Balken genagelte Bandeisen ersetzen, wie sie für eiserne Balken in Fig. 55 u. 56 angegeben sind. Bei Bretterfußböden wird die Aufhebung der wagrechten Kräfte jedoch auch schon durch die quer zu den Balken laufenden und an diese angenagelten



Fußbodendielen, bezw. Deckenschalpbretter bewirkt; unbedingt nothwendig sind die Anker also nur, wenn solche Bretterlagen ganz oder, wie in Fig. 54, zum Theile fehlen.

Ueber die Stakhölzer bringt man zunächst behufs Schließens der gebliebenen Oeffnungen eine Lage von Langstroh mit Lehm und Lehmschlag, darauf dann die Füllung.

4) Einschubböden.

32.
Construction.

Einschubböden sind den Windelböden gleichfalls sehr ähnlich; nur bringt man in die Nuthen oder auf die Leisten der Balken statt der Stakhölzer Schwartenbretter. Der Einschub wird entweder einfach (Fig. 57 u. 58, rechtes Fach) oder als Stülp-
lage (Fig. 59) ausgebildet; bei beiden werden die Fugen sorgfältig mit Lehm verstrichen und mit Lehmschlag überdeckt. Die über diesem liegende Füllung ist meist

⁴¹⁾ Siehe: *American engineer* 1887, S. 230.

⁴²⁾ Siehe: Theil III, Band 1 dieses »Handbuches«, Fig. 448, S. 163. (2. Aufl.: Fig. 458, S. 176).

Fig. 57.

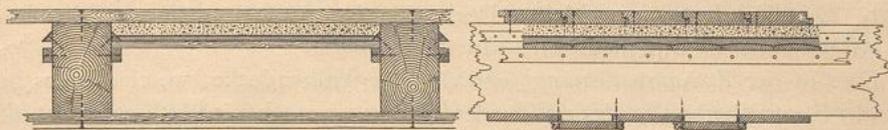
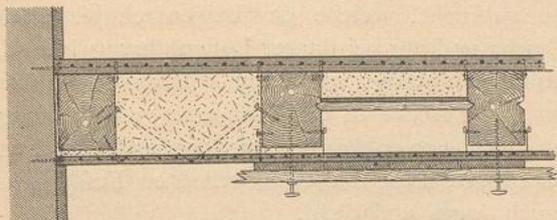
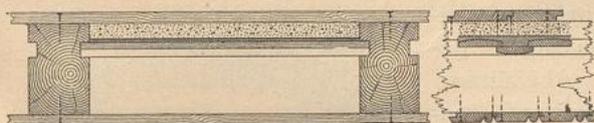


Fig. 58.



des einfachen Einschubes den Vortheil größerer Dichtigkeit. Sind Nuthen zum Anbringen des Einschubes vorgefehen, so muß man an den Enden der Balken bis

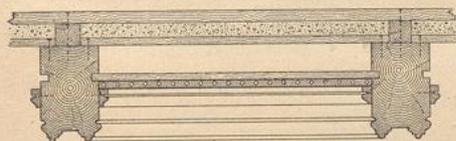
Fig. 59.



verwendet, als der halbe Windelboden, dem sie jedoch an Dichtigkeit nachsteht.

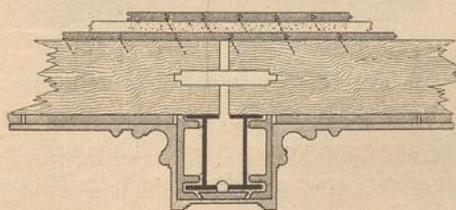
Ganz besonders leicht kann die

Fig. 60.



Schall noch Wärmeübertragung dicht, belastet aber die Balken sehr wenig und wird daher in solchen Gegenden verwendet, wo der schlechte Untergrund thunlichst

Fig. 61.



nur wenige Centimeter stark, und der größte Theil der Balkenfache bleibt frei. Liegen die Einschubbretter auf Leisten, so wird wohl auch eine dreieckige Leiste über dieselben genagelt (Fig. 57), um ein Ausheben der Bretter auszuschließen. Die Stülpedecke (Fig. 59) hat vor den

neben einander liegenden Brettern

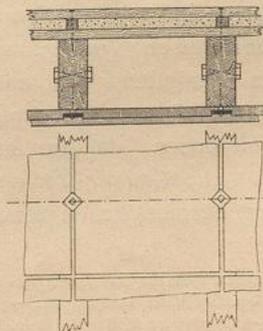
in Fig. 60 dargestellte Abart dieser Decke hergestellt werden. Hier ruhen die Bretter

oben auf den Balken zur Seite oder unterhalb (Fig. 61) kleiner, den Fußboden tragenden Aufschieblinge; nach Verfrich der Bretter wird der entstehende Zwischenraum

zwischen den Aufschieblingen mit Füllung geschlossen. Diese Decke ist weder gegen

leichte Anordnung aller Gebäudetheile verlangt.

Befonders schwer wird die Decken-Construction, wenn man, wie dies in Oesterreich üblich ist, die Stülpedecke — dort Sturzboden genannt — auf die



Balken aufnagelt, alsdann die Füllung aufbringt und in letztere die Fußbodenlager verlegt. Die Dichtigkeit einer solchen Decke ist eine große, aber auch die für dieselbe erforderliche Constructionshöhe eine bedeutende.

33.
Rabitz's
Balkendecken.

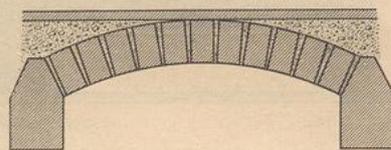
Eine in der Zusammenfassung sehr einfache Balkendecke, welche einen hohen Grad von Feuerficherheit besitzt und weder Wellerung, noch Einschub erfordert, ist die nach dem Patent Rabitz construirte (Fig. 58 linkes Fach⁴³). Auf die in Art. 44 zu besprechende Deckenputzlage wird unmittelbar eine die Balken auch unten noch umgreifende Fachfüllung aus Torfstreu gebracht, welche das Balkenfach bis oben hin füllt. Da Torfstreu an sich nicht leicht und nur bei starker Luftzuführung brennt, die Füllung hier durch die widerstandsfähige Putzlage noch sehr wirksam vor Hitze und Luftzug geschützt wird, so ist von dieser Decke in der That eine gute Wirkung bei Feuersbrünsten zu erwarten, wenn auch von oben her für den erforderlichen Schutz gefordert ist, wie in Fig. 58 durch den nach Rabitz hergestellten Fußboden. Die Decke ist dabei sehr leicht und auch warm und dicht.

5) Befondere Anordnungen.

34.
Decken
mit
Wölbkappen.

In Fällen, wo besondere Dichtigkeit der Decken verlangt wird (z. B. zwischen Ställen und Futterböden) hat man zwischen die Balken gewölbte Kappen aus Backsteinen eingesetzt. Die Anordnung ist nicht zu empfehlen, da die Balken durch das Anschneiden der Kämpferflächen wesentlich geschwächt (Fig. 62) und durch das Abschließen gegen die Luft mittels der Feuchtigkeit anfangenden Mauerwerkes der Gefahr schnellen Faulens ausgesetzt werden. Der Bogenschub ist, wenn er nicht durch die Umfassungswände aufgehoben werden kann, durch eiserne Verankerungen aufzunehmen.

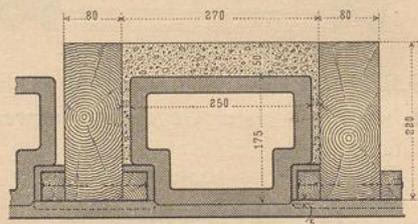
Fig. 62.



35.
Decken
von
Laporte.

Mehr ist die in Fig. 63 dargestellte Art der Fachausfüllung mit Hohlsteinen, System Laporte, zu empfehlen, welche wegen der nicht sehr großen Abmessung der gebrannten Hohlsteine eine eng getheilte Balkenlage aus Bohlenbalken (siehe Art. 21, S. 35) voraussetzt. Diese Anordnung, bei welcher die Unterflächen der Steine zur Aufnahme des Putzes gerieft, die Balken in gewöhnlicher Weise bohrt oder mit Pflasterplatten benagelt sein müssen, ist in Frankreich vielfach ausgeführt⁴⁴.

Fig. 63.

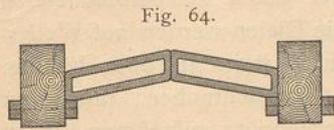


Derartige Decken sind vergleichsweise leicht und haben den großen Vorzug, trotz der hölzernen Balken wenigstens von unten fast vollständig vor Feuer geschützt zu sein. In Deutschland können die großen hohlen Thonformen bislang nur zu hohem Preise bezogen werden, da ihre Anfertigung nur von wenigen Thonwerken auf Bestellung erfolgt. Die *Grande Tuilerie de Bourgogne* zu Montchanin-les-Mines liefert 1^{qm} der hohlen Terracotten zu etwa 3 Mark.

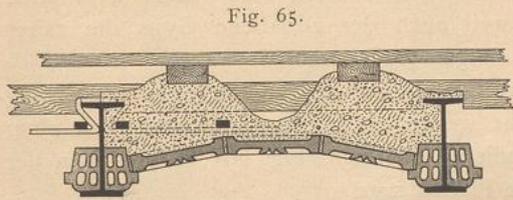
⁴³) D. R.-P. Nr. 3789.

⁴⁴) Hohle Terracotten nach Patent Laporte liefert die *Grande Tuilerie de Bourgogne* in Montchanin-les-Mines. — Ueber derartige Decken siehe: *Deutsche Bauz.* 1886, S. 202. — *Annales industrielles* 1885, II, S. 39. — *Annales des travaux publics*, Bd. 9 (1888), S. 2119. — *Le genie civil*, Bd. 16 (1890), S. 316.

Eine ähnliche Anordnung mit Hohlsteinen zeigt auch Fig. 64, nach welcher auch breitere Gefache ausgefüllt werden können. Hier ist für den Deckenputz besondere Schalung anzubringen, und der Vortheil des Schutzes gegen Feuer entfällt.



Derartige Plattenwölbungen, für welche die Widerlager durch entsprechend geformte feitliche Einschubleisten an den Balken gewonnen werden, können aus hohlen Platten oder einfachen oder auch doppelten Lagen voller Platten mit Luftzwischenraum auch in der Weise ausgebildet werden,



doch keine feuerichere Decke ergeben, da der Gyps bei mäßiger Hitze schon zerfällt.

Hierher gehört auch die gleichfalls aus Frankreich und Belgien stammende Ausfüllung mit den Dachziegeln ähnlichen Thonfliesen⁴⁵⁾, wie sie in zwei Ausbildungen in Fig. 66 u. 67 dargestellt sind.

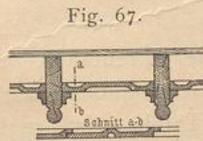
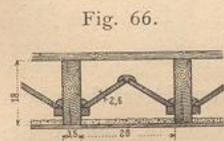


Fig. 66 zeigt eine Zwischendecke aus zwei Reihen mit Gyps verstrichener, gegen einander gelehnter Thonfliesen, unter der dann eine der Dichtigkeit wegen mit Gyps überfüllte Deckenschalung zu besonderer Ausbildung der Decke angebracht ist. In Fig. 67 bleiben die Balken unten sichtbar und sind daher verziert; die hier wagrecht aufgelegten vertieften Thonfliesen sind unten glasiert, gegen die Balken mit Gyps verstrichen und geeignet, zur Erhöhung der bei der dargestellten Construction nur geringen Dichtigkeit eine Lage Füllstoff aufzunehmen. Diese Decken sind außerordentlich leicht, aber auch wenig dicht.

Solche Decken ermangeln der Feuersicherheit gänzlich, und in Fig. 67 wirkt auch die aus schmalen, vertieften Feldern gebildete Unteransicht nicht sehr günstig.

Einen erheblich billigeren Ersatz der Ausfüllungen mit hohlen Terracotten durch einheimische Baustoffe bietet die Ausfüllung mit rheinischen Tuff- oder sonstigen leichten Schwemmsteinen (Fig. 68), welche nahezu eben so leicht und nicht minder dicht für Wärme und Schall ist, als die Terracotta-Decke⁴⁶⁾. Da man die Balkenfache bei 1 1/2 Stein Spannweite mit Steinen aussetzen kann, ohne Schübe auf die Balken fürchten zu müssen, so kann die Balkentheilung weiter gewählt werden, als bei der Anordnung in Fig. 63. Die Sicherung der Balken gegen Feuer ist in Fig. 68 derjenigen in Fig. 64 gleichwerthig. Die Tragfähigkeit der Schwemmstein-Ausfüllung ist bei der geringen Festigkeit dieser Steine kleiner, als die der Terracotta-Decken; doch kommt dieser Unterschied hier nicht in Betracht, da bei der geringen Balkentheilung aller dieser Anordnungen die Fußbodenbretter die Lasten ganz auf die Balken übertragen und die Füllung nahezu unbelastet bleibt.



Fig. 68 zeigt eine Zwischendecke aus zwei Reihen mit Gyps verstrichener, gegen einander gelehnter Thonfliesen, unter der dann eine der Dichtigkeit wegen mit Gyps überfüllte Deckenschalung zu besonderer Ausbildung der Decke angebracht ist. In Fig. 67 bleiben die Balken unten sichtbar und sind daher verziert; die hier wagrecht aufgelegten vertieften Thonfliesen sind unten glasiert, gegen die Balken mit Gyps verstrichen und geeignet, zur Erhöhung der bei der dargestellten Construction nur geringen Dichtigkeit eine Lage Füllstoff aufzunehmen. Diese Decken sind außerordentlich leicht, aber auch wenig dicht.

⁴⁵⁾ Siehe: *Annales des travaux publics*, Bd. 9 (1888), S. 2128.

⁴⁶⁾ Siehe: *Deutsche Bauz.* 1886, S. 3.

36.
Andere
Ausfüllungen
mit
Thonplatten.

37.
Ausfüllungen
mit
leichtem
Steinmaterial.

Eine ausgezeichnete Fachausfüllung, welche neuerdings viel Verwendung findet, ergeben die *Mack'schen* Gypsdiele⁴⁷⁾. Die Decke nach Fig. 71 kostet, mit Gypsdiele (statt der in die Abbildung eingetragenen, weiter unten zu besprechenden Spreutafeln) ausgefattet, etwa 13,5 Mark für 1 qm⁴⁸⁾. Die Dielen werden auf Wellerleisten verlegt und in den Fugen mit Gyps verstrichen. Liegen sie oben bündig, so kann man hölzerne Fußbodentheile unmittelbar auf sie aufschrauben; unten mit den Balken bündig liegende können unmittelbar den Deckenputz aufnehmen, wenn man die Balkenunterflächen vorher berohrt hat. Die Tragfähigkeit genügt selbst für große Weiten der Balkenfache. Derlei Decken sind sehr leicht, dicht und warm, zwar wegen des Zerfallens des Gypses in der Hitze nicht feuersicher, doch aber ziemlich widerstandsfähig gegen Feuer, weil auch der zerfallene Gyps die zähen Beimengungen noch leidlich schützt und einigen Zusammenhalt wahr.

Eben so dicht und warm, noch leichter, aber weniger feuersicher und tragfähig ist die Füllung mit Korksteinen⁴⁹⁾, welche wegen der geringen Tragfähigkeit einer Unterlage von Stakhölzern oder Einschubdielen bedürfen (Fig. 69). Die Fugen der Platten sind zu verstreichen, und über den Platten wird noch eine wenige Centimeter starke Füllung eingebracht. Abgesehen von der Unterlage von Wellerhölzern ist diese Decken-Construction jener aus Gypsdiele fast ganz gleich; letztere erscheint aber wegen der größeren Tragfähigkeit und wegen der Möglichkeit unmittelbaren Befestigens der übrigen Theile überlegen.

Nahe verwandt den Gypsdiele sind die Spreutafeln von *Katz*⁵⁰⁾. Die Bearbeitung mit Säge und Messer ist, wie bei Holz möglich; auch haften Holzschrauben vollkommen in der Masse. Eine Seite der Tafeln wird rauh geformt, damit sie Deckenputz unmittelbar aufnehmen können.

Wie Fig. 70 u. 71 zeigen, erfolgt die Deckenausbildung nach Art der halben Windelböden, bzw. Einschubdecken durch Auflagern der Spreutafeln auf Wellerleisten mit oder ohne Füllung, je nachdem die Art des aufzulegenden Fußbodens es erfordert. Die Anordnung nach Art des ganzen Windelbodens (Fig. 72), bei der kein Platz für Wellerleisten vorhanden ist, wird ermöglicht, indem man verzinkte Drähte, entweder winkelrecht zu den Balken d_1 oder im Zickzackmuster d_2 , in etwa 10 cm Abstand straff unter die Balken nagelt. Die Zickzackführung hat den Zweck, die Drähte nachträglich recht straff spannen zu können. Auf dieses Drahtnetz werden die Spreutafeln s lose aufgelegt. Die Fugen zwischen den Tafeln und an den

Fig. 69.



Fig. 70.

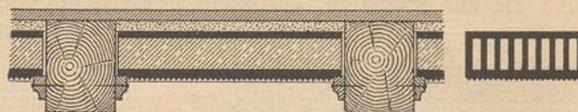
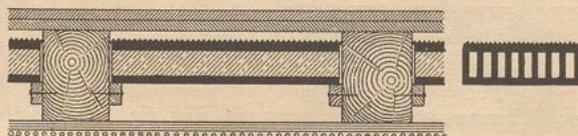


Fig. 71.



47) Siehe über dieselben Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 171, S. 196) dieses Handbuchs.

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

49) Siehe über dieselben Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 167, S. 194) dieses Handbuchs.

50) Siehe über dieselben ebendaf., Art. 172, S. 196.

Balken werden auch hier mit Gyps verstrichen, so das jedes Durchriefeln der Füllung ausgechlossen ist. Auch diese Decken-Construction ist leicht, dicht und warm, jedoch nur wenig feuerbeständig.

Bei Belastungsversuchen mit gleichförmig vertheilter Last zeigten sich bei 80 cm Balkenentfernung auf den Anordnungen in Fig. 72 u. 73 die ersten feinen Risse im

Fig. 72.

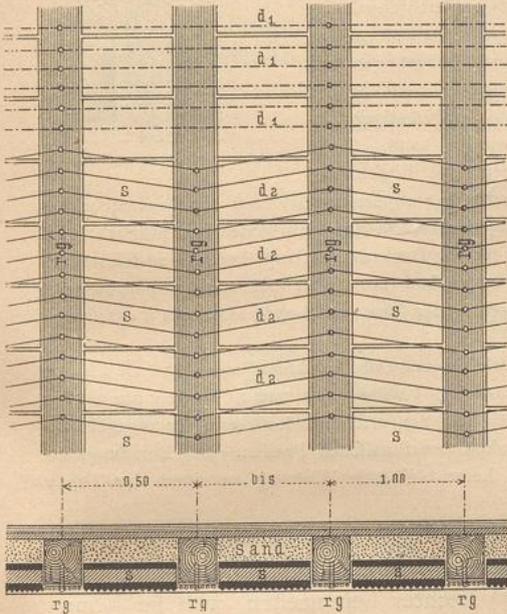
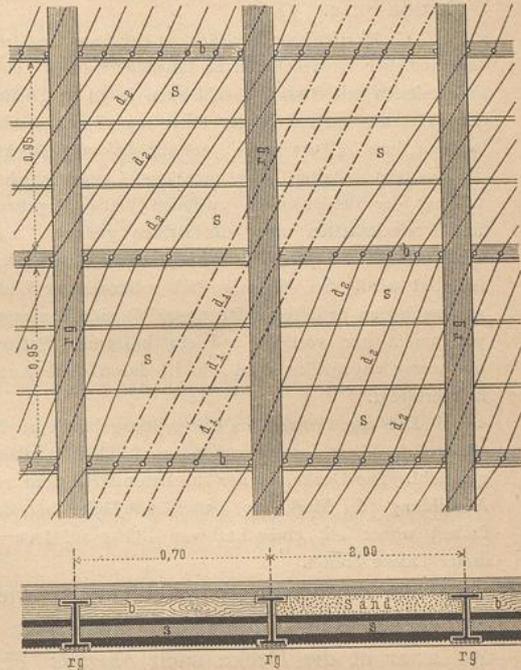


Fig. 73.

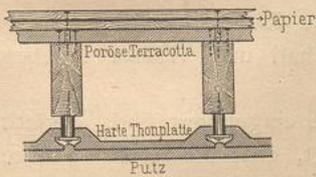


unteren Deckenputze bei 670 kg für 1qm; erst bei 1000 kg für 1qm erreichten sie beträchtliche Gröfse ⁵¹⁾.

In Amerika ist ein ganz eigenartiger feuerficherer Baustoff in ausgedehntem Gebrauche, welcher, auf die Balken genagelt, diese von oben vor dem Feuer völlig schützt und bei sehr geringem Gewichte als Ersatz der Fachausfüllungen sehr leichte Deckenanordnungen liefert. Es ist dies ein mit Sägemehl gemengter gebrannter, daher in fertigem Zustande stark poriger Thon, welcher, wenn aus sandigem Thone angefertigt, *Porous terracotta*, aus sandfreiem Thone hergestellt, *Terracotta lumber* ⁵²⁾ genannt wird. Diese porigen Thonplatten besitzen grofse Dichtigkeit gegen Wärme und Schall, sind erheblich ficherer gegen Feuer, als dichter Backstein, haben ziemlich hohe Tragfähigkeit und schliesslich die schätzbare Eigenschaft, sich wie Holzplatten nageln zu lassen. Diese Platten werden auf eng getheilten schmalen Bohlenbalken verlegt (Fig. 74) und genagelt, in den stumpfen Fugen mit Cement gedichtet und vom Fußboden unmittelbar überdeckt, welcher durch

38.
Amerikanische
Ausfüllungen.

Fig. 74.

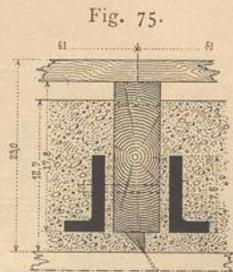


⁵¹⁾ Die Druckfestigkeit der Spreutaefeln beträgt 18,3 kg für 1qm des vollen Querschnittes.
⁵²⁾ Siehe: *American engineer* 1887, S. 230.

die Thonplatten genagelt wird. Die Eigenschaften dieser billig herzustellenden Platten sind in jeder Beziehung höchst schätzbare, und der Versuch, dieselben auch bei uns einzuführen, würde voraussichtlich erfolgreich sein.

Betonausfüllungen, welche bei Verwendung eiserner Balken jetzt sehr gebräuchlich sind, wurden zur Herstellung feuerficherer Decken aus hölzernen Bohlenbalken von *Furness*⁵³⁾ in Philadelphia in erheblicher Ausdehnung eingeführt, z. B. im Universitätsgebäude des Staates Pennsylvania (Fig. 75).

Gleichzeitig zur Verflärkung der 5,2 m weit frei tragenden Balken und um ein Auflager für den Beton zu schaffen, wurden beiderseits ungleichschenkelige Winkeleisen mit 8 mm dicken Bolzen in 61 cm Theilung an die Balken gebolzt. Die Winkeleisen sind in der Mitte um 7,6 cm nach oben durchgebogen und werden durch 10 mm dicke, auf die Bolzen gesteckte Ringe so weit von den Balken fern gehalten, daß noch eine Cementschicht behufs vollständiger Einhüllung der Bohlenbalken zwischen beide eingebracht werden kann. Unten sind Dreiecksleisten unter die Balken genagelt, an denen eine Einschalung bloß zum Einstampfen des Betons, wenn man diesen unmittelbar abputzen will, sonst als Deckenschalung befestigt wird. So wird eine fast vollkommene Einhüllung der Balken auch von unten her möglich. Da nun nach den neuesten Erfahrungen⁵⁴⁾ eine Feuersgefahr für die Decken überhaupt beinahe ausschließlich von unten her vorliegt und ein hölzerner Fußboden von oben her selbst bei starker Feuersbrunst nur wenig angegriffen wird, so ist durch diese Anordnung in der That ein hohes Maß von Feuerficherheit erreicht.



Die von *Furness* im Universitätsgebäude zu Philadelphia ausgeführten Abmessungen sind in Fig. 75 angegeben. Der Cement wurde aus 1 Theil Portland-Cement, 3 Theilen Sand und 3 Theilen Steinschlag gemischt. Die Decke, in der die Betonstärke sehr reichlich bemessen erscheint, kostete in der angegebenen Ausbildung 16,4 Mark für 1 qm Grundfläche bei den hohen amerikanischen Preisen. Bei Belastungsversuchen wurde mit einer Last von 735 kg auf 1 qm noch keine bleibende Wirkung an einem der Theile dieser Decke erzielt.

Die Anordnung empfiehlt sich, wie die in Fig. 74 dargestellte, an solchen Stellen zur Nachahmung, wo man trotz hölzerner Balken Feuerficherheit verlangt, und zwar ist die Decke nach *Furness* (Fig. 75) leichter herzustellen, weil sie keinen aufsergewöhnlichen Baustoff verlangt, wie in Fig. 74.

39.
Daubenfüllung.

In leichten Holz-Architekturen findet sich in einzelnen Gegenden (Schwarzwald) eine gefederte Daubenfüllung (Fig. 76), welche sich gewölbeartig zwischen die Balken spannt und durch etwas keilförmig geschnittene Scheitelschlusfedern fest eingeklemmt wird. Die Anordnung giebt keine gute Dichtung, ist sehr feuergefährlich und daher selten.



6) Wandanschluss der Fachausfüllung.

40.
Wand-
anschluss.

Bei allen Ausfüllungen der Balkenfache ist ein dichter Anschluss an die Wände sehr wichtig und bedarf besonderer Aufmerksamkeit. Ist dieser Wandanschluss nicht gut, so rieselt die Füllung durch die an den Wänden besonders leicht entstehenden Risse des Deckenputzes, so daß in den darunter liegenden Räumen ein fortwährender Sandregen an den Wänden entsteht. Auch für Schall und Wärme ergeben diese Wandfugen günstige Durchgangsöffnungen.

An denjenigen Wänden, in welche die Balkenköpfe eingelagert sind, ergibt sich die Abdichtung von selbst, wenn man nur dafür sorgt, daß die letzten Stücke

⁵³⁾ Siehe: *Engng. news*, Bd. 25 (1890), S. 368.

⁵⁴⁾ Vergl.: *Centralbl. d. Bauverw.* 1888, S. 3.

der Fachausfüllung fest gegen die Wand gekeilt, bezw. gestampft werden und das z. B. die Fugen zwischen Thonplatten und der Wand guten Verfrisch erhalten; hier ist die Abdichtung gegen die Wand nicht schwieriger, als in der Fachausfüllung selbst.

Befondere Vorsicht verlangen aber die Anschlüsse an diejenigen Wände, an denen Streichbalken (9 u. 16 in Fig. 37, S. 30) oder Streichwechsel (13 in Fig. 37) hinstreichen. Legt man diese stumpf gegen die Wand, so bleibt stets wegen der Unebenheit beider Theile eine offene Fuge, welche gewöhnlich zu eng ist, um sicher geschlossen werden zu können, und welche sich später in Folge Eintrocknens des Balkens noch erweitert. Man lege daher hier nach Fig. 7 (S. 6) den an der Außenseite schräg abgesehenen Streichbalken etwa 4 cm von der Wand ab, schlage den Zwischenraum mit roh keilförmig behauenen Backsteinen oder Holzleisten aus, welche auch nach dem Eintrocknen des Balkens in Folge des anfänglichen Einkeilens fest bleiben werden, verstreiche deren Fugen und bringe schließlich nach Bedarf noch Füllung auf. In solcher Weise kann ein auf die Dauer völlig sicherer Wandanschluss auch an diesen Seiten erzielt werden.

c) Decke im engeren Sinne.

Die Decke bildet den oberen Abschluss des unterliegenden Raumes; sie kann aus den übrigen vorher besprochenen Theilen, d. h. der Fachfüllung und den Balken, bestehen oder besonders ausgebildet sein, ist überhaupt mehr ausschmückender als nothwendiger Bautheil.

Eine besondere Ausbildung der Decke fehlt jedoch nur in den untergeordnetsten Räumen, z. B. in Lagerräumen, wo auf den Balken nur ein Fußboden ruht (Fig. 15, S. 11 u. Fig. 25, S. 20), oder in landwirthschaftlichen Bauten, wo z. B. der unten glatt abgestrichene gestreckte Windelboden (Fig. 51, S. 40) auch die Decke bilden kann.

In den weitaus häufigsten Fällen erhält die Decke eine besondere Ausbildung, und zwar im Wesentlichen nach den im Nachfolgenden beschriebenen Anordnungen. Weitere Einzelheiten über Deckenausbildung, insbesondere über die mehr decorative Behandlung der Deckenflächen, bringt Theil III, Band 3, Heft 3 dieses »Handbuches«.

1) Am häufigsten kommt wohl die verschalte und geputzte Decke (Fig. 40, 48, 51 bis 53, 60, 68 u. 71) zur Anwendung. Bereits in Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 178, S. 200 u. Art. 203, S. 244) dieses »Handbuches« wurde über die Bekleidung von Holzwerk mit Putz Mehrfaches mitgetheilt. Unter Hinweis auf die eben angezogenen zwei Stellen ist hier das Folgende zu sagen. Unter die Balken wird eine 2 cm starke, stumpf gestoßene Schalung aus ungehobelten, häufig fogar alten Brettern genagelt. Damit das Werfen und Reissen der Bretter dem Putz nicht schädlich werde, dürfen die Schalbretter nur schmal sein oder müssen vielfach gespalten werden. Auf diese Schalung streckt man winkelrecht zur Faserrichtung der Schalbretter rund 8 mm starke Putzrohrstengel (Fig. 40, 48, 51, 52, 60, 68 u. 71) in etwa 2,5 cm Abstand und befestigt diese durch geglühte Eisendrähte, welche in 10 bis 12 cm Abstand von einander gespannt und je hinter dem dritten Rohrstengel mit breitköpfigen, geschmiedeten Rohrnägeln an die Schalung genagelt werden. Da diese Nagelung an verschiedenen Drähten in verschiedenen Rohrzwischenräumen erfolgt, so hängt schließlich jeder Stengel unbeweglich in den Drahtschlingen. Wegen der fast

41.
Uebersicht.

42.
Verschalte
und
geputzte
Decken.

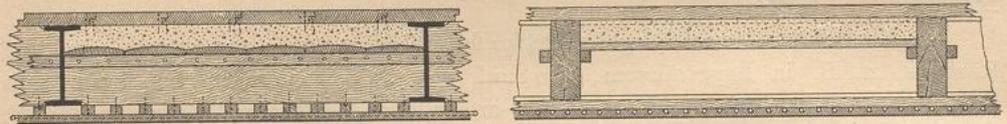
vollkommenen Raumbeständigkeit gut getrockneten Rohres ist dieses Mittel zur Befestigung des Putzes auf Holz besonders geschätzt.

In Gegenden, wo Rohr nicht zu haben ist, treten an seine Stelle häufig sog. Wurf- oder Pflasterlatten (Fig. 53), d. h. trapezförmige, etwa 12 bis 15 mm dicke und in der Mitte 20 bis 25 mm breite Tannenlatten, welche gleichfalls quer zur Faserrichtung der Schalbretter unter diese genagelt werden; statt so gestalteter Latten verwendet man auch solche mit Längseinschnitten und -Nuthen⁵⁵⁾. Derartige Latten sind minder gut als Rohr, weil sie beim Putzen feucht werden, sich später zusammenziehen und so die Haftfestigkeit des Putzes beeinträchtigen.

Besser, aber theurer und daher noch seltener sind Putzknöpfe, 12 bis 15 mm dicke abgestumpfte Kegel von etwa 3 cm mittlerem Durchmesser, mitten durchbohrt, aus gebranntem Thon, welche im Quincunxmuster mit je einem Nagel, die kleinere Grundfläche nach oben, unter die Schalung genagelt werden.

Alle drei Mittel dienen dazu, den nun einzubringenden glatten, gefilzten und geschlemmten Deckenputz aus Weiskalk, Gyps oder einem Gemenge beider zu mechanischem Anhaften an der Holzfläche der Schalung zu zwingen. Da die lösen, unter der Schalung liegenden, raumbeständigen Putzstengel die Bewegungen der Schalbretter nicht mitmachen, was bei den Putzknöpfen und bezüglich der Nagelung auch bei den Pflasterlatten der Fall ist, so ergeben sie die beste Befestigung des Putzes.

Fig. 77.



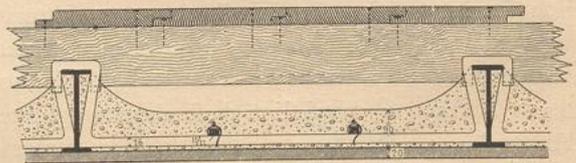
Ein Beispiel der Herstellung einer geputzten Decke auf Lattung statt auf voller Schalung zeigt Fig. 77, wobei wesentliche Abweichungen von dem vorstehend Gesagten nicht vorkommen.

Es werden auch von einer Reihe von Fabriken patentirte Gewebe aus Draht und Rohrstengeln oder Holzleisten geliefert⁵⁶⁾, welche unter der Schalung, die dann auch durch eine weite Lattung ersetzt werden kann, ausgerollt und genagelt werden und eine besonders schnelle und bequeme Vorbereitung derselben für die Putzherstellung ermöglichen; sie liefern dasselbe Ergebniss, wie die mühsamere Bohrung⁵⁷⁾.

Von der Decke nach unten vorspringende Unterzüge werden entweder gleichfalls mit Rohrabstücken winkelrecht zur Faserrichtung gerohrt und geputzt oder glatt gehobelt, profilirt und bemalt.

Soll eine Deckenfläche geputzt werden, welche an sich geeignet erscheint, den Putz unmittelbar aufzunehmen, wie z. B. eine Decke aus Gypsdielen oder Spreutafeln (Fig. 72 u. 73), Beton, Gyps

Fig. 78.

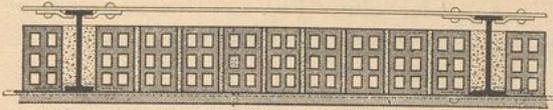


⁵⁵⁾ Vergl. Fig. 405 (S. 245) in Theil III, Band 2, Heft 1 dieses »Handbuches«.

⁵⁶⁾ Z. B. von *Staufs & Ruff* in Cottbus, *Ernst Loth & Co.* in Halberstadt (D. R.-P. Nr. 10891 u. 22033) etc.

⁵⁷⁾ Siehe über solche Gewebe und Geflechte auch Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 203, S. 245 u. 246) dieses »Handbuches«.

Fig. 79.



mufs man den unter den Balkenflächen anzubringenden Putz zunächst — etwa mittels eines Streifens Dachpappe — vom Balken abfondern, damit dessen Bewegungen unter

Fig. 80.

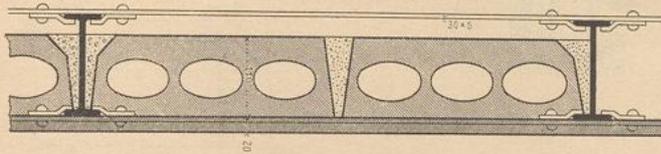
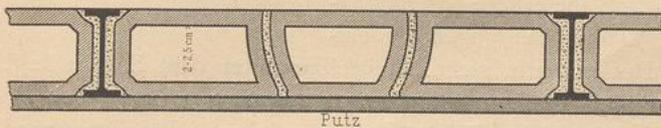


Fig. 81.



der Wirkung von Veränderungen des Feuchtigkeitsgehaltes, bzw. der Wärme den Putz nicht zerftören. Ausserdem mufs ein Haftmittel unter den Balken, wie unter der Deckenschalung angebracht werden, das bei Holzbalken aus quer gelegten kurzen Abschnitten von Putzrohr oder Pflasterlatten, aus Thonknöpfen

oder Backstein (Fig. 78 bis 82) oder einer Mörtelfläche (Fig. 83), liegen in der Deckenfläche aber die Unterflächen von hölzernen oder auch eisernen Balken zu Tage, so

oder einem schmalen Streifen der oben erwähnten Putzgewebe besteht, bei eisernen Balken in der Regel aus einem an den benachbarten Deckentheilen zu befestigenden Streifen Drahtgewebe. Trotz dieser Vorkehrungen machen sich aber die Balken-

Fig. 82.

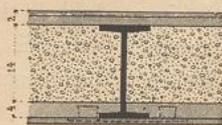
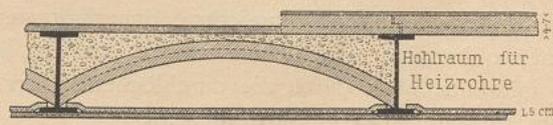


Fig. 83.



unterflächen in ebenen Putzflächen in der Regel durch Risse im Putz kenntlich. Man thut daher gut, das unmittelbare Anbringen von Putz unter den Balken zu vermeiden, wozu verschiedene Mittel weiter unten angegeben werden. Ist ein derartiges Anbringen nicht zu umgehen, so richte man die Deckenbemalung so ein, das unter ihr die bei guter Ausführung jedenfalls nur feinen Risse verschwinden.

Das Putzen gestattet Ausschmückung durch Malerei und Stuck und gewährt auch einen geringen Schutz der Balken gegen den ersten Feuerangriff; einer irgend wie erheblichen Feuersbrunst widersteht eine solche Decke jedoch nicht.

2) Eine Abart dieser Decke bildet die Decke mit vertieften geputzten Balkenfeldern (Fig. 60, S. 43), bei welcher die Deckenschalung als Einschub in Nuthen ausgebildet, der Grund der entstehenden vertieften Felder geputzt, die Balkenunterseite aber gehobelt und profilirt wird. An den Wänden und etwaigen Unterzügen kehrt die Balkenprofilirung mittels eingesetzter Balkenwechsel wieder — ein Mittel, das auch zur Theilung allzu langer Balkenfache in kürzere Felder angewendet werden kann.

3) Putz auf gebrannten Thontafeln (Fig. 74 u. 84) wird in Amerika zur Erzielung von Feuerficherheit verwendet. Die Balkenlagen bestehen aus eng ge-

43-
Decken
mit
vertieften
Putzfeldern.

44-
Putz auf
Thontafeln.

legten Bohlenbalken, unter welche mittels eiserner Unterlagsplättchen unten rauhe Tafeln aus gebranntem Thon mit (Fig. 74) oder ohne (Fig. 84) Zwischenraum genagelt werden. Die Unterlagsplättchen verschwinden in Vertiefungen, welche in den Mitten der unter den Balken liegenden Seiten der Thonplatten angebracht sind.

Auf diesem Thonbelag wird der Deckenputz mit oder ohne Profilierungen, wie auf Mauerwerk hergestellt ⁵⁸⁾.

Von den beiden Anordnungen in Fig. 74 (S. 47) u. 84 stellt die letztere das *System White*, die erstere das *Pioneer-System* dar. Letzteres (Fig. 74) ist das gegen Feuergefahr wirksamere, weil die Deckenplatte nicht unmittelbar unter dem Balken liegt, also die Hitze besser fern hält. Dieser Abstand wird durch Einsetzen der Befestigungsnägel oder Schrauben in kleine Eisenröhrchen gesichert. Bei der Anordnung in Fig. 74 sind außerdem die eisernen Befestigungstheile nicht bloß durch den Putz, sondern noch durch einen Luftraum über dem Putze vor der Hitze geschützt.

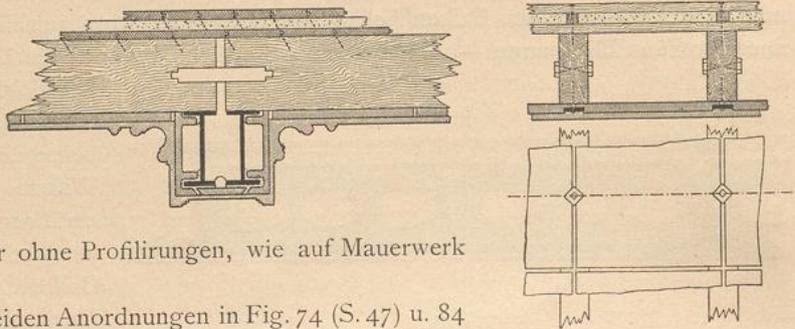
Ein Bedenken gegen beide Anordnungen liegt in der Befestigung einer ziemlich schweren Tafel mit nur wenigen Nägeln oder Schrauben von unten unter den Balken.

Wird die Befestigung hinreichend dauerhaft ausgeführt, so entsteht in Fig. 74 eine fast vollkommen feuersichere Decke, da die Balken unten durch die Thonplatten mit Putz, oben durch die durchlöchernte Terracotta für das Feuer unzugänglich gemacht sind. (Vergl. Art. 38, S. 47.)

4) In Deutschland werden feuersichere Putzdecken ohne Holzschalung in neuester Zeit nach den Patenten *Rabitz* ⁵⁹⁾ und *Monier* ⁶⁰⁾ und in der Anordnung von *Mack* ⁶¹⁾ ausgeführt.

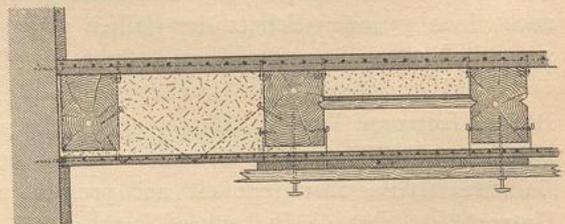
Rabitz spannt in einiger Entfernung unter den Balken Drahtgewebe aus, welche mit Haken in der Wand und unter den Balken, so wie in jedem Balkenfache noch durch einen 10 mm starken, in 50 cm Abstand nach den beiden Nachbarbalken aufgehängten Draht gehalten sind (Fig. 85 linkes Fach). Die etwa 1 m breiten Bahnen des Drahtgewebes werden quer unter den Balken straff angezogen und zusammengenäht. Nach einer neueren Anordnung spannt *Rabitz*

Fig. 84.



45.
Rabitz-
Decken.

Fig. 85.



⁵⁸⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1884, S. 225. — Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 436, 450. — American engineer 1887, S. 230.
⁵⁹⁾ Siehe hierüber Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 271, S. 334) dieses Handbuchs.
⁶⁰⁾ Siehe ebendaf., Art. 264 u. 265, S. 329—331.
⁶¹⁾ Siehe: Wochbl. f. Baukde. 1887, S. 280. — Deutsches Bauwksbl. 1889, S. 85.

einzelne starke Drähte quer unter die Balken, wie in Fig. 72 u. 73 (S. 47, System *Katz*), hängt sie mit Drahtschlingen und Haken an den Balken auf und legt dann schwächere Drähte in enger Theilung darüber hin, welche in allen Ueberkreuzungen mit Draht gebunden werden (Fig. 85 rechtes Fach).

Auf einzelne unter die Balken geschraubte Lagerbretter wird nun eine Bretterlage von etwa 15 mm Dicke unter das Drahtnetz gelegt (Fig. 85 rechts) und der Patentputz, vorwiegend aus Cement bestehend, 2,5 bis 3,0 cm stark, eingestampft. Nach kurzer Zeit ist die Masse tragfähig genug, um das Abnehmen der Rüstung zu gestatten, worauf die Unterseite glatt gerieben wird. Die Tragfähigkeit dieses Putzes wird so groß, daß eine leichte, die Balkenfache füllende Bettung ohne Weiteres darauf gebracht werden kann. *Rabitz* schlägt zu diesem Zwecke Torfgrus vor (siehe Art. 27, S. 39 u. Fig. 85 links); es ist jedoch jede andere Fachausfüllung auch verwendbar (Fig. 85 rechts, Einschubdecke). Der Luftraum zwischen Putz und Balken schützt im Vereine mit der erheblichen Widerstandsfähigkeit des Mörtels gegen Feuer die verdeckten Holztheile vollständig, wie wiederholt bei Feuersbrünsten und durch Versuche nachgewiesen ist⁶²⁾.

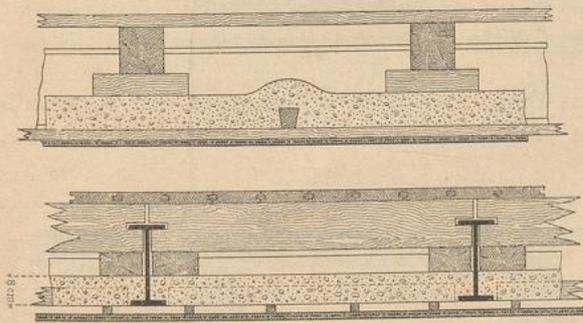
Zwischen den umschlossenen Drähten und dem Putzmörtel bildet sich eine sehr innige, wie von manchen Seiten behauptet wird, nicht bloß mechanische, sondern auch chemische Verbindung, und da das Wärmeausdehnungs-Verhältniß des Drahtes von dem des Cementes nur unerheblich abweicht, so wirken beide Stoffe gut zusammen, und es entsteht eine Widerstandsfähigkeit, welche weit höher ist, als die der gleich dicken Cementplatte.

Was die Lage des Drahtes in der Mörtelplatte anlangt, so ergibt sich aus dem Umstande, daß der Draht vorwiegend Zugbeanspruchung, der Cement Druckbeanspruchung zu widerstehen vermag, daß man den Draht so nahe an die gezogene Außenfläche der auf Biegung beanspruchten Platte legen soll, wie dies mit Rücksicht auf den Schutz des Drahtes vor Feuer zulässig erscheint, d. h. etwa zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{3}$ der Dicke der Platte von der gezogenen Seite aus gemessen. Der Deckenputz hat jedoch, wenn überhaupt, so geringe Lasten zu tragen, daß man hier den Draht oder das an sich weniger tragfähige Drahtgewebe unbedenklich in die Mitte der Plattendicke legen kann.

5) Der Putz nach *Monier* unterscheidet sich von dem nach *Rabitz* wesentlich nur dadurch, daß die Platten mit rechtwinkelig überkreuzter und gebundener Draht-

46.
Monier-
Decken.

Fig. 86.



einlage nicht im Gebäude, sondern gefondert hergestellt und fertig eingebracht werden. Es ist somit der Putz nach *Monier* nicht fugenlos, und die Befestigung unter den Balken wird eine andere, wie bei *Rabitz*, etwa die in Fig. 74 u. 84 dargestellte sein müssen. Wie bei diesen Anordnungen dienen dünne *Monier*-Platten auch häufig nur als Träger des eigent-

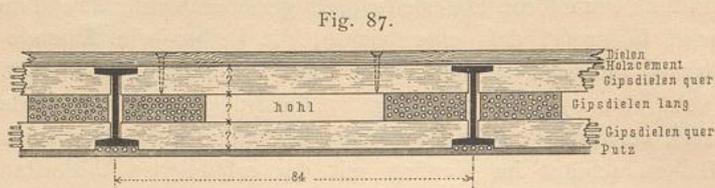
62) Z. B. beim Brand in der Marine-Ausstellung zu Köln im Sommer 1890.

lichen Putzes, welcher auf ihrer Unterseite angebracht wird; folche Verwendung der *Monier*-Platten⁶³⁾ zeigt Fig. 83; das Anbringen von *Rabitz*-, bezw. *Monier*-Putz unter einer Gypsfüllung auf Latten ist in Fig. 86 dargestellt. Der Preis dieser Putzarten beträgt für 1 qm je nach Stärke und örtlichen Verhältnissen 1,0 bis 1,5 cm dick 2,5 bis 3,0 Mark, 5 cm dick bis 6 Mark fertig verlegt.

47.
Decken
mit
Gypsdielen.

6) Nach *Mack* (siehe Theil III, Bd. 2, Heft 3, Art. 171 [S. 196] u. Art. 201 [S. 243], so wie Art. 37 [S. 46] im vorliegenden Hefte dieses »Handbuches«) werden die Gypsdielen unter die Balken geschraubt, wobei auch die in Fig. 74 u. 84 angegebenen Verfahren zur Erzielung eines Luftraumes zwischen Putz und Balken verwendbar sind.

Die etwa 3 cm dicken Platten können bei gutem Verfrische der Fugen und Schrauben selbst die Deckenfläche bilden oder sie können noch mit einer dünnen Putzschicht überzogen werden. Eine folche Decke ist in Fig. 87 veranschaulicht.



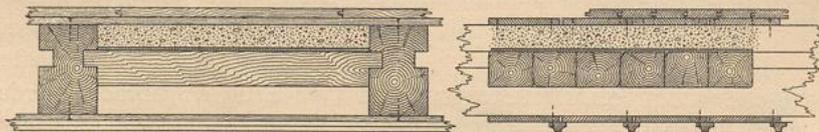
48.
Decken
mit
Spreutafeln.

7) Auch die Spreutafeln von *Katz* (vergl. Theil III, Bd. 2, Heft 1 dieses »Handbuches«, Art. 172 [S. 196], so wie Art. 37 [S. 46] im vorliegenden Hefte) gestatten, nach Fig. 72 auf Drahtnetz mit der rauhen Seite nach unten verlegt, das unmittelbare Anbringen von Deckenputz, dessen Anhaften durch das Drahtnetz noch verbessert wird.

Sowohl bei Gypsdielen wie bei Spreutafeln sind die etwa sichtbar bleibenden Balkenunterflächen vor Aufbringen des Putzes in der in Art. 41 (S. 49) besprochenen Weise vorzubereiten (Fig. 72 u. 87).

Durch den Putz wird ein Schutz der Gypsdielen und Spreutafeln vor Feuer von unten wohl geschaffen; immerhin wird bei starkem Feuer ein Zerfallen auch über dem durchhitzten Putze noch eintreten, und es können daher die beiden letzten Deckenbildungen nicht den gleichen Sicherheitsgrad gewähren, wie eine *Rabitz*- oder *Monier*-Decke. Auch die Tragfähigkeit beider ist erheblich geringer, als die des

Fig. 88.



sehr widerstandsfähigen Gefüges aus Draht und Mörtel. Nur die *Katz*'sche Anordnung nach Fig. 72 (S. 47) giebt ein dem *Rabitz*'schen ähnliches Gefüge der Decke, mit der Verschlechterung jedoch, daß die Drähte ganz in die Oberkante des Putzes fallen und nur mangelhaft umhüllt werden.

Fig. 89.

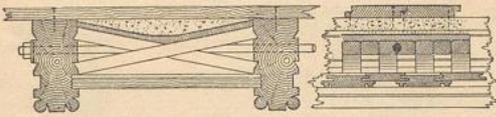


49.
Getäfelte
Decken.

8) Die getäfelte Decke entfteht, wenn man eine ge-

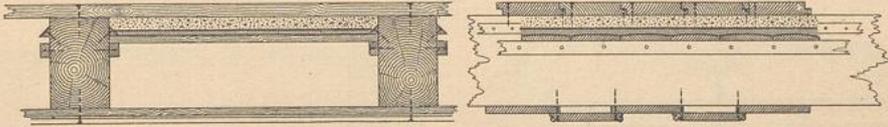
⁶³⁾ Ueber *Monier*-Platten siehe auch: Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 266, S. 331) dieses »Handbuches«.

Fig. 90.



die Fugen genagelt (Fig. 89). Man kann die Schalung auch als Stülpdecke aus zwei Lagen von Brettern herstellen, welche profilirt und gespundet sind, wie in Fig. 90, oder über einander greifen (Fig. 91).

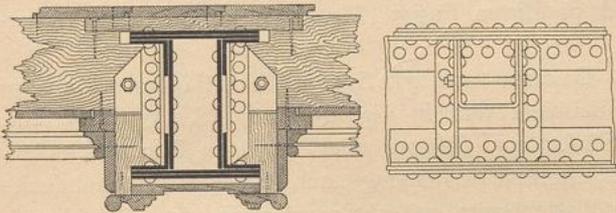
Fig. 91.



Die Täfelung kann in weniger einförmiger Weise auch durch geometrische Figuren aus untergenagelten Profilleisten geschmückt werden, wobei jedoch die Bretterfugen die Felder der Figuren in unangenehmer Weise durchschneiden. Es ist daher besser, die seitlich genutheten Leisten unmittelbar unter die Balken, bezw. so weit nöthig unter den Balken-

wechsel zu nageln und dann geleimte Brettertafeln so in die Nuthen einzulegen (Fig. 92), daß sie sich frei zusammenziehen und ausdehnen können; man erzielt in solcher Weise gut zu bemalende Feldflächen ohne Fugen.

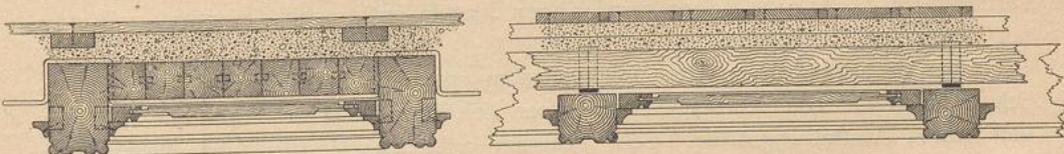
Fig. 92.



9) Die Caffetten-Decke (Fig. 93) theilt zunächst durch zwischen die Balken gefetzte Wechsel die Deckenfläche in regelmäßige, meist rechteckige Felder ein, um welche die Profilirung der Balken und Wechsel als Rahmen herum läuft. An die Seitenflächen der Balken und Wechsel werden ringsum laufende Profilleisten geschraubt, auf welche dann die Bodenfüllungen der entstandenen Caffetten meist in gestemmter Arbeit, sonst als

50.
Caffetten-
Decken.

Fig. 93.



glatte geleimte Tafeln lose aufgelagert werden. Die Füllungen können schliesslich durch Malerei, durch geschnitzte oder durch aus Gyps-, bezw. Zinkguss hergestellte Ornamente ausgeschmückt werden. Reissen der Bretter ist durch die bewegliche Lagerung verhütet.

Auch mittels Stuck kann man die Ausschmückung der von den Balken und Wechseln gebildeten Caffetten erreichen, wobei aber Balken und Wechsel wie die Füllungen berohrt werden müssen, wenn man vollständig geputzte Flächen haben

will. Eine Caffetten-Decke, bei der die Rahmen von den Balken und Wechselprofilen nebst angeschraubten Profileleisten und der Boden durch glatten Putz gebildet werden, zeigt Fig. 94. Diese Deckenausbildung ist von allen die reichste.

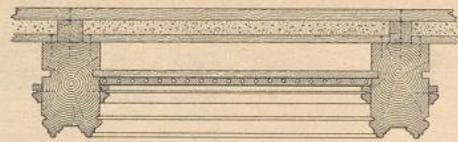
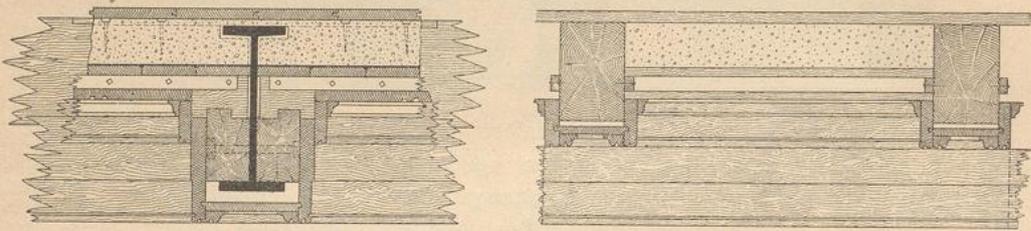


Fig. 94.

51.
Einfchub-
decken.

10) Die Einfchubdecke legt die Täfelung zwischen die Balken auf Leisten (Fig. 95) oder in Nuthen (Fig. 90), so dafs die zu hobelnden und zu profilirenden Balken vor der Täfelung vortreten und lange Balkenfelder bilden, deren Böden

Fig. 95.



von gehobelten Brettern mit profilirten Fugen oder Fugenleisten gebildet werden. Auch hier kann man statt der einfachen Einfchubdecke eine Stülpdecke aus doppelter Bretterlage mit gespundeten und profilirten Fugen (Fig. 90) oder einfacher Ueberdeckung verwenden.

52.
Decken
aus
glafirten
Thonfliesen.

11) Fayence-Decken ⁶⁴⁾, Decken aus glafirten Thonfliesen, kommen in Frankreich und Belgien vor; Beispiele sind in Fig. 65 u. 67 (S. 45) dargestellt. Die Fliesen können aufer der Glafirung auch Blätter oder sonstigen Formenschmuck tragen. In der durch Fig. 67 dargestellten Ausbildung nach Art einer Einfchubdecke müssen die Balkenfache mit einer Plattenbreite gedeckt werden, werden also schmal; in Fig. 65 ist eine grosere Weite durch eine Art von Plattenwolbung erreicht, welche durch Anbringen entsprechender Kampfvorsprunge oder -Leisten an Holzbalken auch bei diesen verwendbar sind.

Um auch unter hölzernen Balken ebene Fayence-Decken anbringen zu können, so dafs die Balken nicht, wie in Fig. 67, vortreten, befestigt *E. Müller* in Jory unter den Balken zunächst einen Rost aus Gufs- oder Schmiedeeisen, in dessen Maschen die bunten verzierten Platten eingelegt werden. Die zwischen den Platten vortretenden Stege des Rostes werden den Platten entsprechend verziert und etwa mit Bronzefarbe behandelt.

Derartige Decken besitzen, mit Luftraum unter die Balken gelegt, einen ziemlich hohen Grad von Feuerficherheit, eignen sich aber für Wohnräume nur bei ganz bestimmten Ausstattungsgattungen. Sehr geeignet erscheinen sie für solche Räume, in denen auch die Wände ganz oder zum Theile mit glafirten Fliesen (*tiles*) belegt sind, wie dies z. B. in manchen Erfrischungsraumen englischer Restaurants und Vergnugungsanlagen gebräuchlich ist.

⁶⁴⁾ Siehe: Polyt. Journ., Bd. 262, S. 284. — Sprechsaal 1886, S. 721. — *Annales des travaux publics*, Bd. 9 (1888), S. 2118.

Literatur

über »Balkendecken in Holz«.

- RINECKER, F. Zimmermanns-Arbeiten in Nord-Amerika. Zeitschr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1869, S. 76.
 Etagengebälke aus dem Mittelalter. HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1877, S. 9.
Planchers en bois. La semaine des const. 1877—78, S. 314.
 CHERY, J. *Constructions en bois et en fer. 3^e partie, 1^{re} section: Dispositions économiques des traverses en bois pour planchers.* Paris 1879.
 VOGDT. Hölzerne Balkenlagen über größeren Räumen. Deutsche Bauz. 1879, S. 149.
 KORTÜM. Ueber Holzbalkendecken in Wohngebäuden. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 370.

3. Kapitel.

Balkendecken in Holz und Eisen.

Es sind hier solche Decken zu besprechen, in deren tragenden Theilen Holz und Eisen sich in der Lastaufnahme vereinigen. Sie sind gegenüber den übrigen Deckenarten selten, da Dauer und Festigkeit der beiden Baustoffe zu sehr verschieden sind, um durch ihre Vereinigung zu wirklich zweckmäßigen Anordnungen zu führen.

Die scharfe Trennung der drei, bezw. vier Bestandtheile der Decke ist hier nicht in gleicher Weise, wie im vorhergehenden Kapitel durchzuführen; es sollen daher Beispiele von Gesamtanordnungen in allen ihren Theilen gleichzeitig vorgeführt werden.

Die bei weitem meisten hierher gehörenden Constructionen verwenden das Holz zur unmittelbaren Unterstützung des Fußbodens, während die eigentlichen Deckenträger aus Eisen gebildet werden.

Die am häufigsten, insbesondere in Deutschland, vorkommende Anordnung ist die in Art. 4 (S. 7) bereits berührte, bei welcher die hölzernen Balken, welche für die vorhandene lichte Weite zu geringe Querschnittsabmessungen haben, auf eiserne Unterzüge — meist I-Träger — gelagert werden. Die Balkenlage, die Ausfüllung der Balkenfache, die Lagerung des Fußbodens und die Deckenunterfläche werden in einer der im vorhergehenden Kapitel vorgeführten Weisen ausgebildet; der eiserne Unterzug springt in ganzer Höhe vor der Deckenunterfläche vor.

Wenn man an den Unterflächen der Holzbalken in gewöhnlicher Weise die Bretterschalung, die Berohrung und den Putz anbringt, und wenn diese Balken unmittelbar auf den I-Trägern aufruhend, so entsteht der Mißstand, daß der obere Flansch der letzteren im Deckenputz völlig verschwindet, was unconstructiv und unschön aussieht. Man lege deshalb zwischen die Unterflächen der Balken und den oberen Flansch des Unterzuges Brettstücke von solcher Dicke ein, daß die Oberkante des letzteren bündig mit der Putzunterkante zu liegen kommt.

Auch die nunmehr vorzuführenden Decken-Constructionen gehören zu jenen Anordnungen, bei denen schwache Holzbalken sich auf eiserne Deckenträger stützen. Beispiele der hierbei in das Auge gefassten Ausbildungen zeigen Fig. 65, 77, 78, 84, 86, 92, 95, 97 u. 99.

Fig. 92 (S. 55) entspricht dem Falle, daß über einem weiten Raume eine Decke hergestellt werden soll, welche möglichst wenig Höhe wegnimmt. Deshalb sind niedrige, starke Kastenträger fast unmittelbar unter die Fußbodenbretter gelegt, welche in seitlich angenieteten Blechkasten die gewöhnlichen Holzbalken aufnehmen.

53.
Uebersicht.54.
Gewöhnliche
Anordnung.55.
Anordnungen
von geringer
Constructionshöhe.

Die Füllung der Balkenfache, welche nach einer der im vorhergehenden Kapitel (unter b) angegebenen Weisen erfolgt, ist nicht dargestellt; dagegen ist angedeutet, wie die Fußbodenbretter über dem Eisen der Träger zu lagern sind und wie der niedrige Vorsprung des Trägers nach unten durch Ausbildung einer getäfelten Decke verdeckt werden kann. Der ganze Träger steckt in einem aus profilierten Leisten gebildeten Kasten, welcher durch auf die Gurtung des Trägers greifende eingepaßte Klötze getragen wird. Diese Klötze werden durch die unter die Balken geschraubten Tragleisten der Deckentäfelung am Herausfallen verhindert; eine unmittelbare Verbindung zwischen Holz und Eisen, welche Anbohren des Eisens bedingt hätte, ist nicht vorgenommen.

In Fig. 84 (S. 52) liegen die eisernen Träger ganz unter den über ihnen gestoßenen und verklammerten Bohlenbalken. Auch hier ist ein breiter Kasten unter der Balkenlage nach amerikanischem Muster hergestellt, indem die doppelt angeordneten Träger zunächst mit in Cementmörtel aufgesetzten, dem Trägerquerschnitt angepassten gebrannten Thonplatten verkleidet und darüber mit profiliertem Gypsputz bedeckt wurden⁶⁵⁾. Es ist so ein wirksamer Schutz der Träger gegen Feuer erzielt, welche durch unmittelbaren Angriff des Feuers erfahrungsmäßig schnell, unter Umständen schneller als starke Holzbalken zerstört werden⁶⁶⁾.

Das eigenartige Anbringen von Thonfliesen nach *System White* unter den Holzbalken als Träger des Putzes der Decke wurde schon in Art. 44 (S. 51) besprochen.

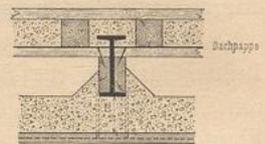
In Fig. 86 (S. 53⁶⁷⁾ sind zwischen die enger gelegten Eisenbalken schwache Holzträger unter Einschnitten der Trägerflansche in die Hirnenden eingefetzt. Die Fachausfüllung ist durch eine 8 cm starke Lage eines Gemenges von Gyps und Steinbrocken gebildet, gegen welche die kleinen Traghölzer durch keilförmige Holzeinlagen abgefangen sind.

Letztere dienen zugleich dazu, die Hölzer in die genau richtige Höhenlage zu bringen. Die Hölzer tragen einen gefederten Fußboden, dessen Bretter parallel zu den eigentlichen (Eisen-)Balken gelegt sind. Um eine Putzdecke auf Rohr oder nach *Rabitz*, bezw. *Monier* anbringen zu können, ist jedesmal mitten zwischen zwei Holzträgern ein Abschnitt einer hölzernen Schwalbenschwanzleiste zwischen den unteren Flanschen der I-Balken in den Gyps eingestampft, unter welchen dann die den Deckenputz tragenden Latten für Rohrputz in enger, für *Rabitz*-, bezw. *Monier*-Putz in weiterer Theilung genagelt werden können. Die Kosten dieser Decke betragen 10,2 Mark für 1 qm.

*Stolz*⁶⁸⁾ macht für derartige Decken die in Fig. 96 u. 97 dargestellten Vorschläge⁶⁹⁾, welche von dem Gesichtspunkte ausgehen, derartige Decken nach den von ihm gesammelten Erfahrungen thunlichst feuersicher zu gestalten. Nach *Stolz* droht den Decken von oben her wenig Gefahr, da, wie schon früher erwähnt wurde, selbst bei starken Feuersbrünsten hölzerne Fußböden wegen Mangels an Luft höchstens ankohlen, wenn nur kein anfachender Zug durch die Decke selbst kommen kann. Höchsten gefährdet sind dagegen die Deckenunterflächen, und in diesen besonders die Rücksprünge, welche neben vorspringenden Theilen (Unterzügen u. dergl.) entstehen. Solche Vorsprünge sind daher zu vermeiden; Unterzüge müssen also in der Deckendicke thunlichst versteckt werden, wenn diese auch dadurch wachsen sollte.

Stolz führt in dieser Beziehung an, daß ein 75 cm unter der Decke liegendes Ofenrohr die Einschubbretter in den Balkenfachen entzündete, obwohl an der unter den Balken liegenden Bretterfchalung keine Brandspuren zu finden waren. Aus gleichem Grunde ist es auch von besonderer Wichtigkeit, die Träger von unten her feuersicher einzuhüllen, da sie durch Erhitzen ihre Tragfähigkeit verlieren.

Fig. 96.



56.
Vorschläge
von
Stolz.

⁶⁵⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 436. — *American engineer* 1887, S. 230.

⁶⁶⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 417.

⁶⁷⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 43.

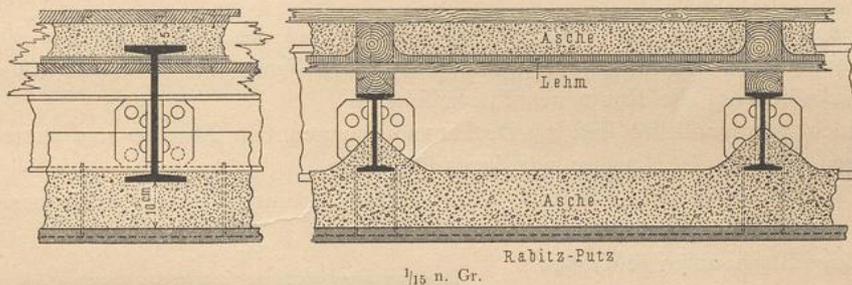
⁶⁸⁾ Der derzeitige Brand-Director von Magdeburg.

⁶⁹⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 3.

Fig. 96 stellt eine gewöhnliche Zimmerdecke dar, bei der die Träger von oben und unten durch Aschenfüllung, und zwar oben weniger als unten, geschützt sind. Zur Stützung der unteren Aschenlage ist eine *Rabitz-Decke* mindestens 10 cm unter den Balken aufgehängt, und an diesen ist die Asche so weit aufgeschüttet, daß der Balken nebst den auf den unteren Flansch gesetzten Tragleisten für den Einschub noch genügend geschützt wird. Der Einschub liegt so tief, daß auch der Balkenkopf noch ganz in Asche gehüllt ist. Die Fußbodenlager stehen so weit von den Balken ab, daß ein die ersten ergreifender Brand letztere noch nicht erheblich erhitzen kann. Auf den Einschub und unter die Fußbodenlager ist eine Lage von Dachpappe gebracht, um das Durchriefeln der oberen Aschenlage durch den Einschub und das Entstehen von Luftzug von unten durch die Decke zu verhindern.

Fig. 97 zeigt eine gleiche Decke, deren weite Spannung aber die Anordnung eines starken Unterzugträgers nöthig gemacht hat. Die Eisenbalken sind innerhalb

Fig. 97.



der Höhe des Unterzuges an dessen Steg befestigt und von unten eben so, wie in Fig. 96, derart geschützt, daß 10 cm Asche unter der Unterzugkante bleiben. Um nun auch die obere Gurtung des Unterzuges genügend einzuhüllen, sind Polsterhölzer auf die Balken gelegt, so daß der hier mit Lehmschlag statt mit Dachpappe eingedichtete Einschub der oberen Gurtung des Unterzuges nahe liegt und die Verfüllung der Fußbodenlager diesen deckt. Ein schwacher Punkt bleibt die Ueberkreuzung der Lagerhölzer mit dem Unterzuge; doch ist die hier entstehende Gefahr wegen der geringen Ausdehnung der gefährdeten Stelle nicht erheblich. Auch daß der Brand durch die Holztheile bis zu den oberen Gurtungen der Balken durchdränge, ist nicht zu befürchten.

So sorgfältig diese Decken mit Rücksicht auf Sicherung gegen Feuer und Auswahl billiger Baustoffe durchgebildet sind, so ist nicht zu verkennen, daß sie durch ihre das gewöhnliche Maß (besonders bei Anordnung von Unterzügen) weit überschreitende Dicke und den dadurch entstehenden Mehraufwand an Mauerwerk in den Wänden nicht gerade sparsam genannt werden können.

In Frankreich sind derartige Deckenausbildungen ⁷⁰⁾ sehr beliebt. Zunächst ist eine ganze Reihe derselben nach verschiedenen Erfindern genannt; dieselben zeigen wenig Abweichungen von einander und sind wegen zu kleiner Einzeltheile und schwieriger Zusammenfassung nur in beschränktem Maße zur Ausführung gekommen. Es gehören hierher die Systeme *Angot*, *Bellemare*, *Batelier*, *Jeannette*, welche die Träger aus möglichst leichten Band- und Quadrateisen bilden. Ueber die Träger

⁷⁰⁾ Siehe: *Annales industr.* 1883—II, S. 5 u. ff.

strecken sich schwache Balken zur Aufnahme des Fußbodens, und die Ausfüllung der Balkenfache wird aus Gyps-Beton auf einem Roste von dünnen Quadrateisen gebildet.

Auf die Dauer scheint sich nur eine derartige Construction zu behaupten, die von *Vaux* (Fig. 98), welche weit verbreitet ist. Die Träger bestehen aus mit $\frac{1}{10}$ Pfeil nach oben durchgebogenen, hochkantig gestellten Flacheisen, welche in den Wänden verankert sind.

Gegen einander werden diese Bänder durch geschmiedete Bügel aus Quadrateisen abgesteift, so daß sie nicht kippen können. Die Querbügel tragen zwischen je zwei Balken von 75 cm Abstand zwei kleine quadratische Eisenleisten mit Draht fest gebunden, und an das so gebildete Leistennetz hängt man die Deckenfüllung aus feinem Gyps-Beton, welcher weich eingebracht, auf den umhüllten Leisten erhärtet (siehe auch Fig. 78, S. 50 u. Fig. 65 links, S. 45). Ueber die Flacheisenbalken streichen in der Querrichtung ganz schwache Balken oder Lagerhölzer, und diese nehmen dann die Fußbodenbretter auf. Unter dem unten auf Bretterschalung eben abgeglichenen Gyps-Beton wird der Gypsputz der Decke aufgetragen.

Die wesentlichsten Mängel dieser Anordnung sind die äußerst geringe seitliche Steifigkeit und die schwierige Auflagerung der Flacheisenträger, so wie die Lagerung der Holzbalken auf die Kante des Flacheisens.

Noch gebräuchlicher sind die Deckenanordnungen von *Thuasne* und namentlich diejenigen von *Roussel*, letztere vorwiegend in Paris.

Thuasne verwendet I-Balken, über deren Gurtungen behufs Einfetzens der kleinen quadratischen Querstäbe rechteckige Blechmuffen geschoben werden.

Diese Muffen sind behufs Aufnahme der Querstäbe quadratisch gelocht, und nach Einschieben der Stäbe werden Splinte in dem Zwischenraume zwischen Muffe und Trägersteg durch die gelochten Stabenden geschoben. Die Querstäbe tragen, wie bei *Vaux*, mit Draht gebundene Querleisten, und die Zwischendecke wird, wie bei allen derartigen französischen Systemen aus Gyps-Beton, in den Stabrost eingestampft.

Das System *Roussel* (Fig. 99) unterscheidet sich gegen jenes von *Thuasne* nur dadurch, daß die Querstäbe, wie bei *Vaux*, bügelartig über die I-Träger gebogen werden und diese sehr wirksam gegen einander absteifen. Auch hier hängt die Gypsdecke am Roste der Quer- und Längsstäbe.

Auch Fig. 100 zeigt eine ähnliche Anordnung, bei welcher jedoch der Gyps-Beton nach unten durch Fayence-Fliesen (vergl. Art. 52, S. 56) abgeschlossen ist. Für letztere wird ein gutes Widerlager durch Hohlziegel gebildet, welche, auf die untere Gurtung der Balken gesetzt, dieser zugleich eine bessere Wirkung durch Vergrößerung des vorspringenden Körpers verleihen.

Da dieses Fliesengewölbe eine erhebliche Tragfähigkeit besitzt, so wird diese Decke auch ohne den Rost von Eisenstäben gebildet, welcher deshalb nur in die linke Hälfte eingetragen ist.

Oben ruhen auf den in größeren Abständen gelagerten hölzernen Querbalken die Fußbodenlager wieder der Länge nach, so daß die Bretter wieder winkelrecht zu den Balken laufen. Der Gyps-Beton umhüllt sowohl die Querbalken, wie die Längslager wenigstens so weit, daß sie unverrücklich liegen.

Fig. 98.

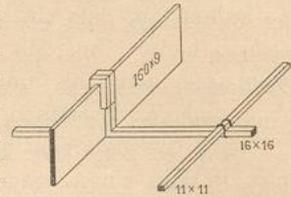


Fig. 99.

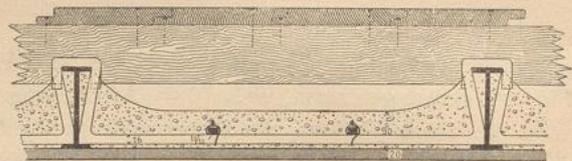
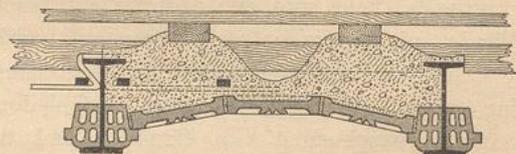


Fig. 100.

 $\frac{1}{15}$ n. Gr.

Bei allen diesen Systemen ist die Theilung der Querstäbe etwa 75 cm, die der Längsstäbe etwa 25 cm. Sie tragen kleine Lagerbalken auf den Trägern und den Gypsputz der Decke ohne Zwischenmittel unter der Gyps-Betonfüllung. Unter den Trägerflächen erhält der Putz keine besondere Befestigung.

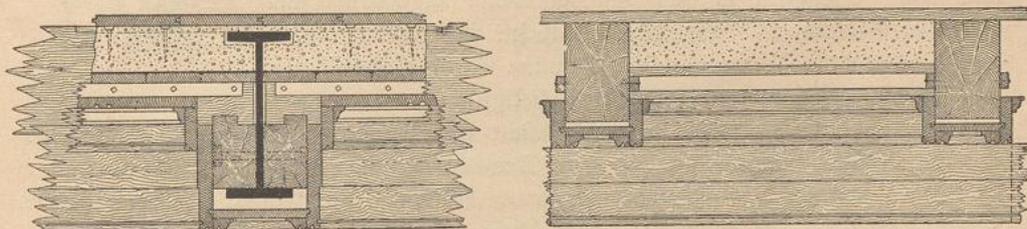
Die kleinen Querbalken bleiben jedoch auch wohl weg, und dann werden die Längslager dicht neben die Eisenbalken unmittelbar in den Gyps-Beton gelagert, welcher dazu tragfähig genug ist, namentlich wenn er das Stabgerippe enthält, oder auf Fliesenbogen ruht. Da die Lasten dann nicht mehr von den Holztheilen, sondern durch die Gypsfüllung auf die Balken übertragen werden, so bildet diese Ausbildung der französischen Gypsdecke streng genommen schon ein Beispiel der in Kap. 4 zu besprechenden Decken aus Eisen und Stein oder Mörtel.

Dafs diese Gypsdecken wegen des Zerfallens des Gypses in der Hitze nicht zu den feuersicheren zu rechnen sind, wurde bereits in Art. 36 (S. 45) erwähnt. Aus diesem Grunde sind auch die den Träger begleitenden Kämpferstücke in Fig. 100 nicht so gestaltet, dafs sie den unteren Trägerflansch ganz einhüllen. Es wäre jedoch diese noch später (in Kap. 4, unter b) zu besprechende Formung auch hier wohl am Platze, weil die Fliefendecke auch nach Zerfallen des Gypses noch als ziemlich widerstandsfähig anzusehen ist, wenn nur die Balken ihre Tragfähigkeit nicht durch Erhitzen verlieren.

Eine weitere deutsche Anordnung dieser Gruppe zeigt Fig. 101⁷¹⁾, welche der in Fig. 92 (S. 55) dargestellten ähnlich ist. Die möglichst in der Decke versteckten I-Unterzüge tragen über dem unteren Flansch an den Steg gebolzte Lagerhölzer für

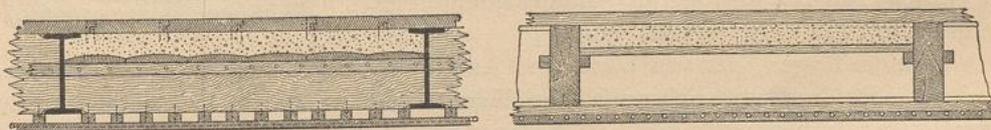
58.
Neuere
deutsche
Anordnungen.

Fig. 101.



die Holzbalken. An die Lagerhölzer sind zugleich die den unteren Theil der Unterzüge verdeckenden Verschalungen aus profilirten Brettern angebolzt; in übereinstimmender Weise sind auch die unteren Balkentheile behandelt.

Fig. 102.



Auch Fig. 102⁷²⁾ zeigt eine ähnliche Anordnung, bei welcher jedoch die enger gelegten Eisenbalken ganz in der Decke verschwinden. Die Querbalken aus Bohlen lagern unmittelbar auf dem unteren Flansch.

⁷¹⁾ Nach: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 410.

⁷²⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1886, S. 298.

59.
Anordnungen
mit
besonders
geformten
Trägern.

Für die Ausbildung der Decken mit Eifenträgern und Holz sind auch besondere Trägerformen eingeführt worden.

Der Träger von *Gocht*⁷³⁾ in Chemnitz (Fig. 103), gewalzt von der Königin-Marienhütte in Cainsdorf (18 cm hoch aus Flusseisen) mit einem Widerstands-Moment von 132 (in Centim.) bezweckt die unmittelbare Nagelung der Fußbodenbretter und der Deckenschalung an die Eifenträger.

Zu diesem Zwecke wird in die Hohlkehlen, welche beim Zusammennieten der getrennt gewalzten Trägerhälften entstehen, eine birnförmige, gerippte Gussleiste oder ein mit Draht umwickeltes dünnes Rundeisen (Fig. 103) vor dem Vernieten eingelegt. Treibt man nun Nägel durch die Bretter in die Hohlkehlen, so biegen sich diese um die Einlagen herum und werden zu Befestigungshaken. In halber Höhe haben die Stege kleine Anätze zur Auflagerung von Einschub Brettern, welche die Füllung aufnehmen, so daß die Gesamtanordnung einer hölzernen Balkenlage völlig entspricht.

Dieser Träger wurde in der Nicolai-Apotheke zu Chemnitz, im Block G der Lagerhäuser der Hamburger Freihafen-Lagerhaus-Gesellschaft und in den Erfrischungsräumen *Möns* in Hamburg verwendet.

Der Träger von *Klette*⁷⁴⁾, gleichfalls von der Königin-Marienhütte in Cainsdorf (21 cm hoch, 29,8 kg für 1 m schwer), mit einem Widerstands-Moment von 225 (in Centim.) gewalzt, ist in Fig. 104 u. 105 in älterer und neuerer Gestalt dargestellt.

Fig. 104 zeigt links die Anordnung einer hölzernen Einschubdecke auf Lagerhölzern, welche vom unteren Flansch getragen werden und zugleich eine Verschalung des Trägers aufnehmen. Die Fußbodenbretter ruhen auf kleinen Lagerhölzern, welche mit Asphalt in die obere Gurtung eingesetzt sind. Die Füllung ist in gewöhnlicher Weise angeordnet und unter den Brettern mit Asphaltfilz abgedeckt. Die untere Trägerverschalung ist noch an einer in die untere Gurtung eingelegten und feitlich verschraubten Holzleiste befestigt.

In Fig. 105 ist an der neueren Gestalt des Trägerquerschnittes links eine gewöhnliche Einschubdecke mit geputzter Deckenschalung gezeigt. Der Hohlraum in der oberen Gurtung ist mit einer nagelbaren Mischung aus Asphalt und Holzabfällen heiß angefüllt, so daß auch hier unmittelbare Nagelung der Fußbodenbretter, wie bei *Gocht*, ermöglicht ist; die Träger werden mit dieser Füllung angeliefert. In die untere Gurtung lassen sich, zufolge der gewählten Form des Gurtungsquerschnittes, Holzklötze fest einklemmen, unter denen die Deckenschalung befestigt wird. Gelegenheit zur Auflagerung der Einschubbretter giebt der obere Absatz der unteren Gurtung.

Beide Träger, der von *Gocht* und jener von *Klette*, namentlich der letztere, zeichnen sich durch vergleichsweise hohe Widerstands-Momente und breite Lagerflächen der unteren Gurtung aus, welche die Auflagerung auf die Wände wesentlich erleichtern. Beide sind wiederholt zur Zufriedenheit der Ausführenden zur Verwendung gelangt.

Ein dem *Klette*'schen Träger sehr ähnlicher kann auch aus den Walzeisen von *Lindsay*⁷⁵⁾ zusammengesetzt werden.

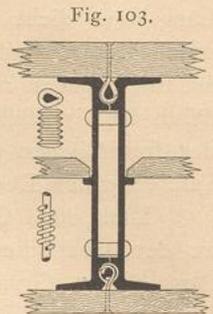


Fig. 103.

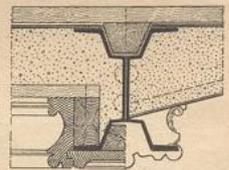


Fig. 104.

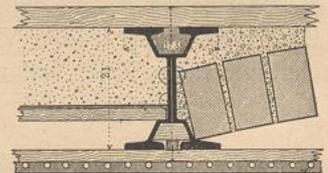


Fig. 105.

73) Siehe: Deutsche Bauz. 1886, S. 96, 555; 1887, S. 44.

74) Siehe: Deutsche Bauz. 1886, S. 120, 298. — Wochbl. f. Baukde. 1886, S. 146, 234. — Civiling. 1886, S. 283.

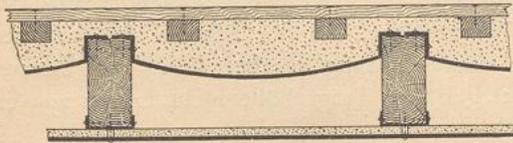
75) Englisches Patent. — Siehe auch: *Engineer*, Bd. 64 (1887), S. 289. — *Engng.*, Bd. 44 (1887), S. 209. — *Centralbl. d. Bauverw.* 1887, S. 389.

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.



chiedenen 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.

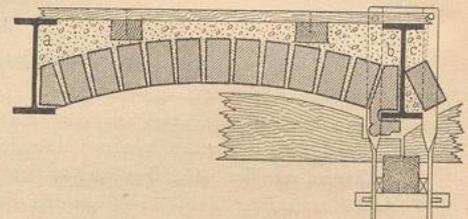
Fig. 107 zeigt drei Abarten dieser Anordnung. Es werden zwischen die in einzelnen Fällen bis zu 3,0 m, gewöhnlich etwa 1,5 m, von einander entfernten Träger $\frac{1}{2}$ Stein starke Kappen gespannt, deren Kämpfer durch zugehauene (Fig. 107 links) oder geformte Steine (Fig. 107 am rechtsseitigen Träger 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 Mafse 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⁾.

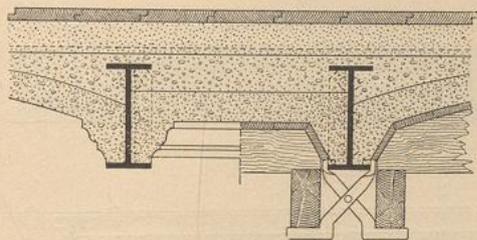
Bei einer bestimmten Bauausführung ⁸¹⁾ wurden die 2 m weiten Trägerfelder bei 21 cm Pfeil 12 cm stark in Tuffstein und gewöhnlichem Schwarzkalkmörtel ausgewölbt und die Zwickel dann mit Schlacken-Beton aus 3 Theilen Kohlen Schlacke und 1 Theil Weiskalk überstampft. Die Ausführung erfolgte kurz vor Eintritt 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, ergibt 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.

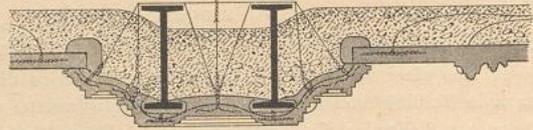


Fig. 110.

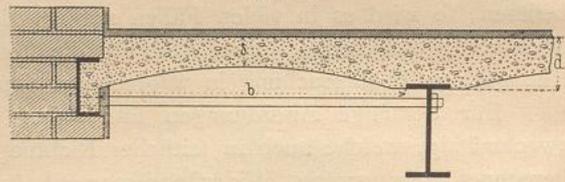


Fig. 111.

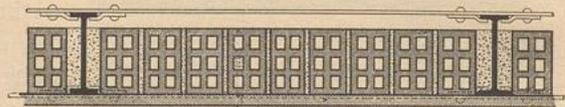
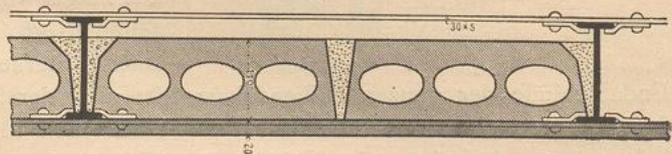
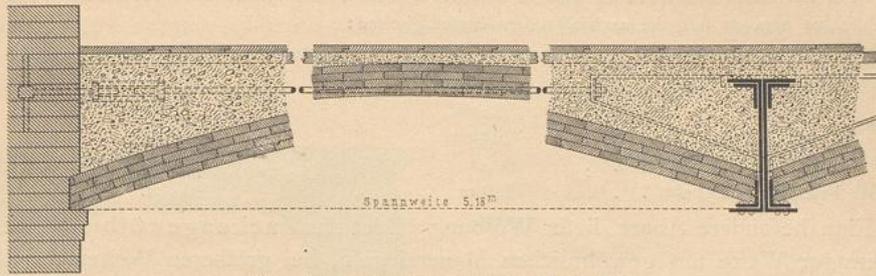


Fig. 112.



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

Fig. 113.



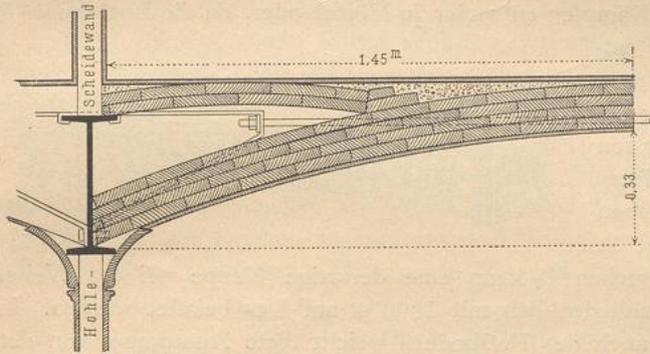
Vom Haus des Arion-Club zu New-York.

 $\frac{1}{80}$ 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

Fig. 114.



Decken in Miethhäusern zu New-York.

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

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

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:

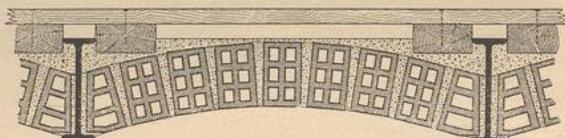
Des Probestückes	1. Probe (2 Jahre alt)	2. Probe (2 Jahre 2 $\frac{1}{2}$ Monate alt)
Länge und Breite	31,8 cm	31,8 cm
Dicke	8,3 cm	7,6 cm
Querschnitt	264 qcm	242 qcm
Bruchlast	60,4 t	23,3 t
Festigkeit für 1 qcm	230 kg	96,5 kg.

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 Trägerflansche 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.

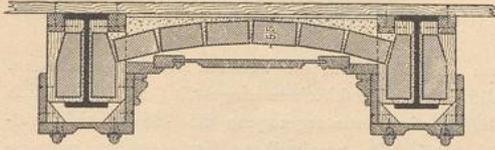
⁸⁷⁾ Siehe: *Annales industr.*, Bd. 7 (1883), S. 135.

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 Trägerverchalung verschraubt, welche auf ihrer Oberkante die in Rahmen und Füllung gearbeitete Deckentäfelung trägt.

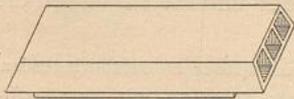
Da das Gewicht der porösen Steine bis auf 1000 kg für 1 cbm sinkt, so hat diese im Aeußeren reiche, trotzdem nur wenig Höhe einnehmende Decke ein sehr geringes Gewicht. Sie gestattet jedoch keine sehr weite Trägertheilung, da der ununterstützte Fußboden bei großer Weite der Fache und gewöhnlicher Stärke 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 eingefrissen, um die Fugen zwischen der Trägerbekleidung und den Bekleidungstafeln der Fache sicher zu decken und diese Tafeln am Verschieben zu hindern. Diese Körper genügten, 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-Betonficht 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 Unterfläche in Fig. 119 u. 120 dargestellt ist. Die Formstücke werden für Trägertheilungen 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-

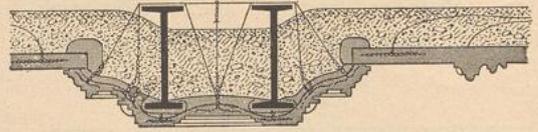
les-Mines in der Weise hergestellt, daß die Seitenstücke für alle Fachweiten gleich breit, nämlich 21,5 cm in der Mitte, die Schlufsstücke für die verschiedenen Weiten 17,5, 22,5 und 27,5 cm breit, alle Stücke 32 cm lang geformt werden; die Wandstärke beträgt 2,0 bis 2,5 cm. Die Stofs-fugen werden in 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.

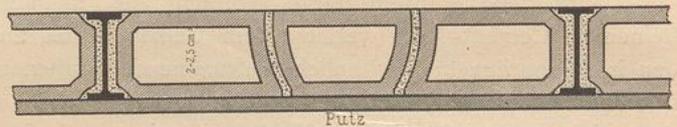
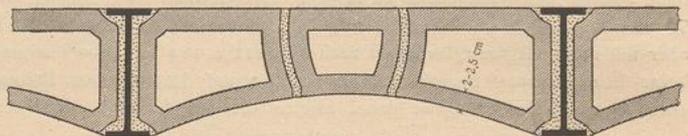


Fig. 120.



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

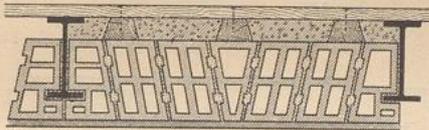
⁹³⁾ Nach: *Annales industr.*, Bd. 7 (1883), S. 110, 139.

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.

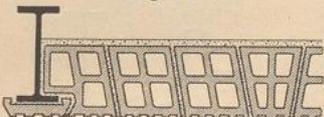
Die Fachfüllung kann eben sowohl Estriche, wie auch hölzerne Fußböden auf Lagerbohlen aufnehmen; das Anbringen der letzteren bedingt dann das Einsetzen einzelner Holzdübel in die Stosfugen der Terracotten mittels Cement.

Fig. 121.



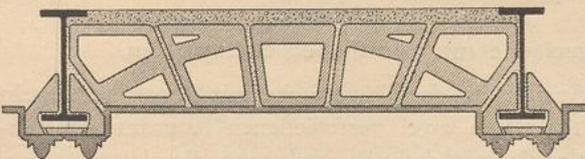
Einige Beispiele von derartigen amerikanischen Ausführungen zeigen Fig. 121, 122, 123 u. 124⁹⁴⁾. Diese Constructionen haben sämmtlich die Gestalt von scheinrechten Bogen aus hohlen Terracotta-Kasten und besitzen große Tragfähigkeit. Ein besonderer Werth wird hier, im Gegenfatze zu den französischen Anordnungen,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

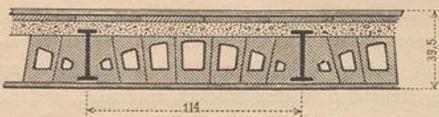
Fig. 123.



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

In Fig. 122 ist der Schutz der Träger bei fehlendem Luftraume weniger wirksam durch unmittelbar unter den Flansch gelegte

Fig. 124.



Thonplatten erzielt, welche, zuerst verlegt, schwalbenschwanzartig von den Rändern der Hohlsteine umfaßt werden. Die Hohlsteine sind unten für die Aufnahme des Putzes schwalbenschwanzförmig genuthet.

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.

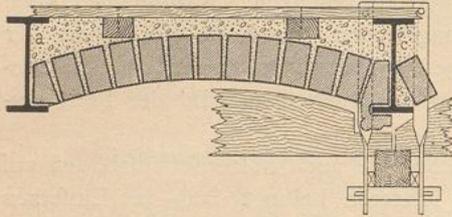
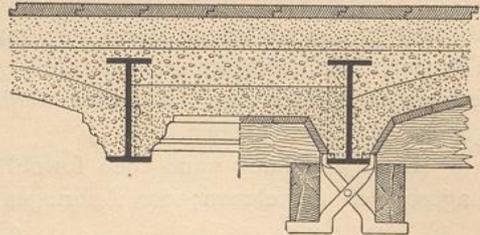


Fig. 126.



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.

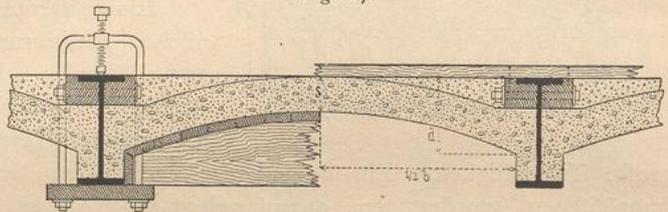
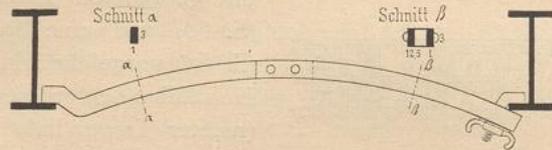


Fig. 128.



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.

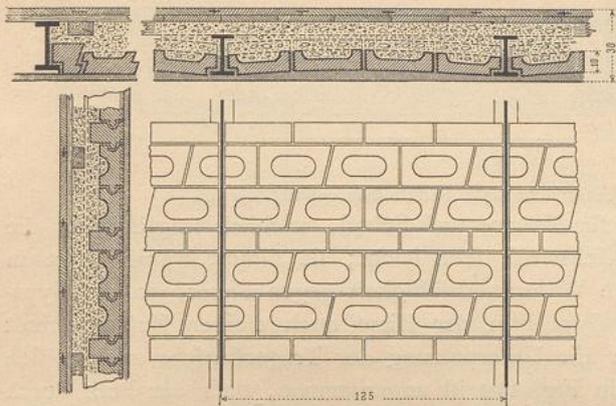
63.
Schneider's
Decken-
Construction.

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 scheinbaren 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 Topfreiheiten, 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: *Engng. 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 untereinander 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.

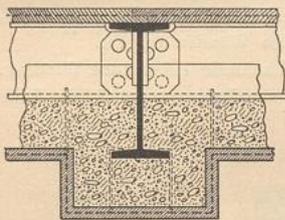
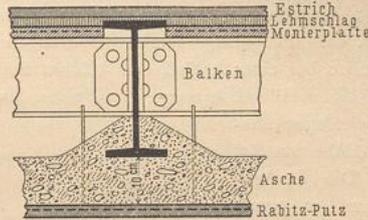


Fig. 131.



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.

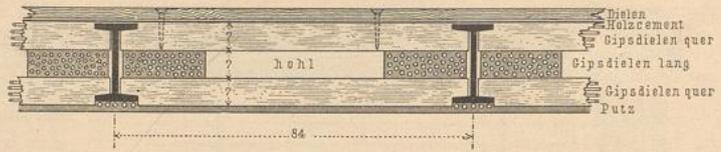
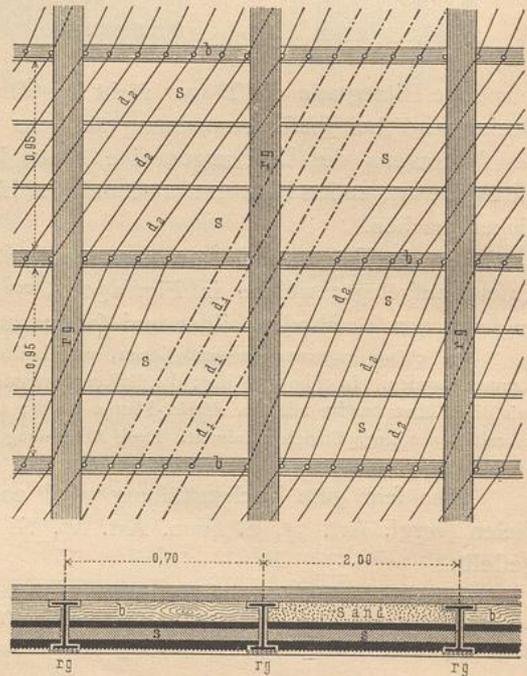


Fig. 133.



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

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 I, 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.

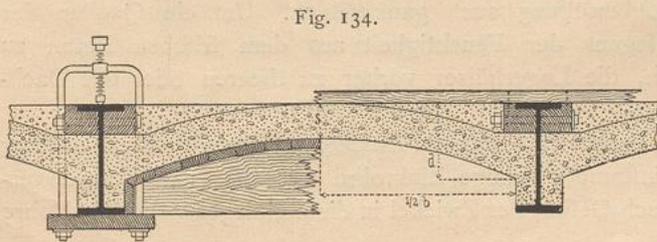
Die Firma *Odorico* in Frankfurt a. M. verwendet Schlacken-Beton aus 1 Theil Cement, 3 Theilen Sand und 7 Theilen Schlacken⁹⁹⁾ von Tauben- bis Hühnereigröße. Bei versuchsweiser Verwendung am Bau des Krankenhauses zu Karlsruhe wurde 1 Theil Cement mit 6 Theilen Schlacken und etwas Sand¹⁰⁰⁾ gemischt. Zu 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 gebolt; 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.

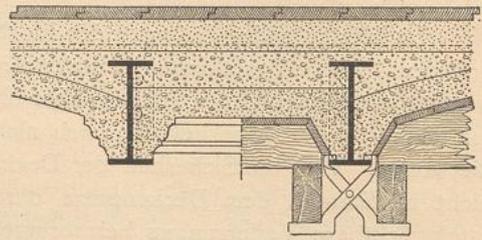


Fig. 136.

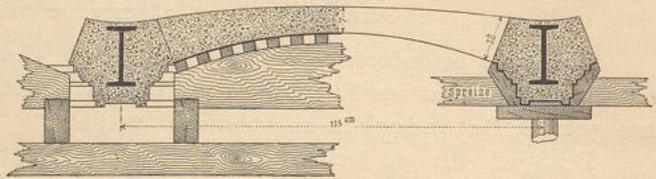


Fig. 137.

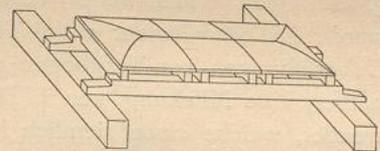
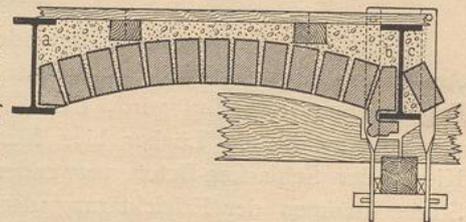


Fig. 138.



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.

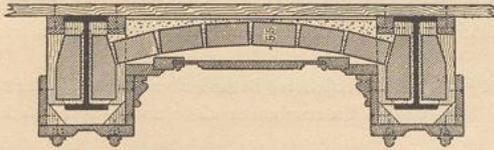
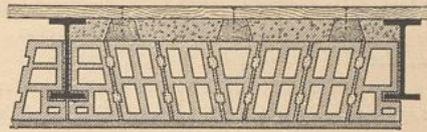


Fig. 140.

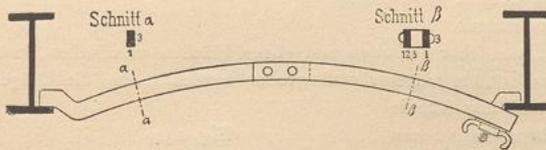


wurden im Inneren gegen den Aufsendruck in folcher Weise verpreizt, dafs man diese Auspreizung vom freien Rohrende aus leicht auslöfen und herausziehen, dann den Rohrdurchmesser durch weiteres Aufwickeln verringern, also das Rohr herausziehen konnte. Die Rohre sind hiernach für weitere vorzuzustreckende Kappentheile immer wieder verwendbar. Auf diese Weise ist, namentlich bei grofsen 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), bezw. 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 Bandeisen 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, dafs 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 zweckmäfsig 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-

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 einrütteln, andererseits das durch die Feuchtigkeit etwas quellende Holz leichter ausrüsten zu können. Innen waren die Kasten mit genau nach dem verlangten Querschnitte der Trägerhülle geformtem Zinklech 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 Zinklech 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 schließlicly 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-Schrägsteifen 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.

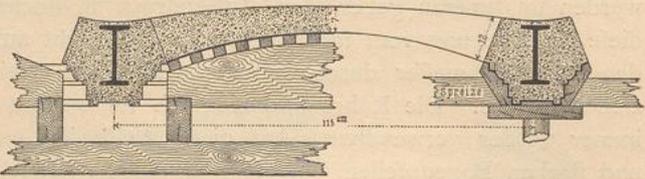


Fig. 143.

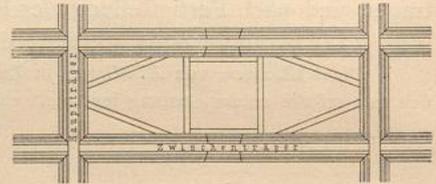


Fig. 144.

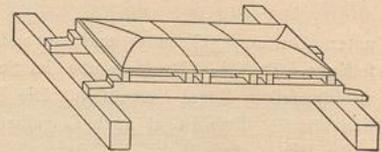
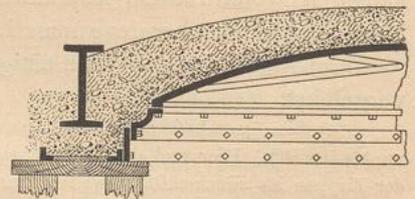


Fig. 145.

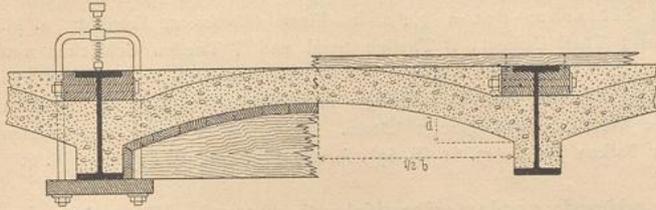


¹⁰⁷⁾ Nach: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 274.

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 Scheitelstärke 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.

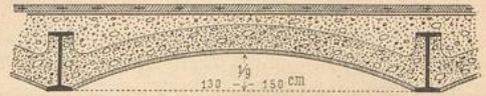


Fig. 148.



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.

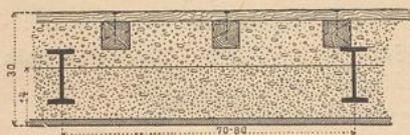
72.
Beton-
platte.

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.

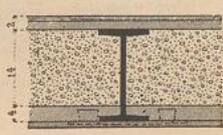
Fig. 151 u. 152 zeigen Decken, wie sie von *Heufsner*¹¹³⁾ in Wohngebäuden in Hannover ausgeführt sind.

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

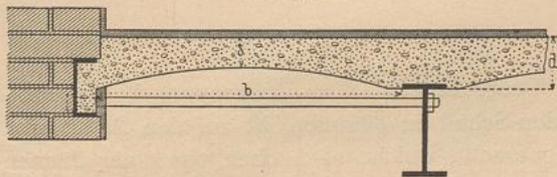
Fig. 153.



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.

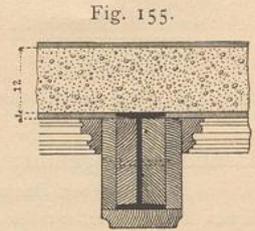
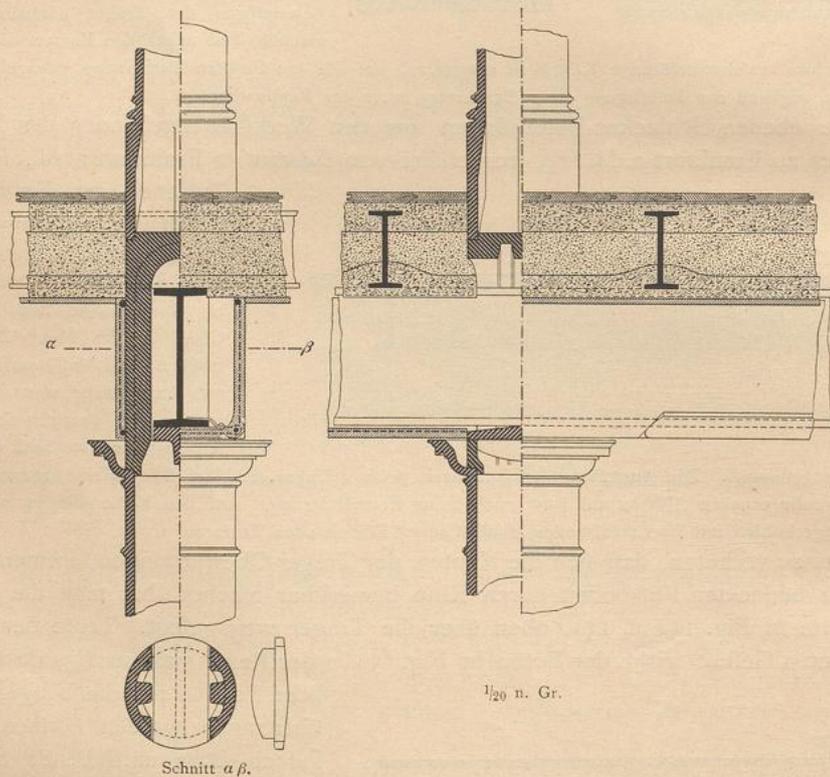


Fig. 155.

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.



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 eingezogen, 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.

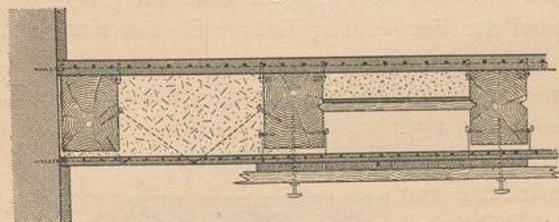
Bei Versuchen, welche nicht bis zum Bruche getrieben wurden, hat man nun auch bei mit Wölbung hergestellten Betondecken wiederholt keinen Schub auf die Träger bemerkt. Es ist jedoch nicht zu empfehlen, bei der Bemessung der Träger von diesen Schüben abzusehen, da sie beim Entstehen von selten ganz zu 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.

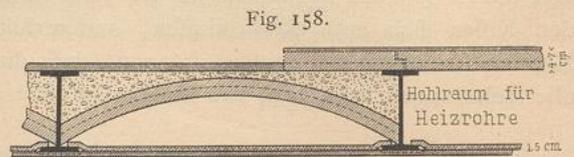
über die Balken gespannt, bei 8 bis 12 mm Stärke in 20 bis 25 cm Theilung; alsdann werden die 5 bis 6 mm starken Längsdrähte in 10 bis 15 cm Theilung eingebunden und das Ganze mit Laufbrettern eingedeckt. Nun wird der Mörtel aus Gyps oder Cement und Sand oder aus beiden gemischt auf einer verschieblich 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.

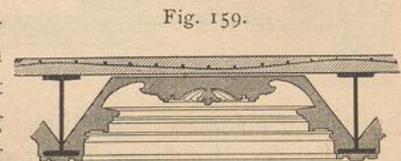


Werden die Platten ohne Fuge über mehrere Trägerfache gestreckt, wie in Fig. 159, so kann man zweckmäsig den Zugspannungen in dem entstehenden continüirlichen Träger durch eine geschlängelte Gestalt der Drahteinlagen folgen, indem man sie über den Trägern hoch, mitten zwischen den Trägern tief legt.

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	Drähte 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	

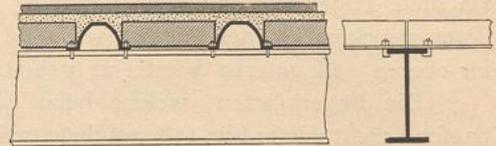
77.
Monier-
Bogen-
platten.

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 fflatt 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 unshünstiger.

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 Einrüsten 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«.

Tangentenstücke verbunden sind. Die Abmessungen und Widerstandsmomente der Wellbleche verschiedener Fabriken werden im nächsten Kapitel mitgeteilt werden ¹¹⁹⁾.

Die tragenden Balken sind gewöhnlich gewalzte I-Eisen, auf deren untere Flansche die Bleche gelagert werden. Letztere kommen gerade oder gebogen (bombirt) zur Verwendung; die Biegung sollen sie bei der Herstellung, nicht auf der Baustelle erhalten, obwohl dadurch der Preis etwas erhöht wird. Ueberall, wo irgend welche Feuchtigkeit auf die Bleche wirken kann, sollen verzinkte Bleche verwendet werden. In geschützter Lage genügt es, wenn die Bleche nach der Abnahme in der Fabrik gereinigt und mit Bleimennige grundirt, nach dem Verlegen einmal mit Bleimennige und zweimal mit Oelfarbe nachgeftrichen werden.

Bombirte Wellbleche, als Bogen verwendet, gestatten in der Regel, wegen der hier vorwiegenden Beanspruchung des Bleches auf Druck, die Verwendung leichterer Bleche; dagegen sind die Träger, da auf dieselben Seitenschübe ausgeübt werden, stärker zu wählen.

Zur Ueberfüllung verwendet man mageren Mörtel, noch besser Beton. Für hölzerne Fußböden werden die Lagerhölzer in letzteren eingestampft; Estriche und Plattenbeläge können darauf ohne Weiteres verlegt werden. Nach unten kann die Eisen-Construction sichtbar bleiben, oder man kann an die Eisenträger eine Deckenschalung anhängen, welche man erforderlichenfalls auch zu putzen in der Lage ist.

In sehr geschickter Weise wurden im Museum für Völkerkunde zu Berlin derart confruirte Decken zur Ausführung gebracht.

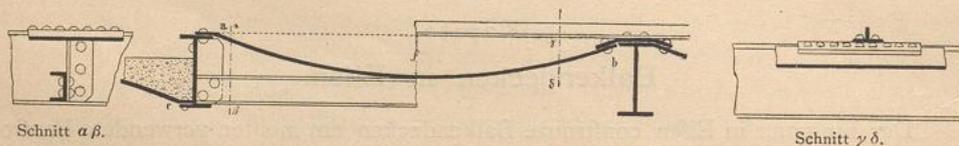
Die 15 m tiefen, durch schmiedeeiserne Unterzüge auf gußeisernen Säulen in der Mitte unterstützten Decken der Ausstellungssäle bestehen aus gewölbtem und fauber verzinktem, zwischen gewalzten Trägern gespanntem Wellblech, auf welches Beton aufgetragen ist; letzterer ist mit Mettlacher Thonfliesen belegt. Die verzinkten Bleche erhielten zum Schutz gegen Blindwerden, gleich nachdem sie aus dem Metallbad gekommen waren, einen Ueberzug, der aus einer Mischung von Dammarlack und holländischem Standöl bestand. Die unteren Flansche der Walzträger sind an den sichtbaren Unterflächen mit gepressten Messingfriesen geschmückt; auch diese wurden mit Firnis überzogen, welcher sie vor dem Oxydiren schützt und ihnen eine goldähnliche Färbung verleiht ¹²⁰⁾.

Wellblech, insbesondere Trägerwellblech, wird zu Decken-Constructionen auch noch in der Weise verwendet, daß man die tragenden Walzbalken wegläßt und nur bei größeren Spannweiten einen Unterzug anordnet. Von solchen Deckenanordnungen wird unter C die Rede sein.

Selten im Hochbau ¹²¹⁾, jedoch sehr häufig im Brückenbau, ist die Decke aus Tonnenblechen (Fig. 161) auf eisernen Trägern, für welche hier kurz die wichtigsten Gesichtspunkte angegeben werden sollen. Die Bleche werden bis zu 4 qm Größe bei

81.
Decken
mit
Tonnen-
blechen.

Fig. 161.



den verschiedensten Längen- und Breitenverhältnissen und gewöhnlich 4 bis 10 mm Stärke mit $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$ Pfeil, und zwar meist nach unten gebogen, verwendet. Be-

¹¹⁹⁾ Siehe auch über die Profile Nr. I bis VI der »Actien-Gesellschaft für Verzinkerei und Eisenconstruction, vorm. Jacob Hilgers« in Rheinbrohl: Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 241, S. 305) dieses »Handbuches«.

¹²⁰⁾ Siehe: Zeitschr. f. Bauw. 1887, S. 48.

¹²¹⁾ Siehe: Decke des Güterbahnhofes St. Pancras der Midland-Eisenbahn, London. Organ f. d. Fortchr. d. Eisenbahnw. 1888, S. 92, 157.

fonders wichtig ist hier wieder die Lagerung auf den Trägern. Diese ist meist mittels umgebogenen Randes der Tafel nach *a* in Fig. 161 ausgeführt, wobei aber das Umbiegen des Randes unbequem und die Lochung der Träger unvorteilhaft ist; fonders muß man sich vor Befestigungen, wie in Fig. 162 hüten, weil dabei der Zug der Platten die L-Eisen von der Trägerwand abbiegt; in solchen Fällen müssen die L-Eisen erst durch eine durchgehende Kopfplatte verbunden werden, wie sie bei *b* in Fig. 161 dargestellt ist. Sie vermeidet das Umbiegen der Plattenränder und braucht nicht mit den Trägern vernietet zu sein, beseitigt somit die Schwächung gewalzter Träger, wie sie bei *a* in Fig. 161 eintrat. Die Stärke der Kopfplatte wähle man etwas größer, als die der Bleche. Besondere Sorgfalt verlangt auch die Nietung der schwachen Bleche; sie muß zur Vermeidung zu großer Lochlaibungspressungen in enger Theilung, mit Nieten von 10 bis 15 mm Durchmesser, erfolgen. Da die unbelastete Oeffnung hier nur einen sehr geringen Gegenzug zur Entlastung der Träger vom Zuge der belasteten liefert, so müssen zahlreiche Steifen zwischen die Träger eingesetzt werden. Am unmittelbarsten erfolgt die Aufhebung der Züge durch Aufnieten der Steifen auf die Kopfplatte mit unten versenkten Nieten (*b* in Fig. 161); kann man diese jedoch der Fußbodenanordnung wegen nicht anbringen, so müssen sie (*a* in Fig. 161) unter die Bleche gesetzt werden, können auch, aus T-Eisen gebildet, gekrümmt unter die Bleche genietet und dann zur Verlastung der Plattenlöse benutzt werden.

Werden die Bleche mit Beton überdeckt, so niese man kleine L-Eisen mit aufrecht stehendem, in den Beton greifendem Schenkel auf den Plattenrand; die Druckfestigkeit der zwischen diesen Winkelschenkeln gefaßten Betonplatte hebt den Zug der Tonnenbleche in jedem Balkenfache für jede Belastungsart unmittelbar auf, so daß für die Träger bei allen möglichen Belastungen nur lothrechte Kräfte aufzunehmen bleiben.

Die Wölbung der Bleche nach oben zu legen (*c* in Fig. 161) ist zwar für die Auflagerung auf die Träger günstig, in welcher man so die Nietung ganz entbehren kann, wenn der Rand gut am Stege anliegt; da aber die leicht verbiegbaren Bleche in dieser Lage namentlich der zum Scheitel unsymmetrischen Belastung nur schlecht widerstehen, so müssen sie jedenfalls durch Beton-Ueberbettung versteift sein. Diese steife Ueberbettung kann dann, wie bei den Wellblechbogen, zur Verchwächung der Trägerverankerung ausgenutzt werden.

Zum Schutze gegen Rosten werden die Tonnenbleche meist verzinkt, mindestens gut angestrichen und außerdem gewöhnlich mit einer dünnen Lage von weichem Asphalt überzogen. Die Ueberdeckung erfolgt allgemein am besten mit magerem Mörtel oder Beton, in, bzw. auf welchem dann jeder Fußbodenbelag befestigt werden kann. Deckenschalung ist nur mittels Anhängens an die Träger möglich.

Kann Feuchtigkeit in die Decken dringen, so muß für Entwässerungslöcher in den Scheiteln hängender Platten geforgt werden; ein Mangel der nach oben gewölbten Platten ist das Zusammenführen des Wassers nach den Trägern.

Noch feltener sind im Hochbau die Buckelplatten-Decken (Fig. 163) aus Malletschen Platten. Ihre Form ist die eines nach der Mitte zu allmählig in eine Kugelkappe übergehenden Klostergewölbes. Die gebräuchlichen Einzelabmessungen werden in Kap. 6 mitgetheilt werden.

Die Buckelplatten werden stets mit wagrecht abgebogenem Rande versehen und



82.
Decken
mit
Buckelplatten.

müssen auf allen vier Seiten voll aufliegen und vernietet werden. Sie bedürfen daher eines Rostwerkes von Trägern, dessen Maschen ihrer Grundform genau entsprechen. In Fig. 163 ist ein weit gespannter Hauptträger dargestellt, an welchen kleine Querträger aus L-Eisen anschließen.

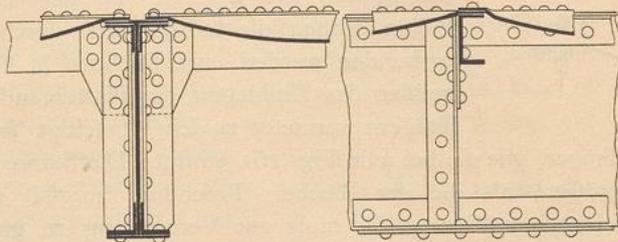
Durch diese Rostanordnung erfolgt zugleich die Aussteifung der Träger gegen die wagrechten Züge der Platten in wirksamster Weise. Diese Platten widerstehen nach oben oder unten gewölbt etwa gleich gut; die nach oben gewölbt verlegten schränken die Masse der

Ueberfüllung ein, haben aber in feuchter Lage wieder den Mangel, daß sie das Wasser nach den Trägern führen. Die nach unten gewölbten erhalten im Scheitel je ein Entwässerungsloch mit eingefraubtem Röhrchen, an welchem auch etwa entstehendes Schwitzwasser abtropft. Unter diese Abzugsröhrchen ist ein Netz von Sammelrinnen mit Abfallrohren zu legen. Selbstverständlich sind diese Entwässerungsanlagen nur bei freier Lage der Decke oder sonstigem erheblichem Wasserandrang erforderlich.

Auch diese Platten werden am besten verzinkt, wenigstens gut angefrichen und zweckmäÙig oben mit Asphalt überzogen, damit die Randfugen gedeckt werden. Ueber Fußboden- und Deckenanordnung gilt das von den Tonnenblechen Gefagte.

Diese Art der Deckenanordnung kommt jedenfalls nur in den am schwersten belasteten Gebäuden, etwa großen Lager speichern, vor.

Fig. 163.



Literatur

über »Balkendecken in Eisen«.

- Ueber die Construction eiserner Decken in Wohngebäuden. CRELLE'S Journ. f. Bauk., Bd. 14, S. 73.
Planchers en fer. Système Kaulek. — Système Baudrit. — Système Jeanette. — Système Rosier. Revue gén. de l'arch. 1851, S. 74 u. Pl. 12, 13.
Planchers en fer système Joly. Revue gén. de l'arch. 1851, S. 181.
Planchers de fer. Revue gén. de l'arch. 1853, S. 54, 338 u. Pl. 7—12, 29.
 Die Verhandlungen über eiserne Balkendecken in den Verfammlungen des königl. Architekten-Vereins in London. *Allg. Bauz.* 1854, S. 141.
La question des planchers en fer discutée en Angleterre. Revue gén. de l'arch. 1854, S. 86.
 AUBERT, L. *Emploi du fer et de la fonte dans les constructions. III. Dispositions générales des planchers. Revue gén. de l'arch.* 1855, S. 97.
 Beitrag zur Konstruktion eiserner Zimmerdecken. *Allg. Bauz.* 1856, S. 261.
Systèmes divers de planchers en fer économiques, employés dans les plus récentes constructions de Paris. Nouv. annales de la const. 1856, S. 27.
 ROUVENAT, P. E. *Essai sur l'emploi des fers à double T dans la construction des planchers. Paris* 1858.
Étude générale sur les planchers en fer. Nouv. annales de la const. 1860, S. 115.
 JOLLY, C. & JOLLY FILS. *Études pratiques sur la construction des planchers et poutres en fer etc. Paris* 1862.
Assemblages bridés pour planchers en fer. Système A. Offelin. Gaz. des arch. et du bât. 1864, S. 268.
 SCHWAEBLÉ & A. DARRU. *Emploi des fers dits fers Zorès dans la construction des planchers. Nouv. édit. Paris* 1867.
 RICHAUD, J. *Notes et renseignements pratiques sur la construction et la résistance des planchers, poutres et poitrails de fer. Gaz. des arch. et du bât.* 1868—69, S. 209.

- DIHM, H. Ueber die Verwendung schmiedeeiserner I-Balken für Deckenconstructionen. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1869, S. 383.
- LIGER, F. *Assemblages des planchers, des pans de fer et des pans de fonte.* *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 41, 51, 92, 146.
- LANCK. *De l'emploi rationnel et décoratif des fers à planchers.* *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 163; 1873, S. 13.
- BARRÉ, L. A. *Construction des planchers métalliques.* *Moniteur des arch.* 1880, S. 84.
- KAPAUN, F. Ueber Decken-Constructionen im Auslande. *Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1880, S. 82. Das Kunstgewerbe-Museum in Berlin. *Centralbl. d. Bauverw.* 1882, S. 442.
- Der *Geyber'sche* Träger mit frei schwebenden Stützpunkten im Hochbau. *Zeitschr. f. Baukde.* 1882, S. 543.
- GUADET. *Planchers métalliques du nouvel hotel des postes à Paris.* *La semaine des const.*, Jahrg. 7, S. 138, 150, 222.
- HAESECKE. Allgemeine Einführung von Eisenbalken-Decken und deren Anordnung. *Centralbl. d. Bauverw.* 1886, S. 134, 143.

6. Kapitel.

Stärke der Deckentheile und -Unterstützungen.

a) Belastungen.

Die Abmessungen der tragenden Deckentheile hängen vom Eigengewicht der Decken-Construction und von der Größe der von der Decke zu tragenden Nutzlast ab.

1) Eigengewicht der Decken.

Für die einfacheren Constructionen der Holzbalkendecke sind die Eigengewichte in Theil I, Band I, zweite Hälfte (Art. 359, S. 318¹²²⁾ dieses »Handbuches« bereits angegeben worden; dieser Tabelle wird hier noch hinzugefügt:

83.
Eigengewicht.

Es wiegt:	Kilogr.
1 cbm Gyps-Beton	1400
1 cbm Füllsand	1600
1 cbm Backstein-Beton	1700
1 cbm Kies-Beton	2200
1 cbm Schlacken-Beton (1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 7 Theile Schlacke)	1000 bis 1100
1 cbm Schlacken-Beton mit Weiskalk (4 : 1)	1235
1 cbm Korkfleine	300
1 qm Sprentafeln von <i>Katz</i> (siehe Art. 37, S. 45)	50
1 cbm Tuffstein	800 bis 900
1 qm hohle Terracotten, System <i>Laporte</i> (siehe Art. 35, S. 44)	80 bis 90
1 qm hohle Terracotten, amerikanisches System (siehe Fig. 121 bis 124, S. 71)	100 bis 220
1 cbm Afche	850
1 cbm Baufchutt	1530
1 qm Gypsdiele von <i>Mack</i> für jedes Centimeter Dicke	6,5
1 qm Thonplattenwölbung, System <i>Guaflavino</i> (siehe Fig. 113 u. 114, S. 67)	170 bis 195
1 cbm Mauerwerk aus hohlen Backsteinen	1250
1 qm hohle Gypsblöcke, System <i>Perrière</i> (siehe Fig. 117, S. 69)	50
1 cbm Kieselguhr, etwas feucht	450

122) 2. Aufl.: Art. 22, S. 17.

Es wiegt:	Kilogr.
1 cbm Kieselguhr, trocken	300
1 cbm Kalkpulver	940
1 cbm Torfstreu (Torfgruß)	130
1 cbm Torfstreu mit etwas Kieselguhr und Kalkpulver	300
1 cbm poröse Terracotta-Platten (siehe Fig. 74, S. 47 u. Fig. 84, S. 52)	1100
1 cbm trockenes Eichenholz	750
1 cbm trockenes Kiehlenholz	600
1 qm <i>Monier-</i> oder <i>Rabitz-</i> Platten, 1,5 cm dick	35
3 » »	75
4 » »	90
5 » »	110
1 qm in Backstein ($\frac{1}{2}$ Stein stark) zwischen Eifenträgern gewölbter Decke, einchl. Fußbodenlager und Bretterfußboden	375
1 qm desgl. ohne Fußboden	325
1 qm desgl., $\frac{1}{4}$ Stein stark, mit Fußboden	250
1 qm desgl., $\frac{1}{4}$ Stein stark, ohne Fußboden	200
1 qm desgl., in Töpfen gewölbt, 10 cm Topfhöhe	93
13 » »	101
16 » »	131
18 » »	148
26 » »	196
1 qm einer 4,5 m weiten Spreitafel-Decke mit Holzbalken, Fußboden, Füllung und Deckenputz, 20 cm Gesamtdicke (nach Fig. 72, S. 47)	275
1 qm desgl. mit Eifenbalken, 20 cm Gesamtdicke (nach Fig. 73, S. 47 u. Fig. 133, S. 74)	200
1 qm Gypsdiele-Decke mit Eifenbalken von 6 m Weite mit drei Lagen Gypsdiele, 23 cm Gesamtdicke (nach Fig. 87 [S. 54] u. 132 [S. 74])	160
1 qm Decke mit Tuffteinausrollung auf Holzbalken, 4,5 m weit, mit Fußboden, Füllung und Deckenputz (nach Fig. 68, S. 45)	350
1 qm Gyps-Betondecke, einchl. Träger und Holzfußboden, bei 70 cm Trägertheilung, Systeme <i>Vaux</i> , <i>Thuasne</i> , <i>Rouffel</i> (siehe Fig. 98 u. 99, S. 60)	290
1 qm Decke mit gebogenen <i>Monier-</i> Platten, 5 cm dick, Schlacken-Betonfüllung, Fuß- boden und Deckenputz (siehe Fig. 158, S. 84), einchl. Träger	330
1 qm Balkendecke mit Tuffstein ausgerollt, mit Fußboden und Deckenputz	370
1 qm mit hohlen Gypsblöcken ausgesetzte Decke, einchl. Träger und Fußboden, bei 70 cm Trägertheilung (siehe Fig. 112, S. 66)	240
1 qm desgl. mit Hohlziegeln ausgesetzt (siehe Fig. 111, S. 66)	270
1 qm Decke in Hohlziegeln gewölbt, einchl. Träger und Fußboden (siehe Fig. 115, S. 68)	260
1 qm Decke mit unten ebenen Terracotten (siehe Fig. 119 [S. 70], 121 u. 122 [S. 71], 126 [S. 72]), einchl. Träger und Fußboden	220
1 qm desgl., unten gewölbt (siehe Fig. 120, S. 70)	220

Bei feltener vorkommenden Decken-Confructionen, für welche die Gewichte erfahrungsmäßig nicht fest stehen, stellt man zweckmäßig eine genaue Gewichtsberechnung auf, indem man zuerst den Bodenbelag und die Deckenbildung, dann die Fachfüllung und schließlich das Tragwerk fest stellt, für den unten liegenden Theil jedesmal das fest gestellte Gewicht des aufliegenden mit in Rechnung stellend. Nach diesem Gedankengange sollen im Folgenden die einzelnen Theile der Decken ihren Abmessungen nach besprochen werden.

2) Nutzlast.

Die Nutzlasten, welche die Decken-Constructionen zu tragen haben, sind bereits in Theil I, Band 1, zweite Hälfte (Art. 359, S. 318¹²³) dieses »Handbuches« angegeben worden. Hierzu sei noch bemerkt, daß die Lagerhäuser der Seehäfen jetzt in den unteren Geschossen mit 1500 kg und im obersten Geschoss mit 900 kg für 1 qm Deckenfläche berechnet werden; in den zwischengelegenen Geschossen läßt man die Belastung allmählig abnehmen.

Nach einem von einer Commission des Architekten-Vereins zu Berlin 1885 erstatteten Gutachten, betreffend den Schutz der Personen in öffentlichen Versammlungsräumen, soll als Belastung jene durch Menschengedränge (für 1 qm 6 erwachsene Personen zu je 75 kg, zusammen 450 kg) gerechnet werden.

84.
Nutzlast.

b) Abmessungen der Deckentheile.

1) Stärke der Fußbodenbeläge.

Die Stärke der Fußbodenbeläge entzieht sich in den allermeisten Fällen einer Berechnung. Wenn man bei den gewöhnlichen hölzernen Fußböden die Bretter so berechnet, daß sie sich bei einer zulässigen Beanspruchung von 80 kg für 1 qm als Träger auf zwei Stützen zwischen letzteren frei tragen können, so fallen für die gewöhnlichen Balkentheilungen und in Rücksicht auf die Abnutzung die Bretterstärken zu gering aus. Nur in schwer belasteten Speichern, zumal bei der in Fig. 25 (S. 20) dargestellten Construction ohne Balken, werden die Bohlen rechnungsmäßig stärker. Hier empfiehlt es sich, die eigentlichen (unteren) Tragbohlen nach den berechneten Mäßen auszuführen, sie dann aber mit einer zweiten, erstere rechtwinkelig kreuzenden, mindestens 3 cm dicken Bohlenlage abzudecken, welche nach erfolgter Abnutzung allein ausgewechselt werden kann.

85.
Hölzerne
Fußböden.

Estriche aus Gyps, Cementmörtel oder Asphalt dürfen nicht als tragende Bauteile angesehen werden; sie bedürfen vielmehr als Unterstützung einer Fachausfüllung, welche die ganze Belastung aufzunehmen im Stande ist; der Estrich nimmt nur die Abnutzung auf. Eben so bilden die Beläge mit natürlichen Steinplatten, Thonfliesen etc. nur eine schützende, keine tragende Schicht; auch sie bedürfen daher einer durchlaufenden Unterstützung.

86.
Estriche
u. Platten-
beläge.

2) Stärke der Ausfüllungen der Balkenfache.

Die Wellerung oder Stakung und die Einschubdecke (siehe Fig. 52 u. 53 [S. 41], 54 [S. 42], 57, 59 u. 60 [S. 43]) sind nicht im Stande, erhebliche Lasten aufzunehmen, bedürfen daher des Schutzes eines tragfähigen Fußbodens; nur der gestreckte Windelboden (siehe Fig. 51, S. 40) wird in ländlichen Gebäuden wohl unmittelbar geringen Lasten, wie niedrigen Lagen von Futter oder Stroh, ausgesetzt. Eben so wird auch der Dübelboden (siehe Fig. 48 bis 50, S. 38) in der Regel keinen Lasten ausgesetzt.

87.
Gewöhnliche
Fach-
ausfüllungen.

Ebene Fachfüllungen mit Gypsdielen (siehe Fig. 87, S. 54), Spreutafeln (siehe Fig. 70 bis 73, S. 46 u. 47), Tuffsteinen (siehe Fig. 68, S. 45), Terracotta (siehe Fig. 74, S. 47), Gyps-Beton (siehe Fig. 86 [S. 53], 98 u. 99 [S. 60]), Hohlziegeln (siehe Fig. 79, S. 51), porösen Ziegeln, hohlen Gypsblöcken (siehe Fig. 80, S. 51), hohlen Terracotta-Kaften (siehe Fig. 63 [S. 44], 64 [S. 45], 117 [S. 69], 119 bis 122

88.
Fach-
ausfüllungen
mit
künstlichen
Steinen.

123) 2. Aufl.: Art. 24, S. 19 u. 20.

[S. 70 u. 71]) können zwar grofsentheils, namentlich bei Anordnungen wie in Fig. 79 (S. 51), 117 (S. 69), 119 bis 122 (S. 70 u. 71), erhebliche Lasten tragen, deren Gröfse in den früheren Mittheilungen über Belastungsversuche angegeben ist; in der Regel erhalten sie jedoch keine Last, da diese von nur lose oder gar nicht auf der Füllung ruhenden Hölzern oder Brettern auf die Balken oder Träger gebracht wird. Nothwendig ist diese Entlastung bei den Anordnungen in Fig. 68 (S. 45), 74 (S. 47), 86 (S. 53), 98 u. 99 (S. 60), da diese wenig Tragfähigkeit besitzen. Die Tragfähigkeit der aus einzelnen Theilen — porösen oder hohlen Ziegeln, Gyps- oder Terracotta-Kaften — zusammengefügten Füllungsplatten hängt, da sie auf Biegung beansprucht werden, lediglich von der Zugfestigkeit des die Fugen füllenden Mörtels ab. Die Dicke der Platte d ist bei der Trägertheilung b , der Nutzlast p für die Flächeneinheit, dem Gewichte g der Flächeneinheit des Fußbodens und der Ueberfüllung, dem Gewichte γ der Raumeinheit der Platte und der zulässigen Beanspruchung s des Fugenmörtels auf Zug für die Flächeneinheit zu bestimmen nach der Formel:

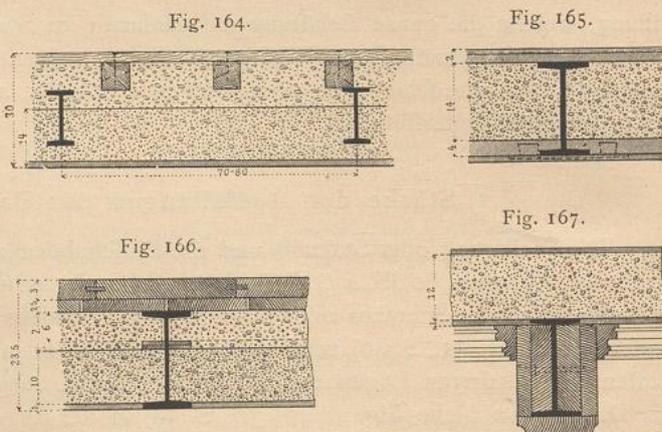
$$d = \frac{3b^2}{2s} \left[\frac{\gamma}{4} + \sqrt{\left(\frac{\gamma}{4}\right)^2 + \frac{(p+g)s}{3b^2}} \right] \dots \dots \dots 1.$$

Beispiel. Ein hölzerner Bretterfußboden von 3 cm Dicke mit 8 cm Unterfüllung aus Schlacken-Beton wiegt für 1 qm ($g =$) $0,03 \cdot 600 + 0,08 \cdot 1230 = 116$ kg und hat ($p =$) 500 kg Nutzlast auf 1 qm zu tragen. Die Theilung b der eisernen Träger sei 0,8 m und das Gewicht der Platte für Hohlziegel ($\gamma =$) 1250 kg für 1 cbm. Die Fugen werden in Cementmörtel der Mischung 1:3 ausgeführt, welchem mit Sicherheit nur ($s =$) 15 000 kg Zug auf 1 qm zugemuthet werden dürfen. Es muß dann sein

$$d = \frac{3 \cdot 0,8^2}{2 \cdot 15\,000} \left[\frac{1250}{4} + \sqrt{\left(\frac{1250}{4}\right)^2 + \frac{(500 + 116) 15\,000}{3 \cdot 0,8^2}} \right] = 0,16 \text{ m.}$$

89.
Ebene
Betonplatten.

Ebene Betonplatten (Fig. 164 bis 167¹²⁴) unterscheiden sich hinsichtlich der Stärkenbestimmung von den eben besprochenen Fachausfüllungen nicht, welche nach Gleichung 1 erfolgt. Da jedoch der Beton in Folge des gleichmäßigen Gefüges mehr Sicherheit gegen Zugbeanspruchung besitzt, als eine Platte aus einzelnen durch Fugen getrennten Körpern, für welche nicht eigentlich die Zugfestigkeit des Mörtels, sondern nur das von mancherlei Zufälligkeiten abhängige Anhaften des Mörtels an den Steinen in Frage kommt, so kann die zulässige Zugbeanspruchung s hier höher — bei den fetteren Betonarten und guter Herstellung bis 30 000 kg für 1 qcm — angenommen werden. Eine Ueberfüllung aus Schlacken-Beton (Fig. 164 bis 166) kann, wenn sie unmittelbar auf der ganz frischen Betondecke eingestampft ist, als mit zur berechneten Plattendicke gehörend angesehen werden.



124) Vergl.: Art. 72 (S. 80) — ferner: ENGESSER, F. Ueber die Festigkeit von Beton-Bogen. Deutsche Bauz. 1881, S. 580.

Fig. 168.

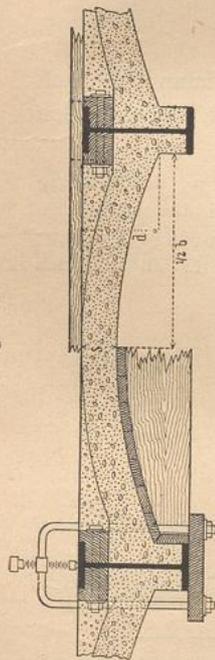


Fig. 170.

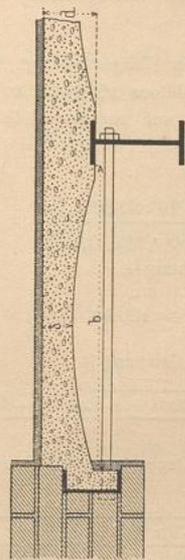


Fig. 173.

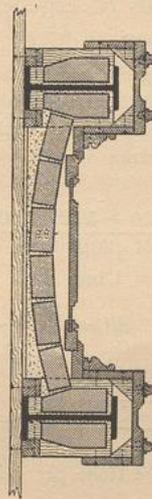


Fig. 172.

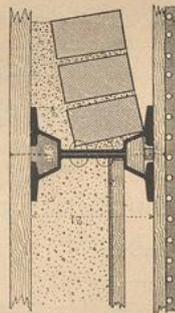


Fig. 175.

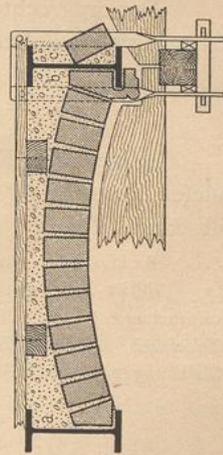


Fig. 169.

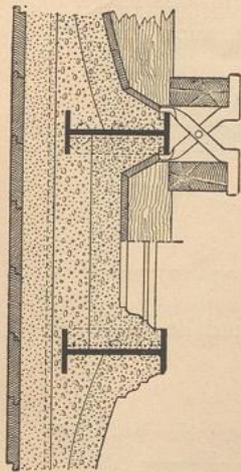


Fig. 171.

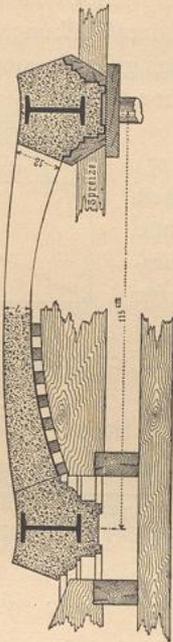


Fig. 174.

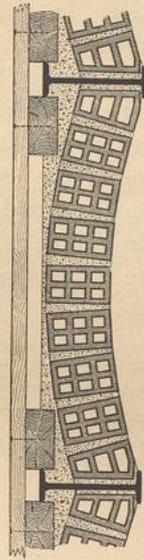
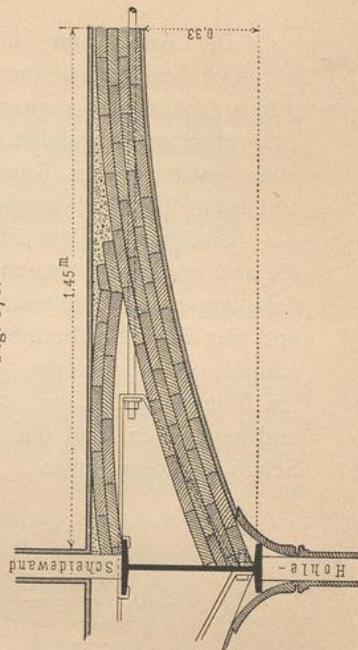


Fig. 176.



90.
Auswölbung
der
Balkenfache.

Die Auswölbung der Balkenfache ohne Uebermauerung im Scheitel ist gewöhnlich bei Betonwölbung (Fig. 168 bis 171¹²⁵⁾, jedoch auch bei Backsteinwölbung (Fig. 172 bis 176) verwendbar. Als Weite b der Wölbung wird in der Regel die Trägertheilung anzusehen fein; doch kann man, genau genommen, auch das Lichtmaß zwischen den Kanten der Trägerflanschen einführen (Fig. 168 u. 170).

Sind für eine derartige Wölbung (Fig. 177) die zulässige Beanspruchung auf die Flächeneinheit des Kappenquerschnittes s , das Gewicht der Kappe und der Schenkelübermauerung γ für die Raumeinheit, die gleichförmig vertheilte Nutzlast p für die Flächeneinheit, so sind in der Regel p , γ , b und s gegeben, und die ganze Wölbhöhe d , die Scheitelfstärke δ und der wagrechte Schub H' folgen aus:

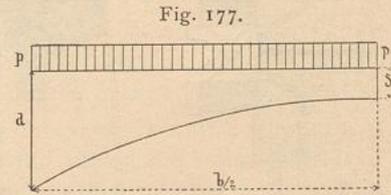


Fig. 177.

$$d = \frac{b^2 (6p + 5\gamma\delta) + 16s\delta^2}{24s\delta - \gamma b^2}; \dots \dots \dots 2.$$

$$\delta = 0,75 d - \frac{5}{32} \frac{\gamma b^2}{s} - \sqrt{\left(0,75 d - \frac{5}{32} \frac{\gamma b^2}{s}\right)^2 - \frac{b^2}{16s} (\gamma d + 6p)}; \dots \dots 3.$$

$$H' = \frac{s\delta}{2} \dots \dots \dots 4.$$

Der wagrechte Widerstand, welchen ein unbelastetes Gewölbe einem benachbarten, voll belasteten höchstens leisten kann, beträgt:

$$H'' = \frac{\sqrt{9s^2(d - 2\delta)^2 + \gamma s b^2(d + 5\delta)} - 3s(d - 2\delta)}{8} \dots \dots \dots 5.$$

In gewissen Fällen, namentlich bei großem δ und kleinem d , kann sich nach diesen Formeln H'' größer als H' ergeben, was widerfönnig wäre. In solchen Fällen ist dann $H'' = H'$ anzunehmen.

Beispiel. Für einen Speicherboden seien die Trägertheilung ($b =$) 1,6 m, die Belastung ($p =$) 750 kg auf 1 qm, das Gewicht des verwendeten Betons 2200 kg für 1 cbm und die zulässige Beanspruchung (s) für die Betonmischung mit Rückficht auf vorkommende Stöße 30 000 kg für 1 qm; schließlich soll der Scheitel die Stärke von 10 cm erhalten, fonach $\delta = 0,1$ m sein. Es ist dann nach Gleichung 2 die ganze Wölbhöhe

$$d = \frac{1,6^2 (6 \cdot 750 + 5 \cdot 2200 \cdot 0,1) + 16 \cdot 30\,000 \cdot 0,1^2}{24 \cdot 30\,000 \cdot 0,1 - 2200 \cdot 1,6^2} = 0,288 \text{ m},$$

und der Schub des Gewölbes für 1 m Länge nach Gleichung 4

$$H' = \frac{30\,000 \cdot 0,1}{2} = 1500 \text{ kg},$$

ferner der Widerstand des unbelasteten Gewölbes nach Gleichung 5

$$H'' = \frac{\sqrt{9 \cdot 30\,000^2 (0,288 - 2 \cdot 0,1)^2 + 2200 \cdot 30\,000 \cdot 1,6^2 (0,288 + 5 \cdot 0,1)} - 3 \cdot 30\,000 (0,288 - 2 \cdot 0,1)}{8} = 1110 \text{ kg}.$$

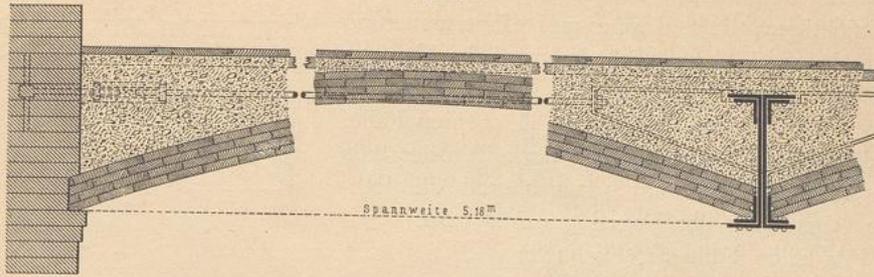
Wäre z. B. wegen bestimmter Höhe der ganzen Decke von vorn herein $d = 0,3$ m vorgeschrieben, so wäre nach Gleichung 3

$$\delta = 0,75 \cdot 0,3 - \frac{5}{32} \frac{2200 \cdot 1,6^2}{30\,000} - \sqrt{\left(0,75 \cdot 0,3 - \frac{5}{32} \frac{2200 \cdot 1,6^2}{30\,000}\right)^2 - \frac{1,6^2}{16 \cdot 30\,000} (2200 \cdot 0,3 + 6 \cdot 750)} = 0,092 \text{ m}$$

zu machen.

¹²⁵⁾ Siehe: ENGESSER, F. Ueber die Festigkeit von Beton-Bogen. Deutsche Bauz. 1881, S. 580.

Fig. 178.



Die Auswölbung der Balkenfache mit Uebermauerung im Scheitel wird namentlich bei Backsteinwölbungen (siehe Fig. 172 bis 174 u. 178) verwendet, ist jedoch auch bei Betonwölbungen verwendbar, wenn man eine Wölbung aus fetter Mischung von der mageren Ueberfüllung gefordert herstellt (siehe Fig. 169 u. 179). Das Gewicht der Uebermauerung kann in der Regel gleich dem der Wölbung γ gesetzt werden. Bei Backsteinwölbungen ist hier δ (siehe Fig. 125, S. 72) gegeben, nämlich der gewählten Steinfärke gleich zu setzen. Uebermauerung und Scheitel haben zusammen die Stärke h .

91.
Auswölbung
mit
Scheitel-
übermauerung.

Fig. 179.



Mit Bezug auf Fig. 180 find hier bei den obigen Bezeichnungen

$$d = \frac{8 s \delta (3 h - \delta) + b^2 (6 p + 5 \gamma h)}{24 \delta s - \gamma b^2}, \dots 6.$$

$$\delta = 0,5 \sqrt{9 (d - h)^2 + \frac{b^2}{s} \left[\frac{\gamma (d + 5 h)}{2} + 3 p \right]} - \frac{3}{2} (d - h), \dots 7.$$

$$H' = 0,5 s \delta, \dots 8.$$

und der größtmögliche Gegenschub des unbelasteten Gewölbes

$$H'' = 0,125 \left[\sqrt{9 s^2 (d - h - \delta)^2 + \gamma s b^2 (d + 5 h)} - 3 s (d - h - \delta) \right] \dots 9.$$

Würde hiernach $H'' > H'$, so wäre $H'' = H'$ anzunehmen. Bei durch die Trägerverhältnisse fest gesetztem d und angenommenem δ kann h bestimmt werden aus

$$h = \frac{8 s \delta (3 d + \delta) - b^2 (6 p + \gamma d)}{5 \gamma b^2 + 24 s \delta} \dots 10.$$

Eine üble Eigenschaft aller Kappenwölbungen ist die wagrechte Belastung der sie aufnehmenden Träger, da diese in seitlicher Richtung nicht viel Widerstand leisten können,

selbst wenn man besondere, theuere Trägerquerschnitte — etwa nach *Gocht*, *Klette* oder *Lindsay* — verwendet.

Die Kappen lassen sich jedoch so bemessen, das die unbelastete im Stande ist, ohne Ueberforderung der zulässigen Beanspruchung einen dem Schube der benachbarten, belasteten Kappe gleichen Widerstand zu leisten, wobei dann auf die Träger keine seitliche Belastung, sondern nur ein geringes Verdrehungsmoment einwirkt. Die Abmessungen solcher Kappen gleichen Schubes sind nach Gleichung 11

bis 20 zu bestimmen, welche zugleich den Fall berücksichtigen, dass Kappe und Uebermauerung verschiedenes Einheitsgewicht haben (siehe Fig. 179 u. 181).

Zu unterscheiden sind noch die beiden Fälle, dass die Kappe überall gleich stark ist oder dass sie so an Stärke zunimmt, dass überall die lothrechte Abmessung der Fugen gleich δ wird.

Für beide Fälle ist (Fig. 181)

$$\delta_1 = \delta (1 + k), \dots \dots \dots 11.$$

und zwar im ersteren Falle

$$k = 8 \left(\frac{d-h}{b} \right)^2, \dots \dots \dots 12.$$

im letzteren Falle

$$k = 16 \left(\frac{d-h}{b} \right)^2 \dots \dots \dots 13.$$

Die Pfeile werden bei diesen Kappen sehr flach. Die Werthe für k folgen für einige der gewöhnlichsten Pfeilverhältnisse $\frac{d-h}{b}$ aus der nachstehenden Zusammenstellung.

$\frac{d-h}{b} =$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{22}$
Kappenstärke bleibt unverändert $k = 8 \left(\frac{d-h}{b} \right)^2$	0,055	0,036	0,025	0,020	0,0165
Kappenstärke wächst $k = 16 \left(\frac{d-h}{b} \right)^2$	0,111	0,072	0,050	0,040	0,033

Ein dem vorliegenden Falle nach Schätzung entsprechender Werth für k ist zunächst anzunehmen; dann ergeben sich die übrigen Abmessungen nach dem aus äußeren Bedingungen von vornherein fest stehenden h , wie folgt:

$$\delta = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{3p}{s(2+k)}}; \dots \dots \dots 14.$$

$$d = h + b \frac{6[\gamma h(2+k) + p(1+2k)] + (\gamma_1 - \gamma)\delta(6+k)(2+k)}{\sqrt{432sp(2+k) - \gamma b(2+k)}}; \dots \dots \dots 15.$$

$$H' = H'' = \frac{\delta s}{2} \dots \dots \dots 16.$$

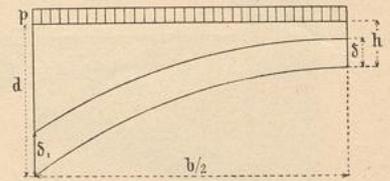
Das Verdrehungsmoment für den Träger ist

$$M_t = \frac{s\delta^2(1+k)}{6} \text{ für die Längeneinheit des Trägers } \dots \dots \dots 17.$$

Das Gewicht der Längeneinheit einer Kappe ist (Fig. 181)

$$G = b \left[\frac{\gamma}{3}(d+2h) + (\gamma_1 - \gamma)\frac{\delta}{2} \left(1 + \frac{k}{3} \right) \right] \dots \dots \dots 18.$$

Fig. 181.



Ist das Einheitsgewicht der Uebermauerung gleich dem der Kappe, also $\gamma = \gamma_1$, so bleiben die obigen Gleichungen bestehen; nur geht Gleichung 15 über in

$$d_{\gamma=\gamma_1} = h + b \frac{6 [\gamma h (2+k) + p (1+2k)]}{\sqrt{432 s p (2+k) - \gamma b (2+k)}} \dots \dots \dots 19.$$

und Gleichung 18 in (Fig. 181)

$$G_{\gamma=\gamma_1} = \frac{\gamma b (d+2h)}{3} \dots \dots \dots 20.$$

Ergibt sich in bestimmtem Falle nach Gleichung 14 ein δ , welches gröfser ist, als das zunächst angenommene h , so ist in den weiteren Formeln δ statt h einzuführen, und die Kappe erhält im Scheitel keine Uebermauerung.

Es ist schliesslich zu prüfen, ob für die berechnete Kappe $\frac{d-h}{b}$, d. h. das Pfeilverhältnifs, mit demjenigen übereinstimmt, welches dem zuerst angenommenen k -Werthe nach Gleichung 12 oder 13 zu Grunde liegt. Ist dies nicht der Fall, so ist die Rechnung mit dem dem berechneten $\frac{d-h}{b}$ nach Gleichung 11 oder 12 entsprechenden k zu wiederholen. Da sich jedoch die Gröfsen δ und d mit erheblichen Abweichungen von k nur langsam ändern, so wird diese Berichtigungsrechnung nur selten erforderlich werden.

Beispiel. In einem Lagerhaufe sollen die Kappen zwischen Eisenträgern so gewölbt werden, dafs letztere keinen Seitenschub erhalten. Die Dicke der Decke soll an den schwächsten Stellen, wegen Dichtigkeit gegen Kälte, mindestens ($h =$) 18 cm betragen. Die Kappen werden in hartem Backstein mit $\gamma_1 = 0,0018$ kg für 1 cbcm und mit Rücksicht auf Stöfse $s = 6$ kg für 1 qcm gewölbt, dann mit Schlackenbeton ($\gamma = 0,00123$ kg für 1 cbcm) überstampft; die Trägertheilung ist ($b =$) 150 cm, die zu tragende Verkehrslast ($p =$) 0,12 kg für 1 qcm.

Es ist zunächst bei Backsteinwölbung gleich bleibende Kappenstärke vorauszusetzen und daher nach der Zusammenstellung zu Gleichung 11 bis 14, bei dem angenommenen Pfeilverhältniffe $\frac{d-h}{b} = \frac{1}{20}$, $k = 0,02$ einzuführen. Es wird dann nach Gleichung 14

$$\delta = \frac{150}{2} \sqrt{\frac{3 \cdot 0,12}{6 \cdot 2,02}} = 12,92 \text{ cm} = \approx 13 \text{ cm},$$

und nach Gleichung 15

$$d = 18 + 150 \frac{6(0,00123 \cdot 18 \cdot 2,02 + 0,12 \cdot 1,04) + (0,0018 - 0,00123) \cdot 12,92 \cdot 6,02 \cdot 2,02}{\sqrt{432 \cdot 6 \cdot 0,12 \cdot 2,02 - 0,00123 \cdot 150 \cdot 2,02}} = 24,72 \text{ cm} = \approx 25 \text{ cm};$$

ferner nach Gleichung 16

$$H' = H'' = \frac{12,92 \cdot 6}{2} = 37,8 \text{ kg für 1 lauf. Centim. Träger},$$

nach Gleichung 17

$$M_t = \frac{6 \cdot 12,92^2 \cdot 1,02}{6} = 170 \text{ cmkg für 1 lauf. Centim. Träger},$$

endlich nach Gleichung 18

$$G = 150 \left[\frac{0,00123}{3} (25 + 2 \cdot 18) + (0,0018 - 0,00123) \frac{13}{2} \left(1 + \frac{0,02}{3} \right) \right] = 4,31 \text{ kg für 1 lauf. Centim. Träger}.$$

Bei diesen Abmessungen wird $\frac{d-h}{b} = \frac{25-18}{150} = \frac{1}{21,4}$; angenommen war $\frac{1}{20}$. Diese Abweichung hat auf k einen so geringen Einfluss, dafs die Berichtigungsrechnung nicht ange stellt zu werden braucht.

Die Stärke ebener Mörtelplatten¹²⁶⁾ mit Drahteinlagen, wie sie in Fig. 182, 183 rechts u. 184 dargestellt sind, kann, wenn man die Spannungsvertheilung in der

92.
Fachausfüllung
mit
Monier- und
Rabitz-Platten.

¹²⁶⁾ Ueber ausgedehnte Belastungsversuche mit Monier-Platten siehe: Deutsche Bauz. 1886, S. 297 — ferner: WAYS, G. A. Das System Monier. Berlin 1887.

Platte als nach Fig. 185¹²⁷⁾ vorgehend anfiert, nach den nachfolgenden Regeln bemessen werden. Es bezeichne q die gefamnte bleibende und bewegliche Auflast der Platte für die Flächeneinheit, γ das Gewicht der Raumeinheit der Platte selbst, s die zulässige Beanspruchung der Flächeneinheit des Plattenquerschnittes auf Druck (bei Cement-Mörtel der Mischung 1 : 3 etwa 16 kg für 1 qcm), s_e die zulässige Zugbeanspruchung auf die Flächeneinheit des Querschnittes der eingelegten Drähte, δ die Plattendicke, b die Theilung der die Platte tragenden Träger,

Fig. 182.

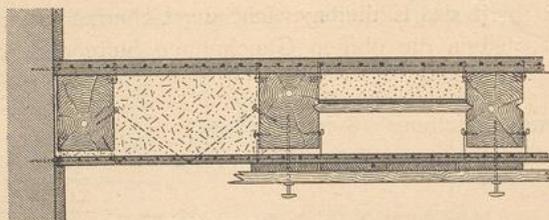


Fig. 183.

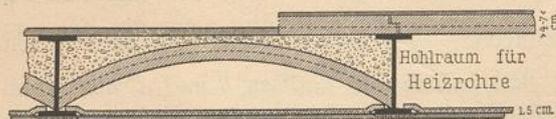
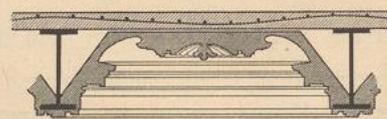


Fig. 184.



d den Durchmesser der eingelegten Drähte, t die Theilung der letzteren (Fig. 185) und a den Abstand der Drahteinlage von der gezogenen Aufsenkante der Platte; alsdann mache man

$$\delta = 0,3 \left[2a + \frac{\gamma b^2}{s} + \sqrt{\left(2a + \frac{\gamma b^2}{s} \right)^2 + \frac{20q \cdot b^2}{3s}} \right] \dots 21.$$

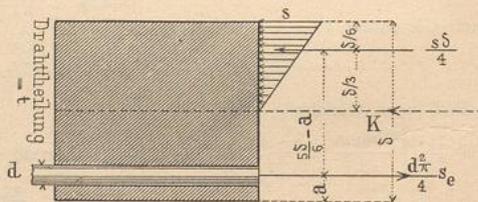
$$d = \sqrt{\frac{t}{\pi} \frac{s}{s_e}} \delta \quad \text{oder} \quad t = \pi \frac{s_e}{s} \frac{d^2}{\delta} \dots 22.$$

Wird noch der Abstand a als Theil der Plattendicke fest gelegt, also $a = \frac{\delta}{m}$ gefetzt, so lautet Gleichung 21:

$$\delta = \frac{1,5 m}{5m - 6} \frac{\gamma b^2}{s} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4}{3} \cdot \frac{5m - 6}{m} \cdot \frac{sq}{\gamma^2 b^2}} \right) \dots 23.$$

Die Formeln liefern für durchlaufende, über den Trägern nicht gestofsene Platten (Fig. 182 u. 184) etwas sicherere Ergebnisse, als für die Platten mit Fugen über den Trägern (Fig. 183 rechts). Man kann daher die zulässigen Beanspruchungen s und s_e für durchlaufende Platten etwas höher annehmen, als für unterbrochene, vorausgesetzt, daß die Drahteinlage nach Fig. 184 gefchlängelt ausgebildet ist.

Fig. 185.



Beispiel. Auf einem Trägerroste von ($b =$) 80 cm Theilung, welcher ($q =$) 0,04 kg auf 1 qcm Grundfläche zu tragen hat, soll eine Platte aus Cement-Mörtel (von der Mischung 1 : 5) des Gewichtes ($\gamma =$) 0,002 kg für 1 cbcm und mit der zulässigen Druckbeanspruchung ($s =$) 8 kg für 1 qcm hergestellt werden, in welcher die Drahteinlage um ($a =$) 1 cm von der Unterkante absteht.

¹²⁷⁾ Vergl.: Centrallbl. d. Bauverw. 1886, S. 462 — ferner eine schärfere Berechnung in: Wochschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1890, S. 209 u. 224.

Nach Gleichung 21 wird

$$\delta = 0,3 \left[2 \cdot 1 + \frac{0,002 \cdot 80^2}{8} + \sqrt{\left(2 \cdot 1 + \frac{0,002 \cdot 80^2}{8} \right)^2 + \frac{20 \cdot 0,04 \cdot 80^2}{3 \cdot 8}} \right] = 5,6 \text{ cm.}$$

Wird für den Draht die Beanspruchung von ($s_e =$) 1000 kg für 1 qcm zugelassen und sollen ($d =$) 0,4 cm starke Drähte zur Verwendung kommen, so ist nach Gleichung 22 die Theilung

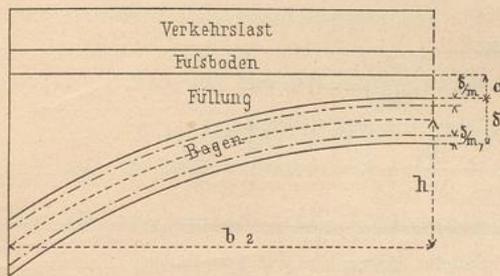
$$t = 3,14 \frac{1000}{8} \frac{0,4^2}{5,6} = 11,2 \text{ cm}$$

weit zu machen. Wäre bestimmt, daß die Drahteinlage sich um den ($m =$) 5,6-ten Theil der Dicke von der Unterkante befinden soll, so würde sich nach Gleichung 23 eben so ergeben haben

$$\delta = 1,5 \frac{5,6 \cdot 0,002 \cdot 80^2}{(5 \cdot 5,6 - 6) \cdot 8} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4(5 \cdot 5,6 - 6) \cdot 8 \cdot 0,04}{3 \cdot 5,6 \cdot (0,002 \cdot 80)^2}} \right] = 5,6 \text{ cm.}$$

Die gebogenen Mörtelplatten für Trägerfäche (Fig. 183) erhalten zweckmäfsig zwei Drahteinlagen, da der Sinn der Biegunsmomente für alle Querschnitte wechseln kann.

Fig. 186.



Die Aufstellung der Regeln für die Stärkenbemessung erfolgt mit Bezug auf Fig. 186. Es bedeute s die zulässige Beanspruchung des Plattenmörtels auf Druck für die Flächeneinheit des Querschnittes, s_e diejenige des Drahtes in den Drahteinlagen, p die Nutzlast für die Flächeneinheit, g das Gewicht eines etwa vorhandenen Fußbodenbelages für die Flächeneinheit, γ das Gewicht der

Raumeinheit der Plattenüberfüllung, γ_1 das Gewicht der Raumeinheit des Plattenmörtels, b die Trägertheilung (Bogenweite), h den Pfeil der Bogenmittellinie, c die Höhe der Bogenüberfüllung im Scheitel, δ die Plattenstärke und $\frac{\delta}{m}$ den Theil der Plattenstärke, welchen die Drahteinlage oben und unten abschneidet; die Plattenstärke folgt alsdann aus

$$\delta = \frac{1}{\frac{8hs}{b^2} - \gamma_1} \left[\frac{q}{2} + \sqrt{\left(\frac{q}{2} \right)^2 + \frac{3,1 m p h \left(\frac{8hs}{b^2} - \gamma_1 \right)}{5m - 6}} \right]; \dots 24.$$

darin ist q aus der Erklärungsgleichung:

$$q = \gamma \left(c + \frac{h}{5} \right) + g + 0,6 p \dots 25.$$

zu bestimmen. Der Drahtdurchmesser d oder die Drahttheilung t der Einlagen folgt aus

$$d = b \sqrt{\frac{m t p}{8,1 (5m - 6) \delta s_e}} \text{ oder } t = \frac{8,1 (5m - 6) \delta s_e}{m p} \left(\frac{d}{b} \right)^2 \dots 26.$$

Der grösste Schub H' , welchen eine voll belastete Bogenplatte leistet, ergibt sich zu

$$H' = \frac{b^2}{8h} \left[\gamma_1 \delta + \gamma \left(c + \frac{h}{5} \right) + g + p \right], \dots 27.$$

und bezeichnet g_1 nach der Erklärungsgleichung

$$g_1 = \gamma_1 \delta + \gamma \left(c + \frac{h}{5} \right) + g, \dots 28.$$

so ergibt sich der größte Gegen Schub H'' , den eine unbelastete Bogenplatte leisten kann, aus

$$H'' = \frac{s \delta^2 (5m - 6) + 3m g_1 b^2}{\delta (5m - 6) + 24 m h} \quad \dots \quad 29.$$

Beispiel. Ein mit ($p =$) 0,05 kg für 1 qcm belasteter Cement-Estrich von 3 cm Dicke wiegt ($g =$) 0,006 kg für 1 qcm und ruht auf einer Sandfüllung mit ($\gamma =$) 0,0016 kg Gewicht für 1 cbcm zwischen Trägern von ($b =$) 150 cm Theilung. Die Sandfüllung ist im Scheitel ($c =$) 8 cm stark; der Pfeil der Bogenplatte beträgt ($h =$) 15 cm; 1 cbcm der Platte wiegt ($\gamma_1 =$) 0,002 kg; die Drahteinlagen sollen aus ($d =$) 0,4 cm dicken Drähten bestehen und um $\frac{\delta}{4}$ ($m = 4$) von den Außenflächen entfernt sein. Die zulässige Beanspruchung des Cement-Mörtels (der Mischung 1 : 3) auf Druck sei ($s =$) 16 kg für 1 qcm, diejenige des Drahtes ($s_e =$) 1100 kg für 1 qcm. Alsdann ist nach Gleichung 25

$$q = 0,0016 \left(8 + \frac{15}{5} \right) + 0,006 + 0,6 \cdot 0,05 = 0,0536 \text{ kg};$$

also nach Gleichung 24

$$\delta = \frac{1}{\frac{8 \cdot 15 \cdot 16}{150^2} - 0,002} \left[\frac{0,0536}{2} + \sqrt{\left(\frac{0,0536}{2} \right)^2 + \frac{3,1 \cdot 4 \cdot 0,05 \cdot 15 \left(\frac{8 \cdot 15 \cdot 16}{150^2} - 0,002 \right)}{5 \cdot 4 - 6}} \right] = 3,2 \text{ cm.}$$

Ferner ist nach Gleichung 26 die Drahttheilung

$$t = \frac{8,1 \cdot (5 \cdot 4 - 6) \cdot 3,2 \cdot 1100}{4 \cdot 0,05} \left(\frac{0,4}{150} \right)^2 = 14,2 \text{ cm.}$$

Der größte Schub der vollen Kappe auf 1 cm Länge wird nach Gleichung 27

$$H' = \frac{150^2}{8 \cdot 15} \left[0,002 \cdot 3,2 + 0,0016 \left(8 + \frac{15}{5} \right) + 0,006 + 0,05 \right] = 15 \text{ kg.}$$

Nach Gleichung 28 wird $g_1 = 0,002 \cdot 3,2 + 0,0016 \left(8 + \frac{15}{5} \right) + 0,006 = 0,03 \text{ kg}$, also nach Gleichung 29 der größtmögliche Gegen Schub der unbelasteten Bogenplatte auf 1 cm Länge

$$H'' = \frac{16 \cdot 3,2^2 (5 \cdot 4 - 6) + 3 \cdot 4 \cdot 0,03 \cdot 150^2}{3,2 (5 \cdot 4 - 6) + 24 \cdot 4 \cdot 15} = 7 \text{ kg.}$$

93.
Fachausfüllung
mit
Tonnenblechen.

Sind die Balkenfache mit Tonnenblechen ausgefüllt (Fig. 187 u. 188), so ist der wagrechte Zug, welcher sich in einem Bleche der vollen Belaftung q , des Pfeiles f (Fig. 188) und der Weite (Trägertheilung) b entwickelt, $H' = \frac{q b^2}{8 f}$, während

der Gegenzug des nur mit der Eigenlast g für die Einheit belasteten Nachbarbleches $H'' = \frac{g b^2}{8 F}$ beträgt. Nach

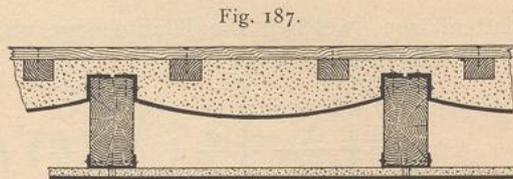
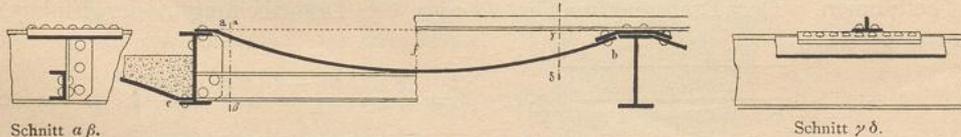


Fig. 187.

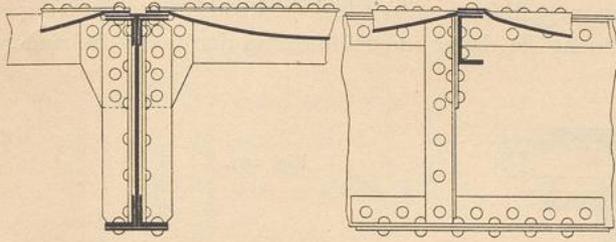
H' könnte man nun das Blech der Dicke nach bemessen; jedoch ergeben sich so selbst bei flachen Pfeilen zu geringe Stärken. Die Bleche wurden früher mindestens

Fig. 188.



8 mm stark gemacht; nachdem durch die Verzinkung ein guter Schutz gegen Rosten geschaffen ist, geht man bis zu 4 mm herunter. Die übrigen Abmessungen der Bleche sind ziemlich beliebig; jedoch geht man in der Gröfse der einzelnen Bleche nicht gern über 4 qm hinaus; schmale und dünne Bleche sind erheblich kleiner. Werden die Bleche, was in der Regel geschieht, mit Beton überstampft, so kann man dessen Druckfestigkeit zum Ausgleich des wagrechten Zuges der Platte ausnutzen, so dafs

Fig. 189.



ein solcher nie von einem Trägerfache auf das benachbarte übertragen wird.

Die Vernietung erfolgt nach den in Theil III, Band I (Abth. I, Abfchn. 3, Kap. 2) dieses »Handbuches« gegebenen Regeln, und zwar ist der Nietberechnung für die

Längeneinheit des Bleches bei der Befestigung nach Fig. 188 bei *a* die Kraft *H'*, bei Befestigung nach Fig. 188 bei *b* die Kraft $\sqrt{H'^2 + \frac{q^2 b^2}{4}}$ zu Grunde zu legen.

Wenn die Balkenfache mit Buckelplatten überdeckt sind (siehe Fig. 189), so sind für die Stärkenabmessungen letzterer einfache Berechnungen wenig zuverlässig; man bestimmt ihre Tragfähigkeit am sichersten nach den Versuchsergebnissen, welche in der nachfolgenden Zusammenstellung angeführt sind. Die Randvernietung kann schwächer sein, als bei den Tonnenblechen.

94.
Fachausfüllung
mit
Buckelplatten.

Buckel-Platten von der Dillinger Hütte zu Dillingen a. d. Saar.

L = Länge, *B* = Breite der Platte, *b* = Breite des geraden Randes, *h* = Pfeil des Buckels (in Millim.), *G* das Gewicht (in Kilogr.).

Nr.	<i>B</i>	<i>L</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>G</i> = Gewicht für 1 Stück bei einer Blechstärke von									
					6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10 mm	
1	1490	1490	78	130	104	112,5	121,5	130	139	147,5	156,5	165,5	173,5	
2	1140	1140	40	85	61	66	71	76	81	86	91	96	101	
3	1098	1098	40	75	56,5	61	66	70,5	76	81	85	90	94	
4	1098	1098	78	78	56,5	61	66	70,5	76	81	85	90	94	
5	1000	1000	60	72	47	51	54,5	58,5	62,5	66,5	70,5	74	78	
6	750	750	60	45	26,5	28,5	30,5	33	35	37	39,5	41,5	44	
7	500	500	60	27	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	
8	1630	1270	80	130	96,5	105	113	121,5	129,5	137,5	145,5	153,5	161,5	
9	1100	770	55	80	39,5	43	46	49,5	53	56,5	59,5	63	76	
10	1265	1265	80	100	75	81	87,5	94	100	106,5	112,5	118,5	124,5	

Millim.

Kilogr.

Bezeichnet *P* die zulässige gleichförmig verteilte Belastung von Buckelplatten von 0,9 bis 1,0 m frei tragender Länge für 1 qm, *G* das Gewicht für 1 qm und *d* die Blechdicke, so ergeben sich die folgenden Zahlenbeziehungen:

<i>d</i>	<i>G</i>	<i>P</i>	<i>d</i>	<i>G</i>	<i>P</i>
2	14,8	560	5,0	38,6	3400
2,5	19,0	730	6,0	46,8	4900
3,0	23,2	1160	7,0	55,0	6300
4,0	31,0	2000	8,0	63,2	7700

Millim.

Kilogr.

Millim.

Kilogr.

Preis der Buckelplatten etwa 280 Mark für 1000 kg einchl. Verlegen.

95.
Fachausfüllung
mit
Wellblech.

Das Wellblech überdeckt schmale Räume ohne Träger (Fig. 190); über breiteren werden die Tafeln auf allen Trägern gestopfen. Das Blech wirkt also stets als Träger auf zwei Stützen, und die Berechnung ist daher mit Hilfe der in den neben stehenden Tabellen ange-

gegebenen Widerstandsmomente

$$(W = \frac{F^{128}}{e})$$

leicht durchzuführen. Die gebräuchlichen Abmessungen der Blechtafeln gehen aus den Bemerkungen zu den Tabellen hervor.

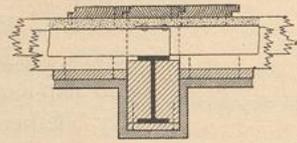
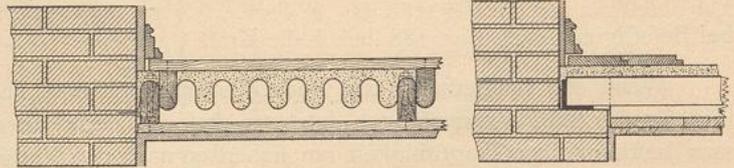


Fig. 190.



Da, wo das Widerstandsmoment einer Blechforte nur für $d = 1 \text{ mm}$ angegeben ist, erhält man die Widerstandsmomente anderer Blechstärken durch Veränderung der angegebenen Momentenzahl nach dem Verhältnisse der Blechstärke.

Die Längen der Tafeln werden in der Regel bis $4,0 \text{ m}$ und die Breiten bis $1,0 \text{ m}$ geliefert.

Die Tabellen zeigen, dass die Widerstandsmomente, welche größer als 92 sind, lediglich in Trägerwellblechen (siehe S. 106) erreicht werden und dass man also in einem solchen Falle zur Verwendung dieser gezwungen ist.

In Fällen, wo das erforderliche Widerstandsmoment kleiner als 90 ist, sind vergleichende Rechnungen zwischen beiden Arten zu empfehlen, da das flache Wellblech bei kleinerem Widerstandsmoment zugleich erheblich geringeres Gewicht hat, und daher unter Umständen das leichtere Ergebnis liefern kann.

Für beliebige flach gewellte Bleche ergibt sich das Trägheitsmoment für die wagrechte Mittelaxe und eine Wellenbreite b nach der Formel (Fig. 191)

$$J = \frac{64}{105} (b_1 h_1^3 - b_2 h_2^3), \dots 30.$$

für welche die Maße b_1, b_2, h_1 und h_2 durch Auftragen einer Viertelwelle in großem Maßstabe oder auch durch Berechnung leicht zu ermitteln sind.

96.
Fachausfüllung
mit
Wellblech-
bogen.

Werden die Balkenfache mit Wellblechbogen oder fog. bombirtem Wellblech ausgefüllt (siehe Fig. 192 rechts u. Fig. 193), so sind die Abmessungen, Gewichte und Widerstandsmomente der Wellbleche den Tabellen auf S. 106 zu entnehmen.

Es bezeichne mit Bezug auf Fig. 194: b die Bogenweite (Trägertheilung), h den Pfeil der Bogenmittellinie, g das Ge-

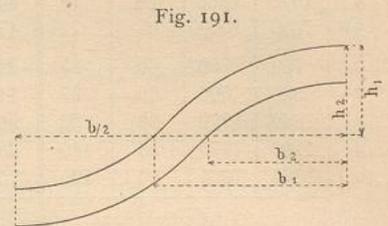


Fig. 191.

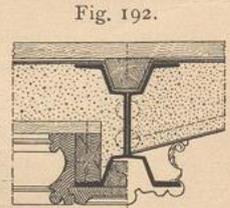


Fig. 192.

128) Siehe Theil I, Band 1, zweite Hälfte (Art. 299, S. 263; 2. Aufl. Art. 89, S. 66) dieses Handbuchs.

Dillinger Hütte zu Dillingen a. d. Saar.

h	b	d	B	L	G	W	Freitragende Länge (in Met.)				
							1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
45	150	2,0	1,05	3,0	18,5	19	114,0	597	285	182	127
75	230	3,0	0,92	3,0	29	52	3120	1387	780	499	347
75	230	3,5	0,92	3,0	34	60	3600	1690	900	576	400
75	230	4,0	0,92	3,0	39	67	4020	1787	1005	643	447
75	230	4,5	0,92	3,0	44	73	4380	1947	1095	701	487
75	230	5,0	0,92	3,0	49	80	4800	2133	1200	768	533
75	230	5,5	0,92	3,0	54	86	5160	2293	1290	826	573
75	230	6,0	0,92	3,0	59	92	5520	2453	1380	883	613

Kilogr.

Preis des Wellbleches, einchl. Verlegen, etwa 290 Mark für 1000 kg.

L. Fr. Buderus, Germania bei Neuwied.

Nr.	h	b	d	G für 1 mm Dicke	L bis
Z	12	40	0,5-0,875	11	3,1
X	25	75	0,6-1,0	10,1	
A	27	85	0,8-1,5	9,5	
B	29	122	0,8-1,75	8,8	
C	35	137	0,8-1,75	9,1	
D	40	150	0,8-2	9,2	
E	75	290	3-5	9,9	

Met. Kilogr.

b Breite, h Höhe einer Welle, d Dicke des Bleches (in Millim.); B und L Breite und Länge (in Met.), bis zu welcher die Bleche geliefert werden; G Gewicht (in Kilogr.) für 1 m; W Widerstandsmoment (bezogen auf Centim.) für 1 m Breite; größte Beanspruchung des Eisens 750 kg für 1 qcm. (In einigen Tabellen ist W für die Breite b einer Welle angegeben, was im Kopf der betreffenden Tabelle besonders bemerkt ist.)

a) Flache Wellbleche.

Hein, Lehmann & Co. zu Berlin. In den Dicken von 1 bis 20 der deutschen Lehre.

Nr.	h	b	G für 1 qm bei 1 mm Stärke	W bei 1 m Breite und 1 mm Stärke
2 1/2	10	25	100	7,5
3	10	30	100	9,5
3 1/2	10	35	100	10,4
4	10	40	100	11,1
4 1/2	10	45	100	11,5
5	10	50	100	12
5 1/2	10	55	100	12,5
6	10	60	100	13
6 1/2	10	65	100	13,5
7	10	70	100	14
7 1/2	10	75	100	14,5
8	10	80	100	15
8 1/2	10	85	100	15,5
9	10	90	100	16
9 1/2	10	95	100	16,5
10	10	100	100	17
10 1/2	10	105	100	17,5
11	10	110	100	18
11 1/2	10	115	100	18,5
12	10	120	100	19
12 1/2	10	125	100	19,5
13	10	130	100	20
13 1/2	10	135	100	20,5
14	10	140	100	21

Met. Kilogr.

Jacob Hegers zu Rheinbrohl.

d	G für 1 qm gedeckte Fläche, einchl. Ueberdeckungen				
	Profil I. b=180 mm h=25 * * *	Profil II. b=135 mm h=30 * * *	Profil III. b=150 mm h=40 * * *	Profil IV. b=150 mm h=45 * * *	Profil V. b=160 mm h=25 * * *
15	14,6	14,8	15,7	16,6	16,4
16	13,4	13,6	14,5	15,2	15,0
17	12,2	12,3	13,1	13,8	13,6
18	11,0	11,1	11,9	12,4	12,3
19	1,00	9,9	10,5	11,0	10,9
20	0,88	8,6	9,2	9,7	9,6
21	0,75	7,4	7,9	8,3	8,2

Millim. Kilogr.

Breeß & Co. zu Berlin.

L bis 4 m.

Nr.	h	b	d	G	W
A	200	80	4	68	0,45
B	180	70	2	32	0,55
C	180	50	1	16	
D	150	45	1	9	
E	90	25	1	10	
F	90	25	1	10	

Met. Kilogr. Millim. Kilogr. Met.

L. Fr. Buderus, Germania b. Neuwied.

3) Trägerwellbleche.

Hein, Lehmann & Co. zu Berlin.

Nr.	h	b	G für 1 qm bei 1 mm Stärke ca.	W für 1 m Breite bei 1 mm Stärke	Nr.	h	b	d	G für 1 qm bei 1 mm Stärke	W für 1 m Breite = 10 Wellen bei 1 mm Stärke
1	15	40	10,7	5,1	5a	50	100	1-2	12,5	17
2	20	40	12,6	7,6	6	60	100	1-2	14,1	25,2
3	15	50	9,8	4,7	7	70	100	1-3	15,7	33
4	25	50	12,6	9,8	8	80	100	1-5	17,3	40,5
5	30	60	12,6	11,7	9	90	100	1-5	18,9	48,4
					10	100	100	2-5	20,5	56,5
					11	110	100	2-5	22,1	68

Nr.	h	b	d	G für 1 qm bei 1 mm Stärke	W für 1 m Stärke und die Breite b
0	45	90	1-1 1/2	12	1,550
I	50	90	"	13	1,885
II	55	90	"	14	2,105
III	60	90	"	15	2,440
VII	60	100	1-3	14,25	2,617
VIII	65	100	"	15	2,980
IX	70	100	2-3	15,8	3,330
X	75	100	"	16,6	3,600
XI	80	100	"	17,5	4,050
XVI	80	120	2-5	14,64	4,461
XVII	90	120	"	16,55	5,385
XVIII	100	120	"	17,50	6,383

Jacob Hilgers zu Rheinbrohl.

Nr. der deutschen Blechleche	d	Gewicht für 1 qm ohne Ueberdeckung						
		Profil O. b = 90 mm h = 45 "	Profil A. b = 90 mm h = 50 "	Profil B. b = 90 mm h = 60 "	Profil C. b = 90 mm h = 70 "	Profil D. b = 100 mm h = 80 "	Profil E. b = 100 mm h = 90 "	Profil F. b = 100 mm h = 100 "
		5	16	19				
4	48	52	60	68	72	76	84	
3	36	39	45	51	54	57	63	
2	24	26	30	34	36	38	42	
1	12	13	15	17	18	19	21	

A. Kammerich & Co. zu Berlin.

Nr.	h	b	d	G	W für 1 m Breite	Nr.	h	b	d	G	W für 1 m Breite
1	10	20	0,5	6	1,850	19	80	100	1	17	40,500
2	15	30	1	12	5,533	20	80	100	1,5	25,5	60,400
3	20	30	1	13,5	8,800	21	80	100	2	34	80,000
4	25	40	1	13,8	10,700	22	80	100	2,5	42,5	99,600
5	30	40	1	15	14,350	23	80	100	3	51	118,600
6	45	90	1	12	17,267	24	80	100	4	68	156,500
7	45	90	1,5	18	25,633	25	90	100	2	37	96,500
8	45	90	2	24	33,844	26	90	100	2,5	46	120,630
9	50	90	1	13	20,844	27	90	100	3	55,5	144,040
10	50	90	1,5	19,5	30,389	28	90	100	4	74	190,200
11	50	90	2	26	40,355	29	100	100	2	40	115,220
12	60	90	1	15	27,166	30	100	100	3	60	171,000
13	60	90	1,5	22,5	40,533	31	100	100	4	80	225,800
14	60	90	2	30	53,610	32	100	100	5	100	279,800
15	70	90	1	16	34,777	33	100	130	2	33	98,333
16	70	90	1,5	24	51,888	34	100	130	3	49,5	146,169
17	70	90	2	32	68,722	35	100	130	4	66	193,161
18	70	90	2,5	40	85,366	36	100	130	5	82,5	239,400

Pfeiffer & Druckenmüller zu Berlin.

Nr.	h	b	d	G	W für 1 m Breite	Nr.	h	b	d	G	W für 1 m Breite
DE 8	70	90	2	32	68,000	E 4	60	90	1	15	26,000
" 6	70	90	1,5	24	51,300	F 4	50	90	1	13	21,000
" 4	70	90	1	16	34,300	G 4	45	90	1	12	17,000
E 8	60	90	2	30	53,000	" 3	45	90	0,75	9-10	12,750
" 6	60	90	1,5	23	36,900						
1	50	100	1	12	17,000	18	80	100	3	52	120,000
2	60	100	1	14	25,200	19	90	100	3	55	144,000
3	70	100	1	16	33,600	20	120	100	2	47	152,500
4	60	100	1 1/2	21	37,800	21	80	100	4	71	160,000
5	80	100	1	17	40,800	22	100	100	3	61	169,200
6	90	100	1	18	48,000	23	90	100	4	76	182,000
7	60	100	2	29	50,400	24	140	100	2	52	199,600
8	70	100	1 1/2	23,5	50,500	25	80	100	5	90	200,000
9	100	100	1	20	56,400	26	100	100	4	81	225,800
10	80	100	1 1/2	25,5	60,000	27	120	100	3	70	228,800
11	70	100	2	31	67,000	28	90	100	5	96	230,000
12	90	100	1 1/2	28	72,000	29	100	100	5	101	282,000
13	80	100	2	35	80,000	30	140	100	3	78	299,400
14	100	100	1 1/2	30	84,000	31	120	100	4	94	305,000
15	90	100	2	38	96,000	32	120	100	5	118	381,000
16	70	100	3	48	101,100	33	140	100	4	106	399,200
17	100	100	2	40	112,800	34	140	100	5	133	499,000

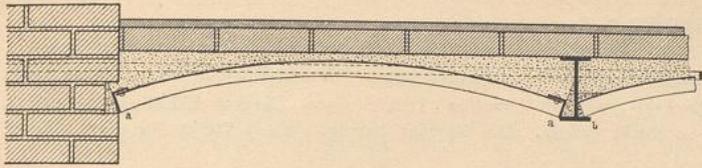
L. Bernhard & Co. zu Berlin.

Nr.	h	b	d	G	W für 1 m Breite	Nr.	h	b	d	G	W für 1 m Breite
1	20	30	1	13,4	7,800	17	100	120	2	33	98,208
2	30	44	1	13,9	12,181	18	101	120	3	50	146,550
3	50	90	1	12,5	19,355	19	102	120	4	67	194,258
4	50,5	90	1,5	18,7	28,989	20	103	120	5	84	241,600
5	60	90	1	14	25,966	21	120	140	3	50	176,986
6	60,5	90	1,5	21,1	39,289	22	121	140	4	63	235,393
7	61	90	2	28,4	51,333	23	122	140	5	84,7	292,985
8	70	90	1	15,6	33,344	24	123	140	6	102,5	350,085
9	72	90	2	31,6	66,111	25	150	160	3	54,2	297,569
10	71	90	3	48	98,378	26	151	160	4	72,6	315,556
11	80	100	1	16	39,070	27	152	160	5	91,2	393,075
12	81	100	2	32,4	77,410	28	153	160	6	109	470,000
13	82	100	3	49	114,910	29	200	200	3	57,4	338,449
14	90	100	2	35	92,210	30	201	200	4	77	443,215
15	91	100	3	53	137,110	31	202	200	5	96,5	554,935
16	92	100	4	71	182,400	32	203	200	6	116,3	664,045

Breeß & Co. zu Berlin.

Nr.	h	b	d	G	W für 1 m Breite	Nr.	h	b	d	G	W für 1 m Breite
1	100	130	4	66	244,00	2	80	110	1	16	40,14
"	100	130	3	49	183,00	3	70	90	2	34	60,68
"	100	130	2	33	122,00	"	70	90	1,5	25,5	45,49
1a	100	100	3	61	169,20	"	70	90	1	17	30,30
"	100	100	2	40	112,80	4	60	90	2	30	47,71
1b	90	100	2	37	96,80	"	60	90	1,5	22,5	35,67
"	90	100	1,5	27,5	73,00	"	60	90	1	15	23,61
2	80	110	4	63	160,56	5	50	90	1	13	17,61
"	80	110	3	47	120,42	6	45	90	1	12	14,87
"	80	110	2	32	80,32	7	30	90	1	15,5	6,02
"	80	110	1,5	24	60,26	8	20	90	1	14,5	2,74

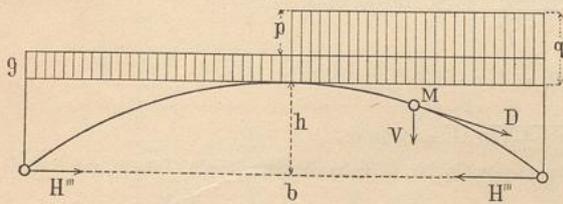
Fig. 193.



wicht des Bleches, der Ueberfüllung und des Fußbodens für die Flächeneinheit, p die Nutzlast für die Flächeneinheit, $q = p + g$ die Gesamtlast für die

Flächeneinheit, M das ungünstigste Biegemoment bei einseitiger Belastung, H' den wagrechten Bogen Schub bei voller Belastung, H'' den größtmöglichen Gegenschub des unbelasteten Bogens, H''' den

Fig. 194.



von der ungünstigsten einseitigen Belastung erzeugten Bogen Schub, V die lothrechte Scherkraft im Querschnitte des größten Biegemomentes bei ungünstigster einseitiger Belastung, D den winkelrechten Druck auf den Querschnitt des größten Biegemomentes

bei ungünstigster einseitiger Belastung und s die zulässige grösste Beanspruchung auf 1 qcm des Blechquerschnittes. Alsdann ist

$$H' = \frac{q b^2}{8 h}; \dots \dots \dots 31.$$

$$M = 0,01615 p b^2; \dots \dots \dots 32.$$

$$H''' = \frac{(g + 0,6 p) b^2}{8 h}; \dots \dots \dots 33.$$

$$V = (0,2676 g + 0,16 p) b; \dots \dots \dots 34.$$

$$D = \sqrt{H'''^2 + V^2}; \dots \dots \dots 35.$$

$$H'' = \frac{s + \frac{g b^2}{8} \cdot \frac{e}{\mathcal{F}}}{\frac{1}{F} + h \frac{e}{\mathcal{F}}}. \dots \dots \dots 36.$$

In diesen Gleichungen bedeutet F den Querschnitt des Bleches und $\frac{\mathcal{F}}{e} = W$ das Widerstandsmoment des Querschnittes, welche aus den Tabellen auf S. 105 u. 106 zu entnehmen oder aus Gleichung 30 durch Division von \mathcal{F} mit der halben Blechhöhe zu berechnen ist.

Die grösste im Bleche vorkommende Beanspruchung ist

$$\sigma_1 = \frac{M e}{\mathcal{F}} + \frac{D}{F} \text{ (Druck)} \dots \dots \dots 37.$$

$$\sigma_2 = \frac{M e}{\mathcal{F}} - \frac{D}{F} \text{ (Zug)} \dots \dots \dots 38.$$

Wird der Wellblechbogen, wie zu empfehlen, mit magerem Beton überstampft, so kann man als Gegenschub des unbelasteten Bogens die Summe der Werthe annehmen, welche sich aus Gleichung 5 u. 36 für die vorliegenden Maße und zulässigen Beanspruchungen ergeben; jedoch darf selbstverständlich auch hier der Gegenschub

des unbelasteten Bogens höchstens gleich dem Schube H' (Gleichung 31) des belasteten Bogens gesetzt werden.

Beispiel. Ein ($b =$) 3,0 m weiter Bogen von ($h =$) 0,25 m Pfeil ist mit magerem Backstein-Beton durchschnittlich 0,23 m hoch überschüttet und trägt 0,025 m Cement-Estrich. Der erstere wiegt 1600 kg, der letztere 2500 kg für 1 cbm; also ist $g = 0,23 \cdot 1600 + 0,025 \cdot 2500 = 431$ kg, und mit dem Gewichte des Bleches wird $g = 450$ kg gesetzt. Die Nutzlast beträgt ($p =$) 700 kg für 1 qm. Es ist dann nach Gleichung 31

$$H' = \frac{(700 + 450) 3^2}{8 \cdot 0,25} = 5175 \text{ kg};$$

nach Gleichung 32

$$M = 0,01615 \cdot 700 \cdot 3^2 = 101,75 \text{ mkg};$$

ferner nach Gleichung 33

$$H''' = \frac{(450 + 0,6 \cdot 700) 3^2}{8 \cdot 0,25} = 3915 \text{ kg};$$

weiter nach Gleichung 34

$$V = (0,2676 \cdot 450 + 0,16 \cdot 700) 3 = 696 \text{ kg};$$

endlich nach Gleichung 35

$$D = \sqrt{696^2 + 3915^2} = 3976 \text{ kg}.$$

Wird nun Trägerwellblech von *Hein, Lehmann & Co.* Nr. 6 (siehe die betreffende Tabelle auf S. 106) unterfucht, so ist für dieses bei 1 mm Stärke für Meter als Einheit $\frac{\gamma}{\epsilon} = W = \frac{25,2}{100 \cdot 100 \cdot 100} = 0,0000252$. Der Querschnitt für 1 m Breite ergibt sich bei dem Eisengewichte von 7800 kg für 1 cbm aus dem Blechgewichte von 14,1 kg für 1 qm mit $\frac{14,1}{7800} = 0,0018$ qm.

Nach Gleichung 37 ist demnach der größte Druck

$$\sigma_1 = \frac{101,75}{0,0000252} + \frac{3976}{0,0018} = 6247200 \text{ kg auf 1 qm},$$

und nach Gleichung 38 der größte Zug

$$\sigma_2 = \frac{101,75}{0,0000252} - \frac{3976}{0,0018} = 1828200 \text{ kg auf 1 qm}.$$

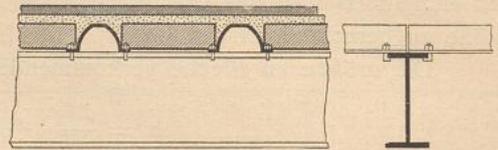
Wegen der starken Spannungsschwankung in einer und derselben Fafer ist das Blech trotz der niedrigen Beanspruchung nicht als zu stark zu bezeichnen. Der größtmögliche Gegenschub des Blechbogens ist nach Gleichung 36

$$H'' = \frac{7000000 + \frac{450 \cdot 3^2}{8 \cdot 0,0000252}}{\frac{1}{0,0018} + \frac{0,25}{0,0000252}} = 2490 \text{ kg für 1 m Länge}.$$

97.
Fachausfüllung
mit
Belageisen.

Sollen die Balkenfache mit Belageisen ausgefüllt werden (Fig. 195), so werden letztere zweckmäÙig auf allen Trägern gestofsen, damit aus der Continuität nicht Ueberlastungen einzelner Träger entstehen. Will man jedoch die Vortheile der Continuität für die Belageisen ausnutzen, so muß man die Träger den vergrößerten Auflagerdrücken des continuirlichen Belageisens entsprechend bemessen. In der Regel ist es also nur nöthig, das Gewicht der Ueberfüllung genau zu ermitteln und nach diesem, so wie der Nutzlast die Belageisen als Träger auf zwei Stützen zu berechnen. Für die Zwecke des Hochbaues wird es in fast allen Fällen genügen, zur Deckung der Zwischenräume zwischen den Belageisen quer oder höchstens lang gelegte Flachziegel zu verwenden. Sicherer ist die Ausfüllung mit Beton, wobei man jedoch zum Einbringen kleiner Schalungen zwischen den Belageisen bedarf.

Fig. 195.



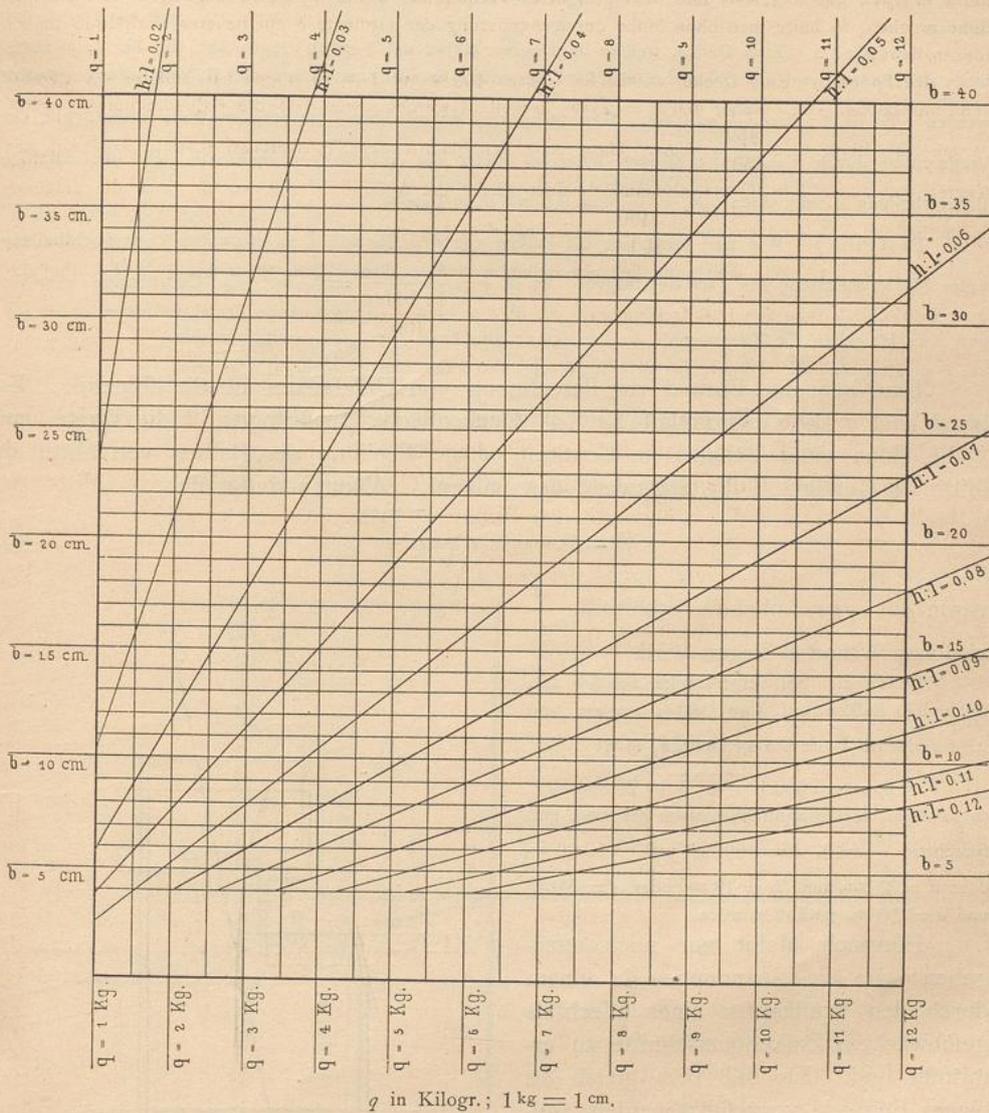
3) Querschnittsermittlung für Balken und Träger.

Holzbalken haben ausschließlich rechteckigen Querschnitt, und zwar — mit Rücksicht auf vorteilhafteste Gewinnung aus dem runden Stamme — des Seitenverhältnisses 5 : 7¹²⁹⁾.

98.
Hölzerne
Balken.

Die Berechnung¹³⁰⁾ erfolgt etwas zu sicher für die grösste Stützweite jedes

Fig. 196.



Balkens bei 80 kg zulässiger Beanspruchung als Träger auf zwei Stützen. Alle hierher gehörenden Berechnungen können durch Benutzung der Auftragung in Fig. 196 um-

¹²⁹⁾ Siehe Theil III, Band 1 (Art. 156, S. 110; 2. Aufl.: Art. 15, S. 114) dieses »Handbuches«.

¹³⁰⁾ Angaben über die Eigengewichte hölzerner Balken finden sich in einer Tabelle in Theil I, Band 1, zweite Hälfte (S. 318; 2. Aufl.: S. 17) dieses »Handbuches«.

Die Decke hat 400 kg zu tragen und 0,75 m Balkenheilung; also ist $q = 3 \text{ kg}$ und bei $b = 15 \text{ cm}$, $l = 5,45 \text{ m}$ ergibt die Auftragung in Fig. 196 $h : l = 0,043$, also $h = 0,043 \cdot 545 = 23,5 = \text{rund } 24 \text{ cm}$. Der Wechsel soll aus einem Abchnitte desselben Holzes hergestellt werden. Die Last, welche er vom Balken in seiner Mitte erhält, ist $545 \cdot 3 \cdot \frac{1}{2} = \text{rund } 820 \text{ kg}$; seine Stützweite von Balkenmitte bis Balkenmitte beträgt $2 \cdot 75 = 150 \text{ cm}$, folglich das Angriffsmoment $M = \frac{820}{2} \cdot \frac{150}{2} = 30750 \text{ cmkg}$.

Der Brutzapfen im Wechsel wird nach Fig. 197 ausgeführt. Vom bleibenden Querschnitte ist zuerst der Schwerpunkt zu suchen. Dieser steht ab

von der Unterkante:
$$\frac{11 \cdot 6 \cdot 21 + 8 \cdot 6 \cdot 15 + 12 \cdot 15 \cdot 6}{11 \cdot 6 + 8 \cdot 6 + 12 \cdot 15} = 10,8 \text{ cm};$$

von der rechten Kante:
$$\frac{11 \cdot 6 \cdot 5,5 + 8 \cdot 6 \cdot 4 + 12 \cdot 15 \cdot 7,5}{11 \cdot 6 + 8 \cdot 6 + 12 \cdot 15} = 6,5 \text{ cm}.$$

Demnach ist das Trägheitsmoment für die wagrechte Schwerpunktsaxe

$$J = 11 \frac{13,2^3 - 7,2^3}{3} + 8 \frac{7,2^3 - 1,2^3}{3} + 15 \frac{1,2^3 + 10,8^3}{3} = 14360;$$

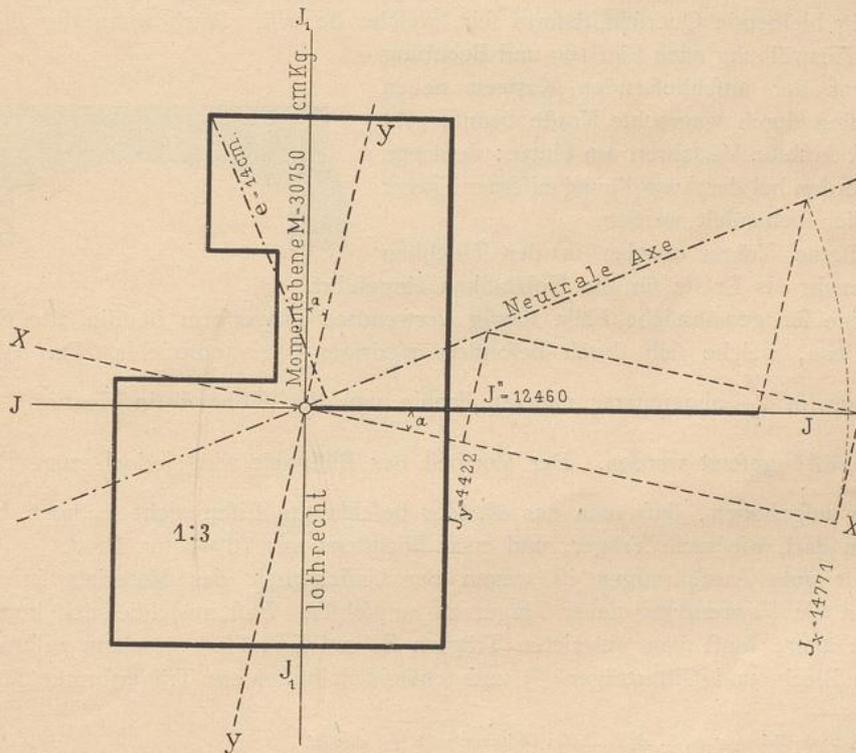
für die lothrechte Schwerpunktsaxe

$$J_1 = 12 \frac{6,5^3 + 8,5^3}{3} + 6 \frac{1,5^3 + 6,5^3 + 4,5^3 + 6,5^3}{3} = 4842.$$

Das Centrifugalmoment $H^{132)}$ ist

$$H = 13,2 \cdot 6,5 \cdot 3,25 \cdot 6,6 - 6 \cdot 4,5 \cdot 2,25 \cdot 10,2 - 6 \cdot 1,5 \cdot 4,2 \cdot \frac{1,5}{2} - 1,2 \cdot 8,5 \cdot 4,25 \cdot \frac{1,2}{2} + 15 \cdot 10,8 \cdot 1,0 \cdot 5,4 = + 2044.$$

Fig. 198.



132) Vergl. Theil I, Band 1, zweite Hälfte (S. 269; 2. Aufl.: S. 39) dieses Handbuchs.

Demnach folgt der Winkel α , welchen die erste Trägheitshauptaxe X mit der Axe \mathcal{Y} bildet¹³³⁾ aus

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 \cdot 2044}{4842 - 14360} = \frac{2H}{\mathcal{Y}_1 - \mathcal{Y}}$$

Daraus ergibt sich $\alpha = -11^\circ 37' 21''$, ferner

$$\sin 2\alpha = -0,3946, \quad \sin^2 \alpha = 0,0406, \quad \cos^2 \alpha = 0,9594,$$

und schliesslich¹³⁴⁾

$$\mathcal{Y}_x = \mathcal{Y} \cos^2 \alpha + \mathcal{Y}_1 \sin^2 \alpha - H \sin 2\alpha = 14360 \cdot 0,9594 + 4842 \cdot 0,0406 + 2044 \cdot 0,3946 = 14771,$$

$$\mathcal{Y}_y = \mathcal{Y} \sin^2 \alpha + \mathcal{Y}_1 \cos^2 \alpha + H \sin 2\alpha = 14360 \cdot 0,0406 + 4842 \cdot 0,9594 + 2044 \cdot 0,3946 = 4422.$$

In Fig. 198 ist auf Grund dieser Werthe die Berechnung der grössten Spannung der gefährdetsten Ecke am Bruftzapfen durchgeführt.

Die neutrale Axe ergibt sich, wenn man die Ebene \mathcal{Y} (Fig. 198) (hier wagrecht) mit dem Winkel α gegen die X -Axe fest legt, um den die Momentebene (hier lothrecht) von der Y -Axe absteht, dann vom Schwerpunkte aus $\mathcal{Y}_x = 14771$ und $\mathcal{Y}_y = 4422$ in irgend einem Mafsstabe auf der X -Axe absetzt und in beiden Punkten die Winkelrechte zur X -Axe zieht. Trägt man dann den Abschnitt auf der Winkelrechten in \mathcal{Y}_x im Winkel α auf der Winkelrechten in \mathcal{Y}_y auf und verbindet diesen Punkt mit dem Schwerpunkte, so erhält man die neutrale Axe.

Man bestimme nun den Abstand e des am entferntesten von der neutralen Axe liegenden Punktes (Fig. 198), hier $e = 14$ cm, übertrage \mathcal{Y}_x auf die neutrale Axe und ziehe von da die Winkelrechte zur X -Axe; diese schneidet auf der den Winkel α mit der X -Axe einschliessenden Geraden \mathcal{Y} dann einen Werth \mathcal{Y}'' (hier $\mathcal{Y}'' = 12460$) ab, welcher mit e und M die ungünstigste Spannung nach der Gleichung

$$\sigma = \frac{M e}{\mathcal{Y}} = \frac{30750 \cdot 14}{12460} = 34,5 \text{ kg} \dots \dots \dots 40.$$

ergiebt. Der Wechsel ist also trotz der Schwächung reichlich stark. Hierbei ist das Verdrehungsmoment, welches sich aus der Lagerung des Balkenendes ausserhalb des Schwerpunktes ergibt, vernachlässigt.

Nach diesem Verfahren lassen sich alle geschwächten Balken behandeln, mag die übrig bleibende Querschnittsform fein, welche sie will. Auch wenn der Balken bei der Auswölbung nach Fig. 199 und Belastung nur einer der anschliessenden Kappen neben den Laften durch wagrechte Kräfte beansprucht wird, ist dasselbe Verfahren am Platze; derartige Fälle werden bei der Auswölbung eiserner Träger ausführlich behandelt werden.

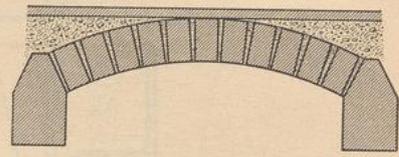


Fig. 199.

99.
Eiserne
Träger.

Eiserne Träger werden in den Hochbau immer mehr als Ersatz für die Holzbalken eingeführt.

Eine für gewöhnliche Fälle häufig verwendete Trägerform ist die alte Eisenbahnchiene, welche sich durch besonders niedrigen Preis empfiehlt. Das Widerstandsmoment $\frac{\mathcal{Y}}{e}$ abgenutzter neuerer Profile von der Höhe h (in Centim.) kann

$\frac{\mathcal{Y}}{e} = 0,06 h^3$ gesetzt werden. Der Vortheil der Billigkeit wird jedoch zum Theile dadurch aufgehoben, dass man das oft sehr beschädigte Eisen nicht so hoch beanspruchen darf, wie neue Träger, und zwar höchstens mit 700 kg für 1 qcm.

Für gute Ausführungen ist wegen der Unsicherheit des Materials in alten Schienen die Verwendung neuer Träger zu empfehlen. Fast ausschliesslich kommen hier **I**-Träger, fonsft von gewalzten Trägern **Z**- und **E**-Profile¹³⁵⁾, dann zusammenge-setzte Blech- und Gitterträger¹³⁶⁾ und schliesslich besondere Trägerformen für be-

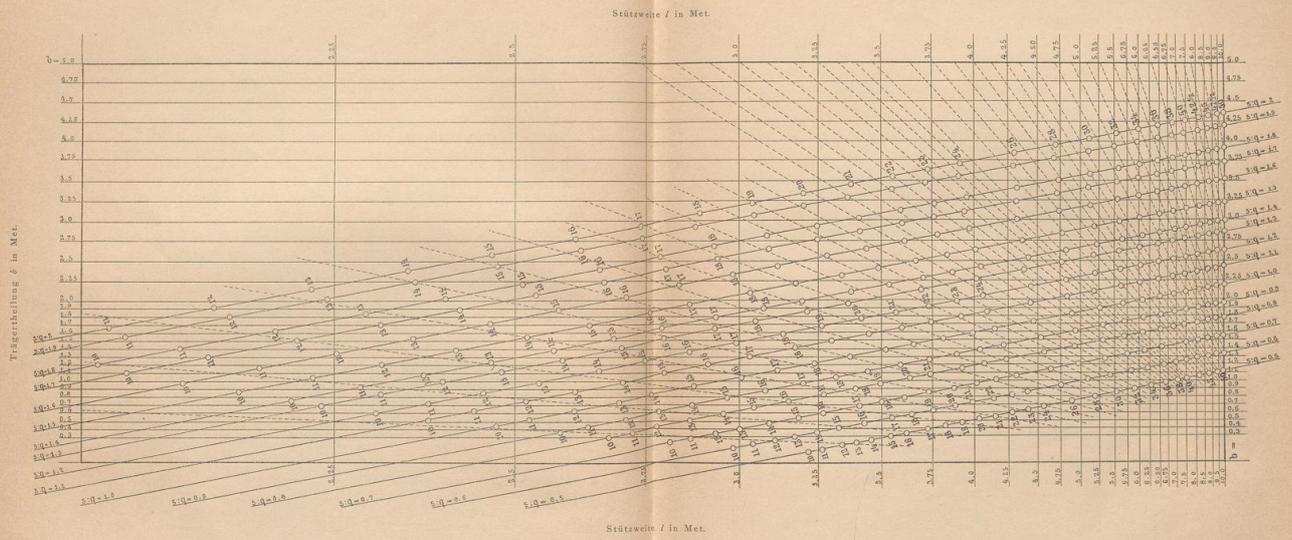
¹³³⁾ Nach Gleichung 46, S. 269 (2. Aufl.: Gleichung 24, S. 39) ebendaf.

¹³⁴⁾ Nach Gleichung 45, S. 269 (2. Aufl.: Gleichung 22, S. 39) ebendaf.

¹³⁵⁾ Siehe die betreffenden Tabellen in Theil I, Band 1, erste Hälfte (S. 197 u. 198) dieses »Handbuches«.

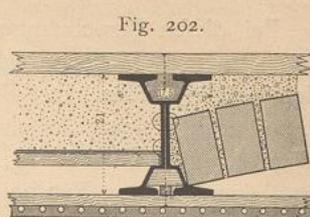
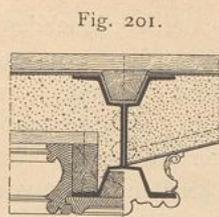
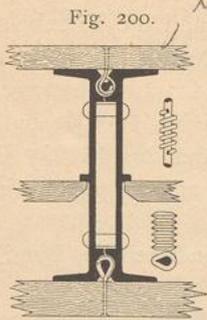
¹³⁶⁾ Siehe Theil III, Band 1 (Abth. I, Abfchn. 3, Kap. 7) dieses »Handbuches«.

8



Zeichnerische Darstellung der Normal-I-Eifen
für die Untersuchung ihrer Tragfähigkeit unter lothrechter Belaftung.

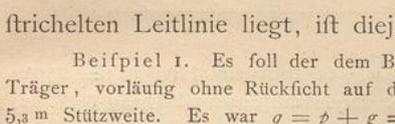
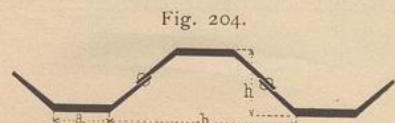
*Fig. 200
in der
Handbuch!*



stimmte Zwecke, namentlich Erzielung größerer Seitensteifigkeit, wie der von *Gocht* (Fig. 200), der von *Klette* (Fig. 201 u. 202) und der mit *Lindsay*-Eisen (Fig. 203 u. 204) unten oder oben und unten verstärkte I-Träger zur Verwendung.

Sind die Träger nur lothrecht belastet, so sind die größten Biegemomente für die nach dem früher Gefagten meist verwendeten Träger auf zwei Stützen leicht zu ermitteln.

Die deutschen Normal-Profile für I-Eisen können mit Hilfe der neben stehenden Tafel berechnet werden. In derselben bedeutet b die Theilung der Deckenträger (in Met.), l die Stützweite (in Met.), g die gefamnte Deckenbelastung für 1 qm (in Kilogr.) und s die zulässige Beanspruchung des Trägerquerschnittes (in Kilogr. auf 1 qcm). Die Coordinaten l und b führen durch ihren Schnittpunkt zu oder in die Nähe einer der punktirten schrägen Leitlinien, die man bis zum Schnitte mit derjenigen ausgezogenen, von rechts nach links fallenden, schrägen Transversalen verfolge, welche zu dem dem vorliegenden Falle entsprechenden Verhältnisse $s : g$ gehört. Die Nummer der kleinen Null, welche auf der ausgezogenen Transversalen $s : g$ zunächst rechts von der gestrichelten Leitlinie liegt, ist diejenige des zu verwendenden I-Normal-Profils¹³⁷⁾.



100.
Berechnung
lothrecht
belasteter
Träger.

Beispiel 1. Es soll der dem Beispiele in Art. 96 (S. 108) für Wellblechbogen entsprechende Träger, vorläufig ohne Rücksicht auf die seitlichen Beanspruchungen, ermittelt werden, und zwar für 5,3 m Stützweite. Es war $q = p + g = 1150$ kg; die Weite der Fache $b = 3,0$ m; die zulässige Beanspruchung sei $s = 1100$ kg für 1 qcm; also $s : g = 1100 : 1150 = 0,95$.

Verfolgt man in der neben stehenden Tafel die dem Coordinatenschnitte $l = 5,3$ und $b = 3$ nächst liegende gestrichelte Leitlinie bis zu der $s : g = 0,95$ entsprechenden (zu interpolirenden) Transversalen, so liegt auf letzterer zunächst rechts von der Leitlinie der dem Querschnitte Nr. 36 entsprechende kleine Kreis; der Querschnitt dieser Nummer ist zu verwenden. Dieser Träger bedarf jedoch noch der Prüfung auf Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Beanspruchung, welche für einen ähnlichen Fall weiter unten durchgeführt wird.

Beispiel 2. Das Eigengewicht einer 6 m frei tragenden, mit Beton ausgewölbten Decke beträgt 400 kg und die Nutzlast 400 kg für 1 qm; demnach ist $q = 800$ kg. Wie weit dürfen Träger des Profils Nr. 28 aus einander gelegt werden, wenn die Beanspruchung für 1 qm 1000 kg betragen soll?

Es ist $s : g = 1000 : 800 = 1,25$. Die gestrichelte Leitlinie, welche zunächst links von Nr. 28 auf der Transversalen $s : g = 1,25$ fest gelegt wird, schneidet die Abcisse $l = 6,0$ m bei der Ordinate $b = 1,54$ m; so weit dürfen die Träger also von einander entfernt liegen.

Beispiel 3. Wie weit können sich 1,0 m von einander liegende Träger Nr. 26 bei 1050 kg Beanspruchung unter 900 kg Nutzlast für 1 qm frei tragen?

Es ist $s : g = 1050 : 900 = 1,18$. Die $s : g = 1,18$ und Nr. 26 entsprechende gestrichelte Leitlinie schneidet auf der Ordinate $b = 1,0$ die Abcisse $l = 6,6$ m ab.

¹³⁷⁾ Siehe die betreffende Tabelle in Theil I, Band 1, erste Hälfte (S. 198) dieses »Handbuchs«.
Handbuch der Architektur. III. 2, c.

Bei diesen Berechnungen mittels der vorstehenden Tafel kann die Eisenbahnschiene von 13 cm Höhe bezüglich des Widerstandsmomentes dem Normal-Profil Nr. 17 gleich gesetzt werden. Ihre Beanspruchung soll jedoch nur 700 kg für 1 qm betragen, während man diejenige neuer Träger unter stark bewegten Lasten bis 1000 kg, unter mäßig bewegten bis 1200 kg, unter ganz ruhenden, stetigen Lasten bis 1500 kg für 1 qm steigern kann. Nur bei großen Profilen, etwa von Nr. 40 an, empfiehlt sich eine um 15 Procent ermäßigte Annahme der Spannungen.

Ueber die Berechnung der Blech- und der Gitterträger ist in Theil III, Band 1 (Abth. I, Abschn. 1, Kap. 7) das Erforderliche zu finden.

101.
Berechnung
von
Trägern
mit
Seiten Schub.

Wenn die Träger auch wagrechten Kräften ausgesetzt sind¹³⁸⁾, so entstehen vorwiegend aus den Schüben von Auswölbungen und Wellblechbogen, so wie aus den Zügen von Tonnenblechen, welche sich bei Belaftung nur eines anschließenden Faches gerichteten Schub von der Gröfse $H' - H''$ (vergl. die Gleichungen 4 u. 5 [S. 96], 8 u. 9 [S. 97], 27 [S. 101], 29 [S. 102], 31 u. 36 [S. 107]), bzw. einen nach der Seite des belafteten Faches gerichteten Zug von der Gröfse $H' - H'' = \frac{(q - g) \delta^2}{8h}$ (vergl. Art. 93, S. 102) ergeben, schräge Belastungen der Träger, welche diese ganz besonders ungünstig beanspruchen.

Beispiel. Als Beispiel sollen hier die Träger einer Decke nach Fig. 205, bzw. 206 durchgerechnet werden. Für die Fachfüllung kommt Gleichung 6 (S. 97) zur Anwendung. Es sei die Länge der

Fig. 205.

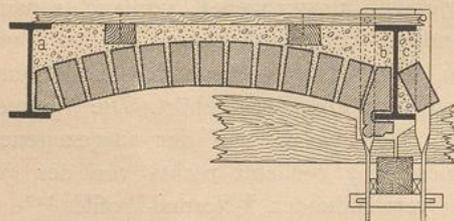
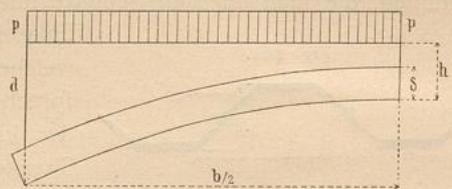


Fig. 206.



Träger ($l = 5,5$ m, die Theilung ($b = 1,7$ m, $\delta = 0,12$ m, $h = 0,20$ m, γ für Backsteine 1700 kg, $p = 750$ kg und mit Rücksicht auf Stöße für Backstein $s = 50000$ kg für 1 qm. Demnach ist nach Gleichung 6 (S. 97)

$$d = \frac{8 \cdot 50000 \cdot 0,12 (3 \cdot 0,2 - 0,12) + 1,7^2 (6 \cdot 750 + 5 \cdot 1700 \cdot 0,2)}{24 \cdot 0,12 \cdot 50000 - 1700 \cdot 1,7^2} = 0,295 = \text{rund } 0,3 \text{ m.}$$

Das Gewicht für 1 m dieser Kappe ist nach Gleichung 20 (S. 99)

$$\begin{aligned} G &= \frac{1}{3} \cdot 1700 \cdot 1,7 (0,3 + 2 \cdot 0,2) \dots = 675,0 \text{ kg,} \\ 3 \text{ cm Cement-Estrich } 1 \cdot 1,7 \cdot 0,03 \cdot 2500 \dots &= 128,5 \text{ „} \\ 1 \text{ lauf. Meter Träger schätzungsweise} \dots &= 96,5 \text{ „} \\ &\text{zusammen } 900,0 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Das Gewicht g für 1 qm ist somit $\frac{900}{1,7} = \text{rund } 530$ kg.

Der Schub der voll belafteten Kappe ist nach Gleichung 8 (S. 97)

$$H' = 0,5 \cdot 50000 \cdot 0,12 = 3000 \text{ kg für 1 m Trägerlänge}$$

und der größte Gegenschub der unbelafteten Kappe nach Gleichung 9 (S. 97)

$$H'' = 0,125 \left[\sqrt{9 \cdot 50000^2 (0,3 - 0,2 - 0,12)^2 + 1700 \cdot 50000 \cdot 1,7^2 (0,3 + 5 \cdot 0,2)} - 3 \cdot 50000 (0,3 - 0,2 - 0,12) \right],$$

$$H'' = 2640 \text{ kg.}$$

Die wagrechte Belaftung eines zwischen einer belafteten und einer unbelafteten Kappe liegenden Trägers ist somit

$$\frac{H' - H''}{100} = \frac{3000 - 2640}{100} = 3,6 \text{ kg für 1 cm.}$$

¹³⁸⁾ Vergl. hierüber auch: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 393.

Die größte lothrechte Belastung eines Trägers tritt für volle Last beider anschließenden Kappen ein; sie beträgt für 1 qm der Decke $750 + 530 = 1280$ kg.

Die lothrechte Belastung eines Trägers zwischen belasteter und unbelasteter Kappe ist

$$\frac{900 + \frac{1,7 \cdot 750}{2}}{100} = 15,4 \text{ kg für 1 cm.}$$

Wird noch die zulässige Beanspruchung des Eisens zu 1100 kg für 1 qcm fest gesetzt, so ist mit Bezug auf die Tafel bei S. 113 für den voll belasteten Träger $s : q = 1100 : 1280 = 0,86$. Zunächst unter der punktierten Leitlinie der Coordinaten $l = 5,5$ und $b = 1,7$ liegt auf $s : q = 0,86$ das Profil Nr. 32, welches also bei voller Belastung genügt.

Für dieses Profil ist ¹³⁹⁾ $\mathcal{Y}_x = 12622$ und $\mathcal{Y}_y = 652$; für den einseitig belasteten Träger ist das lothrechte Moment $\frac{15,4 \cdot 550^2}{8} = 582312$ cmkg und die entsprechende Spannung bei 32 cm Trägerhöhe

$$\frac{582312 \cdot 32}{2 \cdot 12622} = 739 \text{ kg.}$$

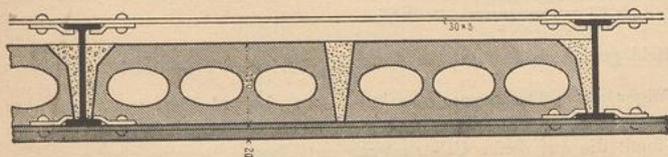
Das wagrechte Biegemoment unter dem einseitigen Schube von 3,6 kg ist $\frac{3,6 \cdot 550^2}{8} = 136125$ cmkg,

die zugehörige Spannung bei 13,1 cm Trägerbreite $\frac{136125 \cdot 13,1}{2 \cdot 652} = 1368$; es ergäbe sich somit für die Kanten der Flansche $1368 + 739 = 2107$ kg Spannung.

Will man die genügende Tragfähigkeit durch Verstärkung des Trägerprofils erreichen, so kommt man nach dem vorgeführten Untersuchungsgange zum Profil

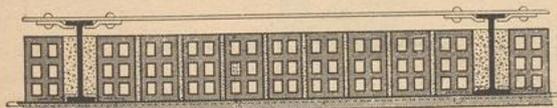
Nr. 40. Die Verstärkung der Träger kann aber billiger durch Einlegen von Ankerreihen erreicht werden (siehe Fig. 207, 208, 209 u. 210), welche die Träger gegen einander

Fig. 207.



absteifen, also Stützen in wagrechtem Sinne bilden. Solche Anker müssen in jedem Träger nach beiden Seiten unverschieblich befestigt sein, bestehen daher am besten

Fig. 208.

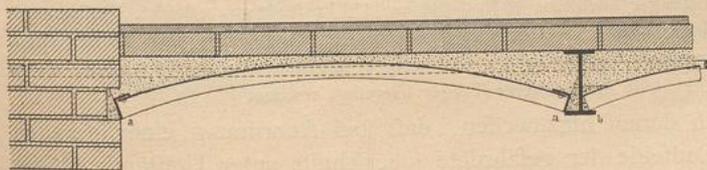


aus Rundeisen, welche nur von Träger zu Träger reichen, und in den benachbarten Fachen etwas versetzt werden, oder nach Fig. 207 u. 208 aus Bandeisen über und unter den Trägern, welche

die Flansche beiderseits mit Klammern umgreifen.

Legt man eine solche Ankerreihe in die Mitte der Weite, so entsteht in wagrechtem Sinne ein

Fig. 209.



continuirlicher Träger auf 3 Stützen von der Oeffnungsweite $\frac{550}{2} = 275$ cm; es ist das größte Moment in der Mitte (am Anker ¹⁴⁰⁾ $0,125 \cdot 3,6 \cdot 275^2 = 30430$ cmkg. Die zugehörige Beanspruchung ist

$$\frac{30430 \cdot 13,1}{2 \cdot 652} = 306 \text{ kg;}$$

¹³⁹⁾ Siehe Theil I, Band 1, erste Hälfte (S. 198) dieses »Handbuchs«.

¹⁴⁰⁾ Nach: Theil I, Band 1, zweite Hälfte (S. 337; 2. Aufl.: S. 146).

die größte Beanspruchung wird $739 + 306 = 1044 \text{ kg}$; also genügt nach Einlegen der einen Ankerreihe Profil Nr. 32 auch der wagrechten Beanspruchung.

Der letzte Träger an der zu unmittelbarer Aufnahme von wagrechten Schüben zu schwachen Wand hat nach den früheren Erörterungen¹⁴¹⁾ drei Aufgaben. Er hat bei voller Belaftung der beiden Endfäche zu tragen:

α) die halbe Last des Endfaches mit $\frac{900 + 1,7 \cdot 750}{2 \cdot 100} = 10,9 \text{ kg}$ für 1 cm;

β) den Schub des voll belafteten Endfaches mit $\frac{3000}{100} = 30 \text{ kg}$ für 1 cm, welcher durch in das letzte Fach in größerer Zahl eingezogene Anker aufgehoben, durch den Endträger aber innerhalb der Ankertheilung auf die Anker übertragen werden muß;

γ) die Spannung, welche er als äußere Gurtung des vom letzten Fache mit beiden Trägern und Füllung gebildeten wagrechten Trägers für den vollen Schub der belafteten zweiten Kappe erhält.

Die Spannung im Träger aus α ist

$$s_1 = \frac{10,9 \cdot 550^2 \cdot 32}{8 \cdot 2 \cdot 12622} = 523 \text{ kg}; \text{ sie fällt}$$

weg, wenn der Endträger in der Wand durchlaufend aufgelagert ist, wie in Fig. 210.

Die Spannung aus γ ergibt sich in folgender Weise. Das Angriffsmoment eines vollen Kappenschubes ist $\frac{30 \cdot 550^2}{8}$; das

Widerstandsmoment des wagrechten Trägers, dessen Gurtungsquerschnitt gleich dem des Profiles Nr. 32, also 78 qcm ist, beträgt bei 1,7 m Trägerhöhe $170 \cdot 78 s_3$; demnach ist

$$s_3 = \frac{30 \cdot 550^2}{8 \cdot 170 \cdot 78} = 86 \text{ kg}.$$

Werden 3 Anker in das Endfeld gelegt, so entsteht für die Uebertragung des Schubes im Endfache auf die Anker ein kontinuierlicher Träger mit 4 Oeffnungen von je $\frac{550}{4}$ cm. Das Moment am Mittelanker ist alsdann¹⁴²⁾ $0,0714 \cdot 30 \cdot \frac{550^2}{16}$, fomit die aus dieser Uebertragung entstehende Beanspruchung

$$s_2 = \frac{0,0714 \cdot 30 \cdot 550^2 \cdot 13,1}{16 \cdot 2 \cdot 652} = 407 \text{ kg}.$$

Die ganze Beanspruchung der unteren äußeren Flanschkante im Endträger am Mittelanker ist fomit $s = s_1 + s_2 + s_3 = 523 + 86 + 407 = 1016 \text{ kg}$, so daß also bei dreifacher Verankerung des Endfeldes auch hier das Profil Nr. 32 genügt.

Die größte Spannkraft in den den Trägerenden zunächst liegenden Ankern ist¹⁴³⁾

$$1,1428 \cdot 30 \cdot \frac{550}{4} = 4714 \text{ kg}.$$

Der vorletzte Träger hat bei voller Belaftung beider Endfäche zunächst die größte lothrechte Last eines Zwischenträgers mit $\frac{900 + 1,7 \cdot 750}{100} = 21,8 \text{ kg}$ für 1 cm, dann die Spannung zu erleiden, welche in ihm als der inneren Gurtung des wagrechten Abschlußträgers nach γ des Endträgers entsteht. Die genaue Spannung aus der lothrechten Last ist $\frac{550^2 \cdot 21,8 \cdot 32}{8 \cdot 2 \cdot 12622} = 1045 \text{ kg}$; die aus γ des letzten Trägers war 86 kg, so daß der vorletzte Träger höchstens $1045 + 86 = 1131 \text{ kg}$ für 1 qcm erleidet. Sollte diese Spannung schon zu hoch erscheinen — und sie wird häufig noch mehr das zulässige Maß überschreiten, wenn der gewählte Träger gegenüber der lothrechten Last weniger überschüssige Stärke besitzt, als in diesem Falle — so muß an dieser Stelle ein stärkerer Träger eingefügt werden.

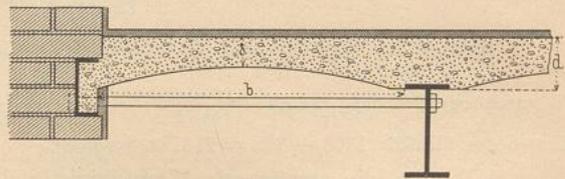
Insbesondere ist noch darauf hinzuweisen, daß bei Anordnung einer geraden Anzahl von Ankern im Endfelde der gefährdete Querschnitt unter Umständen nicht

¹⁴¹⁾ Vergl. Art. 61, S. 66.

¹⁴²⁾ Nach Theil I, Band 1, zweite Hälfte, S. 337 (2. Aufl.: S. 146).

¹⁴³⁾ Nach ebendaf.

Fig. 210.



in der Trägermitte, sondern an dem der Mitte zunächst liegenden Anker zu suchen ist, weil meist die aus den wagrechten Momenten entstehenden Spannungen überwiegen.

Da bei weit gespannten Decken unter Umständen mehr als 3 Anker nöthig werden, die Momenten-Tabelle in Theil I, Band 1, zweite Hälfte (S. 337¹⁴⁴) dieses »Handbuches« aber nur bis zu 4 Oeffnungen geht, so möge diese Tabelle hier noch, unter Beibehaltung der dort gewählten Bezeichnungen, um einige Stufen erweitert werden.

Anzahl der Oeffnungen													
	5	6	7		5	6	7		5	6	7		
M_0	0	0	0	pl^2	D_0	0,3947	0,3942	0,3944	pl	M_1	0,0779	0,0777	0,0778
M_1	0,1053	0,1058	0,1056		D_1	1,1316	1,1346	1,1338		M_2	0,0330	0,0341	0,0339
M_2	0,0790	0,0770	0,0774		D_2	0,9737	0,9616	0,9648		M_3	0,0460	0,0433	0,0440
M_3	0,0790	0,0866	0,0844		D_3	0,9737	1,0192	1,0070		M_4	0,0330	0,0433	0,0406
M_4	0,1053	0,0770	0,0844		D_4	1,1316	0,9616	1,0070		M_5	0,0779	0,0341	0,0440
M_5	0	0,1058	0,0774		D_5	0,3947	1,1346	0,9648		M_6	—	0,0777	0,0339
M_6	—	0	0,1056		D_6	—	0,3942	1,1338		M_7	—	—	0,0778
M_7	—	—	0		D_7	—	—	0,3944					

Alle diese Werthe gelten für ganz volle Belaftung aller Oeffnungen. Es würden sich noch höhere Werthe ergeben können, wenn auf die ungünstigste Lastvertheilung über die von den Ankern gebildeten Theile desselben Balkenfaches Rückficht genommen würde.

Die einer solchen Vertheilung entsprechende Lastannahme geht jedoch zu weit, und die durch ihr höchst seltenes Eintreten etwa entstehenden Mehrspannungen sind eben wegen des seltenen Vorkommens ungefährlich.

Will man die Lochung der Trägerstege für Rundeisenanker vermeiden, so bilde man die Anker nach Fig. 207 u. 208 (S. 115) aus Flacheisen.

Ein Mittel, die Anker in den Mittelfachen, abgesehen von den Endfachen, zu vermeiden, bietet noch die wechselweise eng und weit angeordnete Trägertheilung nach Fig. 211 u. 212, wenn man jedesmal die enge Theilung mit einer ebenen

Betonplatte füllt und diese nebst den sie einfassenden Trägern als einen wagrechten Träger ansieht, welcher die Schübe der benachbarten, mit Kappen geschlossenen, weiten Trägerfache aufnimmt.

Bezeichnet bei einer derartigen Anordnung Q die gesammte Last, welche

die Längeneinheit einer gewölbten Kappe auf den Träger bringt, b die weite Trägertheilung der gewölbten Fache, b_1 die enge Trägertheilung der geraden Fache, l die Stützlänge der Träger, g die Eigenlast des geraden Faches für die Flächeneinheit,

Fig. 211.

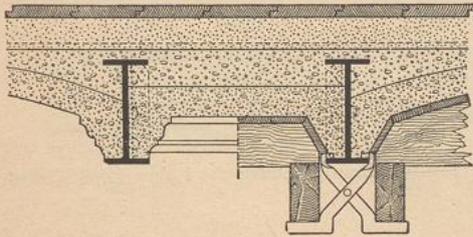
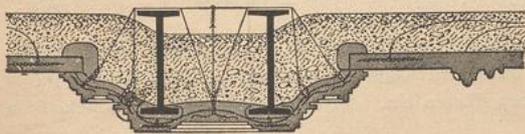


Fig. 212.



¹⁴⁴⁾ 2. Aufl.: S. 146.

p die Nutzlast für die Flächeneinheit, W das Widerstandsmoment des Trägerquerschnittes für die wagrechte Schwerpunktsaxe, F den Trägerquerschnitt, s_e die zulässige Beanspruchung für die Flächeneinheit des Trägerquerschnittes, H' den Schub der belasteten Kappe (nach den Gleichungen 4, 8, 27 oder 31) und H'' den grössten Gegen Schub der unbelasteten Kappe (nach den Gleichungen 5, 9, 29 u. 36); so folgt die erforderliche Breite der geraden Fachfüllungen aus der Beziehung

$$b_1 = \frac{1}{p+g} \left[\frac{8s_e W}{l^2} - Q + \sqrt{\left(\frac{8s_e W}{l^2} - Q\right)^2 - \frac{2(H' - H'')(p+g)W}{F}} \right] \quad 41.$$

Diese Gleichung ist in der Weise zu benutzen, dass zunächst derjenige Trägerquerschnitt aufgefunden wird, für welchen der Ausdruck unter dem Wurzelzeichen zuerst grösser als Null wird. Die Werthe dieses Querschnittes führe man ein und berechne das zugehörige b_1 .

Beispiel. Es soll für die im Beispiele in Art. 90 (S. 96) behandelte Betonkappe mit $b = 1,6$ m, $p = 750$ kg, $\delta = 0,1$ m, $d = 0,29$ m, $H' = 1500$ kg und $H'' = 1110$ kg ein Widerlagsträger durch eine ebene Betonplatte der Dicke von 12 cm mit $29 - 12 = 17$ cm Ueberfüllung mit der Breite b_1 geschaffen werden; der Fußboden besteht aus Eichenholz. Zunächst ist nach Gleichung 20 (S. 99), da das Gewicht der Kappe $\gamma_1 = 2200$ kg gleich dem der Ueberfüllung γ und die Ueberfüllungshöhe im Scheitel gleich Null, also h in Gleichung 20 (S. 99) gleich δ zu setzen ist,

$$\frac{G}{2} = \frac{1,6}{2} \left[\frac{2200}{3} (0,3 + 2 \cdot 0,1) \right] = 293 \text{ kg}$$

$$\text{Fußboden} \frac{1}{2} \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 0,035 \cdot 800 = 22 \text{ »}$$

$$\text{Nutzlast} \frac{1}{2} \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 750 \dots = 600 \text{ »}$$

$$\text{also } Q = 915 \text{ kg (für 1 qm).}$$

$$\text{Weiter ist das Gewicht von 1 qm der geraden Platte } 0,12 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2200 = 264 \text{ kg}$$

$$\text{» » » » » Sandüberfüllung } 0,17 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1600 = 272 \text{ »}$$

$$\text{» » » » des Fußbodens } 0,035 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 800 = 28 \text{ »}$$

$$\text{also } g = 564 \text{ kg.}$$

Ferner ist $H' = 1500$ kg und $H'' = 1110$ kg.

Die Stützweite l der Träger betrage 5 m und die zulässige Beanspruchung des Eisens 12000000 kg für 1 qm.

Die Gleichung 41 lautet dann:

$$b_1 = \frac{1}{750+564} \left[\frac{8 \cdot 12000000 W}{5^2} - 915 + \sqrt{\left(\frac{8 \cdot 12000000 W}{5^2} - 915\right)^2 - \frac{2(1500-1110)(564+750)W}{F}} \right].$$

Das I-Profil Nr. 22 liefert unter dem Wurzelzeichen noch einen Werth kleiner als Null, dasjenige Nr. 23 zuerst einen solchen grösser als Null; für diesen ist $W = 0,000317$ und $F = 0,00429$ qm, also $\frac{W}{F} = 0,074$ und somit

$$b_1 = \frac{1}{1314} \left[3840000 \cdot 0,000317 - 915 + \sqrt{(3840000 \cdot 0,000317 - 915)^2 - 1024920 \cdot 0,074} \right] = 0,325 \text{ m.}$$

Es sind somit als Gurtungen des wagrechten Trägers zwei I-Eisen Nr. 23 zu wählen und in 32,5 cm Abstand von einander zu verlegen. In der ganzen Decke tritt dann ein regelmässiger Wechsel von 160 cm weiten gewölbten Kappen und 32,5 cm breiten ebenen Platten ein. An den Enden muss der Abchluss in der oben erläuterten Weise erfolgen.

Um zwei Träger mit der eingeschlossenen Kappe oder Platte als einen wagrechten Träger anfehen zu können, empfiehlt es sich, an die Trägerwände einige Winkeleisen zu nieten (siehe Fig. 211, S. 117), damit durch deren Eingriff in die Kappe oder Platte Längsverchiebungen der Träger gegen die Kappe oder Platte verhindert werden.

c) Abmessungen von Balkenlagen mit Unterzügen.

Es wurde bereits in Art. 10 bis 13 (S. 24 bis 26) erläutert, weshalb die Verwendung von kontinuierlichen Trägern für den Hochbau auf Bedenken stößt, zugleich aber, daß die Anordnung kontinuierlicher Gelenkträger¹⁴⁵⁾ wegen der durch sie bedingten Materialersparnis¹⁴⁶⁾ durchweg zu empfehlen ist. Es sollen daher im Nachstehenden noch die zur Anordnung dieser Art von Trägern über beliebig vielen Öffnungen nöthigen Angaben folgen.

102.
Continuirliche
Gelenkträger.

Für diese Träger ist zu unterscheiden, ob die Stützen alle gleich weit stehen, oder ob es gestattet ist, den Stützen verschiedene Abstände zu geben. Die Belastung sei g (in Kilogr.) für 1 cm Länge des Trägers als Eigenlast, p (in Kilogr.) für 1 cm als Nutzlast und q (in Kilogr.) für 1 cm als Lastensumme.

1) Gleiche Öffnungsweiten.

In diesem Falle ist es zweckmäßig, die Momente über den Stützen durch die Wahl der Lage der Gelenke (Fig. 213 bis 216) gleich den größten Momenten in den ununterbrochenen Öffnungen zu machen, damit die durchzuführenden Trägerstücke dieser Öffnungen möglichst gleichmäßig ausgenutzt werden. Es entsteht so die in Fig. 217 bis 219 angedeutete Gruppierung der Maximalmomente, von denen M_3, M_4, M_5 nach den Regeln des Trägers auf 2 Stützen zu ermitteln sind.

103.
Lage der
Gelenke.

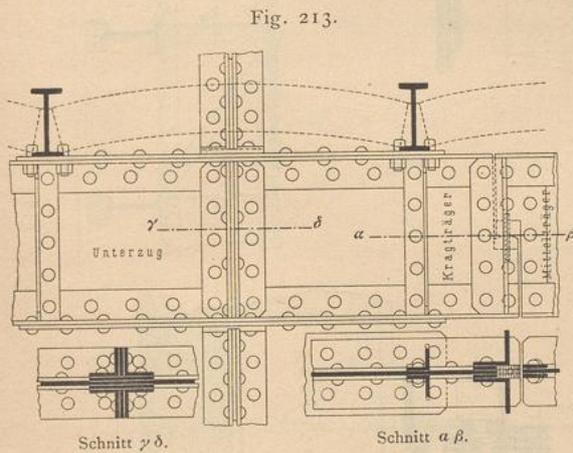


Fig. 213.

Die Lage der Gelenke, welche Vorbedingung dieser Momentengruppierung ist, so wie die Größe der Momente folgen aus den nachstehenden Gleichungen, welche durch Fig. 217 u. 219 erläutert sind.

$$k = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{g}{g+q}} \right) \dots \dots \dots 42.$$

$$k_1 = \frac{q}{4(g+q)} \dots \dots \dots 43.$$

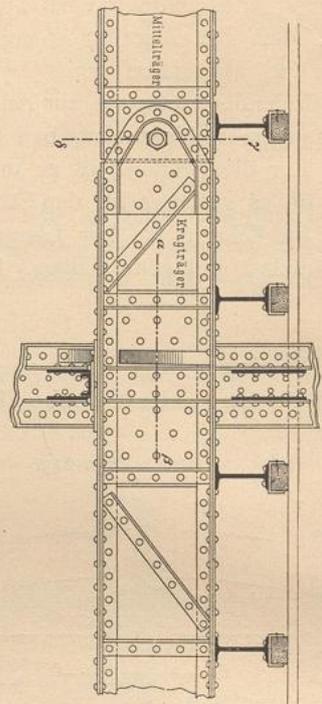
$$k_3 = \frac{1}{2} [1 - k_1 + m - \sqrt{(1 - k_1 + m)^2 - 4m}], \text{ worin } m = \left[\frac{q}{g} \left(1 - \sqrt{1 + \frac{g}{q}} \right) \right]^2 \dots \dots \dots 44.$$

$$k_2 = \frac{k_1}{1 - k_3} \dots \dots \dots 45.$$

$$M_1 = \frac{q k_1 l^2}{2} = \frac{q k l^2}{2} (1 - k) = \frac{q^2 l^2}{8(g+q)} \dots \dots \dots 46.$$

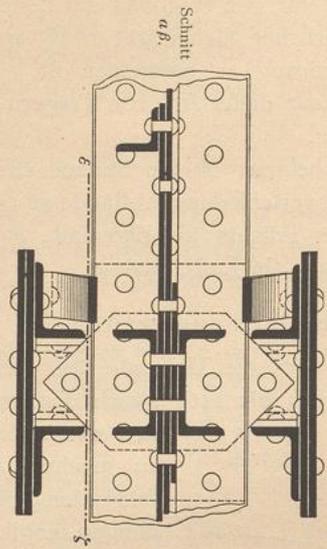
$$M_2 = \frac{q k_3 l^2}{2} (1 - k_2) \dots \dots \dots 47.$$

145) Siehe Theil I, Band 1, zweite Hälfte (S. 329; 2. Aufl.: S. 138) dieses »Handbuches«.
146) Siehe ebendaf., Art. 369, S. 333 (2. Aufl.: Art. 161, S. 142).



Schnitt e f

Fig. 214.



Schnitt a b

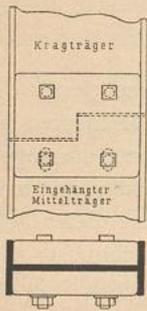
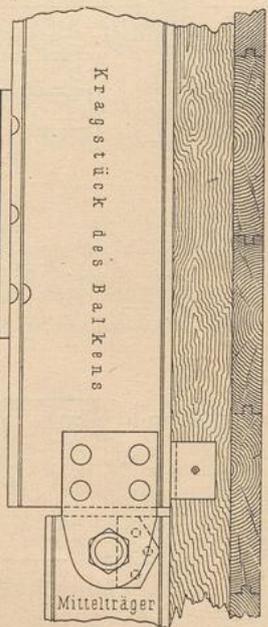
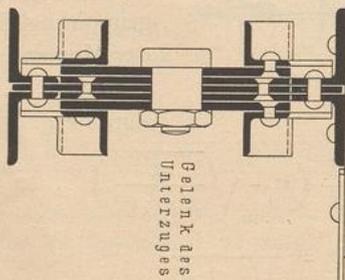


Fig. 215.



Schnitt p q



Gelenk des Unterzuges

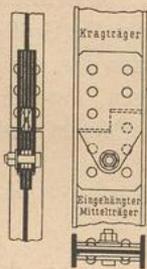


Fig. 216.

Fig. 217.

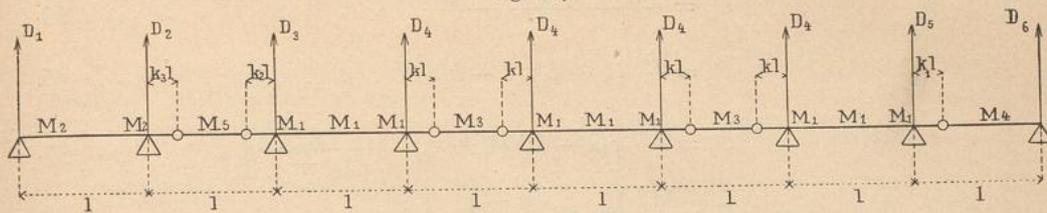


Fig. 218.

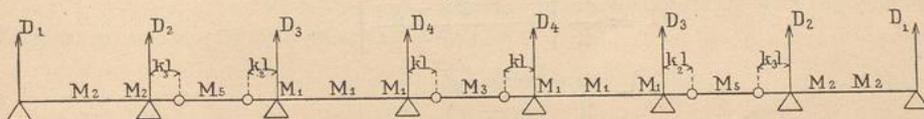
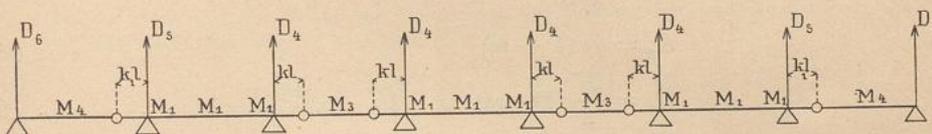


Fig. 219.



$$M_3 = \frac{q l^2}{8} (1 - 2k)^2 \dots \dots \dots 48.$$

$$M_4 = \frac{q l^2}{8} (1 - k_1)^2 \dots \dots \dots 49.$$

$$M_5 = q \frac{l^2}{8} (1 - k_2 - k_3)^2 \dots \dots \dots 50.$$

Fig. 220.

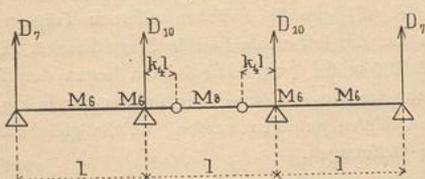
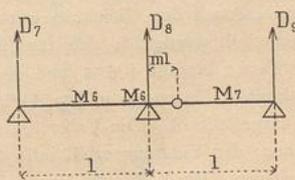


Fig. 221.



Diese Gleichungen decken alle Fälle für beliebig viele Stützen nach Maßgabe von Fig. 217 bis 219 bis auf die beiden in Fig. 220 u. 221 dargestellten Anordnungen für 3 und 4 Stützen. Für diese treten noch die folgenden Gleichungen hinzu:

$$k_4 = 0,5 - \sqrt{0,25 - m} \dots \dots \dots 51.$$

$$M_6 = \frac{m q l^2}{2} \dots \dots \dots 52.$$

$$M_7 = \frac{q l^2}{8} (1 - m)^2 \dots \dots \dots 53.$$

$$M_8 = \frac{q l^2}{8} (1 - 2k_4)^2 \dots \dots \dots 54.$$

Für die Berechnung der Belastung von Unterzügen durch die Balken und der Stützenbelastungen durch die Unterzüge ist die Kenntnifs der größten Werthe der Auflagerdrücke von Wichtigkeit, welche sich nach folgenden Ausdrücken mit Berücksichtigung der Bezeichnungen in Fig. 217 bis 221 berechnen lassen:

104.
Stützen-
belastungen.

$$D_1 = \frac{l[q - g k_3 (1 - k_2)]}{2} \dots \dots \dots 55.$$

$$D_2 = \frac{q l}{2} (1 + k_3) (2 - k_2) \dots \dots \dots 56.$$

$$D_3 = \frac{q l}{2} \left[(2 - k_3) (1 + k_2) - \frac{g}{4(g + q)} \right] \dots \dots \dots 57.$$

$$D_4 = \frac{q l}{2} \left[2 + \frac{q - g}{4(g + q)} \right] \dots \dots \dots 58.$$

$$D_5 = \frac{q l}{2} \left[2 + \frac{2q - g}{4(g + q)} \right] \dots \dots \dots 59.$$

$$D_6 = \frac{q l}{2} \frac{3q + 4g}{4(g + q)} \dots \dots \dots 60.$$

$$D_7 = \frac{l}{2} (q - mg) \dots \dots \dots 61.$$

$$D_8 = ql (1 + m) \dots \dots \dots 62.$$

$$D_9 = \frac{q l}{2} (1 - m) \dots \dots \dots 63.$$

$$D_{10} = \frac{q l}{2} (2 + m) \dots \dots \dots 64.$$

Nach den Gleichungen 55 bis 64 erhält man auch die geringsten Werthe der Stützen-, bezw. Auflagerdrücke, wenn man überall g mit q und q mit g vertauscht. Diese kleinsten Werthe sind von besonderer Wichtigkeit, wenn sie bei geringem Werthe von g negativ werden, da sie dann eine Verankerung der Träger nach unten bedingen; ihre Berechnung zu verabfümen, kann daher verhängnisvoll werden.

Beispiel. In einem Gebäude von 30 m Länge und 15 m Tiefe soll eine Decke mit Kappen stets gleichen Schubes nach den Gleichungen 11 bis 16 (S. 98) gewölbt zwischen eisernen Trägern von 1,0 m Theilung hergestellt werden, so daß für die Balken nur die lothrechte Last in Frage kommt. Das Eigengewicht der Decke beträgt 400 kg und die Nutzlast 500 kg für 1 qm. Die Balken liegen der Tiefe nach und sollen durch 2 Unterzüge in 5 m Abstand gestützt werden, so daß jeder Balken durch Fig. 221 für $l = 500$ cm dargestellt ist. Die Unterzüge sollen von Säulen getragen werden, welche gleichfalls 5 m von einander stehen; der Unterzug erhält also 6 gleiche Oeffnungen.

a) Balken. Die Lasten für 1 cm bei 1,0 m Theilung betragen $g = 4,0$ kg, $p = 5,0$ kg und $q = 9,0$ kg; folglich ist nach Gleichung 44

$$m = \left[\frac{9}{4} \left(1 - \sqrt{1 + \frac{4}{9}} \right) \right]^2 = 0,2062$$

und nach Gleichung 51

$$k_4 = 0,5 - \sqrt{0,25 - 0,2062} = 0,2907, \quad k_4 l = 0,2907 \cdot 500 = 145,35 \text{ cm.}$$

Hier ist das Gelenk nach Fig. 213 bis 215 oder 216 anzuordnen. Nach Gleichung 52 ist

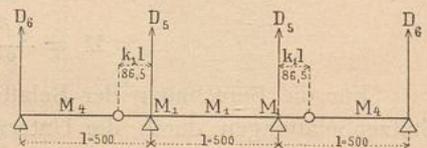
$$M_6 = \frac{0,2062 \cdot 9 \cdot 500^2}{2} = 232000 \text{ cmkg.}$$

Bei 1000 kg zulässiger Beanspruchung ist somit das Normalprofil Nr. 21 von I-Eisen¹⁴⁷⁾ für die Endstücke der Balken zu verwenden.

Für das Mittelstück ist $l = 500 - 2 \cdot 145,35 = 209,3$ cm; $b = 1,0$ m; $s : q = 1000 : 900 = 1,1$; also ist nach der Tafel bei S. 113 Normalprofil Nr. 12 zu verwenden.

Werden die Balken mit Gelenken in den Endöffnungen

Fig. 222.



¹⁴⁷⁾ Siehe die betr. Tabelle in Theil I, Band 1, erste Hälfte (S. 198) dieses »Handbuches«.

nach Fig. 222 angeordnet, in welche die Bezeichnungen aus Fig. 219 übernommen wurden, so wird nach Gleichung 43

$$k_1 = \frac{9}{4(9+4)} = 0,173, \text{ also } k_1 l = 0,173 \cdot 500 = 86,5 \text{ cm};$$

ferner nach den Gleichungen 46 und 49

$$M_1 = \frac{9^2 \cdot 500^2}{8(9+4)} = 194711 \text{ cmkg} \text{ und } M_4 = \frac{9 \cdot 500^2 (1 - 0,173)^2}{8} = 192355 \text{ cmkg}.$$

Bei 1000 kg Beanspruchung reicht fomit nunmehr das Profil Nr. 20 für alle Theile des Balkens aus; es geht aber bei dieser Anordnung die unmittelbare Verbindung der Säulen mit den Wänden verloren, weil zwischen Wand und Säule nun ein Gelenk liegt.

β) Unterzüge. Um die Belastung der Unterzüge zu erhalten, muß D_{10} nach Gleichung 64 für volle Belastung und für Eigenlast ermittelt werden. Es ist

$$\max D_{10} = \frac{9 \cdot 500}{2} (2 + 0,2062) = 4964 \text{ kg},$$

$$\min D_{10} = \frac{4 \cdot 500}{2} (2 + 0,2062) = 2200 \text{ kg}.$$

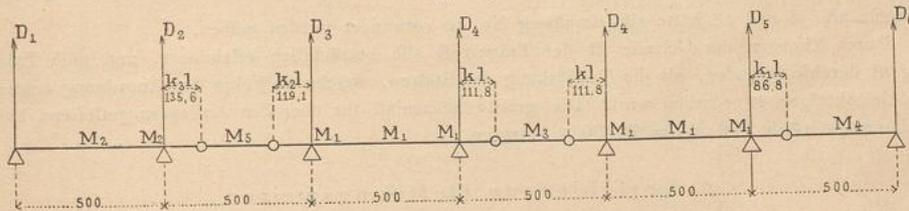
Bei der Anordnung der Balken mit Gelenken in den Endöffnungen wird die Belastung der Unterzüge (Fig. 222) nach Gleichung 59 berechnet. Sie ist

$$\max D_5 = \frac{9 \cdot 500}{2} \left[2 + \frac{2 \cdot 9 - 4}{4(9+4)} \right] = 5106 \text{ kg},$$

$$\min D_5 = \frac{4 \cdot 500}{2} \left[2 + \frac{2 \cdot 4 - 9}{4(4+9)} \right] = 1981 \text{ kg}.$$

Da fomit bei der Anordnung nach Fig. 222 neben der schlechteren Säulenverankerung mit den Wänden auch noch eine ungünstigere Belastung der Unterzüge eintritt, so wird man in der Regel diejenige in Fig. 221 vorziehen. Diese Lasten treten als Einzellasten in 1,0 m Abstand auf; die Berechnung liefert

Fig. 223.



aber genügend genaue Ergebnisse, wenn die Last wieder gleichförmig vertheilt gedacht wird. Es ist fomit für den Unterzug (Fig. 223), wenn die Balken nach Fig. 221 gebildet werden, für 1 cm Trägerlänge $g = 22 \text{ kg}$ und $q = 49,64 \text{ kg}$, daher nach Gleichung 42

$$k = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{22}{22+50}} \right) = 0,2236 \text{ und } k l = 0,2236 \cdot 500 = 111,8 \text{ cm},$$

nach Gleichung 43

$$k_1 = \frac{50}{4(22+50)} = 0,1736 \text{ und } k_1 l = 0,1736 \cdot 500 = 86,8 \text{ cm},$$

nach Gleichung 44

$$m = \left[\frac{50}{22} \left(1 - \sqrt{1 + \frac{22}{50}} \right) \right]^2 = 0,2066,$$

$$k_3 = \frac{1}{2} \left[1 - 0,1736 + 0,2066 - \sqrt{(1 - 0,1736 + 0,2066)^2 - 4 \cdot 0,2066} \right] = 0,2712,$$

$$k_3 l = 0,2712 \cdot 500 = 135,6 \text{ cm},$$

nach Gleichung 45

$$k_2 = \frac{0,1736}{1 - 0,2712} = 0,2382 \text{ und } k_2 l = 0,2382 \cdot 500 = 119,1 \text{ cm},$$

nach Gleichung 46

$$M_1 = \frac{50^2 \cdot 500^2}{8(22+50)} = 1085070 \text{ cmkg}.$$

Bei 1000 kg Beanspruchung müssen also die beiden beiderseits überkragenden Trägerstücke aus Normalprofil Nr. 36 gebildet sein.

Nach Gleichung 47 ist $M_2 = \frac{50 \cdot 0,2712 \cdot 500^2}{2} (1 - 0,2382) = 1291250 \text{ cmkg}$; für das überkragende Endstück links genügt also Profil Nr. 38 knapp.

Nach Gleichung 48 ist $M_3 = \frac{50 \cdot 500^2 (1 - 2 \cdot 0,2236)^2}{8} = 477481 \text{ cmkg}$; für den mittleren eingehängten Träger ist daher Profil Nr. 28 zu verwenden.

Nach Gleichung 49 ist $M_4 = \frac{50 \cdot 500^2 \cdot (1 - 0,1736)^2}{8} = 1068125 \text{ cmkg}$; das linke Endstück muß sonach aus Profil Nr. 36 bestehen.

Nach Gleichung 50 ist $M_5 = \frac{50 \cdot 500^2 (1 - 0,2382 - 0,2712)^2}{8} = 376075 \text{ cmkg}$; für den linken eingehängten Träger ist also Profil Nr. 26 zu verwenden.

Die Belastungen der Wände an den Enden der Unterzüge und die der stützenden Säulen ergeben sich aus den Gleichungen 55 bis 60 ohne Weiteres; z. B. ist nach Gleichung 58

$$D_4 = \frac{50 \cdot 500}{2} \left[2 + \frac{50 - 22}{4(50 + 22)} \right] = 26216 \text{ kg,}$$

oder nach Gleichung 57

$$D_3 = \frac{50 \cdot 500}{2} \left[(2 - 0,2712) (1 + 0,2382) - \frac{22}{4(22 + 50)} \right] = 25802 \text{ kg.}$$

Wären die Balken nicht überkragend angeordnet, sondern über den Unterzügen gestoßen, so hätte sich für dieselben das größte Biegemoment zu $\frac{9 \cdot 500^2}{8} = 281250 \text{ cm}$ ergeben, und statt der Querschnitte Nr. 21 und 12 hätte Nr. 22 durchweg verwendet werden müssen.

Wären zugleich die Unterzüge über den Säulen gestoßen, so hätte die Last $(500 + 400) \frac{5}{100} = 45 \text{ kg}$ für 1 cm, also das größte Biegemoment in allen Oeffnungen $\frac{45 \cdot 500^2}{8} = 1406250 \text{ cmkg}$ betragen; statt der Profile 38, 36 und 28 hätte also durchweg Nr. 40 verwendet werden müssen.

Durch Einfügen der Gelenke ist der Trägerrost also beträchtlich erleichtert, und diese Erleichterung ist durchschlagender, als die Verstärkung der Stützen, welche in Folge der Anordnung kontinuierlicher Gelenkträger erforderlich wird. Die größte Stützenlast für über den Auflagern gestoßene Balken und Unterzüge würde $500 \cdot 45 = 22500 \text{ kg}$ betragen.

2) Verschiedene Oeffnungsweiten.

105.
Grundgedanke.

Da, wo verschiedene Oeffnungsweiten, also ungleiche Stützenentfernungen zulässig sind, kann man diesen Umstand benutzen, um die Stütz- und Kraglängen den Werthen g und q so anzupassen, daß das größte Moment auch der eingehängten Trägerstücke gleich den beiden größten Momenten der Kragstücke und somit alle gefährlichen Momente eines Trägers einander gleich werden. Man erreicht so, neben der Möglichkeit, einen einheitlichen Querschnitt für den ganzen Träger durchführen zu können, zugleich thunlichst geringes Gewicht der Träger.

Da die Stützentheilung bei Erfüllung dieser Bedingung aber von g und q abhängig ist, andererseits bei mehrgeschossigen Gebäuden die Stützen verschiedener Geschosse lothrecht über einander stehen sollen, so ist die günstigste Stützentheilung in diesem Falle nicht gleichzeitig in allen Geschossen zu erreichen, wenn die verschiedenen Geschosse auf verschiedene Werthe von g und q einzurichten sind. In einem solchen Falle richte man die Stützentheilung für diejenigen Werthe von g und q ein, welche in den meisten Geschossen wiederkehren; in den übrigen Geschossen ist völlige Ausgleichung der Momente dann nicht zu erreichen, und man muß sich damit begnügen, wie bei gleicher Stützentheilung, die Momente nur an den gefährlichen Stellen der Kragtheile gleich zu machen.

Es ist hier also zuerst der Fall zu behandeln, dass die Stützteilungen für völlige Ausgleichung aller größten Momente eingerichtet werden sollen.

106.
Erster
Fall.

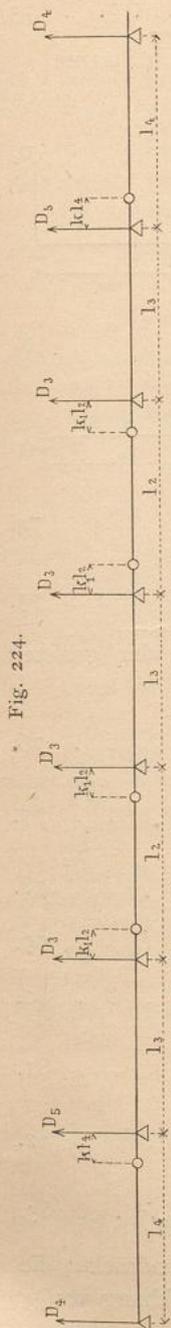


Fig. 224.

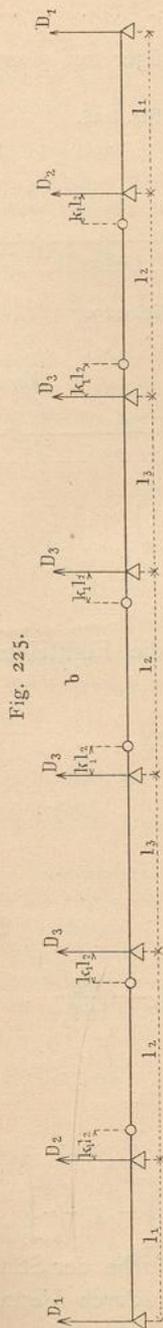


Fig. 225.

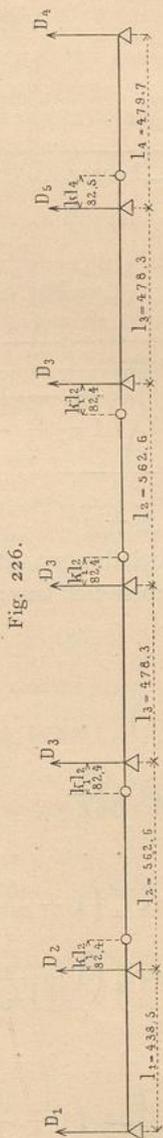


Fig. 226.

Die Anordnung dieser Bedingung genügender Träger ist allgemein in Fig. 224 u. 225 für eine ungerade, in Fig. 226 für eine gerade Anzahl von Oeffnungen dargestellt; die Anzahl der Oeffnungen für Fig. 224 u. 225 sei $2n + 1$; jene für Fig. 226 betrage $2n$.

Zunächst ergeben sich die die Gelenke fest legenden Zahlenwerthe k und k_1 aus

$$k = 3 - 2\sqrt{2} = 0,1716, \quad 65.$$

$$k_1 = \frac{\sqrt{2} - 1}{2\sqrt{2}} = 0,14644 \quad 66.$$

Neben den Bezeichnungen, deren Bedeutung aus Fig. 224 bis 226 hervorgeht, führen wir noch die stets bekannte Gesamtlänge des Trägers L ein. Wird wieder die Eigenlast für die Längeneinheit g , die Gesamtlast q und die Nutzlast p genannt, so kann die Abmessung der einzelnen Theile nach den folgenden Ausdrücken erfolgen:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{0,3536 g}{q (\sqrt{1 + \frac{g}{q}} - 1)} \quad 67.$$

$$\frac{l_3}{l_2} = 0,7072 \sqrt{\frac{g + q}{q}} \quad 68.$$

$$\frac{l_4}{l_2} = \frac{1}{\sqrt{8k}} = 0,8525 \quad 69.$$

Damit sind alle Weiten auf l_2 bezogen, und die Berechnung von l_2 aus L geschieht nun für die verschiedenen Fälle nach den folgenden Gleichungen.

Zahl der Oeffnungen (ungerade) = $2n + 1$ (Fig. 224: Endöffnung mit Gelenk):

$$L = 2l_4 + n l_3 + (n - 1) l_2. \quad 70.$$

Zahl der Oeffnungen (ungerade) = $2n + 1$ (Fig. 225: Endöffnung ohne Gelenk):

$$L = 2l_1 + n l_2 + (n - 1) l_3. \quad 71.$$

Zahl der Oeffnungen (gerade) = $2n$ (Fig. 226):

$$L = l_1 + l_4 + (n - 1) l_2 + (n - 1) l_3. \quad 72.$$

Die bei dieser Anordnung in allen gefährlichen Querschnitten gleichen Momente sind zu berechnen nach

$$M = \frac{q l_2^2}{16} = 0,0858 q l_4^2 \dots \dots \dots 73.$$

In Fig. 227 bis 229 sind die Verhältnisse der Träger auf 3 und 4 Stützen

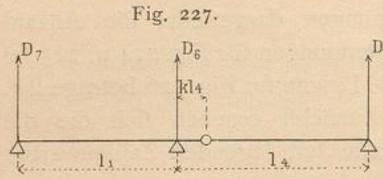


Fig. 227.

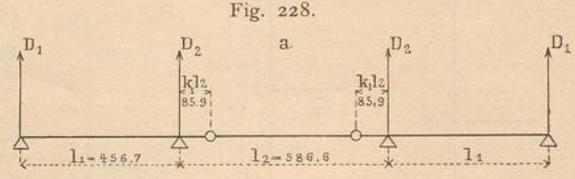


Fig. 228.

dargestellt, so weit für dieselben die aus den Gleichungen 67 bis 69 zu entnehmenden Verhältnisse nicht verwendbar sind. Danach ist

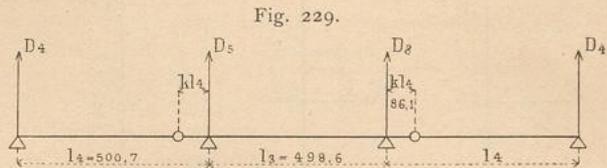


Fig. 229.

$$\frac{l_4}{l_1} = 2,411 \frac{q}{g} \left(\sqrt{1 + \frac{g}{q}} - 1 \right) \dots \dots \dots 74.$$

$$\frac{l_4}{l_3} = 1,207 \sqrt{\frac{q}{g + q}} \dots \dots \dots 75.$$

Für die Ermittlung der Stützenbelastungen ist die Feststellung der größten Auflagerdrücke erforderlich. Diese ergeben sich aus:

$$D_1 = \frac{q l_1}{2} - \frac{g l_2^2}{16 l_1} \dots \dots \dots 76.$$

$$D_2 = \frac{q}{2} \left(l_1 + l_2 + \frac{l_2^2}{8 l_1} \right) \dots \dots \dots 77.$$

$$D_3 = q \frac{l_2 + l_3}{2} + (q - g) \frac{l_2^2}{16 l_3} \dots \dots \dots 78.$$

$$D_4 = 0,4142 q l_4 \dots \dots \dots 79.$$

$$D_5 = q \frac{l_3 + l_4}{2} + 0,0858 q l_4 \left(1 + \frac{l_4}{l_3} \right) - \frac{g l_2^2}{16 l_3} \dots \dots \dots 80.$$

$$D_6 = q \frac{l_1 + l_4}{2} + 0,0858 q l_4 \left(1 + \frac{l_4}{l_1} \right) \dots \dots \dots 81.$$

$$D_7 = \frac{q l_1}{2} - 0,0858 g \frac{l_4^2}{l_1} \dots \dots \dots 82.$$

$$D_8 = q \frac{l_3 + l_4}{2} + 0,0858 \left[q l_4 \left(1 + \frac{l_4}{l_3} \right) - g \frac{l_4^2}{l_3} \right] \dots \dots \dots 83.$$

Die Gleichungen 76 bis 83 geben die größten Werthe der Stützendrücke; die kleinsten — möglicher Weise negativen — ergeben sich durch Vertauschung von g mit q und q mit g aus denselben Gleichungen.

Beispiel. Des Vergleiches wegen mag hier die in Art. 104 (S. 122) schon für gleiche Stützteilungen zu Grunde gelegte Decke nach den nunmehr vorliegenden Gesichtspunkten nochmals durchgerechnet werden. Es ist also für die Balken $L = 15$ m und für die Unterzüge $L = 30$ m; die Eigenlast beträgt 400 und die Nutzlast 500 kg für 1 qm.

Für die Balken ist $p = 4$, $q = 9 \text{ kg}$ für 1 cm und bei Anordnung nach Fig. 228 mit Gelenken in der Mittelöffnung nach Gleichung 67

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{0,3536 \cdot 4}{9 \left(\sqrt{1 + \frac{4}{9}} - 1 \right)} = 0,7784;$$

nach Gleichung 71 wird für $n = 1$ und $L = 15$ hiernach $15 = 2 \cdot 0,7784 l_2 + 1 \cdot l_2$; fomit $l_2 = 5,866$ und $l_1 = 4,567 \text{ m}$, und weiter nach Gleichung 66: $k_1 l_2 = 0,14644 \cdot 5,866 = 0,859 \text{ m}$.

Nach Gleichung 73 ist das überall gleiche grösste Moment $M = \frac{9 \cdot 586,6^2}{16} = 193556 \text{ cmkg}$; es genügt also bei 1000 kg zulässiger Beanspruchung das Profil Nr. 20.

Die Belaftung der Unterzüge folgt nach Gleichung 77

$$\text{mit dem grössten Werthe } D_2 = \frac{9}{2} \left(456,7 + 586,6 + \frac{586,6^2}{8 \cdot 456,7} \right) = 5118 \text{ kg},$$

$$\text{mit dem kleinsten Werthe } D_2 = \frac{4}{2} \left(456,7 + 586,6 + \frac{586,6^2}{8 \cdot 456,7} \right) = 2274 \text{ kg}.$$

Werden diese Lasten, welche in $1,6 \text{ m}$ Theilung wiederkehren, gleichförmig vertheilt gedacht, so werden für die Unterzüge $q = 51,2 \text{ kg}$ und $g = 22,8 \text{ kg}$.

Werden für die Balken nach Fig. 229 die Gelenke in die Endöffnungen gelegt, so ist nach Gleichung 75

$$\frac{l_4}{l_3} = 1,207 \sqrt{\frac{9}{4 + 9}} = 1,0043,$$

fomit nach Gleichung 70 für $n = 1$ nunmehr $15 = 2 l_4 + \frac{1}{1,0043} l_4$, also $l_4 = 5,007 \text{ m}$ und $l_3 = 4,986 \text{ m}$.

Nach Gleichung 63 ist $k l_4 = 0,1716 \cdot 5,007 = 0,861 \text{ m}$. Nach Gleichung 73 wird

$$M = 0,0858 \cdot 9 \cdot 500,7^2 = 194041 \text{ cmkg},$$

also eben so groß, wie nach der Anordnung mit Gelenken in der Mittelöffnung.

Die Belaftung der Unterzüge wird nach Gleichung 83 am grössten, demnach

$$D_8 = 9 \frac{498,6 + 500,7}{2} + 0,0858 [9 \cdot 500,7 (1 + 1,0043) - 4 \cdot 1,0043 \cdot 500,7] = 5100 \text{ kg};$$

am kleinsten, wenn in Gleichung 83 die Gröfsen g und q vertauscht werden, fomit

$$D_8 = 4 \frac{498,6 + 500,7}{2} + 0,0858 [4 \cdot 500,7 (1 + 1,0043) - 9 \cdot 1,0043 \cdot 500,7] = 1955 \text{ kg}.$$

Hier sind beide Anordnungen also etwa gleichwerthig; wegen der besseren Verbindung der Säulen mit den Wänden, so wie wegen der geringeren Schwankung in der Belaftung der Unterzüge wird die erstere nach Fig. 228 beibehalten.

Für den Unterzug ist fomit rund $q = 51,2 \text{ kg}$ und $g = 22,8 \text{ kg}$ für 1 cm . Um bei $L = 30 \text{ m}$ annähernd 5 m Säulenentfernung zu erhalten, werden 6 Oeffnungen angeordnet, so dafs Fig. 226 mafsgebend ist. Alsdann ist nach Gleichung 67

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{0,3536 \cdot 22,8}{51,2 \left(\sqrt{1 + \frac{22,8}{51,2}} - 1 \right)} = 0,7793;$$

nach Gleichung 68

$$\frac{l_3}{l_2} = 0,7072 \sqrt{\frac{22,8 + 51,2}{51,2}} = 0,8502;$$

nach Gleichung 69

$$\frac{l_4}{l_2} = 0,8525.$$

Wird weiter in Gleichung 72 für n der Werth 3 eingesetzt, so folgt

$$30 = l_2 (0,7793 + 0,8525 + 2 + 2 \cdot 0,8502) \text{ oder } l_2 = 5,626 \text{ m};$$

Danach ist

$$l_1 = 0,7793 \cdot 5,626 = 4,385 \text{ m},$$

$$l_3 = 0,8502 \cdot 5,626 = 4,783 \text{ m},$$

$$l_4 = 0,8525 \cdot 5,626 = 4,797 \text{ m}.$$

Das an allen gefährlichen Stellen gleiche größte Moment ist nach Gleichung 73

$$M = \frac{51,2 \cdot 562,6^2}{16} = 1012860 \text{ cmkg.}$$

Bei 1000 kg Beanspruchung ist ferner durchweg das I-Profil Nr. 36 zu verwenden, und es ist ferner trotz der etwas größeren Last die Trägeranordnung hier vorteilhafter, als bei gleichen Stützteilungen.

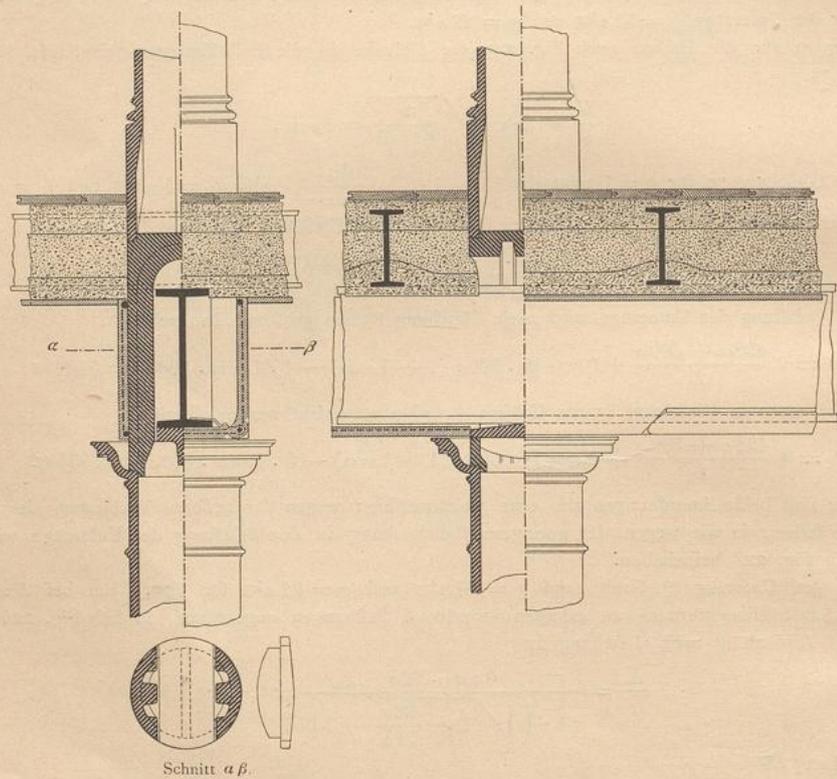
Die Länge $k_1 l_2$ wird nach Gleichung 66: $0,14644 \cdot 562,6 = 82,4$ cm und $k l_4$ nach Gleichung 65: $0,172 \cdot 479,7 = 82,5$ cm.

Die Stützendrucke, welche aus den Gleichungen 76 bis 83 folgen, werden hier um ein Geringes größer, als bei gleicher Theilung der Stützen. So wird z. B. nach Gleichung 78

$$D_3 = 51,2 \frac{562,6 + 478,3}{2} + (51,2 - 22,8) \frac{562,6^2}{16 \cdot 478,3} = 27820 \text{ kg.}$$

Der Druck D_3 für gleiche Stützteilung betrug nur 25802 kg; doch hat dieser Unterschied keinen erheblichen Einfluss auf die Kosten der Säulen; viel wichtiger ist die durch die überall gleiche Trägerhöhe erzielte größere Gleichmäßigkeit in der Ausbildung der Stützen, wie der ganzen Decke.

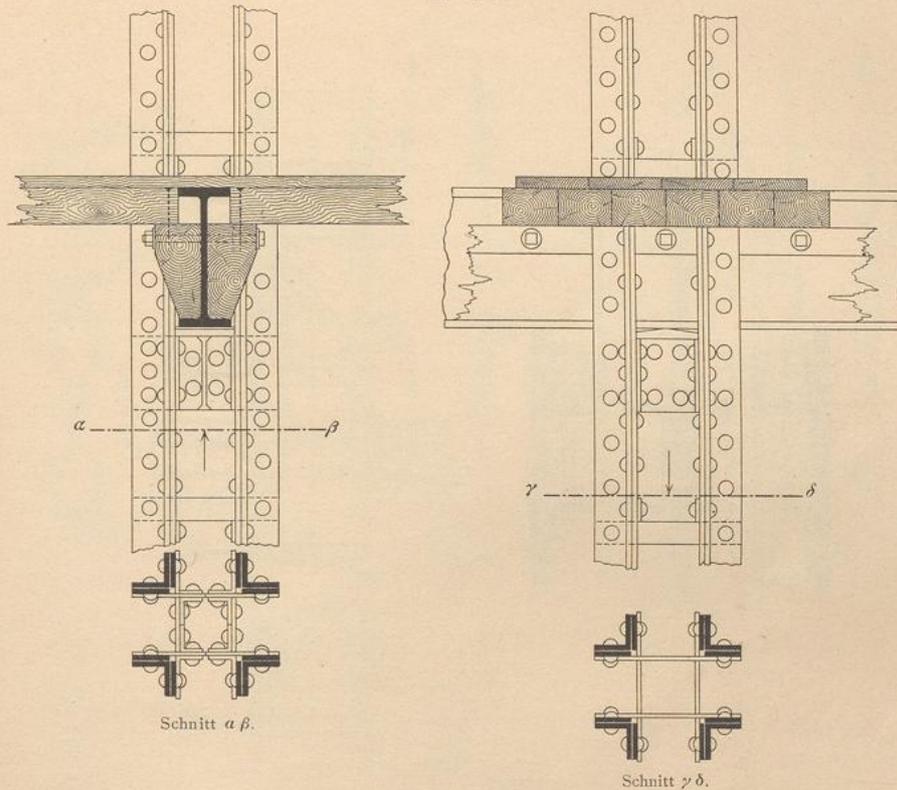
Fig. 230.



Es mag noch besonders hervorgehoben werden, daß in den Rechnungsbeispielen das Eigengewicht der Träger vernachlässigt wurde; bei Berechnungen für die Ausführung genügt es, für die Balken ein Gewicht von 0,5 kg für 1 cm, für die Unterzüge ein solches von 0,9 kg für 1 cm von vornherein einzuführen. In der Regel werden die Träger diese Gewichte nicht ganz erreichen.

Bei einfacher Anordnung der Unterzüge könnten die Stützen nach den Beispielen in Fig. 230 bis 234 ausgebildet werden; die Anordnung in Fig. 235 ist für so schwere Traganordnungen, wegen der Schwächung der Säule, weniger zu empfehlen. Bei gußeisernen Stützen sind nur die Anordnungen in Fig. 236 u. 230 ganz

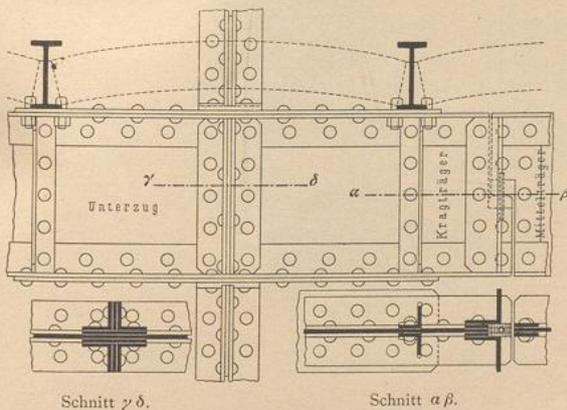
Fig. 231.



vollkommen, so wie für nicht zu große Belastung auch die Anordnung nach Fig. 17 (S. 14); Fig. 236 bedingt aber eine Balkenlagerung nach Fig. 237 oder 238. Man erkennt hieraus, dass sich kontinuierliche Gelenkunterzüge bei schmiedeeisernen Stützen wesentlich bequemer anordnen lassen, als bei den geschlossenen gußeisernen, wenn nicht die Decke so leicht ist, dass man die Anordnung nach Fig. 17 (S. 14), Fig. 230 oder 235 unbedenklich wählen kann.

Bei den ungleichen Stützentheilungen ist das Nachrechnen der kleinsten Stützendrücke nach den Gleichungen 76 bis 83, unter Vertauschen von g und q , noch wichtiger, als bei gleichen Oeffnungen, da hier noch leichter als dort die Verankerung der Auflagerstellen nach unten für negative Stützendrücke erforderlich wird. Zur Aufhebung dieser stets geringen negativen Auflagerdrücke wird in der Regel schon das Gewicht der Stützen genügen. Die Endauflager, bei denen am leichtesten negative Auflagerkräfte vorkommen, können meist Verankerungen in den Wänden erhalten;

Fig. 232.



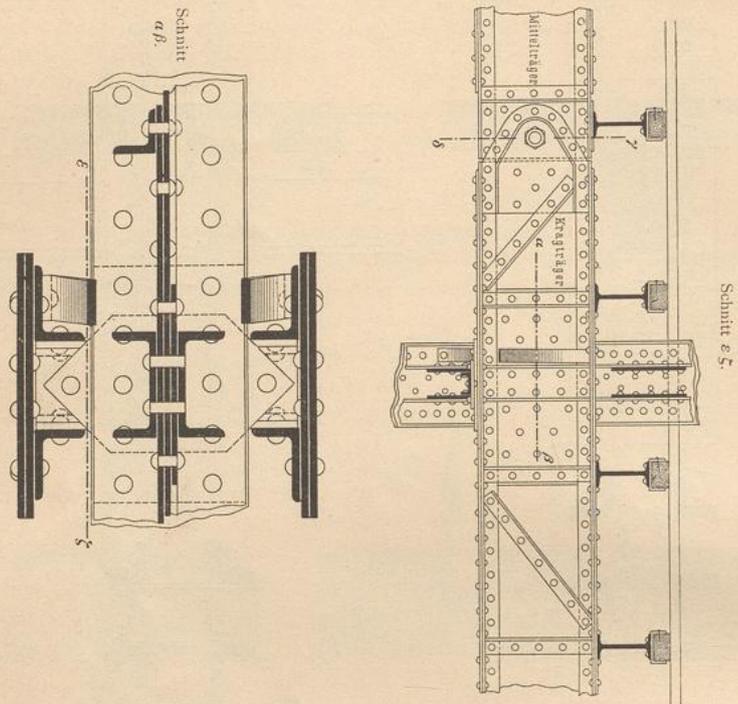
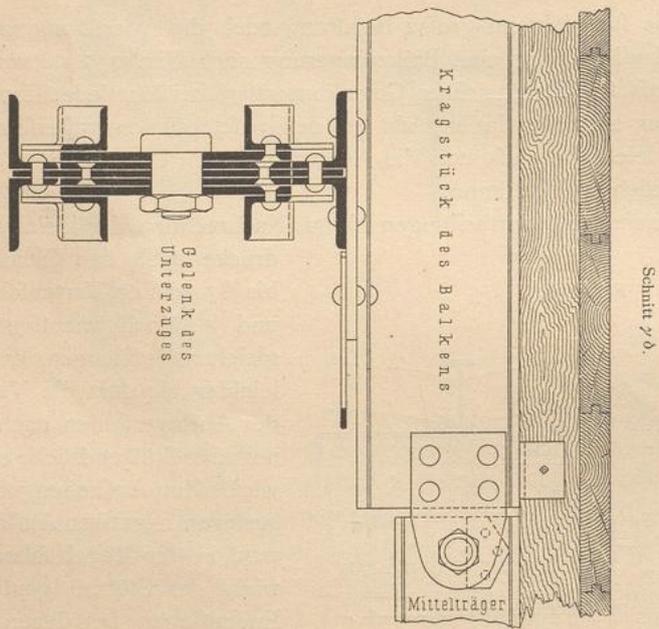


Fig. 233.



Gelenk des
Unterzuges

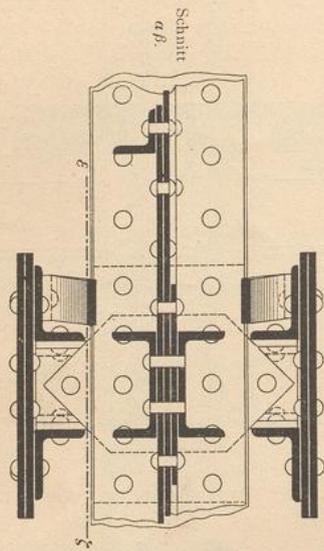


Fig. 234.

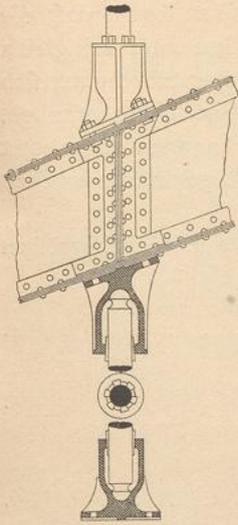


Fig. 235.

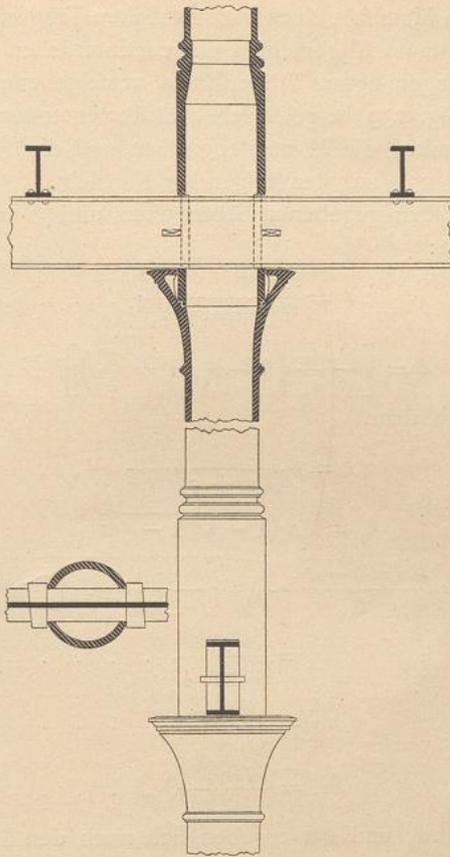


Fig. 236.

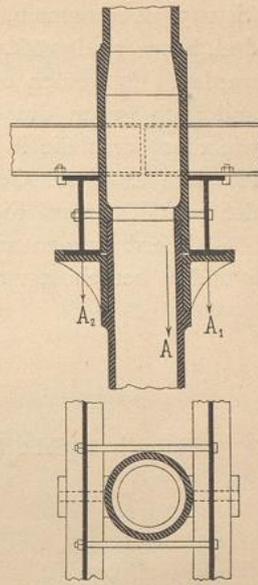


Fig. 237.

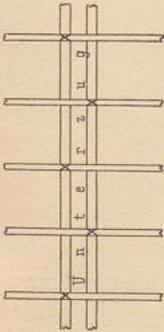
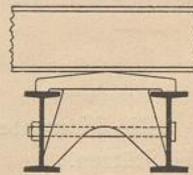


Fig. 238.



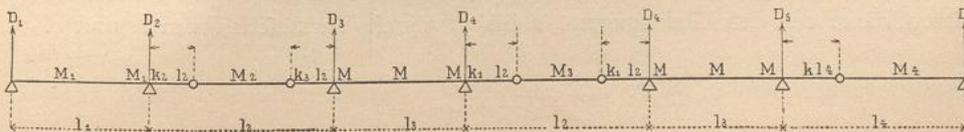
doch ist dann bei Bemessung der Wandstärken die Wirkung dieser meist außerhalb des Schwerpunktes nach oben wirkenden Kräfte genau zu berücksichtigen.

Der zweite Fall ist der, daß die Stützweiten zwar verschieden, aber unabhängig vom Verhältnisse $g : q$ fest vorgeschrieben sind, so daß die Ausgleichung aller größten Momente nicht mehr möglich ist.

107.
Zweiter
Fall.

Abgesehen von ganz unregelmäßigen Anordnungen, in denen bloß Sonderrechnungen von Fall zu Fall zum Ziele führen können, ist hier nur der oben angedeutete Fall allgemein zu behandeln, daß die Stützenstellung in Fig. 224 bis 228 für ein Gefchoß auf vollständige Ausgleichung der Momente eingerichtet wurde, und nun in einem anderen Gefchoße durchgeführt werden muß, wo sie dem dort auftretenden Verhältnisse $g : q$ nicht mehr entspricht.

Fig. 239.



In Fig. 239 sind daher die Bezeichnungen der Stützweiten aus Fig. 224 bis 226 (S. 125) übernommen, und es kommt nun darauf an, die Gelenke so zu legen, daß die drei, bzw. zwei größten Momente eines kontinuierlichen Trägerstückes unter sich gleich werden. Es werden dann im Allgemeinen die kontinuierlichen Trägerstücke unter sich und auch gegen die eingehängten Trägerstücke verschiedenen Querschnitt erhalten, wie dies durch die in Fig. 239 beigeführten Momentenbezeichnungen angedeutet ist. Die Lage der Gelenke, die Momentengrößen und die Auflagerdrücke ergeben sich mit Bezug auf Fig. 239 aus den folgenden Formeln.

Zuerst werden aus den gegebenen Stützweiten und g und q zwei Hilfsgrößen a und b berechnet nach:

$$a = \frac{q}{4(g+q)} \frac{l_3^2}{l_4^2} \dots \dots \dots 84.$$

$$b = \left[\frac{q}{g} \frac{l_1}{l_2} \left(1 - \sqrt{1 + \frac{g}{q}} \right) \right]^2 \dots \dots \dots 85.$$

Danach ergibt sich dann

$$k = \frac{q}{4(g+q)} \frac{l_3^2}{l_4^2} \dots \dots \dots 86.$$

$$k_1 = 0,5 (1 - \sqrt{1 - 4a}) \dots \dots \dots 87.$$

$$k_2 = \frac{b+1-a}{2} - \sqrt{\left(\frac{b+1-a}{2} \right)^2 - b} \dots \dots \dots 88.$$

$$k_3 = \frac{a}{1-k_2} \dots \dots \dots 89.$$

$$M = \frac{q a l_2^2}{2} \dots \dots \dots 90.$$

$$M_1 = \frac{q b l_2^2}{2} \dots \dots \dots 91.$$

Die Momente M_3 , M_4 und M_5 ergeben sich nach den Regeln des Balkens auf zwei Stützen.

Die größten Werthe der Stützdrücke sind:

$$D_1 = \frac{q l_1}{2} - \frac{g b l_2^2}{2 l_1} \dots \dots \dots 92.$$

$$D_2 = \frac{q}{2} \left[l_1 + l_2 \left(k_2 + 1 + k_2 \frac{l_2}{l_1} \right) (1 - k_3) \right] \dots \dots \dots 93.$$

$$D_3 = \frac{q}{2} \left[l_2 (1 - k_2) + l_3 \right] \left(1 + k_3 \frac{l_2}{l_3} \right) - \frac{g a l_2^2}{2 l_3} \dots \dots \dots 94.$$

$$D_4 = \frac{q}{2} \left(l_2 + l_3 + a \frac{l_2^2}{l_3} \right) - \frac{g a l_2^2}{2 l_3} \dots \dots \dots 95.$$

$$D_5 = \frac{q}{2} \left[l_3 + l_4 + k l_4 \left(1 + \frac{l_4}{l_3} \right) \right] \dots \dots \dots 96.$$

$$D_6 = \frac{q}{2} l_4 (1 - k) \dots \dots \dots 97.$$

Auch hier ergeben sich die geringsten, möglicher Weise negativen Werthe der Stützdrücke aus den Gleichungen 92 bis 97 durch Vertauschen von g und q .

7. Kapitel.

Schutz der Balkendecken gegen Feuchtigkeit und Schalldurchlässigkeit.

Die Schutzmittel gegen Feuchtigkeit¹⁴⁸⁾ sollen bezüglich der Theile gleichfalls einzeln besprochen werden, nämlich a) für die Ausfüllungen der Balkenfache, b) für die Träger und Balken und c) für die Freistützen. Vom Schutze der Fußböden gegen aufsteigende Feuchtigkeit war bereits in Theil III, Band 2, Heft 1 (Abth. III, Abschn. 1, A, Kap. 12, unter a, 1, 7) dieses »Handbuches« die Rede; von den ferneren bei Fußböden nothwendigen Schutzmitteln wird noch in Theil III, Band 3, Heft 3 dieses »Handbuches« gesprochen werden.

a) Feuchtigkeitschutz für die Ausfüllungen der Balkenfache.

Die Fachfüllungen sollen aus völlig trockenen und die Feuchtigkeit nicht aufsaugenden Stoffen hergestellt werden, da sie sonst die Veranlassung zur Zerstörung der Decke werden und schon vorher den Herd für die Entwicklung schädlicher Gase und Pilze bilden. Bei der Ausfüllung hölzerner Balkenfache sollen vor Allem organische Beimengungen vermieden werden; man hat daher auf völlige Reinheit des sonst gut zu diesem Zwecke zu verwendenden Bauchuttes von Holzspähnen, Zeugresten, Papierstücken, Stroh u. dergl., so wie auf vollständige Fernhaltung von Humus aus Sandfüllungen zu achten. Füllungen aus Sägespänen, Torfgrufs, Moos u. dergl. sind, abgesehen von ihrer großen Feuergefährlichkeit, völlig trocken und nur da zu verwenden, wo sie auch dauernd keiner Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Das Kieselgahr die trockenste Füllung abgiebt, wurde schon in Art. 27 (S. 39) besprochen.

Bei an sich feucht liegenden Decken sind namentlich die Füllungen aus Gyps und Gyps-Beton, so wie aus hohlen Gypsblöcken nach französischen Mustern unzulässig, weil der Gyps sich im Wasser leicht löst. Für derartige Fälle empfehlen sich ganz besonders Füllungen aus Hohlziegeln oder hohlen Terracotten (System *Laporte*), deren Canäle man zur Lüftung der Decke benutzen kann, wenn man sie mit nach außen gehenden Luftlöchern versieht.

Eine Reihe der neueren Zwischendecken-Anordnungen sind in erster Linie mit Rücksicht auf völlige Trockenheit durchgebildet, so die Korksteine, Gypsdiele und Spreitafeln, welche in Folge ihrer Zusammensetzung an sich wasserbeständig sind und durch die vielen Hohlräume gute Gelegenheit zum Verdunsten etwa eingedrungener Feuchtigkeit geben.

Als Mittel, um das Eindringen von Feuchtigkeit in die Fachausfüllung überhaupt zu verhindern, empfiehlt sich die wasserdichte Herstellung des Fußbodens durch Beläge oder Kalfatern; die wegen Verhinderung des Aufsteigens von Staub durch die Fußbodenfugen zu empfehlende Abdeckung der Fachausfüllung mit Dachpappe kann die hier gestellte Aufgabe nur unvollkommen lösen, da die einmal durch den Fußboden gedrungene Feuchtigkeit nur langsam verdunstet und schliesslich auch den Weg durch die Dachpappe finden wird.

In die Fachausfüllung gebettete Eisentheile werden, wenn nicht jedes Eindringen von Feuchtigkeit mit völliger Sicherheit ausgeschlossen ist, angestrichen, getheert oder am besten verzinkt, da in feuchten Fachausfüllungen ein ganz außerordentlich starkes

108.
Wahl
des
Materials.

109.
Mittel
gegen das
Eindringen
der
Feuchtigkeit.

¹⁴⁸⁾ Siehe auch Theil III, Band 2, Heft 1 (S. 410 u. ff.) dieses »Handbuches«.

Rosten stattfindet, namentlich wenn es durch fauere Beimengungen der Füllung (Kohlenasche, unreiner Bauschutt) befördert wird.

Befonders wichtig ist die Sicherung dünner Bleche, also der Wellblech-, Tonnenblech- und Buckelplatten-Decken. Diese Theile sollen, nachdem sie vollkommen fertig für das Verlegen vorbereitet sind, verzinkt werden, und wenn die Verzinkung durch die Verlegungsarbeiten (z. B. beim Nieten) verletzt wird, so sollen die verletzten Stellen durch Aufträufeln flüssigen Lothes gesichert werden. Ferner ist es zweckmäÙig, diese Blechkörper über der Verzinkung noch mit einem dünnen Ueberzuge von weichem Asphalt oder Asphaltlack, heiß aufgetragen, zu versehen. Dieser Ueberzug giebt zugleich das beste Mittel ab, die Nietungen und Fugen in den Auflagerungen auf die Träger zu decken und so mit Gefälle zu versehen, daß das Wasser von hier leicht und schnell nach den Entwässerungsstellen laufen kann.

Die Entwässerungsstellen sind bei hängenden Buckelplatten die Scheitel, in welche Entwässerungsröhrchen vor dem Verzinken eingeschraubt werden, bei nach oben gewölbten Buckelplatten die vier Ecken, welche aber dicht an den Nähten und den Trägern liegen und viermal so viele Löcher erfordern; daher ist diese Anordnung überal da mangelhaft, wo erheblichere Mengen Feuchtigkeit zu erwarten sind, und es ist dann eine ganz besonders sorgfältige Entwässerungsanlage nach den Ecklöchern mittels Asphalt-schichten mit möglichst starkem Gefälle nöthig.

Tonnenbleche hängen stets nach unten, müssen also im Scheitel entwässert werden. Um Längsgefälle des Scheitels nach bestimmten Entwässerungspunkten zu erhalten, bilde man die Tonnenbleche aus etwas trapezförmigen Blechen, so daß sie zwischen den parallelen Trägern an einem Ende stärkeren Pfeil als am anderen erhalten. In die tiefsten Punkte werden auch hier vor dem Verzinken Entwässerungsröhrchen eingesetzt. Laschen auf der Innenseite der Bleche sind nur in den höchsten Punkten dieser Entwässerung zulässig; sonst dürfen sie nur einseitig außen angebracht werden, weil sie sonst kleine Dämme für die Entwässerung bilden würden.

Wellbleche können Gefälle nach bestimmten Punkten erhalten, wenn man entweder die sie tragenden Balken verschieden hoch legt oder das Wellblech auf den Balken verschieden hoch auffüttert. Die Ueberdeckung der Tafeln muß mit der Gefällrichtung laufen. Befonders wichtig ist das völlige Vermeiden der Anbringung von Nieten oder Schrauben in den Wellenthälern, da diese den Wasserabzug in den Thälern hindern und die zugehörigen Löcher gewöhnlich den ersten Angriffspunkt für den Rost bilden.

b) Feuchtigkeitsschutz für Träger, Balken und Lagerhölzer.

Hölzerne Balken und Lagerhölzer sind diejenigen Theile der Decken, welche des sorgsamsten Schutzes gegen Feuchtigkeit bedürfen. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die Auflagerung.

1) Bei Fachwerkwänden treten die Balkenköpfe frei zu Tage, sind also mit ihrem Hirnholze dem Wetter ausgesetzt. Als Schutzmittel werden hier verwendet:
 a) Ueberhängende Gestaltung der Balkenköpfe, welche oben mit stark geneigtem Wasserfchlage, darunter Wassernase, beginnt.

ß) Benageln mit Blechkappen. Dabei soll das Blech nicht unmittelbar auf dem Hirnholze liegen, damit sich das Wasser nicht zwischen Blech und Holz fest faugt, das Holz nun dauernd anfeuchtend.

γ) Benageln mit Hirnbrettern. Auch hier sollen zwischen die Balken und die

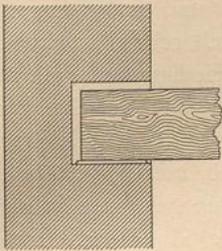
110.
Hölzerne
Balken
und
Lagerhölzer.

Hirnbretter Luftklötze gebracht werden, damit die Luft die Poren des Hirnholzes frei umspülen kann; der so entstandene Zwischenraum wird nach oben durch ein Schutzblech mit Wafferschlag geschlossen.

δ) Bestreichen der Hirnenden mit Theer oder sonstigen wasserdichten Decken ist bedenklich, weil man in solcher Weise leicht die Feuchtigkeit im Balken einschließt und diesen zum Stocken bringt.

2) Bei massiven Wänden läßt man die Balkenköpfe nicht bis zur Außenfläche durchgreifen, sondern lagert sie nur in die Wand, um sie nach außen durch massive Vormauerung zu schützen. Da letztere aber bei den gewöhnlichen Wanddicken nur schwach sein kann, und dann Feuchtigkeit in großen Mengen durchläßt, so ist auf das sorgsamste darauf zu halten, daß der in der Wand liegende Balkenkopf, abgesehen vom Unterlager, von allen Seiten von der Luft frei umspült werden kann (Fig. 240). Vor der Hirnfläche soll eine wenigstens 2 cm weite Luftkammer frei bleiben, und die an die Seiten- und Oberfläche stoßenden Steine sollen, wie auch etwaiger Wandputz, 1 cm vom Balken entfernt bleiben, erstere wenigstens ohne Mörtel gegen den Balken gesetzt sein. Sehr gefährlich ist es, die Ummauerung in Mörtel gegen den Balken zu setzen, weil man so der Luftkammer die Lüftung nimmt.

Fig. 240.



Behufs künstlicher Lüftung der Balkenkammern wird empfohlen¹⁴⁹⁾, ein eisernes Rohr in die Mauer zu legen, so daß es alle Balkenkammern berührt, und in jeder einige Male anzubohren, andererseits diese Rohre in ein stark ziehendes Lüftungs- oder Rauchrohr münden zu lassen und so dauernd die Luft aus den Balkenkammern anzufaugen.

Zweckmäßig ist auch die Auflagerung auf eine wasserdichte Zwischenlage (Blech, Cement- oder Asphaltlage, Dachpappe, Dachfilz u. dergl.) und das Auskleiden der ganzen Balkenkammer mit einem Theer- oder Pechanstrich oder einer Asphaltlage.

Fig. 241.

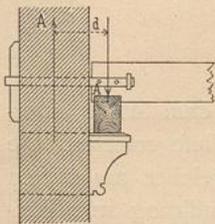
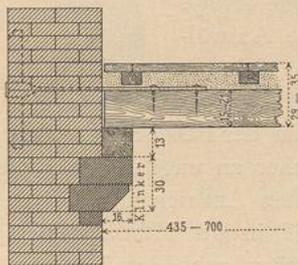


Fig. 242.



Unzulässig ist auch hier das wasserdichte Bestreichen des Balkenkopfes; dagegen ist in gefährlicher feuchter und dumpfer Lage das Imprägnieren der ganzen Balken sehr zu empfehlen.

Werden die Balken vor der Wand aufgelagert (Fig. 241 u. 242), so ergibt sich die Lüftung der Köpfe von selbst; hier bedarf höchstens das Lager auf

Stein eines Schutzes gegen aufsteigende Feuchtigkeit.

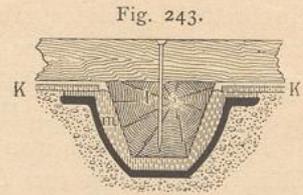
3) Zwischenwände werden von den Balken ganz durchdrungen; hier soll auch trockene Ummauerung oder ein Luftraum um den Balken und nöthigenfalls Wafferschlag des Lagers verwendet werden.

Die aufsteigende Mauerfeuchtigkeit ist namentlich bei tiefer Lage der Balken zu fürchten, weshalb besonderer Schutz der Lagerflächen in Balkenkellern, so wie der über nicht ganz trockenen Kellerkappen eingebetteten Lagerhölzer die Regel bilden sollte.

¹⁴⁹⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1890, S. 551.

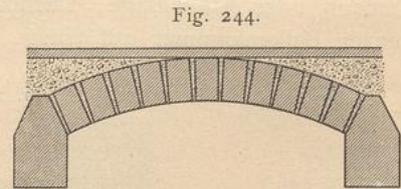
Eine auch unter ungünstigen Verhältnissen völlig gegen Feuchtigkeit gesicherte Fußbodenlagerung in schlechter Bettung nach *Klette*¹⁵⁰⁾ ist in Fig. 243 dargestellt.

In gut angefrischene Belageisen Nr. 6, welche in die Bettung gelegt sind, lagert man trapezförmige Holzlager *l* so ein, daß sie nach oben etwas gegen die Belageisen vorstehen, indem man sie in eine Füllung *m* aus heißem, weichem Gufsasphalt eindrückt; den vorquellenden Asphalt streicht man über den Flancken der Belageisen aus und drückt in den thunlichst noch weichen Asphalt eine die ganze Bettung abdeckende Lage *k* von Asphaltfilz (z. B. solchen von *Büfcher & Hofmann* in Neustadt-Eberswalde) ein, deren Ränder gegen die Asphaltfüllung *m* noch durch einen heißen Anstrich aus Pech und Goudron abgedichtet werden. Die auf die Holzlager genagelten Bretter liegen auf der Lage *k* von Asphaltfilz nicht völlig auf, so daß noch eine dünne absondernde Luftschicht überbleibt. Die Ränder des Fußbodens werden gegen die unter den hier gedachten Verhältnissen wohl auch feuchten Wände mittels Asphaltfuge abgefondert, und so ruhen alle Holztheile in einem für die Feuchtigkeit vollkommen undurchdringlichen Bette.



Die Balken sollen auf ihre ganze Länge thunlichst trocken und luftig liegen; hieraus hauptsächlich erklärt sich das oben gestellte Verlangen nach reiner, trockener und poröser Ausfüllung der Balkenfache. Hat man vollkommen befriedigenden Füllstoff nicht zur Verfügung, so ist das Anstreichen der vier Balkenseiten mit Holztheer zu empfehlen. Bei Balkenlagen des nicht unterkellerten Erdgeschosses muß aus gleichem Grunde ein 0,8 m bis 1,0 m hoher, durch die Grundmauern nach außen gelüfteter Hohlraum unter der Balkenlage geschaffen werden; in den Erdboden gelagerte Balken faulen ohne besondere Vorichtsmaßregeln nach ganz kurzer Zeit. Auch bei Balkenkellern muß wegen des vergleichsweise hohen Feuchtigkeitsgehaltes der Kellerluft für dauernde Lüftung gesorgt werden.

Unvorsorgliche Behandlung der Balkenlagerung bildet meist den Grund zur Entwicklung des Hauschwamms¹⁵¹⁾, dessen Befreiung nach dem einmal eingetretenen Entstehen sicher nur durch völligen Umbau der angegriffenen Theile zu erreichen ist. Der sicherste Schutz ist das Vorbeugen durch trockene luftige Lagerung; daher ist auch die massive Auswölbung der Balkenfache nach Fig. 244 nicht zu empfehlen.



III.
Eiserne
Träger.

Eiserne Träger sind den Einflüssen der Feuchtigkeit nicht in dem Maße unterworfen, wie Holzbalken, und sollen daher an ungünstigen Stellen diese ersetzen. Sie sind jedoch vor Rost durch wasserdichten Anstrich zu schützen, welcher am besten aus einer Deckung mit heißem Leinöl in der Fabrik, einer Grundirung mit Bleimennige nach der Abnahme, einer zweiten nach dem Verlegen und einem doppelten oder dreifachen Oelfarbenanstriche nach Fertigstellung der Eisen-Construction besteht. Jedem Anstriche muß gründliche Reinigung vorangehen. In völlig gesicherter Lage unterbleibt der Anstrich. Da, wo die Träger dauernd der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, z. B. in mit Dämpfen gefüllten Räumen, ist dieser Schutz meist ungenügend; die Träger sollen dann verzinkt werden, ein Verfahren, das von vielen Fabriken jetzt bis zu 10 m Stücklänge ausgeführt wird. Die Verzinkung soll als letzte vorbereitende Arbeit vorgenommen werden, damit etwaige Nietungen, Lochungen u. dergl.

¹⁵⁰⁾ D. R.-P. Nr. 31263 u. 36769.

¹⁵¹⁾ Siehe: Theil I, Band 1, erste Hälfte (Art. 147, S. 176) dieses »Handbuches« — ferner: Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 297 — endlich: Deutsche Bauz. 1888, S. 115.

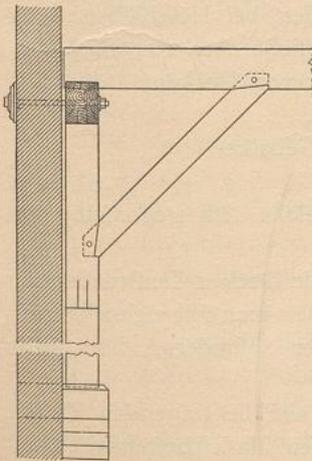
den Zinküberzug mit erhalten. Es mag hier noch das bei Maschinentheilen schon vielfach verwendete Verfahren von *Bower-Barff*¹⁵²⁾ erwähnt werden, nach welchem durch Zuführen von Wasserdampf und heißer Luft zu dem in einem Ofen erhitzten Eisen eine fest haftende und weitere Oxydation ausschließende Schicht von Magnetoxydul (Fe_4O_3) auf der Oberfläche gebildet wird. Die bisherigen Erfahrungen lassen dasselbe auch für nicht weiter zu bearbeitende schwere eiserne Bauteile geeignet erscheinen.

Bezüglich der ganz in Cement-Mörtel oder Cement-Beton eingelagerten Eisen-theile, z. B. der Träger in Decken aus Cement-Beton oder Cement-Mauerwerk, ist die Beobachtung gemacht worden, daß sie selbst in etwas feuchter Lage vor dem Rosten geschützt sind, wahrscheinlich weil sich das Rosten hindernde Verbindungen des Eisens mit den Bestandtheilen des Cementes auf der Eisenoberfläche bilden. Diese Erscheinung ist besonders wichtig für die Drähte in *Rabitz-* oder *Monier-*Platten. Man hat kein Bedenken getragen, eiserne Träger selbst dann in Beton vollkommen unzugänglich einzubetten, wenn sie auch nach ihrer Lage dauernd der Feuchtigkeit ausgesetzt sind; ja man hat bei bedeutenden Bauwerken in dieser vollständigen Einbettung das beste Mittel zum Schutze unangefrischener und nicht verzinkter Eisen-theile vor dem Roste erkannt¹⁵³⁾.

c) Feuchtigkeitschutz für die Freistützen.

Freistützen bedürfen eines Schutzes gegen Feuchtigkeit vorwiegend, wenn sie aus Holz bestehen. Kann ein erhebliches Maß von Feuchtigkeit den Stützenfuß erreichen, so ist die Verwendung von Holz ausgeschlossen. Da die Stützen meist steinerne Sockel erhalten, so sind sie der Einwirkung der im Mauerwerk stets enthaltenen Feuchtigkeit immer ausgesetzt, und zwar mit der unteren Hirnfläche, welche dafür besonders empfindlich ist. Man soll daher die Stützen nur unter günstigsten Verhältnissen unmittelbar auf den Stein setzen; im Allgemeinen soll eine Zwischenschicht zwischen beide gebracht werden, welche am besten aus einer Kupfer- oder Bleiplatte, weniger gut aus einem kurzen Stücke Querholz besteht.

Fig. 245.



Im Freien muß man für schnellen Abfluß des Tagewassers vom Fuße sorgen, daher die unterliegenden Steine vom Umfange des Holzes aus stark abchrägen und die Stütze nicht, wie es sonst die Regel bildet, in eine Vertiefung des steinernen Unterbaues stellen oder sie mit diesem verdollen, wie dies für geschützte Lage z. B. in Fig. 245 dargestellt ist.

Hohle eiserne Stützen können vom Wasser gefährdet werden, wenn sie, dem Froste ausgesetzt, als Abfallrohr benutzt oder so angeordnet sind, daß unabsichtlicher Weise Wasser hineingelangen kann. Die Benutzung als Abfallrohr ist nicht zu empfehlen; läßt sie sich nicht umgehen, so setze man ein besonderes, wo möglich gußeisernes Abfallrohr in die Stütze, lasse diese unten völlig offen, und

¹⁵²⁾ Siehe: Theil I, Band 1, erste Hälfte (Art. 209, S. 205) dieses »Handbuches« — ferner: Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1883, S. 147.

¹⁵³⁾ Siehe: *M. am Ende. Agricultural hall, London. Engineer*, Bd. 62, S. 399.

112.
Eisenteile
in Cement
gelagert.

113.
Hölzerne
Freistützen.

114.
Eiserne
Freistützen.

durchbohre ihre Wandungen mit kleinen Löchern in nicht zu weiten Abständen, um bei etwaiger Undichtigkeit dem Wasser schnellen Abfluss und etwa sich bildendem Eise Gelegenheit zur Ausdehnung zu geben, da letzteres anderenfalls die Säule zerfprengt. Auch wenn keine Wasserabführung durch die Säule geht, bohre man Entwässerungslöcher so ein, das zufällig, z. B. während des Baues, hineingelangesenes Wasser freien Abfluss findet¹⁵⁴⁾.

d) Schutzmittel gegen Schalldurchlässigkeit.

115.
Hell-
hörigkeit.

In den meisten Fällen ist die Verbreitung und Fortpflanzung des Schalles, die sog. Hellhörigkeit der Decken-Constructions, störend; am lästigsten dürfte sie wohl in Wohnhäusern sein, weil die verschiedenen Geschosse in der Regel nicht von einer und derselben, sondern von verschiedenen Familien bewohnt werden.

Es wurde bereits in Theil III, Band 2, Heft 1 (Art. 295, S. 372) dieses »Handbuches« — bei Besprechung der Schalldurchlässigkeit von Wänden — gesagt, das in der fraglichen Richtung verhältnismässig wenige Erfahrungen vorliegen; die Physik hat sich mit der Prüfung der Stoffe auf ihre Schalldurchlässigkeit noch wenig oder gar nicht beschäftigt.

Aeusserst ungünstig sind bezüglich der Schalldurchlässigkeit die am häufigsten angewandten hölzernen Balkendecken mit darüber befindlichem Holzfussboden, und unter diesen sind es besonders die Balkenlagen ohne Ausfüllung der Fache, welche in diesem Sinne am störendsten sind. Allein auch bei gewissen eisernen Decken-Constructions sind Verbreitung und Fortpflanzung des Schalles sehr stark und eben so bei Fussböden, welche aus einfachen, dünnen, nicht durch unelastische Stoffe am Schwingen verhinderten Mörtelplatten bestehen.

So weit die vorliegenden Erfahrungen ausreichen, giebt es — abgesehen von der Herstellung sehr schwerer und daher durch mächtige Kräfte nicht in Schwingungen zu versetzender Decken, wie z. B. der ganze Windelboden bei Holzbalken (siehe Art. 30, S. 41) oder Ausrollen mit vollen Backsteinen (siehe Art. 61, S. 63) — vier Hauptmittel zur Bekämpfung der Schalldurchlässigkeit von Decken:

- 1) Abfonderung des Fussbodens von der Balkenlage,
- 2) Abfonderung der Decke im engeren Sinne vom Gebälke,
- 3) Anordnung von Hohlräumen und
- 4) Zusammenfetzung voller Decken aus Lagen, welche sich gegenseitig die Eigenschaft nachtönender Platten nehmen.

116.
Abfonderung
des
Fussbodens
von der
Balkenlage.

Durch das erste Mittel soll verhindert werden, das die Decken-Construction aus einem einzigen dichten, zusammenhängenden Körper bestehe; man soll vielmehr Fussboden und Balkenlage durch geeignete Stoffe von einander abfondern. Dies kann in zweifacher Weise geschehen.

a) Man lege die Fussbodenbretter nicht unmittelbar auf die tragenden Theile, sondern ordne über diesen zunächst eine aus einer porösen Masse bestehende Auffüllung an, verlege in diese thunlichst fatt besondere Lagerhölzer und befestige die Fussbodenbretter erst auf diesen. Zu diesem Ende ist es nothwendig, das man bei Holzbalkenlagen einen besonderen Bretter-Zwischenboden herstellt, auf dem die Auffüllung lagert. Dies kann entweder nach Art der Einschubböden (siehe Art. 32, S. 42) geschehen oder in der in Oesterreich üblichen Constructionsweise der Decken;

¹⁵⁴⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1890, S. 608.

dort kommt auf die Tragbalken zunächst ein fog. Sturzboden (aus ungehobelten Brettern) zu liegen, auf den die Auffüllung aufgebracht wird.

Für die Auffüllung empfiehlt sich Sand oder Steinkohlenlösch¹⁵⁵⁾. Je höher diese Schicht ist, desto günstiger ist die Wirkung; unter 10^{cm} sollte man kaum gehen; doch wird man nur selten eine noch gröfsere Höhe wählen, weil sonst die Constructionshöhe, welche die Decke in Anspruch nimmt, eine zu bedeutende wird.

Muster von Anordnungen der hier vorgeführten Art für die verschiedenartigsten Decken-Constructions zeigen Fig. 51 (S. 40), 84 (S. 52), 93 (S. 55), 94 (S. 56), 96 (S. 58), 106 (S. 63), 107 (S. 64) u. 150 (S. 81).

β) Will man die eben beschriebene, immerhin mit nicht unbedeutenden Kosten verbundene Anordnung umgehen, so kann man der Hellhörigkeit der Decken wohl auch dadurch begegnen, dafs man zwischen Fußbodenbrettern und Gebälkoberkante Pappdeckel, Filz, Isolir-Haarfilz etc. anbringt. Dieses Mittel ist allerdings weniger wirksam, als das erstgedachte. Eine Anordnung dieser Art, unter vollständigem Wegfall der Füllung, ist nach dem Muster leichter amerikanischer Holzhäuser in Fig. 74 (S. 47) dargestellt.

Das zweite der angegebenen Hauptmittel beruht darauf, dafs man die Decke im engeren Sinne von der Balkenlage völlig abfondert, mit anderen Worten, dafs man zwischen beiden einen Hohlraum anordnet. Diese Abfondierung mufs eine vollständige sein, d. h. die einzelnen Theile dieser zwei Schichten dürfen an keiner Stelle mit einander in Zusammenhang stehen; würde letzteres der Fall sein, so würde der Hohlraum nicht nur nicht vortheilhaft, sondern fogar schädlich auftreten; er würde als Resonanzkasten wirken und den fortgepflanzten Schall verstärken. Aus gleichem Grunde müssen in den Decken-Constructions überhaupt alle Hohlräume vermieden werden, welche eine gleiche Wirkung hervorbringen könnten; deshalb unterstopfe man auch die Fußbodenbretter auf das sorgfältigste. Eine vollständige Abfondierung von Gebälk und Decke wird man allerdings niemals erzielen können, weil die Wände, auf denen die Decken ruhen, stets eine gewisse Verbindung dieser beiden Schichten hervorrufen werden; man mufs deshalb dahin trachten, dafs dieselbe möglichst unschädlich sei.

Ein Verfahren, die in Rede stehende Abfondierung zu erzielen, wurde bereits in Art. 21 (S. 35) mitgetheilt. Dort wurde aus anderen Gründen das in Fig. 40 (S. 35) dargestellte Verfahren als zweckmäfsig bezeichnet, wonach die Deckenschalung nicht an die Unterflächen der eigentlichen Tragbalken, sondern an besondere fog. Fehl- oder Blindbalken genagelt wird; die Unterfläche der letzteren ist um einige Centimeter tiefer, als jene der ersteren gelegen¹⁵⁶⁾.

Ein anderes Verfahren zu gleichem Zwecke, welches auch für eiserne Decken-Constructions anwendbar ist, besteht darin, dafs man in einigem Abstände unter dem Gebäude eine zweite, leicht ausführbare Decke, die wenig Constructionshöhe in Anspruch nimmt, anbringt. Hierzu sind *Rabitz-* und *Monier-*Decken (siehe Art. 45, S. 52 u. Art. 46, S. 53) besonders geeignet, und es kann dieses Mittel auch bei schon bestehenden Decken, welche stark schalldurchlässig sind, in Anwendung kommen.

Die Verwendung der *Rabitz-*Platte als nahezu vollständig unabhängigen Constructionstheiles unter einer Balkenlage ist durch Fig. 85 (S. 52) erläutert; auch die

¹⁵⁵⁾ Von den Kesselfeuerungen herrührende Schlacken und Steinkohlenasche, möglichst rufsfrei. — Vergl. hierüber auch Art. 27 (S. 39).

¹⁵⁶⁾ Vergl.: Deutsche Bauz. 1892, S. 119.

117.
Abfondierung
der Decke im
engeren Sinne
vom Gebäude.

in erster Linie aus der Rücksicht auf Feuerficherheit hervorgegangene amerikanische Anordnung in Fig. 74 (S. 47) kann hier angeführt werden. Letztere kann jedoch ohne eine gewisse Verbindung der Decke im engeren Sinne mit den Balken durch die Nägel nicht bestehen, und auch eine ganz selbständige dünne *Rabitz-* oder *Monier-*Decke würde des starken Durchhängens wegen auf Schwierigkeiten stoßen, weshalb auch sie wenigstens durch Hängeschlingen aus Draht mit den Balken in Verbindung zu bringen fein wird (siehe Fig. 85, S. 52). Damit die untergehängte Decke dann nicht als Schallboden wirke, decke man sie mit einer dünnen Schicht eines schlechten Schalleiters (Sand, Asche, Kieselguhr, Torfgruß) ab (siehe Fig. 96 u. 97, S. 58 u. 59). Auch Samenflügel sind für diesen Zweck empfohlen¹⁵⁶⁾; sie werden jedoch als organischer Stoff und wegen ihrer Feuergefährlichkeit von anderer Seite bekämpft¹⁵⁷⁾.

118.
Anordnung
von
Hohlräumen.

Die Anordnung von Hohlräumen in einer sonst vollen Decke als drittes Mittel kommt namentlich bei den aus Thon gebrannten Terracotten oder Hohlziegeln für die Fachfüllungen nach den verschiedenen Mustern (siehe Fig. 80 u. 81 [S. 51], 115 [S. 68], 120 [S. 70], 121 bis 124 [S. 71]) in Frage. Diese Hohlräume wirken in der besprochenen Richtung weniger unmittelbar, als mittelbar dadurch, daß sie einerseits die Fußbodenlage von der Deckenlage in mehr oder weniger wirksamer Weise von einander absondern, andererseits die Herstellung einer sehr dicken und dabei doch nicht allzu schweren Decke aus einem vergleichsweise schlechten Schalleiter ermöglichen. Neben der großen Dicke verhindern auch die die Gleichmäßigkeit des Gefüges störenden Fugen, welche die ganze Decke durchsetzen, eine Schallübertragung durch Schwingungen, wie bei einem Schallboden.

119.
Zusammen-
setzung
aus mehreren
Lagen.

Das vierte Mittel, die Zusammenfassung aus mehreren Lagen, kommt namentlich da zur Verwendung, wo die Fachfüllungen aus plattenartigen Körpern bestehen, also namentlich bei den Betondecken. Platten von in sich gleichartigem Gefüge geben selbst bei ziemlicher Stärke gute Schallböden, namentlich bei großer Festigkeit. Man kann schalldämpfend auf sie einwirken, wenn man sie mit einer unelastischen, weichen Schicht auf die ganze Ausdehnung in innige Berührung bringt, welche das Entstehen regelmässiger Schwingungen verhindert. Als ein für Wohnräume häufig schon ziemlich erfolgreiches Mittel ist hier das Belegen einer dünnen Plattendecke aus Beton mit Korkteppich aufzuführen.

In wirksamerer Gestalt tritt dieses Mittel auf, wenn die feste tragende und gewöhnlich stark schallende Platte zunächst mit einer losen, den Schall schlecht leitenden Schicht bedeckt wird, zu der man z. B. ganz mageren Schlacken-Beton verwenden kann. Anordnungen solcher Art für verschiedene Decken-Constructionen zeigen Fig. 118 (S. 70), 150 bis 153 (S. 81), 135 (S. 76) u. 82 (S. 51). Noch wirksamer wird dieses Mittel fein, wenn man die lose, dumpfe Schicht auch oben wieder mit einer festeren für die Fußbodenausbildung abdeckt, da dann die gegenseitige Störung der Schwingungen der dünnen Platten in zwei Ebenen stattfindet. Eine derartige Ausführung ist in Fig. 230 (S. 128) angedeutet.

¹⁵⁷⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1892, S. 139.