

VERSCHIEDENE BAULICHE ANLAGEN.

I. Abschnitt.

Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderfütterungen.

VON E. SPILLNER.

I. Kapitel.

Sicherungen gegen Feuer.

Die Frage, wie die Gebäude gegen Feuer geschützt werden sollen, ist so alt, wie die Baukunst selbst; dennoch müssen wir uns gestehen, daß dieselbe noch keineswegs beantwortet ist. Kaum eine Woche vergeht, in der nicht ein oder mehrere größere Brände durch die Zeitungen gemeldet werden; selten wird aber untersucht und noch seltener berichtet, wie sich die Baustoffe und Bauconstruktionen hierbei bewährt haben. Meistens begnügt man sich damit, die Brandurfache zu entdecken und die Schuldigen zu bestrafen. So dürfen wir uns nicht wundern, daß über die Bewährung der natürlichen Steine, des Holzes und des Eisens im Feuer vielfach ganz irrige Ansichten herrschen. Eben so wenig können wir die Frage, wie ein ausbrechendes Feuer zu löschen sei, als gelöst erachten. Wird doch neuerdings behauptet, das seit uralten Zeiten angewendete Hauptlöschmittel, das Wasser, sei für diesen Zweck nicht geeignet. Es lohnt sich daher wohl, die Sicherungen gegen Feuer, welche einerseits in geeigneter Wahl der Materialien und Construktionen, andererseits in Löscheinrichtungen für den Fall eines ausgebrochenen Brandes bestehen, im Zusammenhange zu betrachten⁹⁴).

a) Feuerficherheit der wichtigeren Baustoffe und Bauconstruktionen.

Bisher nahm man vielfach an, daß der Maffivbau, gleich viel ob natürliches oder künstliches Steinmaterial⁹⁵) verwendet wird, einen ausgezeichneten Schutz gegen Feuer gewähre. Erst die Brände von Strafsburg und Paris 1870 und 1871 haben diese Zuversicht gewaltig erschüttert. So hat sich z. B. der viel verwendete französische Kalkstein (*calcaire grossier*), welcher auch in Deutschland immer mehr Eingang findet, gänzlich ungeeignet gezeigt, dem Feuer Widerstand zu leisten. Französische Architekten schreiben dies der »Nässe« desselben zu⁹⁶), indem sie an-

65.
Natürlicher
Stein.

⁹⁴) Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 18 u. 19 (S. 30–32).

⁹⁵) Siehe Theil I, Bd. 1 dieses »Handbuches«, Abth. I, Abfchn. 1, Kap. 1: Stein.

⁹⁶) Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 134.

nehmen, daß bei der Erhitzung des Steines eine schnelle Ausdehnung des eingeschlossenen Wassers erfolgt, welches sich schließlich in Dampf verwandelt und so den Stein zer Sprengt. Auch in Deutschland ist die Ansicht vertreten, daß hygroskopische Steine wenig feuerbeständig seien. Indessen dürften die Poren, welche das Wasser so bereitwillig eingelassen haben, diesem und dem sich bildenden Dampf genügend schnellen Ausgang gestatten. Wir werden daher die Hauptzerstörungsfactoren in zwei anderen Factoren zu suchen haben: 1) in der chemischen Veränderung des ganzen Steines oder einzelner Theile desselben und 2) in der verschiedenartigen Ausdehnung der letzteren.

Eine chemische Veränderung erleiden alle diejenigen Steine, welche Kohlenäure enthalten, die sie bei der Erhitzung abgeben und dadurch zerfallen oder wenigstens an Festigkeit verlieren.

Hierher gehören die Kalksteine, Mergel und Dolomite, ferner diejenigen Sandsteine, in denen Kalk oder Mergel als Bindemittel vorkommt. Durch ungleiche Ausdehnung werden die grobkörnigen Granite und Syenite zerstört. Es ist bekannt, daß man zur Sprengung von Granitblöcken noch heute das sog. Feuerfetzen anwendet, wobei aber der Stein seine Festigkeit völlig einbüßt. Ferner ist die geringe Feuerbeständigkeit der in der Mark Brandenburg vielfach verwendeten Feldsteine (Granitfindlinge) mehrfach beobachtet worden. Hingegen sind als feuerbeständig zu erachten: diejenigen Sandsteine, welche quarziges Bindemittel enthalten, ferner Serpentin, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Thonschiefer, am meisten Trachyt und Bimsstein.

66.
Backsteine.

Viel besser, als der natürliche Stein bewährt sich der Backstein⁹⁷⁾, so daß *Viollet-le-Duc* nach dem Brande von Paris vorschlug, Quadermauern nicht mehr, wie bisher, mit Bruchsteinen, sondern mit Ziegeln zu hinterblenden, da die Hauptgefahr für die Façaden-Mauern nicht von außen, sondern von innen komme. Noch sicherer wird das Verfahren sein, zwischen der Backsteinverblendung und dem Quadermauerwerk eine Luftschicht zu lassen.

Beim Brande der Stärkefabrik zu Salzuflen (1881) zeigte es sich, daß die aus Backsteinmauerwerk hergestellten Theile der Umfassungswände der Gluth zu trotzen vermochten, während das Bruchsteinmauerwerk, obgleich bedeutend dicker, gänzlich vom Feuer zerstört worden war⁹⁸⁾.

Eben so waren nach dem Brande des Rathhauses zu Aachen (1883) die aus dem thonhaltigen Udelfanger Sandstein erbauten Zinnen von Kreuz- und Querrissen durchzogen, Stufen von sog. Blaufeinstein (Kalkstein) in Aetzkalk verwandelt; hingegen hatten die nur 1 Stein starken Backsteingewölbe des historischen Krönungsfaales diesen vollkommen gegen die Gluth und den Zusammenbruch des hohen, hölzernen Dachstuhles geschützt.

Allein auch die Backsteine sind in ihrem Verhalten sehr verschieden; namentlich sind diejenigen leichter zerstörbar, welche Kalktheile enthalten. Geradezu unverbrennlich sind die sog. feuerfesten Steine⁹⁹⁾, daher als Auskleidung von Feuerungen vorzugsweise gebraucht. Bei ihrem keineswegs hohen Preise eignen sie sich sehr gut zur Ueberwölbung von Trefors, Archiven etc., und man muß es bedauern, daß sie für Hochbauzwecke bisher so wenig Verwendung gefunden haben.

67.
Asphalt,
Gyps, Thon,
Lehm
u. Cement.

Natürlicher Asphalt (*Seyffel* oder *Val de Travers*¹⁰⁰⁾ ist trotz seines Bitumengehaltes als feuersicher zu erachten. Holzfußböden, mit 2 cm starker Asphaltlage überdeckt, haben von herabfallendem Feuer nicht gelitten. Künstlicher Asphalt hat diese Eigenschaft in geringerem Grade.

Gyps¹⁰¹⁾ ist eines der besten Feuerschutzmittel. Beim Brande von Paris haben

97) Siehe Theil I, Bd. 1, Abth. I, Abfchn. 1, Kap. 1: Stein, so wie Kap. 2: Keramische Erzeugnisse.

98) Siehe: Deutsche Bauz. 1883, S. 226.

99) Siehe Theil I, Bd. 1, Art. 21, S. 78.

100) Siehe ebendaf. Abth. I, Abfchn. 2, Kap. 3: Asphalt; ferner: Deutsche Bauz. 1870, S. 83.

101) Siehe ebendaf. Abth. I, Abfchn. 1, Kap. 3, g: Gyps-Mörtel.

Kalkfeinmauern, welche im Inneren mit Gyps überzogen waren, an dieser Seite wenig gelitten, während sie im Aeußeren stark beschädigt waren; eben so haben sich Gypsdecken gut bewährt.

Nach den Versuchen von *Hardwick* in London haben 3^{cm} starke Gypsplatten, welche an die untere Fläche hölzerner Balkendecken angeschraubt waren, diese gegen den Brand darunter gestellter Theertonnen vollkommen geschützt.

Einen feuerficheren Mörtel, wie er z. B. zum Vermauern der Chamotte-Steine gebraucht wird, giebt feuerfester Thon mit Chamotte-Mehl gemischt. Für gewöhnliche Feuerungs-Anlagen genügt Lehm als Bindemittel, welcher auch vielfach zum Aufmauern von Schornsteinen, Brandmauern und Feuerschutzmauern angewendet wird. Cement leistet dem Feuer bedeutenden Widerstand.

Holz¹⁰²⁾, welches längere Zeit einer Hitze von 230 bis 240 Grad C. ausgesetzt ist, entzündet sich sofort, wenn man mit einer glühenden Eisenplatte darüber hinfährt. Harzige Hölzer brennen viel schneller, als andere, weiche schneller als harte; Eichenholz bietet also grössere Sicherheit, als Kiefern- und Tannenholz. Die gefährlichste Eigenschaft des Holzes ist die, daß es das Feuer schnell verbreitet und ihm zugleich neue Nahrung zuführt; dennoch setzen starke Hölzer dem Feuer lange Widerstand entgegen, ehe sie brechen. Namentlich ist dies von hölzernen Pfeilern und Säulen zu sagen. *Shaw*¹⁰³⁾ behauptet, niemals gesehen zu haben, daß starke Holzpfeiler gänzlich zerstört wurden. Er rechnet daher hölzerne Freistützen zu den feuerficheren Constructionen.

Theoretisch ist dies so zu erklären. Die Flamme hat unter normalen Verhältnissen ihre Richtung stets nach oben. In einer feuerbedeckten Fläche nimmt daher der Pfeiler nur einen Raum ein, der seinem Querschnitte entspricht, während der horizontal liegende Balken auf seine ganze Länge vom Feuer berührt wird.

Holz ist überhaupt nur da leicht verbrennlich, wo es von unten her vom Feuer erreicht wird, und dies auch nur dann, wenn die Flamme ungehindert neben demselben nach oben vordringen kann oder, wie man sich populär ausdrückt, Zug nach oben hat. Decken, in denen Balken dicht an Balken liegt und bei denen die Fugen zwischen denselben durch hölzerne Dübel geschlossen werden, haben sich durchaus feuerficher gezeigt¹⁰⁴⁾. Die Sicherheit verschwindet aber sofort, wenn der geringste Luftzug durch die Decke stattfindet. Hölzerner Belag auf massiven Treppen verkohlt wohl langsam bei herabfallendem Feuer, brennt aber nicht.

Kann man das Holz durch irgend einen Ueberzug von der Luft abschließen, so wird seine Widerstandskraft bedeutend erhöht.

M. H. Watt hat beim Brande eines Hüttenwerkes beobachtet, daß, während die eisernen Balken durchbrachen, Holz, das mit Eisen bekleidet war, fast unverfehrt blieb¹⁰⁵⁾.

Ueber die Feuerficherheit des Eisens¹⁰⁶⁾ hat man lange Zeit irrige Vorstellungen gehabt. Auch hier kommt es, gerade wie beim Holze, darauf an, in welcher Art und Weise das Material den Flammen ausgesetzt wird.

Einen Vorzug hat es unbedingt vor dem Holze: es führt dem Feuer keine neue Nahrung zu. Andererseits steht es hinter demselben darin zurück, daß es vermöge seiner Wärmeleitungsfähigkeit die Erhitzung auf seine ganze Länge überträgt, und ferner darin, daß seine Tragfähigkeit mit der Erhitzung bedeutend abnimmt.

¹⁰²⁾ Siehe Theil I, Bd. 1, Abth. I, Abfchn. 1, Kap. 5: Holz.

¹⁰³⁾ Commandeur der Londoner Feuerwehr.

¹⁰⁴⁾ *Engineer*, März 1874.

¹⁰⁵⁾ Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 135.

¹⁰⁶⁾ Siehe Theil I, Bd. 1, Abth. I, Abfchn. 1, Kap. 6: Eisen und Stahl.

Versuche hierüber wurden von *Kollmann* in Oberhausen durchgeführt. Es wurde fehniges, feinkörniges Eisen und Bessemer-Stahl bei fortwährend steigender Temperatur von 0 bis 1000 Grad C. Festigkeitsproben unterworfen, wobei sich ergab, daß bis zu 100 Grad die Festigkeit der drei Metalle constant blieb und selbst bei 200 Grad nur die Festigkeit des fehnigen Eisens sich um 5 Procent verminderte. Aber bei 300 Grad betrug die Festigkeit in allen drei Fällen 90 Procent, bei 500 Grad nur 40 und bei 700 Grad nur mehr 20 Procent der ursprünglichen. Diese Zahlen lassen erkennen, daß überhitztes Eisen nicht mehr im Stande ist, der gewöhnlichen Beanspruchung zu widerstehen¹⁰⁷⁾. Besonders auffallend ist die rapide Abnahme der Festigkeit zwischen 315. und 538 Grad C.

Will man also in Eisen construiren, so darf das vorhandene brennbare Material nicht so bedeutend sein, daß bei einem Brande eine Temperatur von mehr als 700 Grad C. erreicht wird, vorausgesetzt, daß man mit fünffacher Sicherheit construirt, obwohl der Schmelzpunkt für Schmiedeeisen sich erst bei 2000, jener für Stahl bei 1850 und jener für Gusseisen bei 1500 Grad C. befindet.

Noch schlimmer, als die Abnahme der Tragfähigkeit wirkt aber die Eigenschaft des Eisens, sich bei gleichmäßiger Erhitzung stark auszudehnen, bei ungleichmäßiger Erhitzung sich zu verdrehen. Eine Wärmezunahme von 50 Grad, wie sie bei unserer gewöhnlichen Temperatur-Differenz von -20 bis $+30$ Grad C. vorkommt, dehnt einen schmiedeeisernen Träger von 6 m Länge bereits um ca. 4 mm aus, eine Wärmezunahme von 700 Grad C. jedoch um 61 mm¹⁰⁸⁾. Sorgt man nicht für die Möglichkeit, dieser Ausdehnung nachgeben zu können, so wird schon bei geringer Erhitzung eine starke Durchbiegung eintreten.

Es ist bereits in Theil III, Bd. 2 dieses »Handbuches« bei Besprechung solcher Decken-Construktionen, bei denen Eisen zur Anwendung kommt, mehrfach auf diesen Umstand hingewiesen worden, und es wurden daselbst verschiedene Vorkehrungen angegeben. Eiserne Träger dürfen niemals an beiden Kopfen fest eingemauert werden. Müßen sie zur Verankerung eines Gebäudes dienen, so sind die Löcher für die Ankerchrauben — oder bei Rundeisen für das durchgesteckte Anker-Ende — nicht kreisrund, sondern länglich zu machen, damit bei etwa eintretender Erhitzung der Träger sich bewegen kann, ohne den Anker nebst dem Stirnmauerwerk herauszuschieben. Die Länge eines Loches muß der zu erwartenden Ausdehnung entsprechen. Selbstredend wirkt ein verankerter Träger, sobald er sich verlängert, nicht mehr als Anker.

Vor allen Dingen muß man darauf sehen, eiserne Constructionstheile gegen zu starke Erhitzung zu sichern. In Backsteinen, oder noch besser in Schwemmsteinen, bezw. in Béton ausgemauertes Eisen-Fachwerk hat sich gut bewährt (z. B. beim Brande von Straßburg 1870), da hier das Eisen zum größten Theile von einem schlechten Leiter eingeschlossen ist. Viehställe, über denen sich Heu- und Strohmagazine befinden, können unbedenklich auf I-Trägern überwölbt werden, wenn man nur die Gewölbe bis zum Scheitel ausmauert und abplästert, so daß die Träger von mehreren Backsteinschichten überdeckt sind. So blieben bei dem *v. Maffei'schen* Brande in Stalltach¹⁰⁹⁾, wobei mit dem Dachstuhl etwa 8000 Centner Futtermagazine verbrannten, die darunter befindlichen, auf I-Trägern ruhenden und bis zum Scheitel ausgemauerten Gewölbe des Viehstalles vollständig intact, so daß nach Abkühlung des Raumes das Vieh wieder eingestellt werden konnte.

Schwieriger ist es im umgekehrten Falle, wenn obere Räume gegen den Brand von unten geschützt werden sollen. Einigen Schutz gewähren Kappengewölbe zwischen eisernen Schienen oder Trägern, wo also nur der untere Flansch von der Flamme getroffen werden kann. Eben so sind von horizontalen Decken-Construktionen das System *Lamy*, bei welchem der 72 cm weite Raum zwischen den Trägern mit je drei hohlen Kästen von gebranntem Thon ausgefüllt wird, und das System *Cartaux*, welches verzahnte Hohlziegel statt der Thonkästen verwendet, in dieser Beziehung zu empfehlen. Größere Sicherheit wird voraussichtlich das System *Murat* bieten, welches statt der Wölbung zwischen den Trägern gegoffenen Grobmörtel anwendet, der auch von unten her die Träger dick überzieht.

Ganz fehlerhaft aber ist es, wie man es in Magazinen und Fabriken, die ganz mit Brennstoff gefüllt sind, nicht selten findet, den die Kappenträger unterstützenden Hauptträger völlig frei zu legen, so daß

¹⁰⁷⁾ Vergl. auch Theil I, Bd. 1, Art. 174, S. 188.

¹⁰⁸⁾ Siehe ebendaf. Art. 163, S. 184.

¹⁰⁹⁾ Siehe: Deutsche Bauz. 1881, S. 359.

er ganz vom Feuer umspült werden kann. *Wichord* in London hat (angeblich bereits mit großem Erfolge) die schmiedeeisernen Deckenbalken mit feuerfestem Thon vollständig umschlossen. Diese Formsteine haben ein solches Profil, daß sie oben eine paffende Widerlagsform für die Gewölbe bilden.

Gusseisen dehnt sich zwar bei der Erhitzung weniger aus, als Schmiedeeisen ¹¹⁰⁾, kommt dafür aber eher zum Schmelzen.

Braidwood ¹¹¹⁾ behauptete, gusseiserne Säulen seien weniger feuerficher, als hölzerne. Glühend gewordene brächen zusammen, sobald man den Strahl der Feuerspritze auf sie richte. Sein College *Shaw* verlangt daher in seinem Werke ¹¹²⁾, daß bei größeren Räumen zum Schutze der Feuerwehr jede vierte Säule durch einen Ulmen- oder Eichenpfosten ersetzt und die übrigen gusseisernen Säulen mit Verputz überzogen werden.

Die Firma *Wight & Co.* in Chicago hat ein Patent auf die Construction einer eisernen Säule genommen, welche einen Mantel von poröser Terracotta trägt. In englischen Magazinen hat man einen Luftzug durch die hohlen Säulen hergestellt, um so fortwährend eine Abkühlung herbeizuführen, ein Schutzmittel, welches sich jedoch bei Gelegenheit eines Brandes wenig wirksam erwiesen hat. Besser wird die in neueren englischen Entrepots getroffene Einrichtung sich bewähren, welche Wasser permanent durch die Säule circuliren läßt.

Selbstverständlich ist die Anwendung hohler gusseiserner Säulen für Läden und Arbeitsräume, bei denen die Menge der feuergefährlichen Stoffe keine bedeutende ist, ganz unbedenklich.

In Bezug auf die feuerfichere Construction von Wänden, Decken, Fußböden, Dächern und Treppen müssen wir auf die vorhergehenden Bände dieses Theiles des vorliegenden »Handbuches« verweisen und wollen an dieser Stelle nur einige Punkte hervorheben. Zunächst hat man bei der Wahl der Constructionen die Bau- und Feuer-Polizei-Verordnung des Ortes oder Kreises genau zu beachten. Gegen dieselbe anzukämpfen, ist in den meisten Fällen vergeblich, in allen Fällen zeitraubend. Unter den Wänden sind solche Fachwerks-Constructionen besonders feuergefährlich zu nennen, welche nicht ausgemauert, sondern beiderseitig mit Brettern bekleidet sind, namentlich dann, wenn der so gebildete Hohlraum durch mehrere Geschosse reicht ¹¹³⁾. Sind in jeder Etage eine oder zwei durchgehende Verriegelungen angebracht, so ist das schnelle Herabfallen des Feuers und Entfegung von Zugluft gehindert ¹¹⁴⁾. Wo es darauf ankommt, frei tragende Zwischenwände über größeren Spannweiten feuerficher auszuführen, empfiehlt sich in erster Linie Träger-Wellblech, welches die Functionen des Wandabschlusses und des Trägers in sich vereinigt; der Wandputz, welcher einen nicht unwesentlichen Schutz gegen Erglühen bildet, wird am besten auf Rohrgewebe angebracht.

Die Wände von Personen-Aufzügen, Fahrstühlen und Ventilationschächten soll man möglichst feuerficher herstellen. Lassen sie sich nicht massiv ausführen, so ist die Bretterbekleidung mit Zink- oder Eisenblech zu beschlagen. Derartige Wände sind mindestens 0,5 m über das Dach hinauszuführen, damit nicht die von unten heraufschlagende Flamme das Dach ergreife oder umgekehrt, sobald das Dach brennt, Stücke in die unteren Räume herabfallen können ¹¹⁵⁾.

Durch den Massivbau von Umfassungswänden soll theils die Entzündung von außen, theils ein rascher Zusammensturz des brennenden Gebäudes verhindert werden; deshalb wird in manchen Städten gefordert, daß auch vorspringende Bautheile, wie Balcons, Erker, Vordächer, Hauptgesimse etc. feuerficher herzustellen

¹¹⁰⁾ Siehe Theil I, Bd. 1, Art. 163, S. 184.

¹¹¹⁾ Commandant der Londoner Feuerwehr.

¹¹²⁾ *Fire surveys*. London 1872. S. 43.

¹¹³⁾ Vergl. über den Brand des Hôtels »Kaiserhof« in Berlin: *Zeitschr. f. Bauw.* 1877, S. 167.

¹¹⁴⁾ Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 28 (S. 44): Schächte; §. 20 (S. 32) Umfassungswände, so wie §. 23 (S. 37): Vorspringende Bautheile.

¹¹⁵⁾ Siehe ebendaf.

sind; in einem solchen Falle müssen Stein oder Metall verwendet, etwaige Holzconstructions mit Blech, Schiefer oder Putz bekleidet werden. Hölzerne Hauptgesimse erscheinen besonders geeignet, einen ausgebrochenen Brand zu verbreiten; sie sind deshalb in manchen Ländern für städtische Gebäude verboten. Kommen sie zur Anwendung, so sollte man sie stets auf etwa 1 m Abstand von der Nachbargrenze feuerficher bekleiden ¹¹⁵⁾.

71.
Decken.

Hölzerne Decken sind um so feuergefährlicher, je leichter sie dem Feuer Durchzug von unten nach oben gewähren. Decken ohne Verputz und Stakung verbreiten daher die Gefahr am schnellsten. Die am Rhein, in Belgien, England und Amerika üblichen Bohlenbalken, welche sogar vielfach ohne Stakung und mit ungespundeten Fußböden sich vorfinden, stehen den vollen Balken nach, da sie in kurzer Zeit von der Flamme zerstört werden. Ueberfüllung der Staken mit Strohlehm bis zur Oberkante der Balken, wobei die durch das Trocknen des Lehms entstandenen Risse vor dem Legen des Fußbodens mit feinem Sande ausgefüllt werden, ist in dieser Beziehung besser, als die Ueberfüllung mit Schutt oder Schlacke.

Einen wesentlichen Schutz bietet der Deckenputz, namentlich dann, wenn der Mörtel viel Gyps enthält, wobei wiederum der Putz auf Latten (Spalirputz) sich besser hält, als Rohrputz auf Schalung.

Bei angestellter Probe hat sich der *Rabitz'sche* Deckenputz auf Drahtgewebe vorzüglich bewährt. Nach halbstündigem lebhaften Brande war derselbe unverfehrt; über der Decke gelagerte Hobelspäne zeigten sich unverändert.

Als höchst feuergefährlich sind hölzerne Imitationen gewölbter Decken zu bezeichnen, da das Feuer im Hohlraum zwischen den Holzwölbungen und der darüber befindlichen Balkenlage in Folge des entstehenden Luftzuges sich schnell ausbreitet. Ein Beispiel hierfür bot der Brand des *Buffe'schen* Restaurations-Locales in Berlin.

Gewölbte Decken sind feuerficher, wenn das Material derselben feuerbeständig ist. Gute Backsteine werden hierbei meistens genügen; will man absolute Sicherheit haben, so muß man zu Chamotte-Steinen greifen ¹¹⁶⁾.

72.
Fußböden.

Bei den Fußböden auf Lagerhölzern hat man darauf zu achten, daß sie mit unverbrennlichem Material gut unterstopft werden. Sind Gründe vorhanden, eine solche Ausfüllung nicht vorzunehmen, so dürfen Hobelspäne in den Hohlräumen durchaus nicht liegen bleiben, wie es z. B. beim abgebrannten Hauptgebäude der Hygiene-Ausstellung in Berlin 1882 constatirt worden ist.

Parquet-Fußböden bewähren sich, wenn die Flamme nicht von unten kommt, recht gut. *Viollet-le-Duc* hat beobachtet, daß Parquets in gänzlich ausgebrannten Zimmern kaum etwas verkohlt waren ¹¹⁷⁾. Die Feuerficherheit von Asphalt-Fußböden haben wir bereits erwähnt; eben so ist der in manchen Gegenden übliche Gyps-Estrich auf der Dachbalkenlage empfehlenswerth.

73.
Dächer.

Unter den Dachdeckungen ist das Stroh- und Rohrdach am gefährlichsten. Sicherer sind Lehm-schindel- oder Lehmstrohdächer, wobei wiederum die sog. pommerischen Lehmstrohdächer wegen ihrer größeren Lehm-masse den Vorzug vor den polnischen verdienen. Da aber derartige Dächer sehr schwer sind, geringe Dauer haben und von Mäusen heimgesucht werden, so kann man sie dennoch nicht gerade empfehlen. Holzschindeln werden für Wohnhäuser nur noch in wenigen Gegenden

¹¹⁶⁾ Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 27 (S. 43): Innere Wände und Decken.

¹¹⁷⁾ Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 136.

zugelassen. *Winge's* imprägnirte Schindeln widerstanden bei einer Probe 20 Minuten lang dem lebhaftesten Feuer; erst nach 40 Minuten war ein Theil derselben zerstört. Auch Wasserglas-Anstrich wird für Schindeln empfohlen; doch ist zu bemerken, daß reines Wasserglas an der Luft sich bald zersetzt.

Von den Ziegeldächern sind die Splißdächer wenig feuersicher, eben so wenig die mit Strohdocken untersteckten Pfannen; Splißse und Docken werden daher mit Wasserglas, letztere auch mit Lehmbrei getränkt, was aber höchstens auf 5 Jahre schützt. Gute Dachziegel halten sich längere Zeit gegen äußeres Feuer; schliesslich springen die Nafen ab, und Dach und Gebälk werden offen gelegt.

Auch Schiefer springen bei starker Erhitzung. Cementplattendächer werden als feuersicher empfohlen. Gufseiserne Dachziegel hingegen dürften nicht allzu großen Widerstand leisten, eben so wie alle Metaldächer nur bedingte Sicherheit gewähren, auch vermöge ihres Leitungsvermögens die Hitze schnell über die ganze Dachfläche verbreiten. Leicht entzündliche Stoffe darf man unter Metaldächern nicht lagern, wie sich z. B. Hanf bei einem Brande allein durch Erhitzung des Eisenbleches in einem massiven, vom Feuer unberührten Gebäude entzündet hat. Wellblech ist bei Temperatur-Veränderungen dem Reissen und Springen am wenigsten ausgesetzt. Wo man Metaldächer ohne Holzschalung anwendet, sollte man die Kosten für einen ganz eisernen Dachstuhl nicht scheuen.

Die größte Feuersicherheit bieten die Holzcement-Dächer; nach diesen würde das Kronen- und Doppeldach von Ziegeln, das Schiefer- und Cementplattendach, so wie das Lederpappdach und das Steinpappdach rangiren; dann würden die Metaldächer und schliesslich Schindel- und Strohdächer folgen — eine Reihenfolge, welche jedoch wegen der vielfachen Variationen in den einzelnen Arten keinen Anspruch auf Genauigkeit macht.

Eine feuersichere Construction erfordert nicht nur eine feuersichere Dachdeckung, sondern auch, daß zur Herstellung von Dachaufbauten, Aussteigeöffnungen, Oberlichtern, Dachrinnen etc. Stein oder Metall verwendet, etwaige Holzconstruktionen mit Blech, Schiefer oder Putz verkleidet werden ¹¹⁸).

Eine besondere Feuersgefahr für Dächer entsteht bei Löthungen. Löthöfen sollten weder ohne Aufsicht gelassen werden, wie es in den Arbeitspausen vielfach geschieht, noch bei starkem Winde überhaupt angewendet werden ¹¹⁹); immer aber müssen beim Löthen auf Dächern gefüllte Wassereimer zur Hand sein. Dasselbe gilt von den Oefen zur Erwärmung des Holzcementes, welche auf eine etwa 10 cm starke Sandschüttung zu stellen sind.

Manfarde-Dächer, gleich viel wie sie abgedeckt sind, erscheinen wegen ihrer Holzmassen zur Verbreitung des Feuers besonders geeignet ¹²⁰).

Unter den Treppen galten alle massiv aus Backsteinen oder Haufsteinen construirten als unverbrennlich; doch hat sich beim Brande von Paris gezeigt, daß alle frei tragenden Haufstein-Treppen, gleich viel aus welchem Materiale bestehend, zerbrochen sind. Allerdings wurden hier besondere Mittel, namentlich Petroleum angewendet, während sonst ein massives Treppenhaus wohl kaum so viel Brennstoffe enthalten könnte, um einigermaßen festen Naturstein in Gefahr zu bringen.

74.
Treppen.

¹¹⁸) Siehe auch die „normale Bauordnung“ von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 21 (S. 35): Dächer, so wie §. 23 (S. 37): Vorspringende Bautheile.

¹¹⁹) Ursache des Brandes der Nicolai-Kirche in Potsdam, desgl. des National-Theaters in Prag u. a.

¹²⁰) Beobachtung beim Brande von Bolton (siehe: Deutsche Bauz. 1872, S. 407).

Immerhin wird man aber den in Backsteinen unterwölbten Haufein-Treppen gröfsere Sicherheit vindiciren müffen, wie z. B. sich diejenigen in den Tuilerien trotz aller Anstrengungen der Petroleure gut gehalten haben.

Holzbelag auf massiven Stufen ist unverbrennlich; eben so ist bei massiven Treppen die Bekleidung der Setzstufen mit Futterbrettern statthaft, so fern diese nicht an eine Holzbekleidung der Wangen anschliessen¹²¹⁾. Hölzerne Treppen sind weniger leicht entzündlich, wenn ihre Unterseite mit Rohr- oder Spalirputz versehen ist, und es werden solche z. B. in Berlin »feuerfichere« genannt.

Eiserne Treppen bieten etwas gröfsere Sicherheit, halten bei stärkerem Feuer aber nicht Stand; durchbrochene eiserne Treppen mit Holzbelag sind schlechter, als hölzerne; eben so dürften solche mit Marmorbelag bei der geringen Feuerficherheit der gewöhnlichen Marmorforten sich nicht sonderlich bewähren.

Die Hauptsache bei allen Treppen-Anlagen, welche feuerficher sein sollen, ist, sie massiv zu umschliessen und sie durch Ueberwölbung gegen herabfallendes Feuer zu sichern¹²²⁾.

Die größte Zahl der Feuersbrünfte entsteht durch fehlerhaft disponirte Feuerungen und Schornsteine.

Feuerstellen¹²³⁾ sollen, wegen ihrer Ausdehnung durch die Hitze, selbständige Umfassungen besitzen und nicht in die Wände des Gebäudes eingreifen. Gröfsere Feuerstellen sind grundfest auf Mauern, Gewölben und Eisenconstructions anzulegen. Feuerstellen gewöhnlicher Art können auf Balkenlagen gestellt werden, sobald das Holzwerk der letzteren durch eine mindestens 5 cm hohe Steinschicht (Steinplatte, Backstein-Flachschicht, Cement etc.) bedeckt ist und wenn zwischen dieser Isolirschicht und der Sohle des Feuerraumes, bezw. des Aschenfalles ein mindestens 5 cm hoher Hohlraum verbleibt; der letztere kann zwar durch Tragwände oder Tragfüsse versperrt sein, muß aber der Luftcirculation zugänglich gemacht werden. Die Isolirschicht mit darüber befindlichem Hohlraum kann auch durch einen massiven Mauerkörper über der Balkenlage ersetzt werden, welcher unter dem Aschenfall mindestens 15 cm, unter dem Feuerraum mindestens 25 cm Höhe haben muß.

Ueber die feuerfichere Construction der Schornsteine ist bereits im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Art. 180 bis 186, S. 148 bis 153 und Art. 194 bis 196, S. 160 u. 161) das Erforderliche gesagt worden. Im Uebrigen ist das Anlegen von Feuerstellen und Schornsteinen durch die baupolizeilichen Bestimmungen der einzelnen Orte und Kreise so speciell vorgeschrieben, dafs wir an dieser Stelle auf weitere Auseinandersetzungen verzichten können und nur empfehlen, sich stricte danach zu richten¹²⁴⁾.

Ueber die Verhütung der Feuersgefahr bei Einrichtungen, welche zur künstlichen Beleuchtung der Räume dienen und im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Abth. IV, Abfchn. 4, A) abgehandelt sind, können wir uns an dieser Stelle kurz fassen.

Offene Gasflammen sind thunlichst zu vermeiden oder mit Drahtkörben zu umgeben, damit Draperien oder sonstige entzündliche Stoffe nicht hineinwehen können. Von Holzdecken müffen sie 90 cm, von seitlichem Holzwerk 60 cm, mit

¹²¹⁾ Preufs. Ministerial-Erlass vom 20. December 1869.

¹²²⁾ Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 30 (S. 45): Treppen.

¹²³⁾ Siehe Theil III, Bd. 4, Art. 244, S. 203.

¹²⁴⁾ Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 33 u. 34 (S. 48—51): Schornsteine.

eisernem Schutzdeckel 15^{cm} von der Decke entfernt bleiben. Wandarme müssen fest, nicht beweglich sein. Bei größeren Beleuchtungs-Anlagen sind mehrere Haupt-hähne anzulegen; namentlich sind bei Theatern die Gasleitungen a) für Vestibule, Treppen und Corridore, b) für den Zuschauerraum und c) für die Bühne vollständig zu fondern.

Im Wiener Opernhause ist die Einrichtung getroffen, daß die Cylinder der unter der Brüstung der Ränge angebrachten Lampen sich in ein Kupferrohr fortsetzen, das nach einem gemeinfamen Abzugs canal führt. Das *Subra'sche* Beleuchtungssystem zeigt oben geschlossene Lampengläser mit abwärts brennender Flamme und verhindert nicht nur die Feuersgefahr, sondern mindert auch die Hitze.

Zu achten ist auf Undichtigkeiten in den Rohrleitungen, durch welche sich bei Vermischung des Gases mit der atmosphärischen Luft Knallgas bildet. Durch Erhitzung, bezw. theilweises Abschmelzen der Rohrleitungen werden Explosionen nicht herbeigeführt¹²⁵⁾, sondern nur die schon vorhandenen Flammen vergrößert; das Abstellen der Leitungen braucht daher keineswegs übereilt zu werden und darf jedenfalls nicht eher geschehen, als bis sämtliche Personen in Sicherheit sind.

Nothbeleuchtung durch Fettöl-Lampen, welche in Qualm und Zugwind leicht verlöschen, dürfte nur dann gestattet werden, wenn diese in geschlossenen Mauer-nischen liegen und durch Zu- und Abführungscanal mit der äußeren Luft in Verbindung stehen. Auch ist zu beachten, daß der hierbei erforderliche Gebrauch von Zündhölzern, die gern brennend weggeworfen werden, nicht ungefährlich ist.

Die Einführung der elektrischen Beleuchtung wird die Feuersgefahr wesentlich herabmindern, allerdings nicht ganz beseitigen; jedenfalls sind die Leitungen durch unverbrennliche Isolatoren zu isoliren.

Die Ausgänge öffentlicher Gebäude müssen genügende Weite erhalten. Die Pariser Vorschriften verlangen für je 1000 Personen eine Gesamtbreite von 6 m für die Straßens-Ausgänge und für je weitere 100 Personen eine Verbreiterung von 0,6 m — Zahlen, welche man jedoch als Minimum anzusehen hat. Die Thüren müssen zur Vermeidung von Auftauungen die volle Breite des Corridors oder der Treppen besitzen und nach außen aufschlagen¹²⁶⁾.

Um der Verbreitung entstandener Feuersbrünste vorzubeugen, wird in den meisten Staaten durch Gesetz gefordert, daß die Häuser da, wo sie unmittelbar an einander stoßen, durch vollständige massive Brandmauern getrennt sein müssen¹²⁷⁾. Es sind dies Mauern, die vom Fundament aus bis zur Giebelspitze (Brandgiebel), ja selbst noch 30^{cm} und mehr über der Dachdeckung, aus unverbrennbarem Material, in einer Stärke von 25 bis 45^{cm} aufgeführt sind, wobei es unstatthaft ist, dieselben mit Oeffnungen zu versehen. Sind in die Brandmauern Hölzer, Nischen oder Schornsteinrohre eingelegt, so müssen sie außerhalb dieser Theile noch eine Minimal-dicke von 12, besser 25^{cm}¹²⁸⁾ haben. Auch hölzerne Umfassungswände und Dach-gesimse, so wie Dachrinnen müssen durch die Brandmauern gedeckt, bezw. unterbrochen werden. Die Brandmauern zwischen städtischen Gebäuden sind häufig gemeinschaftliche; es kann dies bei solchen Mauern zu Bedenken Anlaß geben, welche als Auflager des Gebälkes in einem mehrgeschossigen Gebäude dienen.

77.
Ausgänge
bei öffentlichen
Gebäuden.

78.
Brandmauern.

¹²⁵⁾ Für Gasleitungen sollen auch deshalb nur Eisenrohre, nicht aber Bleirohre angewendet werden.

¹²⁶⁾ Siehe auch die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), §. 25 (S. 40): Zugänglichkeit von der StraÙe.

¹²⁷⁾ Siehe ebendaf. §. 26 (S. 41): Brandmauern.

¹²⁸⁾ Der *code civil* schreibt allerdings nur 5,4^{cm} vor; doch sollte man mit Rücksicht auf Construction und Ausführung nicht unter 1 Stein Stärke gehen.

In ausgedehnten Gebäuden sind aber auch in Entfernungen von höchstens 40 m unverbrennbare Trennungswände zu errichten, welche mindestens 30 cm über das Dach hervorragen müssen.

Solche innere Brandmauern werden selbst bei kleineren Gebäuden nothwendig, wenn darin feuergefährliche gewerbliche Anlagen und andere Räumlichkeiten (Scheunen und Wohnung, Arbeitsräume mit starkem Feuerbetrieb und Wohnung oder Magazin, Waschküche und Remise für Brennmaterial etc.) untergebracht werden sollen.

In derartigen inneren Brandmauern sind die etwa erforderlichen Thüröffnungen feuersicher herzustellen und mit unverbrennbaren, von selbst zufallenden Thüren zu versehen.

79.
Thüren.

Als feuerichere Thüren gelten in der Regel die in Art. 3 u. 4 (S. 5 u. 6) als einbruchsicher vorgeführten Constructionen aus Eisenblech und solche in Eisen und Stahl. Es wurde in Art. 5 (S. 6) bereits bemerkt, daß die Anforderungen für Sicherheit gegen Einbruch mit jenen gegen Feuer häufig sich decken. Indes hat die Erfahrung gelehrt, daß ganz aus Eisen hergestellte Thüren sich nicht immer bewährt haben. Bei größeren Bränden werfen sie sich in Folge der Gluth; sie springen dabei aus den Angeln und Schlössern und geben im rothglühenden Zustande Anlaß zur weiteren Verbreitung des Feuers. Besser als diese eignen sich hölzerne, mit Eisen, Zink oder Zinkblech beschlagene.

Am feuerichersten sollen sich Thüren bewährt haben, deren Kern aus einer doppelten, sich diagonal kreuzenden Lage 25 mm starker, mit einander verdübelter Bretter hergestellt und an den Außenflächen mit gefalzten (nicht gelötheten) Zinnplatten armirt ist. Sie werden mittels starker, über ihre ganze Breite reichender, solide befestigter Langbänder auf den im Mauerwerk auf das Sorgfältigste befestigten Haken und Fallen aufgehängt. Derartig ausgerüstete Thüren, welche die Durchgangsöffnung um ca. 5 cm überragen, haben nach vielfachen Erfahrungen einem Feuer widerstanden, bei welchem eiserne Thüren vollständig zerstört wurden.

Vor einer Verkleidung mit galvanisirten Eisenplatten hat das Zinnblech den Vortheil, daß es dem Feuer einen geringeren metallischen Körper bietet und sich nicht wirft, in Folge dessen mit dem Kern solider durch Nagelung verbunden werden kann.

Selbstverständlich müssen derartige Thüren nach der Richtung des Ausganges aufschlagen.

Größere Oeffnungen werden durch eiserne Roll-Jalousien, Schiebethore oder Vorhänge feuersicher geschlossen.

80.
Fenster
und
Läden.

Soll das Rahmenwerk der Fenster unverbrennbar sein, so muß es aus Eisen angefertigt werden. Einen feuericheren Verschluss der Fensteröffnungen erzielt man durch die in Art. 14 bis 16 (S. 17) erwähnten eisernen Roll-, Platten- und Schiebeläden; doch zeigen auch diese die im vorhergehenden Artikel bereits erwähnten Uebelstände.

Bei Bränden ist es nicht selten von großem Werthe, wenn derlei Läden sich von außen öffnen lassen, wie dies z. B. beim *Fofs'schen* Schiebeläden der Fall ist.

Derselbe besteht aus zwei Lagen von Blech, zwischen denen ein schlechter Wärmeleiter eingefüllt werden kann. Er läuft mit Rollen auf einer horizontalen Führungsschiene, welche in halber Fensterhöhe angebracht ist. Diese Schiene, aus Stahl hergestellt, sitzt mit ihren Enden auf eingemauerten Gussstücken, wobei Spielraum gelassen ist, daß sich die Schiene den Temperaturänderungen entsprechend unbeschadet

für die Einmauerung zusammenziehen und ausdehnen kann. Ein solcher Laden kann innen oder außen angebracht werden ¹²⁹⁾.

Eiserne Vorhänge finden namentlich in Theatern Anwendung, sind aber auch für andere große Oeffnungen anwendbar, falls man entweder unter oder über der Oeffnung die nöthige Höhe zur Bergung des Vorhanges hat.

Die ersten Vorhänge, und zwar aus Blechplatten conftruirt, sollen schon 1782 in Lyon und London vorkommen; 1824 hat das Burg-Theater in Wien einen solchen erhalten. Derartige Eisenblech-Vorhänge widerstehen der kolossalen Gluth eines Bühnenfeuers nicht lange. Neuerdings haben die Draht-Courtinen eine große Verbreitung gefunden. Sie bestehen meistens aus einem Gerüst von Eisenstäben, welches mit Draht so durchflochten ist, daß sich 2 bis 4 cm weite Maschen ergeben. Allerdings verhindern sie das Durchschlagen der Flammen von der Bühne in den Zuschauerraum für längere Zeit, halten aber die tödtlichen Rauchgase nicht zurück. Ob die neuesten Versuche, sie nach Art der *Davy'schen* Sicherheitslampe sehr feinfachig auszuführen, sich praktisch beweisen werden, bleibt abzuwarten.

Besser werden sich voraussichtlich die aus Träger-Wellblech conftruirten bewähren. Unter diesen haben wir zwei Hauptarten zu unterscheiden: solche mit horizontal und solche mit vertical gestellten Wellen. Erstere dürften den Nachtheil haben, daß die Wellen bei starker Erhitzung zusammensinken. *Pfaff* in Wien schlägt daher vor, den Vorhang aus segmentförmig gebogenen, 1,5 mm starken Blechen zu bilden, die von horizontalen Hängeschienen getragen werden. Letztere sind dem Zuschauerraum zugekehrt, werden sich in Folge dessen nur langsam erhitzen und so einer Deformation vorbeugen. Ein derartiger Vorhang ist im Stadttheater zu Brünn zur Ausführung gekommen.

Einfacher wird es aber sein, das Wellblech vertical zu stellen. Hier kann ein Zusammenfallen nicht vorkommen; überdies wird sich innerhalb der tiefen Wellen ein starker aufsteigender Luftstrom bilden, der wohl etwas zur Abkühlung beitragen kann. Solche Vorhänge sind von der Firma *L. Bernhard & Co.* zu Berlin im Stadttheater zu Posen, so wie im Wallner-, Friedrich-Wilhelmstädtschen, Belle-Alliance-, Walhalla- und Central-Theater zu Berlin ausgeführt. Wir geben im Nachstehenden eine Beschreibung des Posener Vorhanges (Fig. 77 bis 80).

Die freie Bühnenöffnung ist im Posener Stadttheater 11,7 m hoch und 8,73 m breit. Der Vorhang setzt sich aus einem oberen festen Theil von 2,8 m Höhe, der mittels Winkeleisen hinter dem sog. Harlequin-Mantel an der Mauer befestigt ist und an der unteren Kante mit einem \sqcup -Eisen als Träger eines Sand-Verschlusses versehen ist, und dem beweglichen Untertheil, dessen obere \sqcap -Eisen-Befäumung in die erwähnte Sanddichtung einfällt, zusammen (Fig. 79). Die seitlichen Führungen des Vorsprunges (Fig. 77 u. 80) bestehen ebenfalls aus \sqcup -Eisen, in welchen für gewöhnlich (durch eine Flachschiene geschützt) ein Hanf-schlauch hängt, der mit der Wasserleitung in Verbindung steht und der nöthigenfalls durch Oeffnen eines Ventils zur Rundung aufgeschwellt wird, um dadurch eine vollständige Abdichtung herzustellen. Der au-ziehbare Theil des Vorhanges (welcher bei einer Breite von 8,80 m und einer Höhe von 8,95 m nur ca. 1800 kg wiegt) ist durch 2 Gegengewichte so weit ausbalancirt, um leicht durch 2 Männer an der Winde im Zeit-raum von 1 Minute aufgezogen werden zu können. Die zugehörige Winde ist so eingerichtet, daß beim Niedergang des Vorhanges die Kurbel stehen bleibt und daß ein Zug an einem Auslöfungshebel genügt, um den Vorhang zum gleichmäßigen Niedergehen zu bringen. Dieser wird in etwa 10 Secunden vollführt, wobei der Vorhang auf das Bühnen-Podium sich sanft aufsetzt. Für den nicht unmöglichen Fall, daß bei einem Brande das Bühnen-Personal zu sehr in Anspruch genommen sein sollte, oder auch in der Ver-wirrung das Herablassen des Vorhanges von der Bühne aus überhaupt unterbliebe, kann die Auslöfung von einer durch Glasfenster geschützten Stelle im Zuschauerraum mittels eines elektrischen Stromes oder durch leichten Zug an einem Knopf geschehen. Etwa dann auf der Bühne abgesperrte Personen können durch

¹²⁹⁾ Siehe: *Techniker*, Jahrg. V, S. 181.

Fig. 77.

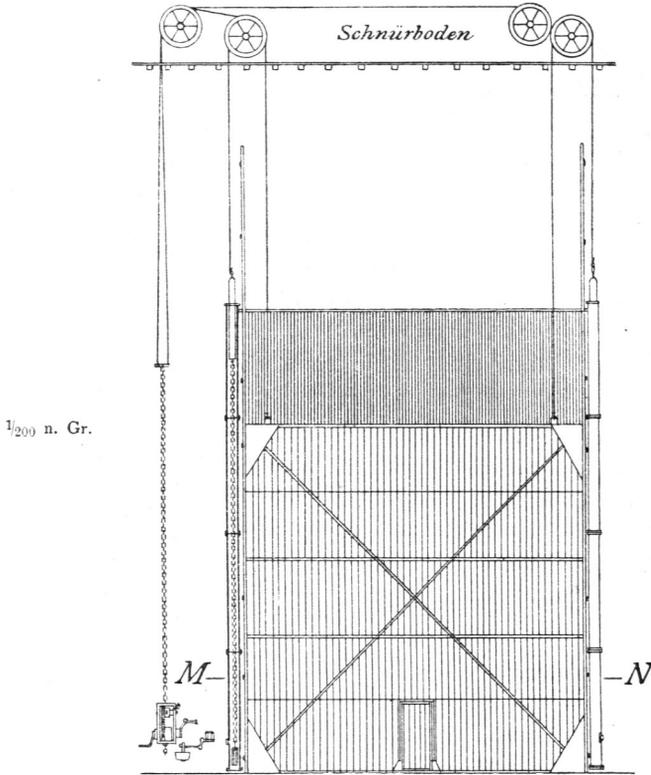


Fig. 78.

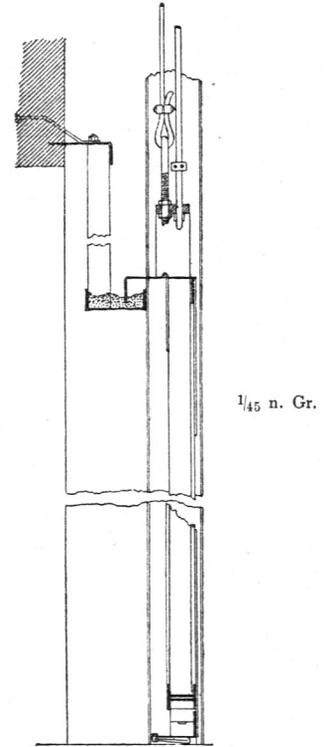


Fig. 79.

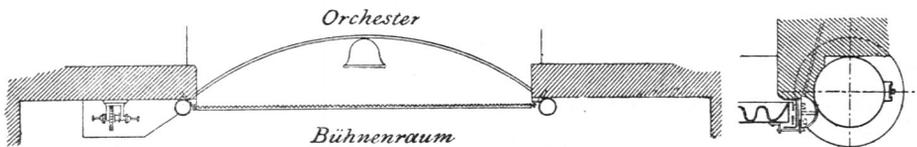


Fig. 80.

Eiferner Schutzvorhang im Stadttheater zu Pofen.

eine im Vorhang angebrachte und nach beiden Seiten aufschlagende Thür sich retten. Immer setzen sich beim Niedergehen selbstthätig große Glockensignale in Bewegung, welche davor warnen sollen, unter dem Vorhang stehen zu bleiben. Die Gegengewichte bewegen sich an Drahtseilen aufgehängt in 25 cm weiten Gufsrohren (Fig. 77, 78 u. 80); dieselben haben am Umfang eine Filz- und Bürstendichtung, welche einen ziemlich luftdichten und leichten Schluß herstellt, wodurch im Falle eines plötzlichen Seilbruches ein Luftpuffer entsteht, indem sich ein feiliches kleines Ventil durch raschen Luftaustritt schließt. Bei regelmäßigem Gang bleibt das Ventil jedoch etwas geöffnet und läßt die Luft frei ein- und ausströmen. Das Moment beim raschen Niederlassen wird außerdem dadurch aufgenommen, daß die Gegengewichte zweitheilig hergestellt und die Theile durch eine Kette so mit einander verbunden sind, daß der untere Theil im Führungsrohr liegen bleibt, bis kurz vor dem Aufsetzen des Vorhanges auf das Bühnen-Podium. Die Ketten dienen nebenbei noch zur Ausgleichung des Gewichtes der Drahtseile, und es wird durch die Combination mit der Centrifugal-Bremse an der Winde das sanfte Aufsetzen beim raschesten Niedergang unbedingt erzielt.

Zur Ausgleichung der möglicher Weise ungleichen Streckung der zur Winde führenden Zugseile, welche im Uebrigen das Gewicht des Vorhanges auch dann noch tragen, wenn ein oder beide Gegengewichts-Seile zugleich reißen sollten, dient ein kurzer Wagebalken als Verbindung mit dem Zugketten-Ende der Winde (Fig. 77).

Fig. 81.

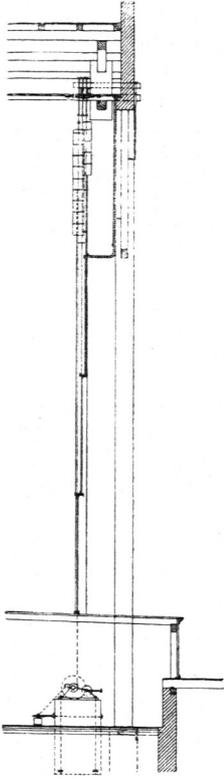


Fig. 82.

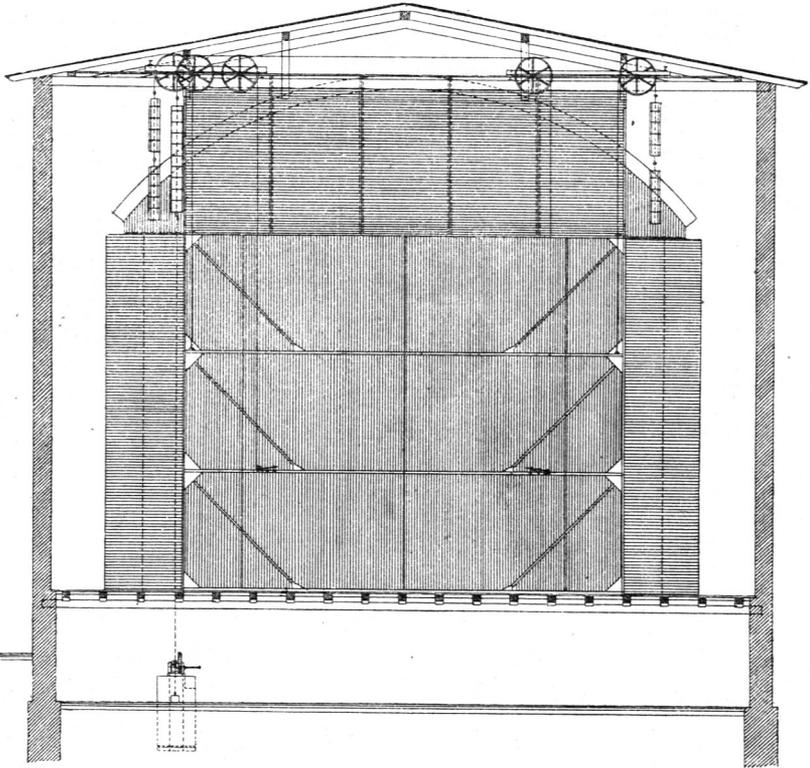
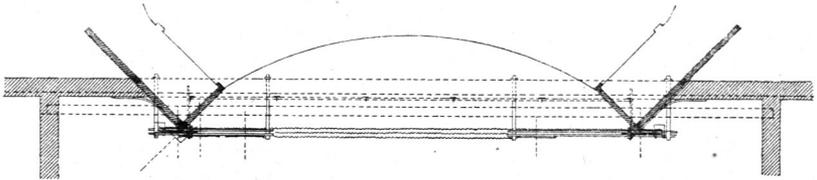


Fig. 83.

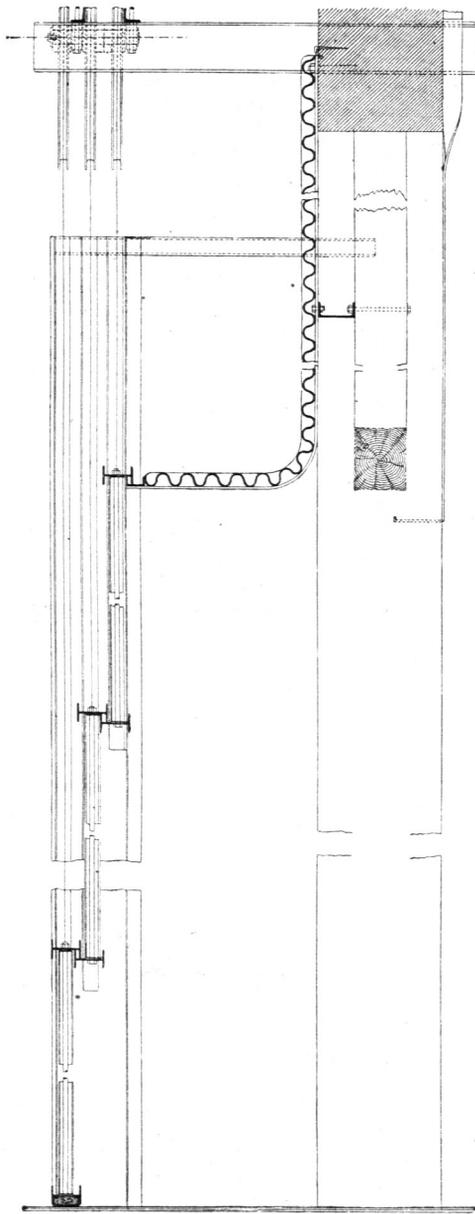
Eiserner Schutzvorhang im Walhalla-Theater zu Berlin. — $\frac{1}{200}$ n. Gr.

In Fig. 81 bis 85 ist die Construction des von *L. Bernhard & Co.* in Berlin ausgeführten Schutzvorhanges für das Walhalla-Theater in Berlin wiedergegeben ¹³⁰⁾.

Hier war nicht Höhe genug vorhanden, um den Vorhang aus einem Stücke anfertigen zu können; derselbe ist vielmehr in 3 einzelnen Theilen hergestellt (Fig. 81 u. 84), welche durch Verfassung der I-Träger so in einander greifen, daß sie einen festen Schluß erzielen. Der vierte, feste Theil des Vorhanges, der sog. Harlequin-Mantel liegt in der Vorderfläche der Brandmauer, welche Bühnenhaus und Zuschauerraum trennt, während die drei anderen beweglichen Theile um die Stärke dieser Mauer zurückspringen. An der Unterkante des fest liegenden Theiles ist diese Differenz durch eine Wellblech-Decke feuerficher ausgefüllt. Das Gewicht der beiden unteren Abtheilungen des Vorhanges ist durch Contregewichte an Drahtseilen gänzlich aufgehoben, so daß für den Bewegungs- und Aufzieh-Mechanismus nur der oberste Schieber zu heben bleibt. Diese Kraft aber kann ein einzelner Mann leisten. Die Tafeln der einzelnen Schieber sind mit Winkelleisen auf die oberen und unteren Träger befestigt und letztere durch je 6 Zugstangen mit einander verbunden. Die Stützpunkte der ganzen Construction wurden dadurch gewonnen, daß in der Scheitellinie des Entlastungsbogens eiserne Träger durch die Brandmauer vorgefreckt und an der Vorder-

¹³⁰⁾ Nach: Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 25.

Fig. 84.



Querschnitt-Detail vom Schutzvorhang des Walhalla-Theaters zu Berlin. — $\frac{1}{30}$ n. Gr.

82.
Eiserne
Schiebethore.

Ein in Träger-Wellblech von der Firma *Hein, Lehmann & Co.* in Berlin construirtes Schiebethor zum feuerficheren Verschluss einer Oeffnung von 1,68 m Weite und 2,5 m Höhe giebt Fig. 87.

Beide Theile des Thores hängen an Rollen, welche auf einer Schiene laufen. An der Unterseite dient ein \sqcup -Eisen als Führung.

feite stark verankert wurden. Nach dem Unglück im Wiener Ring-Theater ist die Vorrichtung zum Herablassen des eisernen Vorhanges so eingerichtet worden, dass sie vom Flur aus pneumatisch in Gang gebracht werden kann. Bemerkenswerth ist, dass während der Aufstellung des gefamnten Eisenwerkes Proben und Vorstellungen nicht unterbrochen zu werden brauchten.

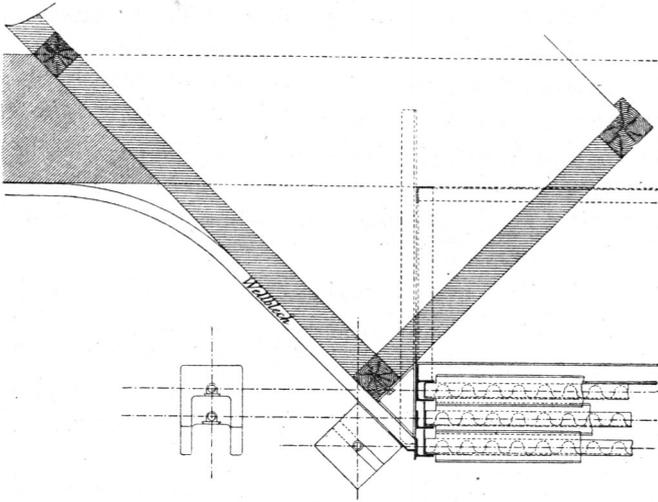
Fig. 86 zeigt die seitliche Dichtung gegen das Durchdringen der Rauchgase, wie sie von der Firma *Hein, Lehmann & Co.* zu Berlin in Hamburg ausgeführt ist; im oberen Theile dieser Abbildung ist der mit Wasser gefüllte Schlauch im Horizontalschnitt zu sehen.

Leider ist die erste praktische Erprobung der Wellblech-Vorhänge nicht günstig abgelaufen, indem der des National-Theaters in Berlin während des Brandes (1883) in den Zuschauerraum herabstürzte. Doch scheint dies ausschliesslich an der hölzernen Umrahmung der Bühnenöffnung gelegen zu haben, an welcher der Vorhang befestigt war.

Das Gutachten der Academie des Bauwesens¹³¹⁾ sagt darüber: »Der eiserne Vorhang hat augenscheinlich das Uebergreifen des Feuers in den Zuschauerraum so lange verhindert, bis er glühend wurde... Wir müssen auch darin der Ansicht des Branddirectors *Witte* beitreten, dass durch einen eisernen Vorhang niemals ein brandmauerartiger Abschluss erreicht werden kann, welcher im Stande wäre, den Einwirkungen eines mächtigen Feuers auf die Dauer zu widerstehen. Sein hauptsächlichster Zweck ist vielmehr, dem Publicum den Anblick der Flammen, welcher stets eine Panik hervorruft, zu entziehen, und ferner der, den Qualm und die Flammen so lange vom Zuschauerraum fern zu halten, bis derselbe vollständig geräumt ist. Dagegen bleibt es fraglich, ob die in dem eisernen Vorhänge angebrachte Thür Veranlassung zum schnelleren Eindringen des Feuers in den Zuschauerraum gegeben hat oder nicht. Jedenfalls würde es sich empfehlen, die zu Mittheilungen an die Zuschauer von der Bühne aus erforderliche Oeffnung nicht im eisernen Vorhänge selbst, sondern neben demselben in der massiven Brandmauer anzubringen.«

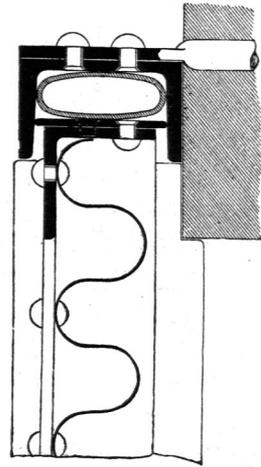
¹³¹⁾ Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 360.

Fig. 85.



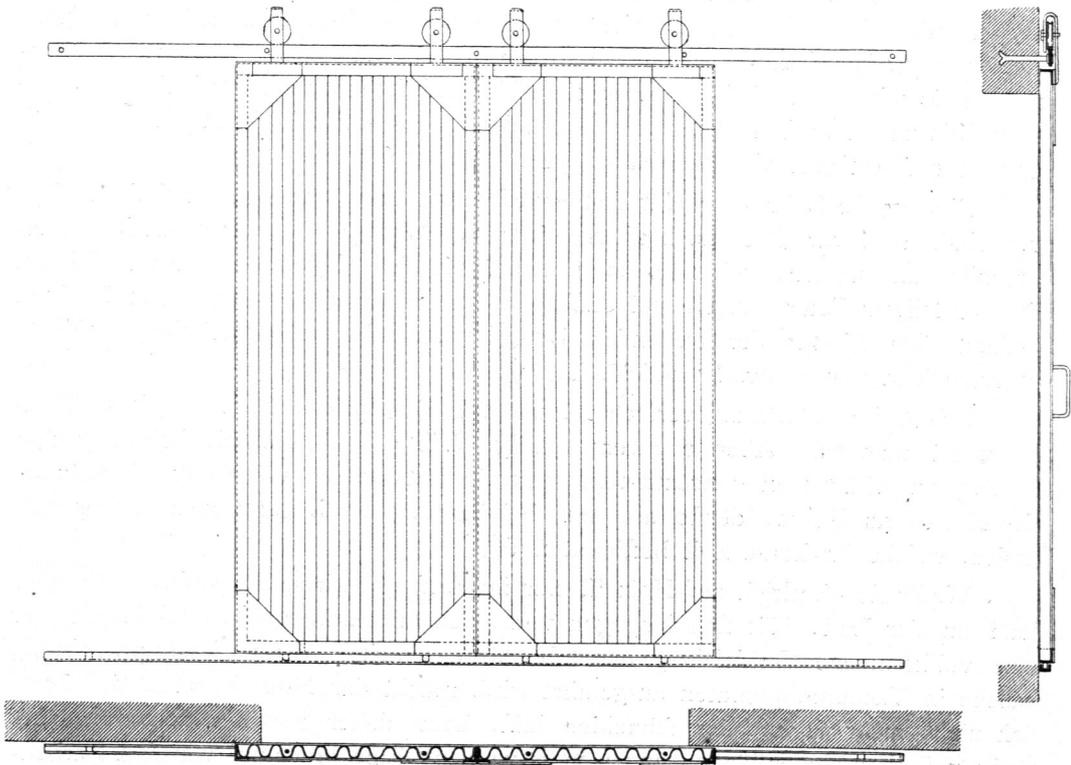
Grundriss-Detail vom Schutzvorhang des „Walhalla-Theaters zu Berlin.
 $\frac{1}{30}$ n. Gr.

Fig. 86.



Hydraulische Dichtung
 am Schutzvorhang im Stadttheater
 zu Hamburg. — $\frac{1}{3}$ n. Gr.

Fig. 87.



Eisernes Schiebethor von *Hein, Lehmann & Co.* in Berlin.
 $\frac{1}{30}$ n. Gr.

83.
Trefor-
Anlagen.

Von größter Wichtigkeit ist die Feuerficherheit der Trefor-Anlagen, da hier Summen in Gefahr kommen können, gegen welche der Werth des ganzen Gebäudes ein verschwindender ist. Es ist bereits im 1. Kapitel des vorhergehenden Abschnittes (Sicherungen gegen Einbruch) in Art. 1 (S. 2) der Trefors gedacht worden; sie haben ferner im genannten Kapitel (unter c, Art. 22 bis 26, S. 23 bis 27) eine eingehende Besprechung erfahren. Da bei solchen Anlagen die Vorichtsmafsregeln, die man gegen Einbrecher etc. trifft, mit denjenigen, welche in Rücksicht auf Feuersgefahr zu treffen sind, innig zusammenhängen, so wurde der letzteren a. a. O. bereits zum nicht geringen Theile gedacht. Es wird deshalb an dieser Stelle nur Weniges hinzuzufügen sein.

Für die Wände werden besondere Vorkehrungen gegen Brand nicht notwendig, da eine 1½ bis 2 Stein starke Backsteinwand eine zu starke Erhitzung verhindern wird. Nur in Fabriken und Magazinen, welche viele feuergefährliche Stoffe enthalten, wird man zu doppelten Wänden greifen müssen. Die mehrfach ausgeführte Bohlenbekleidung der Wände und des Fußbodens im Inneren kann als feuergefährlich nicht erachtet werden.

Der am meisten gefährdete Theil ist die Decke, welche nicht allein gegen die Hitze von oben her, sondern auch gegen Beschädigungen durch schwere, herabfallende Gegenstände geschützt werden muß. Weit gespannte Gewölbe sind daher zu vermeiden und dafür kleine Kappen von 0,5 bis 0,6 m Breite zu wählen.

Feuersgefahr im Inneren kann von der künstlichen Beleuchtung herrühren. Wegen der Explosionsgefahr zieht man dem Leuchtgas Kerzen vor, deren Leuchter große Metall-Manchetten haben müssen. Will man auf Gas nicht verzichten, so wird man die Flamme in einer Mauernische anbringen und einen kleinen Canal bis zum nächsten Schornsteinrohr anlegen, wodurch gleichzeitig etwas Ventilation für den eingeschlossenen Raum geschaffen wird.

84.
Anstriche
und Im-
prägnirungen.

Eine große Zukunft scheint den feuerficheren Imprägnirungen und Anstrichen vorbehalten. Zwar ist es noch nicht gelungen, Holz, Leinwand und Papier unverbrennlich zu machen; wohl aber kann man damit diese Gegenstände so weit sichern, daß sie schwer Feuer fangen und dasselbe nicht fortpflanzen. Die neuere Technik bedient sich hierfür der treffenden Bezeichnung »Flammenficherheit«, wohl zu unterscheiden von »Unverbrennlichkeit«.

Schon im Alterthum versuchte man Holz durch Anstrich von Alaun feuerficher zu machen. Aber erfahrungsmäßig bleibt Alaun-Anstrich bei schwacher Lösung unwirksam; in concentrirtem Zustande hat er die vollständige Zersetzung des Holzes zur Folge, dürfte also nur bei Bauten und Decorationen Anwendung finden, welche für kurze Zeit bestimmt sind.

Wasserglas-Anstrich auf Holz ist nur im Anfange wirksam, zersetzt sich aber bald an der Luft, hält sich hingegen vorzüglich auf Sand- und Kalkstein, da hier eine vollkommene Verkieselung der Oberfläche eintritt. Wasserglas-Imprägnirung, welche in Vacuum-Apparaten ausgeführt wird, macht das Holz so hart, daß dieses sich nicht mehr fügen oder schneiden läßt, kann daher nur bei kleinen, vorher fertig gestellten Gegenständen angewendet werden. Eine Mischung von fog. Farben-Wasserglas mit Teigfarben, zwei- bis dreimal aufgestrichen, hat sich bei angestellten Proben gut bewährt. Ein mehrfacher Anstrich von Wasserglas, welchem man in Wasser unlösliche Körper, z. B. Kreide zusetzt (Hoftheater in München), wird gelobt,

eben so ein Anfrich von schwefelfaurem Ammoniak und Gyps (Wiener Stadttheater), desgleichen ein folcher von borfaurer Talkerde (Wiener Opernhaus).

Nach *Patera's* Methode wird in Wien eine besondere »flammenfichere Anfrichmaffe« fabricirt und zum Schutze von Brücken, Treppen etc. mit Erfolg verwendet, eben so eine von *Kreittmayr* in Wien und *Friedrich Walz* in Pforzheim erfundene. Die wolfram-, phosphor- und kiefelfauren Verbindungen des Natron schützen erfahrungsmäßig auf längere Zeit. In Berliner Theatern sind mit dem *Gruner'schen* Mittel, zu beziehen von *Fudlin* in Charlottenburg, und dem Antipyrogen von *Kühlewein* eingehende Versuche angestellt worden, die bis jetzt gute Resultate ergeben haben. Wie lange dieselben ihre Schutzkraft bewahren, bleibt allerdings noch fest zu stellen. Für Leinwand, Mull, Tarlatan eignet sich ganz besonders das schwefelfaure Ammoniak, in weichem, kaltem Wasser aufgelöst (Hoftheater in Dresden, Stadttheater in Aachen etc.); nach jeder Wäsche muß eine neue Tränkung stattfinden; bei einer 20-procentigen Lösung stellt sich der Preis pro 1^{qm} imprägnirter Fläche, z. B. bei Coulißen, auf 2 bis 2½ Pfennige. Auch für die Imprägnirung von Holz wird dieses Mittel empfohlen¹³²⁾.

In neuester Zeit machen die Asbest-Fabrikate viel von sich reden. Die *United Asbestos Company* in England fertigt Asbest-Tuch, -Papier, -Pappe und -Anfrich. Der letztere ist für Stein, Holz und Metall brauchbar und wird in angemachtem Zustande und in mehreren Farbentönen, besonders Steingrau geliefert. Für Deutschland sind diese Fabrikate von *Wilfert* in Cöln zu beziehen. Asbest-Papier wird von *Frobeen* in Berlin gefertigt und würde sich zur Anfertigung feuerficherer Vorhänge wohl eignen. Ein definitives Urtheil läßt sich wegen der Neuheit der Erfindung noch nicht geben.

b) Feuerlösch-Einrichtungen.

Nachdem wir nunmehr die Präventiv-Maßregeln gegen Feuersgefahr besprochen haben, gehen wir zu denjenigen Einrichtungen über, welche eine ausgebrochene Feuersbrunst bekämpfen sollen¹³³⁾.

Das älteste Löschmittel ist das Wasser. Es wirkt mechanisch durch Absperrung der Luft, physikalisch durch Bindung einer Menge von Wärmeeinheiten. Doch ist zu beachten, daß es nur bei reichlicher Anwendung den gewünschten Effect ausübt, bei zu geringer Menge aber zur Vermehrung der Flamme beiträgt. Der Schmied begießt die Kohlen mäßig mit Wasser, damit sie besser brennen; gießt er zu viel zu, so verlöschen sie. Eben so ist Wasser, welches nur die Flamme, nicht aber den brennenden Gegenstand selbst trifft, eher schädlich, als nützlich. Man verwende dasselbe daher möglichst zur Bespritzung der brennenden Gegenstände selbst, so wie derjenigen, welche in Gefahr sind, anzubrennen.

Bei werthvolleren Gebäuden wird man Feuerlösch-Einrichtungen im Haufe haben, ohne dadurch die Mitwirkung der sofort zu benachrichtigenden Feuerwehr auszuschließen.

Ist das Gebäude mit Wasserleitung versehen, so bieten Feuerhähne ein treffliches Schutzmittel. Die Einrichtung derselben ist im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Art. 340 u. 346, S. 299 u. 302) speciell angegeben. Zu disponiren

85.
Löfchen
mittels
Wassers.

86.
Feuerhähne.

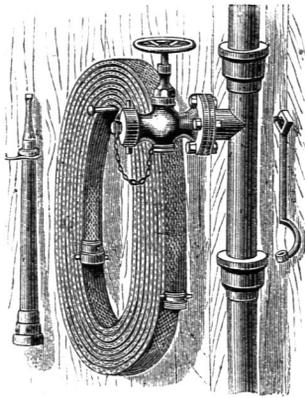
¹³²⁾ Siehe: FLECK, H. Ueber Flammenficherheit und Darstellung flammenficherer Gegenstände. Dresden 1882. S. 20.

¹³³⁾ Sehr eingehend behandelt in: DÖRRING, W. Handbuch des Feuerlösch- und Rettungswesens etc. Berlin 1881.

sind dieselben an möglichst feuerficherer Stelle und in der Mitte des Gebäudes, um mit den Schläuchen recht weit reichen zu können. Gewöhnlich werden sie am Austritt der massiven Treppen in die Corridore jeden Geschosses angebracht; Schlauch und Mundstück müssen nahe dabei sein und bleiben am besten stets am Feuerhahn angeschraubt.

Sämmtliche Theile werden entweder frei an der Corridor-Wand aufgehängt (Fig. 88), oder es wird zur Bergung derselben eine Nische im Mauerwerk ausge-

Fig. 88.



Feuerhahn mit Schlauch, Strahlrohr,
Mundstück.

spart, so groß, daß Hahn und Schlauch bequem zugänglich sind; eine verschließbare Thür liegt bündig mit dem Wandputze. Die Thür besteht häufig aus hölzernem Rahmen und Glasfüllung, welche leicht zertrümmert werden kann; doch wird bei solcher Einrichtung der Schlauch beim Herausnehmen durch die Glasscherben leicht beschädigt. Besser ist es deshalb, die Thür ganz aus Holz und verschließbar herzustellen, den Schlüssel dazu jedoch unmittelbar daneben in einer besonderen kleinen Nische oder einem Kästchen hinter einer Glasscheibe aufzubewahren.

Die ca. 10^m langen Schläuche der einzelnen Geschosse können durch messingene Schlauchverschraubung schnell zu bedeutender Länge verbunden werden. Reicht der Wasserdruck aus, so ist auch im Dachgeschoss ein Feuerhahn zu errichten, der allerdings vor dem Einfrieren möglichst zu schützen ist. Beim Aachener Brande (1883) hat sich die Einrichtung, die zum Abspritzen der Trottoirs und der Façaden vorhandenen Gummischläuche an den obersten Ausgufshahn anschrauben und die Oberfläche des Daches zum Schutze gegen Flugfeuer benetzen zu können, so vortrefflich bewährt, daß man diesem Umfande hauptsächlich die Rettung der Stadt zuschreibt.

Bei Gebäuden, in denen die Menge des angehäuften Zündstoffes eine schnelle Verbreitung des Feuers fürchten läßt, muß man mehr darauf Bedacht nehmen, die Gefahr von außen her zu bekämpfen. Hierfür dienen in erster Reihe Hydranten oder Feuerpfosten, welche in der unmittelbaren Umgebung der Gebäude, in den Hofräumen derselben etc. angelegt werden und dieselbe Construction erhalten, wie die in den städtischen Straßen üblichen Hydranten der öffentlichen Wasserleitung. Derartige Einrichtungen sind selbst bei städtischen Gebäuden, sobald dieselben eine große Ausdehnung, namentlich nach der Tiefe hin, haben, nicht überflüssig; denn die an den Straßenfronten vorhandenen öffentlichen Feuerwechsel können hauptsächlich nur zum Schutze der nach außen gelegenen Gebäudetheile dienen.

Solche Hydranten bestehen bekanntlich aus einem 5 bis 7^{cm} weiten Rohranfang zum Anschrauben des Schlauches; im Boden wird am besten ein kleiner Kasten angebracht, der die ganze Vorrichtung umschließt; darüber kommt ein gußeiserner Deckel, der mittels Schlüssel abhebbar ist.

Um einen Brand von außen bekämpfen zu können, gewähren ferner eiserne Balcons, die durch feste oder eingehakte Leitern zugänglich sind, brauchbare Angriffspunkte. So befindet sich längs einer Spinnerei in Linden bei Hannover eine Anzahl schmiedeeiserner Balcons, zu denen feste eiserne Leitern führen. Der Schlauchführer kann von diesem gesicherten und rauchfreien Standpunkte aus viel

ruhiger operiren, als innerhalb des brennenden Gebäudes; auch wird die Zeit für die Herbeischaffung der Leitern gespart.

Ist keine Wasserleitung vorhanden, so sind in jedem Geschoss ein oder mehrere Wasserbehälter von ca. 1 cbm Inhalt zur schnellen Verforgung der Handspritze aufzustellen. Häufig wird zur Füllung Alaun-Wasser benutzt, das aber das Holz des Kübels bald zerfrisst.

Die Schläuche, erfunden 1672 durch *Jan van der Heide*, zerfallen in Saugeschläuche und Druckschläuche. Erstere werden aus Hanf, Guttapercha und Leder gefertigt. Um zu verhindern, daß beim ersten Zuge der Pumpe die äußere Luft den Schlauch zusammendrücke, muß er mit Ringen versteift werden. Messingdraht-Spiralen halten sich am besten, sind aber theuer; Schläuche aus Guttapercha sind zu steif und kostspielig; am besten bewähren sich Kautschuk-Spiralschläuche aus vulcanisirtem Gummi. Die präparirten Hanf-Spiralschläuche sind innen und außen mit einer Drahtspirale versehen. Der Stoff ist bester italienischer Hanf, der inwendig mit vulcanisirtem Kautschuk belegt ist. Die Lederschläuche werden meist aus Kuhleder gefertigt, die Spirale eingenäht oder genietet; werden sie gut in der Schmiere erhalten, so sind sie sehr dauerhaft.

Der Saugeschlauch endigt in einem Saugkopf aus Metall, Blech oder Gußeisen, der in seinem Inneren ein Ventil und unter demselben ein durchlochstes Kupferblech hat, um Unreinigkeiten zurückzuhalten. Ist das Wasser sehr unrein, so ist der Saugkopf noch mit einem aus Weiden geflochtenen Korbe zu umgeben.

Für Druckschläuche ist eine Weite von 40 bis 50 mm in der Regel ausreichend. Die deutschen Feuerwehren verwenden hierzu vorzugsweise gummirte Hanfschläuche, welche zugleich handlich und absolut dicht sind, während die Hanfschläuche, welche entweder einfach oder doppelt aus rohem ungebleichten Flachs gewebt sind, stets etwas Wasser durchlassen. Gummi-Druckschläuche leiden zu sehr bei Erhitzung und sind daher weniger zu empfehlen. Einzelne Schlauchstücke von etwa 10 m Länge werden durch messingene Schlauchverschraubungen zu größerer Länge verbunden. Bei Beschaffung derselben hat man sich genau nach dem Gewinde der städtischen Feuerwehr zu richten, um deren Schläuche eventuell zur Verlängerung zu gebrauchen. Bestrebungen zur Einführung allgemein gültiger Dimensionen für Schlauchverschraubungen sind zur Zeit im Gange.

Die Strahlrohre werden aus Messingguss oder aus Kupferblech hergestellt und dürfen nicht unter 30 cm lang sein. Meistens sind sie conisch und erhalten am weiteren Ende ein für den Schlauch, am anderen ein für das Mundstück passendes Gewinde.

Das Mundstück, von dessen richtiger Construction und unverfälschter Erhaltung die Intensität des Strahles wesentlich abhängt, wird entweder in ganzer Länge conisch oder auf die 1½-fache Länge des Durchmesser gerade und erst im vorderen Theile conisch construirt. Kommt es auf eine möglichst weite Verbreitung des Strahles an, wie z. B. bei Zimmerbränden, so sind Brause-Mundstücke zu wählen, welche je nach der Stellung der Radscheibe das Wasser als geschlossenen Strahl oder in vielen dünnen Strahlen austreten lassen; in letzterem Falle wird das Mobilier mehr geschont.

Bei der Aufbewahrung der Hanfschläuche hat man darauf zu sehen, daß sie vollkommen ausgetrocknet sind, da sie sonst stockig werden. Rollt man die

88.
Wassereimer.

89.
Saug-
schläuche.

90.
Druck-
schläuche.

91.
Strahlrohre
und
Mundstücke.

92.
Aufbewahrung
der Schläuche.

Schläuche um sich selbst, so müssen sie recht fest gewickelt und mit Lederriemen zusammengefnallt werden. Gummirte Hanfschläuche sind an dunklen, kühlen, nicht feuchten Orten aufzubewahren; Sonnenhitze und grelle Ofenwärme wirken nachtheilig auf die Gummi-Einlage, während Feuchtigkeit das Gewebe schädigt. Sehr lange Schläuche wickelt man am besten um hölzerne Schlauchtrommeln, welche um eine Achse drehbar sind.

93.
Zufatz
zum
Löschwasser.

Durch Zusatz von gewissen Chemikalien zum Wasser kann die Löschwirkung wesentlich erhöht werden. So wird die Wirkung der patentirten »Affecuranz-Spritze« (Patent *Ludin & Co.* in Stockholm, zu beziehen von *Siegfried Bauer* in Bonn und *Ph. Hentschel* in Berlin), die auch ohne diesen Beisatz als Handspritze zu empfehlen ist, auf das Neunfache verstärkt, wenn dem Wasser eine aus anorganischen Producten zusammengesetzte Feuerlöschmasse zugesetzt wird, welche die Eigenschaft hat, die brennenden Stoffe zu imprägniren und unter dem Einfluß der Hitze Gase zu bilden, welche die Flamme ersticken; die Nachfüllung der Chemikalien bedarf keiner Sachkenntniß¹³⁴⁾.

94.
Besondere
Wasser-
Reservoirs.

Bei Errichtung ausgedehnter Gebäude hat man sich die Frage vorzulegen, ob im Falle eines Brandes das zur Disposition stehende Wasser auch ausreichen wird. Hierbei darf man sich namentlich über die Leistungsfähigkeit der ausgiebigsten städtischen Wasserleitungen nicht täuschen, da die gewöhnliche Zufließgeschwindigkeit von 1,0 m pro Secunde für die Speisung einer größeren Zahl von Brandspritzen nicht genügt. Eine Dampfspritze braucht pro Stunde 80 cbm, eine Handspritze 10 cbm Wasser. Es wird daher nöthig sein, neben der Wasserleitung noch größere Reservoirs anzulegen, von denen einige zur sofortigen Bekämpfung der Gefahr innerhalb, einige andere zur Verforgung der Brandspritzen außerhalb, am besten unter der Erde, liegen müssen.

95.
Selbstthätige
Lösch-
einrichtungen.

Selbstthätige Löscheinrichtungen sind hauptsächlich in Baumwollen-Spinnereien und in Theatern in Anwendung. Sie bestehen dem Principe nach aus einem in größerer Höhe über dem Fußboden angebrachten Rohrsystem, welches derartig mit Löchern versehen ist, daß bei einem mittleren Drucke in der Wasserleitung eine zu schützende Fläche vollkommen mit Wasser benetzt wird. Der Erfolg dieser sog. Regenapparate ist ein radicaler. Allerdings sind hiermit folgende Nachtheile verbunden: 1) Es ist schwer, sich jederzeit von dem richtigen Functioniren des Regenapparates zu überzeugen; 2) es ist mit der Benutzung ein bedeutender Wasserverbrauch verbunden; 3) die Befürchtung liegt nahe, daß in der Bestürzung der Apparat auch bei ganz unbedeutenden Bränden, wie sie leicht mit der Handspritze gelöscht werden können, in Anwendung gebracht und dadurch bedeutender Schaden verursacht wird; 4) eine Concentrirung der Wassermasse auf den eigentlichen Herd des Feuers ist nicht möglich; ist der Regen aber nicht sehr kräftig, so wird er nach Obigem eher eine Vermehrung, als eine Verminderung der Flammen herbeiführen.

Im Münchener Hoftheater ist eine derartige Einrichtung im Jahre 1874 durch den Hoftheater-Inspector *Stehle* angelegt¹³⁵⁾; 8 Reservoirs mit 66 000 l Inhalt besorgen die Speisung. Der Regenapparat besteht aus 3 Systemen, von denen jedes den dritten Theil der Bühne beherrscht. Der Wasservorrath ist so bemessen, daß der ganze Apparat 3 Minuten, jedes Drittel 10 Minuten in Thätigkeit sein kann, ohne daß die Pumpwerke nachzufüllen brauchen. Die an den Trägern des Schnürbodens aufgehängten Kupferrohre von ca. 9 cm Durchmesser und 1 1/2 mm Wandstärke sind an der unteren Hälfte mit 9 Reihen veretzter

¹³⁴⁾ Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1881, S. 358.

¹³⁵⁾ Siehe: Journal f. Gasb. u. Waff. 1876, S. 115.

Löcher von 1^{mm} Weite versehen, und zwar kommen auf das laufende Meter 180 Löcher. Durch Handgriffe, welche sowohl auf der Haupt-Maschinengalerie, als auch auf der Bühne angebracht und durch ein verschlossenes Holzkästchen gesichert sind, werden die Ventile gezogen. Bei angestellter Probe wurde ein Drittel der Bühne, ca. 266^{qm} Fläche, 30 Secunden lang überfrömt, wobei 3200^l Wasser verbraucht wurden. Jedem der Anwesenden drängte sich hierbei die Ueberzeugung auf, daß durch einen solchen Sturzregen selbst ein Brand von größerer Ausdehnung gelöscht werden müsse. Vom Apparat soll erst dann Gebrauch gemacht werden, wenn die vorhandenen Spritzen das Feuer nicht mehr beherrschen können.

Im Hoftheater zu Gotha ist eine ähnliche Einrichtung, jedoch mit Benutzung der städtischen Wasserleitung getroffen, ferner neuerdings in Frankfurt a. M. Die Apparate haben sich in München am 23. August 1879 und in Frankfurt a. M. am 10. Februar 1881 bei Bränden bewährt.

In der Baumwollenfäbrik von *Lowell* im gleichnamigen Orte in Amerika wurden 1845 zum ersten Male die sog. Sprenger eingeführt. Spinnereien sind theils durch die enorme Umdrehungsgeschwindigkeit der rotirenden Theile, theils durch Selbstentzündungen einer so rapiden Feuersgefahr ausgesetzt, daß Hydranten zur Löschung nicht ausgereicht haben. Die Sprenger, horizontale Rohre dicht unter der Decke, in einem Abstände von ca. 2,5^m, haben am Anfange 4, am Ende 2^{cm} Durchmesser; die Löcher haben 48^{cm} Abstand auf jeder Seite des Rohres und 2^{mm} Durchmesser. Da das Wasser mit beträchtlicher Stärke austritt, so wird es zunächst längs der Decke hingehen, um dann tropfenweise zu Boden zu fallen. In der Minute kann jeder Raum 1^{cm} hoch mit Wasser bedeckt werden; also wird die Wirkung eines starken Gewitterregens erreicht. Dieses von *Lowell* erfundene System hat in Amerika eine weite Verbreitung gefunden und hat sich in zahlreichen Fällen bei beginnenden Bränden bewährt.

Gegenwärtig wird daran gearbeitet, die Regenapparate bei ausbrechendem Feuer sofort selbstthätig wirken zu lassen. Zwei interessante Projecte hierfür hat *Hiram Maxim* in Paris aufgestellt¹³⁶⁾. In beiden ist versucht worden, einer Vergeudung von Wasser und Beschädigung vorläufig nicht gefährdeter Theile dadurch vorzubeugen, daß vom Rohrnetz nur diejenigen Partien in Thätigkeit kommen, welche sich über der brennenden Stelle befinden.

In dem einen Projecte werden hierfür brennbare Fäden angewendet, welche die Hähne der Rohre geschlossen halten; in dem anderen vermitteln Pyrometer auf elektrischem Wege das Oeffnen derselben. Die Construction der Hahnverschlüsse ist beachtenswerth. Mit dem Hahn verbunden ist ein lothrecht stehender, in schwerem Gewichte endigender, hammerartiger Hebel, welcher durch eine ganz geringe Kraft zum Kippen gebracht werden kann und so mit Leichtigkeit die Reibung überwindet.

Bei Bränden in geschlossenen Räumen bietet der Wasserdampf ein vielfach empfohlenes Löschmittel. Die Wirkung desselben beruht darauf, daß die für die Ernährung eines Feuers nothwendige atmosphärische Luft vertrieben, dem Brande also die Nahrung entzogen wird. Zuerst hat *Waterhouse* 1833 das Löschen vermittels Dampf vorgeschlagen, hat aber selbst gefunden, daß derselbe ein Glimmen nicht hindert, welches sich bei stärkerem Luftzutritt sofort wieder in helle Flamme verwandelt. Gewiß erscheint es irrationell, neben einem bereits vorhandenen Feuer noch ein zweites anzuzünden, nur um Dampf zu erzeugen, während der auf die Brandstelle geschleuderte Wasserstrahl sich sofort und ohne Weiteres in Dampf verwandelt.

Indessen hat man in vielen Fällen eher Dampf zur Hand, als Wasser und Spritzen, und wenn es nur gelingt, das Feuer durch den Dampf eine Zeit lang hinzuhalten, so ist damit schon viel gewonnen. In allen Fällen, wo Räume von Dampfleitungen für Heiz-, Trocken- oder sonstige Zwecke durchzogen werden, wird es immer zweckmäßig sein, Vorkehrungen an denselben zu treffen, welche das sofortige Ausströmen von Dampf bewirken. Einen Erfolg kann man sich allerdings nur versprechen, so lange die Fensterscheiben ganz bleiben, also nur wenig atmosphärische

96.
Löschmittel
mittels
Wasserdampf.

¹³⁶⁾ Siehe: *Revue industr.* 1882, S. 143.

Luft zutreten kann. Das Athmen wird erfahrungsmäßig durch den Wasserdampf nicht wesentlich behindert. Diese Methode wird sich bei Bränden in Kellern und abgeschlossenen Lager- und Fabrikräumen empfehlen.

So sind in der schon genannten Spinnerei in Linden 16 Dampfventile angebracht, um Dampf mit 30 kg Druck von 6 Cornwall-Kesseln vermittels geeigneter, außerhalb des Gebäudes angebrachter Kettenzüge in die verschiedenen Räume zu pressen¹³⁷⁾.

Man hat die Dampflösch-Einrichtungen auch selbstthätig wirkend construirt, indem man z. B. die Enden der Dampfrohre durch kurze angelöthete Rohrstücke aus einer leicht flüssigen Legirung von Blei und Zinn abschließt, welche, um das eine etwaige Schmelzung erschwerende Condensationswasser zu verdrängen, zum Theil mit Harz ausgefüllt werden¹³⁸⁾.

Ob man, wie vorgeschlagen, auch bei Theaterbränden diese Art des Löschens in Anwendung bringen kann, ist eine noch offene Frage. Gefährlich scheint es, durch den Wasserdampf einen intensiven Nebel zu erzeugen, in dem sich das gängstige Publicum nicht zurecht finden kann. Auch wird die Wirkung des Dampfes wesentlich beeinträchtigt werden, sobald die so wünschenswerthen Vorrichtungen, welche einen schnellen Abzug der Rauchgase bewirken, vorhanden sind.

Eine ähnliche Wirkung, wie der Dampf, hat die Kohlenäure. Der Extincteur, 1864 erfunden von *Vignon* und *Charlier* in Paris, ist ein tragbarer, aus Blech construirter Apparat, welcher Wasser und außerdem kohlenäurehaltige Substanzen enthält. Die sich entwickelnde Kohlenäure übt auf die Flüssigkeit einen starken Druck aus. Am Boden des Gefäßes ist ein Ablassrohr mit Hahn nebst Gummischlauch und Mundstück angebracht. Wird der Hahn geöffnet, so entladet sich der Inhalt in scharfem Strahl bis auf 10^m Entfernung. Der Apparat wird beim Gebrauch wie ein Ranzen auf den Rücken genommen, mit der Linken der Hahn geöffnet und mit der Rechten das Mundstück dirigirt.

Die Füllung der zuerst ausgeführten Apparate bestand aus doppelt kohlenäurem Natron und Weinsteinäure, den bekannten Ingredienzen zur Herstellung des Brausepulvers. *Zabel* in Quedlinburg wendet Schwefeläure statt der Weinsteinäure an. Die Construction hat mannigfache Veränderungen und Verbesserungen erfahren.

Ein Nachtheil des Extincteurs besteht darin, daß die vorräthige Löschmasse bald erschöpft ist. Die Neufüllung will gelernt sein und verursacht Zeitverlust. Das Gewicht von ca. 50 kg auf dem Rücken erfordert einen kräftigen Mann; der ausfließende Strahl erzeugt einen Rückstoß, den man mit dem Körper beherrschen muß, um nicht umgeworfen zu werden; die Bedienung kann also einem Ungeübten nicht überlassen werden. Der Apparat empfiehlt sich mithin nur da, wo ständig ein Hausmeister u. dergl. sich befindet, also für öffentliche Gebäude, Villen, Hôtels, Fabriken, ganz besonders für Schiffe, und wird in solchen, so lange der Brand nur mäßige Dimensionen angenommen hat, vortreffliche Dienste leisten.

Bei der Kohlenäure-Druckspritze von *Raydt*, von der Maschinenfabrik Deutschland in Dortmund fabricirt, wird die Kohlenäure in flüssigem Zustande angewendet.

Ein leichtes zweirädriges Fahrzeug trägt einen Wasserkessel von 300 l Inhalt mit Schlauch und Strahlrohr; hinter demselben befinden sich zwei starke, schmiedeeiserne Flaschen mit flüssiger Kohlenäure. Durch Absperrventile verschließbare Kupferrohre verbinden die Flaschen mit dem Wasserkessel. Oeffnet man eines der Ventile, so drückt die Kohlenäure auf das Wasser (mit ca. 40 Atmosphären Druck) und schleudert dasselbe kräftig aus dem Strahlrohr¹³⁹⁾.

¹³⁷⁾ Siehe: Mitth. d. Gwb.-Ver. f. Hannover 1860, S. 251.

¹³⁸⁾ Siehe auch: Verwendung des Dampfes zu Feuerlöschzwecken. Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 146.

D. R.-P. Nr. 21632: Automatischer Feuerlöschapparat von *Victor Vankeerberghen* in Brüssel.

¹³⁹⁾ Siehe auch: Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1883, S. 69.

Der auf den Schiffen der englischen Marine eingeführte *Fire-Annihilator* von *Philipps* löscht das Feuer ausschließlich durch Verdrängung der atmosphärischen Luft.

Es wird eine Masse aus Holzkohlenpulver, Coke-Pulver, Kalifalpete und Gyps bestehend, durch Eintreiben eines Stiftes entzündet und in Dampf verwandelt. Die Erfindung hat sich in vielen Fällen bewährt; dennoch hat der geistreiche Erfinder nicht verhindern können, daß seine Fabrik mit sämmtlichen Annihilatoren abbrannte, wodurch jedoch der Werth seines Löschmittels für geschlossene Räume nicht beeinträchtigt wird.

Eine ähnliche Wirkung hat die *Bucher'sche* Löschdose, erfunden 1846 von *Kühn*.

Die Masse besteht aus 66 Procent Salpeter, 30 Procent Schwefel und 4 Procent Kohle; die Löschkraft derselben beruht auf der starken Entwicklung schwefeliger Säuren. Der Stadtrath zu Marienburg hat in Anerkennung der Nützlichkeit dieser Erfindung unterm 2. Juni 1875 angeordnet, daß alle Etablissements, in denen Spirituosen, Oel, Theer, Petroleum, Photogen, Ligroin etc. auf Lager gehalten werden, sich mit einer genügenden Anzahl *Bucher'scher* Löschdosen zu versehen hätten. Die Wirkung hat sich bei Bränden von Fetten und Spriten, für welche das gewöhnliche Löschverfahren nicht ausreicht, so kräftig gezeigt, daß auch bei gesprengten Fensterseiben die Flamme erlosch.

Zum Schlusse hätten wir noch diejenigen Apparate zu betrachten, welche selbstthätig ein in einem geschlossenen Raum ausbrechendes Feuer, bezw. eine aufsergewöhnliche Steigerung der Temperatur anzeigen. Es sind dies die selbstthätigen Feuermelde-Apparate, auch Feuer-Automaten genannt. Sie werden entweder als Luftdruck-Telegraphen oder als elektrische Telegraphen construirt. Da sich in jedem Raum mindestens einer, in großen Räumen, z. B. dem Zuschauer- oder Bühnenraum von Theatern, sogar mehrere derartige Apparate befinden müssen, so folgt, daß ein ausgedehntes Gebäude eine große Menge von solchen Apparaten aufweisen muß. Das Feuer-signal wird nach dem Wächterzimmer hin gegeben, indem daselbst eine Alarmglocke in Thätigkeit gesetzt wird. Von den zahlreichen Erfindungen können wir hier nur einige wenige anführen.

Auf dem Princip der Luftdruck-Telegraphen beruht der Apparat von *Bach* in Hannover. Eine Glasflasche ist durch einen mit einer zarten Gummihaut bespannten Blechtrichter luftdicht verschlossen. Eine äußere Temperaturerhöhung wirkt durch Ausdehnung der Luft im Inneren der Flasche auf das Gummihäutchen, welches diesen Druck auf einen mit dem Trichter in Verbindung stehenden Luftdruck-Telegraphen überträgt. Für eine größere Anzahl von Automaten wird der pneumatische Betrieb zu complicirt und dadurch unsicher.

Die elektrischen Feuer-Automaten können mit Arbeits- oder mit Ruhestrom arbeiten, d. h. im Momente der Feuermeldung wird entweder der Strom geschlossen oder unterbrochen. Nach ersterem Princip waren die älteren Apparate construirt. Das durch Erwärmung in der gläsernen Thermometeröhre aufsteigende Quecksilber berührt an einer Stelle, die etwa bei 50 Grad der Thermometerscala liegt, zwei Drahtspitzen von Platin, welche in einem Rohr einander gegenüber stehen und die entgegengesetzten Pole einer galvanischen Batterie bilden, deren Strom nunmehr, bei der Berührung durch Quecksilber geschlossen, ein Läutewerk in Bewegung setzt. Bei anderen derartigen Apparaten wird das Quecksilber durch Ausdehnung der Luft, durch Wasser-, Aether- oder andere Dämpfe in einem Röhrchen gehoben und zum Contactpunkte geführt. Bei noch anderen wird der Strom durch ein herabfallendes Gewicht geschlossen, welches bis dahin an einem Ringe von leicht schmelzbarer Legirung aufgehängt war. Der Mangel dieser Apparate besteht darin, daß man niemals eine Controle hat, ob sie bei eintretender Gefahr wirklich functioniren werden.

Zuverlässiger sind diejenigen Apparate, welche auf dem Princip des Ruhestromes basiren, also im Momente der Feuermeldung eine Unterbrechung des Stromes bewirken. Sobald nämlich an irgend einer Stelle die Leitung schadhast geworden ist, ertönt ebenfalls die Alarmglocke. Nachdem man sich überzeugt hat, daß dies nur »blinder Lärm« gewesen ist, wird man die schadhast gewordenen Stellen auffuchen und ausbessern. Die Glocke kann auch mittels eines Tafters in Thätigkeit gesetzt und zum Rufen der Diener benutzt werden. Bei ausgedehnteren Etablissements wird es nöthig sein, auch den Ort der Gefahr nach dem Wächterzimmer zu melden. Dies geschieht mittels der in Hôtels etc. üblichen Nummern-

98.
Sonstige
Lösch-
apparate.

99.
Selbstthätige
Feuermelde-
Apparate.

Apparate. (Siehe Theil III, Bd. 3 dieses »Handbuches«, Abth. IV, Abfchn. 2, C, Kap.: Elektrische Haus- und Zimmertelegraphen.)

Betreff der Detail-Einrichtung solcher Apparate verweisen wir auf die unten ¹⁴⁰⁾ namhaft gemachten Quellen.

Literatur

über »Sicherungen gegen Feuer«.

- On the construction of houses for the prevention of fires. Builder*, Bd. 8, S. 241.
 BRAIDWOOD, J. *Fires: the best means of preventing and arresting them, with a few words on fire proof structures. Builder*, Bd. 14, S. 259, 308.
 Ueber Vorrichtungen zum Feuerlöfchen in Fabrikgebäuden. *Allg. Bauz.* 1859, S. 287.
 AHLERS. Die Feuerlöfch-Einrichtungen der Hannöverfchen Baumwollspinnerei und Weberei in Linden. *Mith. d. Gwbver. f. Hannover* 1860, S. 251.
 FRANCIS. Vorrichtungen zum Schutz gegen Feuersgefahr in den Lowell-Fabriken. *Nach Mech. magaz., N. S. Bd. 13, S. 351. Polyt. Journ., Bd. 178, S. 93.*
 HARRISON. Einrichtungen zum Schutz gegen Feuer in Gebäuden. *WIECK's ill. Gwbztg.* 1865, S. 173.
 Der Extincteur. *Deutsche Bauz.* 1869, S. 486.
 BUTTRICK. Ueber die Apparate für die Verwendung der Kohlenfäure zur Feuerlöfchung. *Deutsch von A. OTT. Deutsche Ind.-Ztg.* 1869, S. 442.
 HOFFMANN's System feuerficherer Maffivbauten in Anwendung auf das Wohnhaus. *HAARMANN's Zeitfch. f. Bauhdw.* 1870, S. 1.
 DOUGLAS. *Extinguishing fires in buildings. Scient. Americ.*, Bd. 21, S. 357.
 Verbesserter Extincteur. *Deutsche Bauz.* 1872, S. 410.
 Neue Löfchvorrichtungen für Theater. *Zeitfch. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1872, S. 484.
De l'action du feu fur les matériaux de construction. Gaz. des arch. et du bât. 1872, S. 134.
 WEIDENBUSCH. Anwendung des Wafferdampfes zum Feuerlöfchen. *Polyt. Journ., Bd. 206, S. 411; Bd. 207, S. 78. Mafch.-Conft.* 1873, S. 53. *Polyt. Centr.* 1873, S. 102.

- ¹⁴⁰⁾ Feueralarm-Apparate von *Sickert und Loffler*. *HAARMANN's Zeitfch. f. Bauhdw.* 1873, S. 166.
 TERRIER, Ch. *Un révélateur d'incendie. Gaz. des arch. et du bât.* 1874, S. 44.
 HEEREN. Selbstthätige Feueralarmfignale. *Wochfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1877, S. 187.
 ZIEMBINSKI, S. Ueber einen neuen Feuer-Signalapparat. *Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1878, S. 378.
 Elektrischer Feueralarmapparat von *de Gaulne & Mildé*. *Deutsche allg. polyt. Ztg.* 1878, S. 454.
 Elektrischer Feuer-Alarm-Apparat. *Schweiz. Gwbbll.* 1878, S. 152.
 ZEHNDER, L. *Der Pyrograph. Eisenb.*, Bd. 10, S. 143.
 Elektrischer Feuer-Alarmapparat. *Mafchinenb.* 1879, S. 53.
 Automatischer Feueranzeiger. *Mafchinenb.* 1879, S. 237.
 UPPENBORN, F. Elektrischer Signalapparat für das Eintreten einer bestimmten höheren Temperatur. *Zeitfchr. f. ang. Electr.* 1879, S. 110.
 FEIN, W. E. Automatischer Feuerfignal Apparat. *Zeitfchr. f. ang. Electr.* 1879, S. 166.
 BRASSEUR's selbstthätiger Feuermelder. *Monit. industr.* 1879, S. 467. *Polyt. Journ.*, Bd. 235, S. 42.
 LINDNER, M. C. A. HEINRICH's selbstthätige Feuermelde-Apparate. *Elektrotechn. Zeitfchr.* 1880, S. 173.
 Das Feueralarm-System der *Exchange Telegraph Company*. *Elektrotechn. Zeitfchr.* 1880, S. 297.
 MONCEL, TH. DU. *Systèmes électriques pour les annonces d'incendie. Lumière électrique* 1880, Nr. 13, 15.
 Selbstthätiger Feuermelder. *Mafchinenb.* 1881, S. 106.
 Elektrischer Feuermelder. *Mafchinenb.* 1881, S. 328.
 BAMBACH, P. Verbesserter Feuer- und Einbruch-Avifeur. *Zeitfchr. f. ang. Electr.* 1881, S. 214.
 Selbstthätiger Feuermelder von BROWN und BOGEN. *Zeitfchr. f. ang. Electr.* 1881, S. 377.
 EVRARD, F. *L'électricité dans ses applications aux annonces d'incendie. Revue industr.* 1881, S. 68.
 NELIUS. *Avertisseurs électriques d'incendie. Lumière électrique* 1881, Nr. 12.
Les avertisseurs des incendies. L'électricité 1881, Nr. 14, 17.
 GÉRALDY, F. *Les avertisseurs d'incendie. Lumière électrique* 1881, Nr. 46.
Avertisseur d'incendie de Soulandié. L'électricité, Bd. 4, Nr. 15.
Avertisseur d'incendie. L'électricité, Bd. 4, Nr. 20, 24.
 TISSANDIER, G. *Les avertisseurs d'incendie. L'électricien*, Bd. 1, Nr. 3.
 Feuermelder von G. DUPRÉ in Paris. *Polyt. Journ.*, Bd. 244, S. 140.
 HEFNER-ALTENECK, F. v. Feuermelder und Wächter-Kontrolapparat für feuergefährliche Anlagen von SIEMENS & HALSKE in Berlin. *Elektrotechn. Zeitfchr.* 1882, S. 105.
Avertisseur-extincteur automatique d'incendie de M. H.-S. MAXIM. Revue industr. 1882, S. 143.
 Tafter für elektrische Läutewerke mit Feuersgefahranzeiger. *Polyt. Journ.*, Bd. 244, S. 45.
 HASE. Elektrischer Feuermelder. *Centralbl. f. Elektrotechnik* 1882, S. 408.

- SOMMER. Ueber Anwendung des Wafferdampfes als Feuerlöschmittel. *Polyt. Journ.*, Bd. 208, S. 281.
- OWEN, J. O. *On fireproof building. Builder*, Bd. 32, S. 48.
- HARRISON. *Protection against fire. Iron*, Bd. 3, S. 233. *Scient. Americ.*, Bd. 30, S. 227.
- EPPLEN, C. Die neue Feuer-Löschrichtung im Bühnenhaufe des kgl. Hof- und National-Theaters zu München. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1876, S. 115.
- JUNG, L. Die Feuerficherheit in öffentlichen Gebäuden. München 1879.
- LABROUSSE, C. *Les incendies dans les usines et établissements industriels; moyens préventifs et d'extinction.* Lille 1879.
- Eiserner Schutz-Vorhang im Pofener Stadt-Theater. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 509.
- Die STOTT'sche feuerfeste Construktion bei Fabrikanlagen. *ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1879, S. 288.
- DOEHRING, W. Handbuch des Feuerlösch- und Rettungswesens mit besonderer Berücksichtigung der Brandurfachen und baulichen Verhältnisse, so wie der neuesten Apparate. Berlin 1881.
- Eiserne Theatervorhänge. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1881, S. 523.
- Feuerlöschrichtung in der Bierbrauerei »zum Spaten« in München. *Gesundh.-Ing.* 1881, S. 203.
- SAUVAGEOT, L. *Le feu dans les théâtres et l'ordonnance du préfet de police du 16 mai 1881. Gaz. des arch. et du bât.* 1881, S. 307.
- FLECK, H. Ueber Flammenficherheit und Darstellung flammenficherer Gegenstände. Dresden 1882.
- HEATHMAN, J. H. *The preservation of life and property.* London 1882.
- SCHEMFIL, H. Ueber feuerfichere Anlage großer Bauten. *Allg. Bauz.* 1882, S. 31.
- Ueber Feuerfchutz-Mafsregeln in Theatern. *Deutsche Bauz.* 1882, S. 39, 51, 95.
- Der Schutzvorhang des Walhallatheaters in Berlin. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1882, S. 25.
- EBELING. Ueber einige in Berliner Theatern ausgeführte eiserne Vorhänge. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1882, S. 60.
- EBELING. Die Anordnung eiserner Vorhänge in Theatern. *Wochfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1882, S. 181.
- STUMPF, G. Feuerlösch-Einrichtungen bei großen öffentlichen Gebäuden. *Gesundh.-Ing.* 1882, S. 633.
- SIEMENS, W. Elektrizität gegen Feuersgefahr. *Elektrotechn. Zeitschr.* 1882, S. 1, 7.
- Ein neuer feuerficherer Theatervorhang. *Deutsches Baugwksbl.* 1882, S. 81.
- POTTER, TH. *Fires at country mansions some suggestions for their prevention. Builder*, Bd. 43, S. 820. *Architect*, Bd. 28, S. 385.
- A fire-proof structure. Building news*, Bd. 43, S. 627.
- SCHOLLE, F. Ueber Imprägnationsverfahren als Schutzmafsregel gegen Feuersgefahr. Dresden 1883.
- KRAFT, M. Sicherheit gegen Feuersgefahr in Theatern. *Wochfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1883, S. 14.
- WEIDTMANN, J. Feuerlöcher mit flüssiger Kohlenfäure. *Wochfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1883, S. 68.
- PFISTER, R. Feuerficherer Verchlufs von Bühnen-Oeffnungen in Theatern. *Deutsche Bauz.* 1883, S. 500.
- Prevention of fires. American architect*, Bd. 13, S. 280, 293.
- PULHAM, J. *Portland cement concrete and terra-cotta fireclay in fire-proof construction. Building news*, Bd. 44, S. 183.

2. Kapitel.

Blitzableiter.

Obwohl der Blitzableiter bereits über 100 Jahre in Anwendung ist, müssen wir uns doch gestehen, dafs die Theorie über die Wirksamkeit desselben bis jetzt noch keine fest stehende und unanfechtbare ist. Nachdem im Jahre 1877 die Blitzableitung der Petri-Kirche zu Berlin, welche auf Grund der Berathungen einer wissenschaftlichen Commission mit besonderer Sorgfalt construirt war, sich so wenig bewährt hatte, dafs ein einschlagender Blitzstrahl absprang und ein Fallrohr als Ableitung wählte; als ferner ein Blitzschag das mit einem fast neuen Ableiter versehene Schulhaus zu Elmshorn in Holstein¹⁴¹⁾ traf — da brach eine völlige Panik

100.
Werth
der
Blitzableiter.

141) Siehe: *Zeitschr. f. Bauw.* 1877, S. 560.

herein, und von vielen Privat- und öffentlichen Gebäuden wurden die Blitzableiter schleunigst heruntergenommen. Das hieß nun allerdings, das Kind mit dem Bade ausschütten. Die Erfahrung lehrt ausreichend, daß die Blitzableiter, auch selbst wenn sie noch nicht die besten bis jetzt bekannten Bedingungen erfüllten, ein wirksames Schutzmittel gewesen sind. Gerade die beiden genannten Fälle beweisen dies. Der Thurm der Petri-Kirche, welcher ganz aus Eisen constructirt ist, hatte keine Auffangefänge, indem man irrthümlich angenommen hatte, dieselbe sei überflüssig; in Elmshorn war eine solche vorhanden, hatte aber keine Spitze; auch waren in beiden Fällen die eigentlichen Leitungen fehlerhaft angelegt.

Worin bestand denn nun der hier verursachte Schaden? An der Petri-Kirche wurde ein Fallrohr unbedeutend beschädigt, in Elmshorn ebenfalls; auch wurde längs eines eisernen Trägers der Deckenputz etwas aufgerissen. Nun vergleiche man damit tausende von anderen Fällen, wo der Blitz Gebäude ohne Ableitung getroffen hat.

Im Jahre 1561 wurde der prächtige Thurm des Münsters zu Freiburg, im Jahre 1865 der der Lorenz-Kirche zu Nürnberg, 1845 die oben genannte Petri-Kirche zu Berlin durch Blitzschlag völlig zerstört. Der Münsterthurm zu Straßburg wurde wiederholt getroffen; das Kirchendach dafelbst brannte 1759 nach einem Gewitter ab; 1760 wurde der Thurm wesentlich beschädigt; nachdem aber 1833 eine Ableitung angelegt war, hat man von Blitzschäden nichts wieder gehört.

In der englischen Marine wurden nach *Snow-Harris* innerhalb 5 Jahren 40 Linienfahrzeuge, 20 Freigattungen, 10 Corvetten durch Blitzschläge kriegsunfähig gemacht; seitdem aber bei denselben die Blitzableiter eingeführt wurden, sind derartige Beschädigungen äußerst selten geworden.

Nach dem Berichte der Kgl. Regierung zu Schleswig vom 30. November 1881 sind in deren Bezirke in der Zeit von 1874–80 vom Blitze 515 Gebäude getroffen. Sechs davon waren durch Blitzableitungen geschützt; jedoch wurde in zweien dieser Fälle constatirt, daß die Anlage der Ableitung mangelhaft gewesen war, und in den übrigen 4 Fällen war gar keine oder doch nur eine unbedeutende Beschädigung der Gebäude eingetreten.

Die Academie der Wissenschaften zu Berlin bezeichnet es in ihrem Gutachten vom 2. August 1880 als eine durch die Erfahrung eines ganzen Jahrhunderts fest stehende Thatsache, die kaum noch einer weiteren Begründung bedürfe, daß rationell angelegte Blitzableiter, wenn auch nicht unbedingt, so doch in sehr hohem Maße die Blitzgefahr für die mit ihnen versehenen Baulichkeiten beseitigen.

Dies sind gewiß Gründe genug, um eine wahrhaft geniale Erfindung nicht ohne Weiteres fallen zu lassen, sondern sie durch unausgesetzte Beobachtung und stetige Verbesserung dahin zu bringen, daß sie nicht nur in den meisten, sondern in allen Fällen wirksamen Schutz bietet.

Ehe wir nun zur Construction der Blitzableiter übergehen, müssen wir uns die Vorgänge bei einem Gewitter klar zu machen versuchen, so weit dies nach den bis jetzt noch nicht abgeschlossenen theoretischen Untersuchungen möglich ist.

Die ruhige, klare Luft ist stets positiv elektrisch, eben so auch der Nebel. Geht die Verdunstung und die Wolkenbildung, welche durch Abkühlung in kälteren Luftschichten hervorgerufen wird, sehr schnell vor sich, so wird die vorhandene Elektrizität in folgender Weise bedeutend vermehrt. Bei der Ausscheidung des vertheilten Wasserdampfes zu Dunstbläschen concentrirt sich nach *Peltier*¹⁴²⁾ auf ein solches Bläschen die Elektrizität des umgebenden Raumes, wodurch es eine bedeutende elektrische Spannung erhält.

Durch eine gesättigte, etwas leitende Luft getrennt, bilden viele solcher Bläschen Anhäufungen mit einer gemeinsamen elektrischen Schicht und diese Anhäufungen wieder den gemeinsamen elektrischen Körper der Gesamtwolke. Letztere läßt sich daher weder mit einem festen Conductor, der nur auf der Oberfläche elektrisch ist, noch mit einem Isolator, dessen Theilchen elektrisch nicht genau communiciren, ver-

¹⁴²⁾ PELTIER, A. *Observations et recherches expérimentales sur les causes qui concourent à la formation des trombes.* Paris 1840.

gleichen; fndern sie stellt einen ungeheueren Behälter gleich geladener Theilchen dar, deren Elektrizität sich plötzlich, z. B. dadurch, daß viele Bläschen sich zu einem Regentropfen von vielleicht hundertmal kleinerer Oberfläche vereinigen, noch weiter verstärkt und nun nach der Außenseite der Wolke abgegeben wird, um endlich als gemeinsamer Blitz überzufpringen.

Die Erde hat keine eigene Elektrizität, fndern wird erst durch diejenige der Wolken in Folge der Vertheilungs-Elektrizität oder Influenz elektrifch, und zwar stets entgegengesetzt. Eben so ist es mit den auf der Erde befindlichen Gegenständen, insbesondere den Häusern und ihren Metallmassen, deren Ladung nicht übersehen oder unterschätzt werden darf.

Entsprechend der Elektrizität der ruhigen Luft und der Nebel sind die Wolken vorherrschend positiv elektrifch, in Folge dessen die Erde vorwiegend negativ.

Die negativ elektrifchen Wolken sind die felteneren und vielleicht nur durch Influenz geladen.

Der Blitz ist diejenige Lichterscheinung, welche bei starker und plötzlicher Ausgleichung der positiven und negativen Elektrizität sichtbar wird. Er kann nun sowohl zwischen der positiven Wolke und der negativen Erde, als auch zwischen beiden Wolken sich zeigen. Im letzteren Falle kann gleichzeitig ein Rückschlag entstehen durch das plötzliche Aufhören der Influenz, und es wird zwischen Erde und Wolke ein zweiter, schwächerer Blitzstrahl überspringen.

Indeffen ist auch eine andere, wenig oder gar nicht sichtbare Ausgleichung möglich. Wird eine fein auslaufende Spitze auf den Conductor einer Elektrifirmaschine gesetzt, so steigt, trotz fortgesetzter Drehung der Scheibe, das Quädrant-Elektrometer nicht so hoch, als es sonst der Fall wäre, indem bei einer gewissen Ladung jeden Augenblick so viel Elektrizität entweicht, als erzeugt wird. Dasselbe findet während eines Gewitters statt. Die Erd-Elektrizität frömt durch die Wipfel hoher Bäume, durch die Schiffsmaften, durch die Flamme eines brennenden Feuers und andere spitze Gegenstände, sobald dieselben eine gewisse Leitungsfähigkeit besitzen, in die umgebende positiv geladene Luft ab. Geschieht die Ausgleichung sehr langsam oder ist die Ladung eine sehr schwache, so wird das Auge nichts davon gewahr; im anderen Falle findet eine schwache, andauernde Lichterscheinung statt, das St. Elms-Feuer, welches sich hauptsächlich an den Spitzen der Gebüfche und Bäume, so wie an den Schiffsmaften zeigt.

Auf der Wirkung der Spitzen beruht die Construction des Blitzableiters.

Derfelbe wurde entdeckt im Jahre 1752 von *Franklin*, welcher einen aus Seidenzeug conftuirten Drachen mit metallener Spitze an einer Hanfschnur während eines Gewitters aufsteigen liefs. Die Schnur war an einem eisernen Schlüssel befestigt. Wie man sich leicht denken kann, war von Elektrizität nichts zu bemerken, da die Hanfschnur nicht leitete. Als aber ein Regen eintrat und die Schnur naß wurde, da änderte sich die Sache, und es gelang, dem Schlüssel Funken zu entlocken. *De Romas* nahm für einen ähnlichen Drachen eine mit Draht durchflochtene Seidenschnur und erzielte Funken von bedeutender Länge.

Der erste Blitzableiter wurde von *Richard Watson* zu Payneshill in Nordamerika im Jahre 1762 aufgestellt, in Deutschland der erste 1769 zu Hamburg auf dem Jacobi-Kirchthurm.

Der Zweck eines Blitzableiters besteht darin, für die Ausgleichung zwischen der Erd- und der Wolken-Elektrizität einen gefahrlosen Weg darzubieten. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen: entweder entladet er die Elektrizität einer nahen Wolke langsam und unmerklich, oder, falls die Ladung zu stark ist, so daß ein Blitz auftritt, führt er denselben ohne Beschädigung des zu schützenden Gebäudes in den Erdboden.

In der ersten Zeit nach dem Bekanntwerden der neuen Erfindung war es ein beliebtes physikalifches Experiment, die Blitzableitung durch ein Zimmer zu führen, sie dort zu unterbrechen und nun die Wirkungen des fortwährend überspringenden Funkens zu beobachten. Erst als der Physiker *Richmann* in Petersburg durch einen abspringenden, ihn in die Stirn treffenden Funken getödtet wurde, verschwand dieses Spielzeug aus den Zimmern.

Neuerdings wird jedoch behauptet, daß die Gefahr der explosiven Entladung durch einige Metallspitzen schwerlich gemindert wird. Dafür sei das in einer Wolke aufgespeicherte Elektrizitäts-Quantum zu kolossal. Allein es wird allseitig zugestanden,

102.
Wirksamkeit
des
Blitzableiters.

dafs der überspringende Funke sich jedesmal den bequemsten Weg ausfucht. Einen solchen bieten wir ihm durch den Blitzableiter.

103.
Anordnung
der
Auffange-
stangen.

Gehen wir nun zu der Construction einer Blitzableitung über. Man unterscheidet an derselben: a) den auffangenden, b) den fortleitenden und c) den abgebenden Theil.

Der auffangende Theil hat in einer Auffangestange nebst Spitze zu bestehen. Wenn man früher beide auf Wohnhäusern fortgelassen hat, in der irrigen Meinung, dadurch den Blitz nicht heranzuziehen, so ist dies ganz verkehrt gewesen. Auch bei einem eisernen Thurme dürfen sie nicht fortbleiben, falls derselbe nicht selbst in eine scharfe Spitze ausläuft, welche alle an eine Auffangestange zu stellenden Anforderungen erfüllt.

Wie viele Auffangestangen soll man nun auf ein Gebäude stellen? Die Theorie giebt hierüber bisher keine Antwort. Praktisch aber hat man sich aus der Beobachtung von Blitzten, welche in der Nähe von Auffangestangen eingeschlagen sind, eine Regel gebildet. Dieselbe lautet: Ist ab (Fig. 89) die Höhe der Spitze über dem Terrain, so schützt dieselbe nach jeder Richtung hin höchstens auf eine Entfernung $bc = 2ab$. Das Dreieck acd , welches wir auf der Zeichnung sehen, ist *in natura* ein Kegel, welchen man den Schutzkegel nennt. Den Winkel α nennt

Fig. 89.

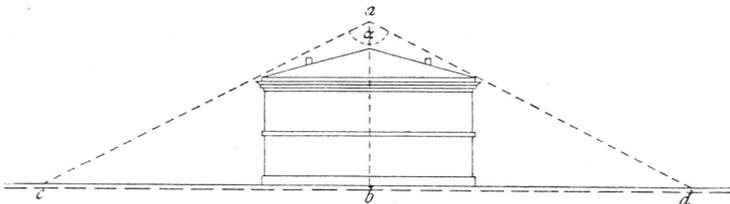
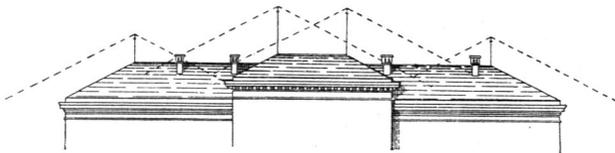


Fig. 90.



man den Schutzwinkel. Kein Theil des Gebäudes darf über den Schutzkegel hinausragen. Hat man daher ein größeres Gebäude zu schützen (Fig. 90), so müssen so viele Stangen aufgestellt werden, dafs die Dachfirste noch überall innerhalb der Schutzkegel liegen.

Höher als 5 m nimmt man die Auf-

fangestangen nicht gern, weil entweder die der Dachdeckung schädlichen Schwankungen durch den Wind zu groß werden oder, wenn man diese vermeiden will, die Stange zu stark construirt werden muß. Die passendste Höhe ist 2 bis 3 m.

Nach der oben stehenden Abbildung scheint es sparsamer zu sein, die Auffangestange in die Mitte des Firstes zu stellen. Dies ist aber weniger empfehlenswerth, weil die sog. Anfallpunkte der Walme, welche gewissermaßen Spitzen in der Dachfläche bilden, der Blitzgefahr am meisten ausgesetzt sind.

Für die Wohnhäuser wird die angegebene Regel ausreichend sein. Bei sehr hohen Gebäuden wird man gut thun, den Winkel α kleiner zu nehmen; bei Thürmen soll derselbe in der Regel nur 90 Grad betragen. Ist ein Thurm aber sehr hoch — eine bestimmte Grenze läßt sich nicht angeben — so genügt auch dies nicht. Eine elektrische Wolke kann sehr wohl, insbesondere in hoch gelegenen Orten, tiefer ziehen, als die Thurmspitze und sich über dem Dache des Kirchenschiffes entladen.

Defshalb muß auch der Walm bei *a* (Fig. 91) eine Auffangestange erhalten, eben so auch ein Haus *B*, obwohl es innerhalb des Schutzkegels liegt, namentlich wenn dasselbe sich auf der Wetterseite des Thurmes befindet. Gebäuden, bei denen man besonders ängstlich ist, wie z. B. Pulverfabriken, wird man lieber eine Auffangestange zu viel, als zu wenig geben.

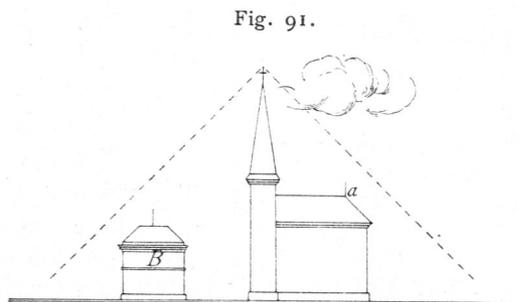


Fig. 91.

Wenden wir uns zu der Construction der Auffangestangen, so ist aus dem Früheren klar, daß die Hauptbedingung für die Wirkfamkeit derselben eine scharf auslaufende Spitze ist, welche zugleich von einem gut leitenden Metall gefertigt sein muß.

Von allen Metallen besitzt das reine Silber die größte Leitungsfähigkeit¹⁴³⁾; aufser dieser kommt der Schmelzpunkt¹⁴⁴⁾ und die Sicherung gegen Oxydation¹⁴⁵⁾ in Betracht; von letzterer hängt die dauernde Erhaltung der Spitze und ihrer Leitungsfähigkeit ab.

Daß auch der Preis in vierter Linie eine Rolle spielt, kommt zwar bei großen öffentlichen Gebäuden weniger in Betracht, um so mehr aber bei kleinen Privatgebäuden, namentlich bei Bauernhöfem.

Kuhn in München empfiehlt in erster Linie das Silber, wegen seines hohen Leitungsvermögens und weil sein Schmelzpunkt noch immer hoch genug ist. Derartige Spitzen (Fig. 92) sollen einen Basisdurchmesser von ca. 20 mm, eine Höhe von 40 mm erhalten.

Indessen hat das Silber zwei sehr üble Eigenschaften: 1) wird die Leitungsfähigkeit desselben durch geringe Beimischungen anderer Metalle sehr herabgedrückt, z. B. durch Zusatz von nur 2 Procent Zinn auf $\frac{1}{5}$, eine Beimischung, welche sich nur unter Zuhilfenahme eines Chemikers fest stellen läßt; 2) oxydirt das Silber sehr leicht, wo der atmosphärischen Luft schwefelige Gase beigemischt sind, was aber in Städten und Fabrik-Districten meistens der Fall sein wird. Auch verhindert der hohe Preis des Silbers eine allgemeine Anwendung.

Fig. 92.

 $\frac{1}{2}$ n. Gr.

Sehr zu empfehlen ist eine Kupferspitze, welche in Feuer vergoldet ist. Hier hat man eine unredliche Beimischung billiger Metalle weniger zu fürchten; die Leitungsfähigkeit ist eine dem reinen Silber sehr nahe kommende; die Oxydation wird durch die Vergoldung gehindert; der Preis ist ein immerhin mäßiger.

Häufig werden auch Platinspitzen angewendet, welche allerdings eine geringe Oxydation und einen hohen Schmelzpunkt für sich haben; aber die Leitungsfähigkeit des Platins ist gering und der Preis sehr hoch.

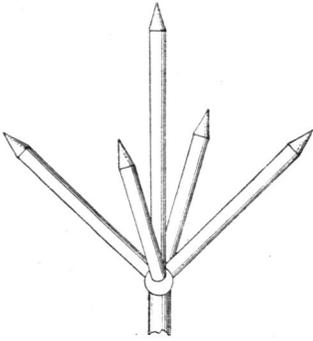
Ist man auf Sparfamkeit angewiesen, so ist auch wohl eine eiserne Spitze ausreichend, welche gegen die Witterungseinflüsse gut verzinkt oder besser vergoldet

¹⁴³⁾ Diefelbe übertrifft die Leitungsfähigkeit des reinen Kupfers um das 1,36-, Goldes um das 1,81-, Eifens um das 7,7- und Platins um das 9,6-fache.

¹⁴⁴⁾ Der Schmelzpunkt für Platin ist 2600, Eifen 1600, Kupfer 1170, Gold 1100 und Silber 1000 Grad C.

¹⁴⁵⁾ Nach der schwereren, bezw. leichteren Oxydirbarkeit ordnen sich die Metalle wie folgt: Gold, Platin, Silber, Kupfer Eifen; diese Reihenfolge ändert sich jedoch, sobald der reinen atmosphärischen Luft irgend welche fremdartigen Gase beigemischt werden.

Fig. 93.



fein muſs. Theoretifch kann dieſe zwar nicht daſſelbe leiſten, wie die vorgenannten; doch ſpricht die Erfahrung trotz ihrer fehr verbreiteten Anwendung noch nicht gegen ſie.

Eine Spitze muſs abnehmbar fein, um ſie nach Beſchädigungen durch Blitzſtrahl erſetzen zu können.

Eine kupferne Spitze (Fig. 94) würde man 13 mm dick und 200 mm lang ausführen, oben zugespitzt und auf 26 mm Länge vergoldet.

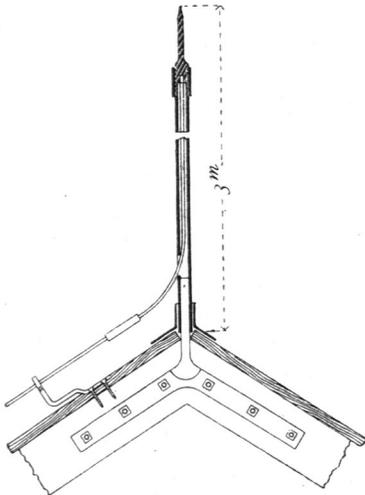
Früher wurden häufig Auffangeftangen mit 3 bis 5 in einem Bündel vereinigten Spitzen angewendet (Fig. 93). Dies iſt aber zwecklos, da nur die lothrechte Spitze zur Wirkung kommt. Eine in einem Charnier

bewegliche Spitze, welche in lothrechter Stellung gut functionirte, verlor ihre Wirkung, je mehr ſie geneigt wurde.

Die Auffangeftange ſelbſt wird meiftens aus Eiſen gefertigt. Vielfach werden dazu eiſerne Gasrohre genommen (Fig. 94), innerhalb deren die kupferne Ableitung hinaufgeht, welche dann in der Kupferſpitze verlöthet iſt. Dieſe Conſtruction hat den groſſen Vortheil für ſich, daſs Spitze und Leitung durchweg aus demſelben

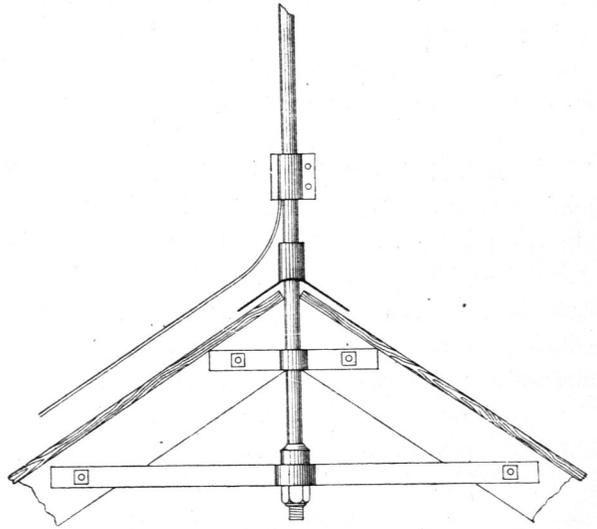
105.
Auffange-
ftange.

Fig. 94.



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

Fig. 95.



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

Materiale beſtehen. Noch häufiger macht man die Auffangeftangen aus Runderiſen, welches bei 2 m Höhe mindeſtens 20 mm, bei 5 m Höhe 30 mm ſtark fein muſs. Verzierungen, in denen ſich der Wind feſt ſetzen kann, muſs man möglichſt vermeiden, da ſonſt ſtarke Schwankungen entſtehen, welche die Dichtung des Daches erſchweren.

Die Ableitung wird an der Stange mit Hilfe einer angeſchraubten Hülſe befeſtigt, in welche ſie eingelöthet iſt (Fig. 95). Hierbei hat man dieſelbe ſo hoch zu ſetzen, daſs die Ableitung eine ſchlanke Curve bildet.

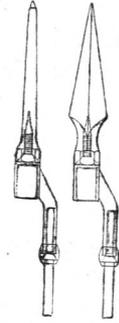
Will man bei einer massiven Stange eine unmittelbare Verbindung zwischen der Kupferspitze und dem kupfernen Leitungsdraht haben, so ist die Construction von *Zwarg* in Freiberg die geeignete (Fig. 96).

Die oben gebogene eiserne Stange trägt eine Hülfe, welche in eine mit Spitze versehene Schraube endigt. In die Hülfe wird der Draht eingelöthet und geht ohne Curve glatt herunter, während auf die Schraube eine kupferne Spitze mit Platin-Endigung gesteckt wird. Mufs die Spitze zur Neu-Vergoldung oder Reparatur abgenommen werden, so bildet die Schraube so lange eine Reserve-Spitze.

Fig. 96.

Eine gut verlöthete Zinkkapsel schützt den Durchgang durch das Dach gegen das Hineinfickern des Meteorwassers (Fig. 95).

Am Dachgespärre ist die Stange durch ein Quereisen befestigt, welches in der Mitte einen Hals hat, worauf der Rand derselben aufruhet und durch welchen die schraubenförmige schwächere Endigung gesteckt und mit einer Mutter fest gehalten wird. Am First befindet sich ein Halseisen.



Die Stange in zwei Schenkel auslaufen zu lassen, welche oben auf die Sparren geschraubt sind, empfiehlt sich nicht, da diese Schenkel mit ihren vortretenden Schraubenmutter die am First meist nothwendige Dachschalung hindern. Derartige Schenkel dürfen nur seitlich an den Sparren angebracht werden (Fig. 94).

Andere Befestigungsarten werden sich je nach der Dachconstruction leicht erfinden lassen.

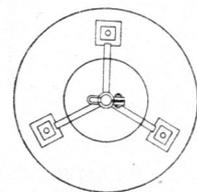
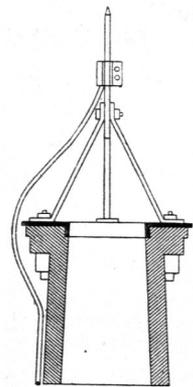
Es fragt sich nun, wie weit man wohl die Auffangestangen in das Dach hinein reichen lassen dürfe? Stangen von 5 m Länge und mehr, wie sie gleichzeitig als Flaggenfangen benutzt werden, können auf die eben beschriebene Art nicht befestigt werden.

Bei Gebäuden, welche weder große Metallmassen, noch Gas- und Wasserleitung haben, ist es ganz unbedenklich, die eiserne Auffangestange so tief hinabreichen zu lassen, als es gut scheint. Befinden sich aber z. B. unter der Dachbalkenlage eiserne I-Träger, oder ist ein Wasser-Reservoir im Dachraum in nicht großer Entfernung unterhalb des Blitzableiters aufgestellt, oder geht eine Gasleitung unter demselben fort, dann ist äußerste Vorsicht geboten; denn leicht würde der Blitz auf derartige Metallmassen überspringen und etwa dazwischen liegende Dachhölzer, Fußböden etc. entzünden. In solchem Falle würde man lieber hölzerne Stangen wählen, was sich überhaupt für Flaggenfangen mehr empfiehlt, da eiserne schwer und theuer werden, und die Ableitungen an diesen herunterführen.

Die Flaggenfange endigt in eine eiserne oder kupferne Auffangestange, an welcher die Ableitung mittels Klemmplatte befestigt ist.

Ueber Schornsteinen wird ein dreibeiniges Gestell befestigt (Fig. 97), welches mit einer Hülfe die Auffangestange umfaßt. Will man letztere seitlich anbringen, so muß man sie unten umgebogen einmauern und mit Halseisen befestigen. Da die Rauchgase das Eisen bald angreifen, so setzt man die Stange wegen

Fig. 97.



des herrschenden Windes auf die Südwestseite; *Wiesenthal* in Aachen umgiebt sie außerdem noch mit einer Zinkhülle.

106.
Leitungen

Für die Leitungen stehen im Wesentlichen nur zwei Materialien zu Gebote, Kupfer und Eisen. Kupferne Drähte von 4,5 mm sind durch Blitze geschmolzen worden; um sicher zu gehen, wird man sie 6 bis 8 mm stark machen, ihnen also 50 qmm Querschnitt geben müssen. Ein solcher Draht läßt sich noch biegen und hat erfahrungsgemäß bisher völlig ausgereicht.

Sehr verbreitet ist die Anwendung von 12-fach geflochtenen Kupferdrahtseilen, welche meistens aus einzelnen Drähten von 2 bis 2,5 mm Stärke zusammengeflochten sind.

Ein solches Seil ist aus folgenden Gründen zu empfehlen:

1) Bei den Drähten kommen häufig brüchige Stellen vor, welche schwer zu entdecken sind; bricht ein Draht im Kabel, so verursacht dies keinen Schaden, während ein Bruch der massiven Ableitung die Continuität aufhebt¹⁴⁶⁾.

2) Ein Kabel ist sehr biegsam, läßt sich für den Transport bequem zusammenrollen und leicht bei der Anbringung wieder straff ziehen, was bei einem 7 mm starken Draht schon recht erhebliche Schwierigkeiten macht.

3) Der Preis eines Seiles ist wenig höher, als der eines entsprechenden Drahtes.

4) Die Befürchtung, daß ein Kabel wegen seiner rauhen Oberfläche von der Witterung zu leiden haben würde, hat sich bis jetzt noch nicht bewahrheitet.

Ein 12-faches Seil von 2 mm starken Drähten entspricht einem massiven Kupferdraht von 6,5 mm, ein solches von 2,5 mm Drähten einem Drahte von 8,5 mm Durchmesser.

Dem eisernen Blitzableiter wird man den 6-fachen Querschnitt oder ca. 300 qmm geben müssen, da die Leitungsfähigkeit des Eisens nur $\frac{1}{6}$ von der des Kupfers beträgt. Am meisten wird sich hierzu verzinktes Rundeisen empfehlen, das den Witterungseinflüssen die geringste Oberfläche bietet und das Abspringen des Funkens weniger ermöglicht, als Quadrat- oder Bandeseisen. Der Durchmesser desselben muß also 18 bis 20 mm betragen.

Ein eisernes Drahtseil muß einen etwas größeren Durchmesser haben, etwa 25 mm.

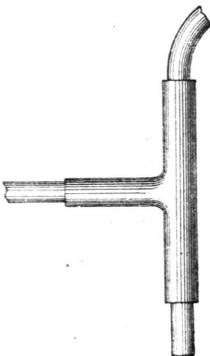
Die Vortheile einer Kupferleitung vor einer eisernen bestehen darin, daß in Folge der Biegsamkeit die Anbringung leichter ist und, da Kupferdraht in großen Längen zu haben ist, weniger Stosverbindungen vorkommen. Die älteren Leitungen waren fast immer von Eisen.

Ein Haupterforderniß für jede Leitung ist, daß sie möglichst aus einem Stücke bestehe, weil jede Stelle, an welcher der Funke sichtbar wird, das Material angreift.

Für Kupferdraht und -Seile empfiehlt sich am meisten, an der Stelle des Stosses beide Enden ganz glatt zu feilen und ein kurzes eisernes Rohr überzuschieben, in welches beide Enden so verlöthet werden, daß weder Regen noch Luft eindringen kann.

Da wo eine Zweigleitung im rechten Winkel abgeht, sind I-Stücke (Fig. 98) anzuwenden.

Fig. 98.



¹⁴⁶⁾ Aus demselben Grunde verwendet die Deutsche Reichs-Telegraphen-Verwaltung bei ihren unterirdischen Telegraphen-Leitungen innerhalb der Kabel nicht einzelne starke Drähte, sondern sieben Stück siebendrähtige Kupferseile.

Eiserne Leitungen verschraubt man an den Stößen mit den bei Gasleitungen gebräuchlichen Muffen, welche innen mit dem fog. Gasgewinde versehen sind. Für kupferne Leitung empfiehlt sich die Verschraubung weniger, da durch das Einschneiden des Gewindes der Querschnitt zu sehr geschwächt wird.

Biegungen im rechten Winkel oder gar in einem spitzen sind durchaus zu vermeiden, da an jeder in der Leitung entstehenden Spitze der Funke leicht abspringen wird. Am besten gestaltet man sie kreisbogenförmig mit einem Durchmesser von wenigstens 40 cm.

Auf dem Dache bringt man die Leitung dicht neben dem Dachfirft an. Auf dem Firft geht es bei den meisten Deckungsarten nicht ohne Nachteile für das Dichthalten. Die Befestigung auf dem Dache geschieht durch eiserne Stützen in ca. 2^m Entfernung, wobei man zu beachten hat, daß ein Stoß nicht auf oder in die Nähe einer Stütze treffen darf. Dieselben werden entweder eingeschlagen oder besser angeschraubt.

Bei der Form derselben hat man die Art der Dachdeckung genau zu berücksichtigen, um Undichtigkeiten möglichst zu vermeiden (Fig. 99 u. 100). Die Leitung liegt in einem Schlitz, dessen Backen man entweder oben zusammenschlägt oder durch eingesteckten Splint verbindet (Fig. 101). Das gabelförmige Stück muß quer zur Leitung gerichtet sein; mithin sind die Stützen für die horizontalen und die abwärts führenden Leitungen verschieden, was bei der Bestellung zu beachten ist. Bei Schieferdeckung ist der Stütze eine Platte von Rollenblei unterzulegen, was sich auch für Ziegeldächer empfiehlt; überhaupt ist der Dichtung gegen das Einregnen große Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die lothrechte Leitung wird in der Steinmauer durch Bankeisen befestigt, deren schrauben- oder schwalbenschwanzförmiges Ende mit Cement eingesetzt wird. Um muthwilligen Beschädigungen kupferner Leitungen vorzubeugen, wird der über dem Erdboden befindliche Theil mit einem eisernen 2,5 bis 3^m langen Rohre umhüllt, das oben gegen das Einregnen mit Bleikapsel geschlossen wird und mindestens so tief hinabreicht, daß Aufgrabung beim Pflastern nicht Gefahr bringt.

Die äußerst wichtige Frage, ob man eine Leitung isoliren soll oder nicht, hat eine genügende Beantwortung noch nicht gefunden. Unzweifelhaft ist es, daß eben so, wie die Erde auch alle Metallmassen eines Gebäudes durch Influenz elektrisch werden. Ob aber die Wirkung derselben so stark werden kann, daß aus ihnen ein zündender Funke zur Erde oder zur Wolke überspringen kann, ist noch nicht festgestellt. Es könnte dies nur in Folge eines Rückschlages geschehen, indem die in einer Metallmasse angehäuften Elektrizität unmittelbar, nachdem ein Blitz an der Ableitung heruntergefahren ist und die Spannung zwischen Erde und Wolke aufgehoben hat, nun ebenfalls sich zu entladen strebt. Genaue Beobachtungen über einen solchen Rückschlag liegen noch nicht vor; hingegen sind Fälle bekannt, in denen der Blitz ganz oder theilweise die Ableitung verlassen und sich einen kürzeren Leiter oder einen solchen von größerem Querschnitt gesucht hat. Daß die letztere Gefahr durch eine Verbindung der Ableitung mit den Metallmassen vergrößert wird,

Fig. 99.

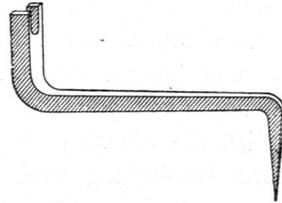


Fig. 100.

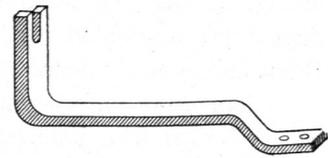


Fig. 101.



liegt auf der Hand. Will man sie gegen den Rückschlag schützen, dann muß man sie auch vor dem Blitze selbst bewahren und ihnen eine vollständige Ableitung in die Erde geben, wo dann selbstverständlich eine Erdplatte nothwendig wird.

In manchen Schriften wird empfohlen, alle Metallmassen eines Hauses mit der Blitzableitung zu verbinden. Dies ist leichter gesagt, als gethan; denn bei den zahlreichen I-Trägern, eisernen Säulen, Verankerungen, Gas- und Wasserleitungen, wie sie die modernen größeren Gebäude zeigen, würde daraus ein ganzes Netz entstehen, in welches das Haus gleichsam eingesponnen würde. Ein Metaldach wird mit der Leitung durch die eisernen Leitungsfützen genügend verbunden sein; geht dieselbe in der Nähe eines Fallrohres herunter, so wird man auch dieses durch gut angelöthete, 4 bis 5^{mm} starke Kupferdrähte oben und in der Höhe von 3^m über dem Erdboden an die Leitung anschließen. Liegt ein eiserner Träger, der auf gleichen Säulen ruht, in seiner Nähe, dann wird man diesen durch eine Zweigleitung mit der Hauptleitung verbinden, muß dann aber von dem Säulenfusse aus eine Erdleitung führen. Auch eine nahe herantretende Haus-Wasserleitung, wenn sie von Eisen und nicht von Blei ist, würde anzuschließen sein, falls es durchaus nicht zulässig ist, die Blitzableitung in größerer Entfernung von derselben anzulegen. Jede weitere Verbindung aber wäre unnütz oder schädlich, da sie leicht einen einschlagenden Blitz in ganz unerwünschte Bahnen führen könnte. *Holtz* in Greifswald geht in dieser Beforgnis sogar so weit, anstatt der eisernen Stützen hölzerne vorzuschlagen, was sich allerdings bei Stroh- und Rohrdächern (der fog. »weichen Bedachung«) empfehlen wird, welche nach statistischem Ausweise weit häufiger vom Blitze heimgesucht werden, als andere.

Um dem einschlagenden Blitze einen möglichst kurzen Weg zu geben, würde es am besten sein, jede Auffangestange auch mit einer Ableitung zu verbinden. Indessen spricht bis jetzt die Erfahrung nicht dagegen, daß man eine auf je zwei Auffangestangen rechnet, so daß also ein Haus mit vier Auffangestangen, die unter einander durch eine Firttleitung zu verbinden sind, zwei Ableitungen haben müßte.

108.
Erdleitung.

Wir kommen nun zu dem schwierigsten Theile, der Erdleitung. Diese braucht nicht tiefer gelegt zu werden, als daß sie bei etwa eintretenden Neupflasterungen nicht beschädigt wird.

In der Regel sind die Gewitter mit Regengüssen verbunden, wobei sich schnell an der Erdoberfläche eine feuchte gut leitende Erdschicht bildet, mit welcher man die Erdleitung durch eine oder mehrere Abzweigungen in Verbindung setzen muß; diese läßt man in eine Platte oder in einen 3- bis 4-fachen Drahttring endigen, von welchem eine Anzahl kurzer Drahtenden ausgehen. Die Hauptleitung endigt in eine Platte von gleichem Materiale. Die Dicke derselben spielt für die elektrische Wirkung keine Rolle; doch ist für Kupferplatten, welche man übrigens nicht in Trinkbrunnen legen darf, eine Stärke von 2^{mm}, für eiserne, wozu man Gufseisen wählen wird, eine 5^{mm} starke zu empfehlen.

Die Reichs-Telegraphie wendet für ihre telegraphischen Blitzableiter Zinkplatten von 0,75 bis 1^{qm} Größe und 2^{mm} Stärke an.

Ueber die Größe der Platten gehen die Ansichten weit aus einander.

Reines Wasser setzt der elektrischen Leitung einen 4 000 000-mal größeren Widerstand entgegen, als Kupfer (nach *E. Weber* sogar 1000-Millionen-mal); also müßte man streng genommen die Platte, bei der ja beide Seiten mit dem Wasser in Verbindung stehen, 2 000 000-mal so groß, als den Querschnitt der kupfernen

Leitung machen, was zu einer Platte von 100 qm führen würde. Indessen sind diese Zahlen durch Experiment mit dem galvanischen Strome gefunden und lassen sich nicht ohne Weiteres auf Gewitter-Elektricität anwenden. Die Erfahrung hat vielmehr bewiesen, daß Platten von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ qm ausreichend gewesen sind. Da trockener Boden so gut wie gar nicht leitet, ist danach zu trachten, daß man die Platte in das Grundwasser oder wenigstens in feuchtes Erdreich versenken kann.

Ganz verkehrt ist es, dieselbe in gemauerte Reservoirs oder gar in Abortgruben zu legen, welche keine leitende Verbindung mit dem Erdboden haben.

Liegt der Grundwasserspiegel in sehr bedeutender Tiefe, so empfiehlt die »Commission zur Prüfung der Blitzableiter an den Municipalgebäuden in Paris« die Verbindung der Erdleitung mit Gas- und Wasserrohren, von deren Oberfläche aus sich die Elektricität genügend vertheilen kann. Theoretisch steht dem nichts entgegen, da Gas nur unter Zutritt der atmosphärischen Luft explodirt und bei eisernen Wasserleitungen die Bleidichtung keinen allzu großen Widerstand entgegen setzt.

Wenn bisher die Erlaubnis zu folchem Anschlusse häufig verweigert ist, so wird dies, nachdem sich die Versammlung der Gas- und Wasserfachmänner in Heidelberg am 11. Juni 1880 dahin ausgesprochen hat, »daß keine Bedenken gegen die Verbindung des Blitzableiters mit den Wasser- oder Gasrohren vorliegen,« wohl nicht mehr vorkommen; indess sind Verhandlungen vor der Ausführung anzurathen.

Ueber diese Frage hat die Kgl. sächsische technische Deputation am 5. Januar 1882 ein sehr umfangreiches Gutachten erstattet, welchem wir folgende praktische Regeln entnehmen: 1) Die Verbindung eines Blitzableiters mit dem Straßen-Rohrnetz einer städtischen Gas- oder Wasserleitung von passender Beschaffenheit macht die Anlage einer Erdplatte überflüssig. — 2) Diese Verbindung ist nicht nur als zulässig, sondern als empfehlenswerth zu bezeichnen. — 3) Als Rohrleitungen von passender Beschaffenheit sind diejenigen zu erachten, welche aus eisernen Rohren mit Muffenverbindung und Bleidichtung bestehen. Flanschenverbindungen sind nur dann als genügend anzusehen, wenn sie starke Schraubenbolzen besitzen. — 4) Wenn Wasser- und Gasleitung zugleich in der Nähe des Blitzableiters sind, empfiehlt es sich, dieselben mit beiden Rohrleitungen zu verbinden. — 5) Falls der Blitzableiter in der Nähe einer Flanschenverbindung oder eines mittels zweier Flanschenverbindungen in der Rohrleitung eingefügten Stückes liegt, ist er mit den beiden zu beiden Seiten der Flanschenverbindung oder des eingesetzten Stückes liegenden Theilen des Rohrnetzes zu verbinden. — 6) Die Verbindung des Blitzableiters ist wo möglich durch Verlöthung mit Weichloth auf möglichst großer Fläche vorzunehmen. Bei kupfernen Leitungen kann der Draht oder das Drahtseil für diesen Zweck einige Male um das metallisch blank gemachte und verzinnte Rohr herumgewickelt werden; bei eisernen Leitungen kann der Eisenstab an eine Rohrschelle angegeschweifst oder an dieselbe angeschraubt und verlöthet werden; die um das Rohr gewundene Leitung oder die um dasselbe gelegte Schelle sind schließlich vollkommen mit dem Rohre zu verlöthen. 7) Ist eine gründliche Verlöthung nicht ausführbar, so kann die Verbindung folgendermaßen ausgeführt werden: das Blitzableiterende wird eingeschoben oder eingeschraubt in einen durchbohrten Ansatz an einem Theile einer verzinn- oder verzinkten, zwei- oder mehrtheiligen Rohrschelle von Schmiedeeisen, Bronze oder Kupfer und wird mit Zinn verlöthet. Das Rohr wird an der Ansatzstelle in der Breite der Rohrschelle durch Befäulen, Abschmirgeln oder Abbeizen möglichst vollkommen metallisch blank gemacht; dann wird ein beiderseits blank geschabtes Bleiblech von gleicher Breite mit der Schelle um die blanke Rohrstelle gelegt, die Schelle auf das mit dem Bleiblech umwickelte Rohr aufgesetzt und mittels ihrer Bolzen-schrauben so fest angezogen, daß das Bleiblech sich sowohl an das Rohr, als an die Schelle dicht anlegt. Hierauf werden die schon vorher verzinn- oder verzinkten Köpfe und Muttern der Schrauben mit den Lappen der Schelle, an welchen sie anliegen, die Muttern auch mit den Schrauben-spindeln mit Zinn verlöthet. Endlich wird der Blitzableiter von seiner Eintrittsstelle in die Erde an bis zur Verbindung mit dem Rohre und insbesondere die Verbindung selbst, also die Schelle sammt Schrauben, mit einer Isolirschicht zum Schutze gegen Oxydation umgeben; diese Isolirschicht kann durch dichtes Umwinden der zu schützenden Theile mit getheertem Hanf oder durch Umgießen mit Asphalt hergestellt werden. — 8) Um den in der Erde liegenden Theil des Blitzableiters und die Verbindungsstelle möglichst vor Verletzungen zu schützen und eine etwaige Revision zu erleichtern, empfiehlt sich die Umhüllung der fraglichen Theile mit einer leichten Ziegelmauerung. — 9) Unterbrechungen des Zusammenhanges der Leitung bei Arbeiten an Wasser- oder Gasleitungen sollen während eines Gewitters nicht vorgenommen werden. Sind solche aus Anlaß dringender Reparaturen unvermeidlich, so

empfiehlt sich eine Verbindung der getrennten Theile durch einen gut leitenden Körper, etwa durch ein Drahtseil.

Ein wesentlicher Uebelstand bei Benutzung städtischer Rohrleitungen liegt allerdings darin, daß diese so häufig aufgegraben werden, wobei es unausbleiblich ist, daß mit den privaten Blitzableiter-Anschlüssen leichtsinnig verfahren wird. Ist aber der Grundwasserspiegel nicht zu erreichen, so bleibt nichts Anderes übrig. Wollte man auch eine Platte in dem trockenen Erdreich anbringen, so würde der Blitz dennoch vorher zur größeren Metallmasse überspringen. Zu der Ansicht jedoch, daß auch bei hohem Grundwasserstande die Verbindung der Blitzableitung mit einem Rohrnetz der Erdleitung mit Platte vorzuziehen sei, können wir uns nicht bekennen und sind der Meinung, daß, falls die Verbindung von der Auffangestange zum Grundwasser eine möglichst kurze ist, d. h. wenn an Ab- und Erdleitungen nicht, wie so häufig, gefpart ist, der Blitz keine Veranlassung hat, auf Wasser- und Gasleitungen, die doch in der Regel im Trockenen liegen, überzugehen¹⁴⁷⁾.

Häuser, welche den Brunnen unter dem Keller haben, schweben dann, wenn von diesen aus etwa Wasserleitungsrohre hoch in das Gebäude bis zu einem Reservoir hinaufgehen, in Blitzgefahr. Dieselbe läßt sich nur mildern durch einen vorzüglich angelegten Blitzableiter, dessen Ableitung sich möglichst entfernt von den lothrechten Wasser-Steigrohren befinden muß und dessen Erdplatte möglichst tief und in größerer Entfernung vom Hause in das Grundwasser zu versenken ist. Läßt sich das letztere nicht erreichen, dann thut man besser, sich den größten Theil der Ableitung zu ersparen, indem man dieselbe an das Reservoir anschließt, wobei man den Durchgang durch das Dach mit Blei isoliren muß.

Die Erdplatten sollen nach einem Gutachten der Academie der Wissenschaften zu Berlin mit Coke umhüllt werden, weil diese wesentlich besser leitet, als feuchter Erdboden oder Wasser. Holzkohlen, welche schnell vergänglich sind, empfehlen sich hierfür nicht.

Liegt das Grundwasser sehr tief und ist weder ein Brunnen, noch eine Rohrleitung in der Nähe, dann muß man in Bohrlöcher, welche bis auf das Grundwasser reichen, lange eiserne gut verzinkte Stangen versenken, wobei der übrige Raum wieder mit Coke ausgefüllt wird. Ist auch dies nicht möglich, dann thut man besser, gar keine Blitzableitung anzulegen, oder muß sich, falls die Blitzgefahr eine sehr große ist, wie bei Kirchen, Hôtels auf hohen Felsen etc., darauf beschränken, die Erdleitung nur in die feuchte Mutterbodenschicht endigen zu lassen. So lange dieselbe trocken ist, kann überhaupt von keiner Blitzgefahr die Rede sein. Dieselbe tritt erst dann ein, wenn in Folge des Regens die Erdoberfläche für die Influenz befähigt wird.

Eine Blitzableitung muß jedesmal, wenn in der Nähe derselben Blitzeinschläge stattgefunden haben, sonst aber mindestens in Zeiträumen von zwei Jahren unterfucht werden. Hierbei sind hauptsächlich die Spitzen zu besichtigen und nachzusehen, ob die nach Metallmassen hingehenden schwächeren Drähte noch in Ordnung sind. Ferner ist die Continuität der Hauptleitung zu unterfuchen, was durch die galvanische Prüfung geschieht. Zu diesem Zwecke ist jede Spitze mit der Erdplatte durch einen schwachen Kupferdraht zu verbinden und ein Galvanometer nebst Element einzuschalten, wozu sich ein *Daniell'sches* Element mit Galvanometer

109.
Revision
der
Ableitung.

¹⁴⁷⁾ Siehe über diesen Gegenstand: Deutsche Bauz. 1880, S. 233. — Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 78. — Gefundh.-Ing. 1882, S. 154 — Journ. f. Gasb. u. Waff. 1882, S. 213. — Civiling. 1882, S. 239.

von *Keiser u. Schmidt* in Berlin empfiehlt. Zeigt sich an letzterem kein Ausschlag, so ist die schadhafte Stelle des Blitzableiters aufzufuchen, indem man das oberirdische Ende des Kupferdrahtes zunächst dicht über dem Erdboden an eine blank gemachte Stelle der Ableitung anlegt und so bis zu den Spitzen fortfährt.

Wegen der kostspieligen Auffuchung und Aufgrabung der Erdplatte wird die Prüfung der Erdleitung oft ganz vernachlässigt, was durchaus zu tadeln ist, da gerade dieser Theil der Zerstörung am ehesten anheimfällt. Ist ein Brunnen in der Nähe, so kann man die Aufgrabung sparen und braucht nur den eisernen Pumpenschwengel oder das Gestänge durch einen Draht mit der Auffangspitze zu verbinden; die Erde übernimmt dann die weitere Verbindung des Grundwassers im Brunnen mit der Erdplatte.

Literatur

über »Blitzableiter«.

- REIMARIUS, J. A. H. Vorschriften zur Blitzableitung. Hamburg 1794.
 Blitzableiter. Kurze Anweisung, wie solche an den Gebäuden anzubringen sind. Berlin 1798.
 GÜTLE, J. C. Neue Erfahrungen über die beste Art, wohlfeile und dauerhafte Blitzableiter anzulegen. Nürnberg 1812.
 IMHOF v. Theoretisch-praktische Anweisung zur Anlegung und Erhaltung zweckmäßiger Blitzableiter. München 1816.
 BÖCKMANN, J. L. Ueber die Blitzableiter. Neue Aufl. von G. F. WUCHERER. Carlsruhe 1830.
 BIGOT, P. Anweisung zur Anlegung, Construction und Veranschlagung der Blitzableiter. Glogau 1834.
Instruction sur la construction des paratonnerres. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 33, 66.
 Anlegung der Blitzableiter. Nach dem Engl. von SCHMIDT. Weimar 1856.
 Der Blitzableiter der St. Petrikirche zu Berlin. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1859, S. 301.
 Anweisung zur Construction und Anlegung von Blitzableitern. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1860, S. 74.
 Ueber die Construction der Blitzableiter. Allg. Bauz. 1863, S. 231.
De la construction des paratonnerres. Gaz. des arch. et du bât. 1864, S. 211, 222, 233.
 Gutachten der Akademie der Wissenschaften in Berlin über Anwendung von Blitzableitern. Zeitschr. f. Bauw. 1865, S. 297.
 VIOLET-LE-DUC. Ueber die Construction der Blitzableiter. Allg. Bauz. 1865, S. 164.
 Ueber die Anlage von Blitzableitern. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1866, S. 65.
 Die Aufstellung von Blitzableitern. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 74.
Nouvelle instruction pour les paratonnerres. Nouv. annales de la const. 1867, S. 62.
 GRAVE, H. Die Blitzableiter, ihre Geschichte und zweckmäßigste Gestalt. (Sep.-Abdruck aus GRAVE's österreich. Bau-Almanach.) Wien 1868.
De la construction des paratonnerres. Paris 1868.
 Die neueren Constructionen der Auffangstange des Blitzableiters. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1868, S. 36.
 BOTHE, F. Zusammenstellung neuerer Arbeiten über die Construction der Blitzableiter. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1868, S. 491.
 Die Construction der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1869, S. 185.
 Ueber Blitzableiter. Deutsche Bauz. 1871, S. 409.
 BAUER. Zur Beurtheilung der Blitzableiter. Zeitschr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1872, S. 109.
 CALLAUD, A. *Traité des paratonnerres etc.* Paris 1874.
 FONVIELLE, W. de. *De l'utilité des paratonnerres et de la nécessité de les contrôler.* Paris 1874.
 Verbeßerte Blitzableiter. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1874, S. 137.
Les paratonnerres à l'académie des sciences. Gaz. des arch. et du bât. 1874, S. 141.
Les paratonnerres. Encyclopédie d'arch. 1874, S. 39, 125.
La commission des paratonnerres de la ville de Paris. Gaz. des arch. et du bât. 1875, S. 170, 177.
Les paratonnerres. Encyclopédie d'arch. 1875, S. 21, 71.

- AMAURY, V. *Installation des paratonnerres. Moniteur des arch.* 1875, S. 195, 207.
- BUCHNER, O. Die Construction und Anlegung der Blitzableiter zum Schutze aller Arten von Gebäuden etc., nebst Anleitung zu Kostenvoran schlägen. 2. Aufl. Weimar 1876.
- Ueber die Schutzzone der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1876, S. 53.
- MITTELSTRASS. Die Blitzableiter nach den neuesten Erfahrungen und zweckmässigsten Constructionen. 2. Aufl. Magdeburg 1877.
- KARSTEN, G. Ueber Blitzableiter und Blitzschläge in Gebäude, welche mit Blitzableitern versehen waren. Kiel 1877.
- Instruktion über die Herstellung von Blitz-Ableitungen bei Militär-Gebäuden. Wien 1877.
- Gutachten, betreffend die Wirkungen des Blitzschlages beim Schulhaufe zu Elmshorn, von Dr. L. MEYN, Prof. G. KARSTEN und von der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Zeitfchr. f. Bauw. 1877, S. 559.
- KIRCHHOFF, X. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1877, S. 518.
- NIPPOLDT. Ueber die Wahl des Querschnittes der Blitzableiter. Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1877, S. 129.
- Instructions sur les paratonnerres. Revue gén. de l'arch.* 1877, S. 29.
- JARRIANT. *Paratonnerres de divers types. Nouv. annales de la const.* 1877, S. 161.
- HOLTZ, W. Ueber die Theorie, die Anlage und die Prüfung der Blitzableiter etc. Greifswald 1878.
- LÜDICKE, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenfchloffer. Weimar 1878.
- Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1878, S. 81.
- Studien über Blitzableiter. Maschinenbauer 1878, S. 346, 387.
- KARSTEN, G. Gemeinfafsliche Bemerkungen über die Elektrizität des Gewitters und die Wirkung der Blitzableiter etc. Kiel 1879.
- KLASEN, L. Die Blitzableiter in ihrer Construction und Anlage. Leipzig 1879.
- KLASEN, L. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1879, S. 427.
- KNOBLAUCH, E. Umbau des Thurmhelms der Jerufalem-Kirche zu Berlin. Deutsche Bauz. 1879, S. 483.
- Die Blitzableiter auf der Parifer Weltausstellung. Prakt. Maschinen.-Const. 1879, S. 315.
- Zur Blitzableiterfrage. Maschinenb. 1879, S. 38.
- HEILEMANN, F. J. Der Blitzableiter. Görlitz 1880.
- HOLTZ, W. Ueber die Zunahme der Blitzgefahr und die vermuthlichen Urfachen dieser Zunahme. Deutsche Bauz. 1880, S. 473.
- Rathschläge bei Anlage von Blitzableitern. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1880, S. 445.
- Instruction sur la construction des paratonnerres. L'électricité* 1880, Nr. 17.
- Anlegung von Blitzableitern. Rathschläge der Directionen der Land-Feuerfocietät und der Provinzial-Städte-Feuerfocietät im preufsischen Herzogthum bezw. in der Provinz Sachfen. 2. Aufl. vom 30. April 1881.
- Instruction sur les paratonnerres adoptée par l'académie des sciences.* Paris 1881.
- Blitzableiterfpitzen von J. O. ZWARG. Wochbl. f. Arch. und Ing. 1881, S. 166.
- MEYDENBAUER, A. Ueber Blitzableiter. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 277.
- Neuerungen an Blitzableitern. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1881, S. 148.
- NIX, K. Die Construction des Blitzableiters nach den neuesten elektrotechnifchen Erfahrungen. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1881, S. 76, 84.
- BIEDERMANN, C. Ueber Neuerungen an Blitzableitern. Elektrotechn. Zeitfchr. 1881, S. 243.
- NEESEN, F. Ueber Gewitter und Blitzableiter. Elektrotechn. Zeitfchr. 1881, S. 446, 462.
- Ueber Blitzableiter. Polyt. Journ., Bd. 235, S. 267; Bd. 237, S. 385; Bd. 241, S. 110 u. 273.
- Praktifche Regeln für die Herstellung von Blitzableitern. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 182.
- MELSENS. *Conférence sur les paratonnerres faites au congrès international des électriciens, à Paris. Bull. de la soc. d'encourag.* 1882, S. 450.
- LINDNER, M. Die Anlage der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1883, S. 17.

3. Kapitel.

Sicherungen gegen die Wirkung von Bodensenkungen und Erderfütterungen.

a) Sicherung der Gebäude gegen Bodensenkungen ¹⁴⁸⁾.

Im Jahre 1856 bemerkte man in Essen die ersten Beschädigungen von Häusern über Bergwerken. Seitdem haben sich diese Erscheinungen fast in allen Berg-Revieren Deutschlands gezeigt. Wir nennen in erster Linie: Essen, Iferlohn, Oberhausen, Gelsenkirchen, Witten a. d. R., Annen bei Witten, Dortmund, dann zahlreiche Ortschaften über dem Wurm-Revier bei Aachen, dem Saarbrücker Kohlenbecken, so wie über den ober-schleifischen Bergwerken.

Die Wirkungen des Bergbaues auf Terrain-Veränderung können in zweierlei Weise vor sich gehen: entweder es stürzen die Abbau-Strecken, falls sie sich nicht mit Wasser gefüllt haben, nach einer Reihe von Jahren zusammen, oder die über den Flötzen gelagerten wasserhaltigen Schichten werden durch die mit dem Bergbau verbundene Wasserentziehung trocken gelegt und setzen sich ungleich zusammen. In beiden Fällen bilden sich an der Oberfläche Erhebungen und Senkungen, vielfach verbunden mit Erdrissen. Im Wurm-Revier bei Aachen hat man beobachtet,

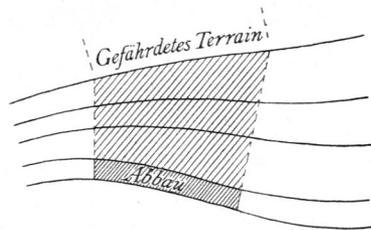
dass der Abbau auf den platten (horizontalen) Flötzflügeln wellenförmige Senkungen hervorbringt, wogegen sich der Abbau auf den flachen (geneigten) Flötzen meistens durch Spalten und Risse bemerkbar macht. In Belgien hält man an *Gonot's* Theorie fest, dass die Einwirkungen des Abbaues sich normal zur Flötzfläche bis zur Oberfläche fortsetzen (Fig. 102). Hiernach werden die Sicherheitspfeiler für Bauwerke innerhalb der Strecken fest gesetzt, und umgekehrt, hat man ein Bauwerk über Gruben zu errichten, so kann man hiernach mit einiger Sicherheit einen weniger gefährdeten Bauplatz ausfinden, wobei man aber, da diese Theorie wenig realen Untergrund hat, möglichst weit von dem so ermittelten Gefahr-Terrain zurückbleiben wird.

Die Sicherung geriffener Gebäude kann eine verschiedene sein. Bei Aachen befolgt man die Praxis, die Bewegung erst völlig zur Ruhe kommen zu lassen. Man erfieht dies, wenn Cementputzstreifen, welche an einigen Stellen über die Risse gelegt werden, unverfehrt bleiben. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, dann werden die Ausbesserungen vorgenommen. Nur in Ausnahmefällen, wenn die Gebäuderisse zu bedenklich werden, greift man zu Verankerungen.

In anderen Gegenden, wo das Uebel acuter auftritt, ist man in der Regel zu Verankerungen gezwungen, denen häufig eine provisorische Absteifung der Fenster- und Thürstürze vorangehen muss, damit diese beim Ausweichen der Wände nicht herabfallen. Die Anker wurden zuerst sehr schwach gemacht. Wir sehen in Essen noch vielfach 2 cm starke Anker mit Kopfplatten von 30 × 30 cm an (Fig. 110),

110.
Wirkungen
des
Abbaues.

Fig. 102.



111.
Sicherung
geriffener
Gebäude.

¹⁴⁸⁾ Die Sicherstellung von Gebäuden, die auf einem stark comprimibaren Untergrund zu errichten sind, gehört in die Abtheilung »Fundamente« (siehe Theil III, Band 1 dieses »Handbuchs«), ist also unter dieser Ueberschrift nicht mit inbegriffen.

welche selbstverständlich eine viel zu geringe Mauerfläche faßten. Später griff man zu 4 bis 5 cm starken Ankern und Kopfplatten von 1 bis 2 qm, welche dann ihre Schuldigkeit besser thaten.

Meistens beschränkt man sich auf die Verankerung des Kellermauerwerkes. Sämmtliche Umfangs- und Zwischenmauern desselben werden sowohl unter der Sohle, als auch unter der Decke ihrer ganzen Länge nach durch Anker zusammengezogen. An allen Stellen, wo die Scheidewandern nicht durchgehen, werden Spreizen aus Mauerwerk, aus Eisen oder aus beiden Materialien eingefaltet, welche dem Zuge der Anker den nöthigen Druck entgegensetzen und so ein Zusammenziehen der vorher unverbundenen Mauertheile verhindern.

In Fig. 103 bis 109 ist eine solche nachträgliche Verankerung dargestellt.

Die Ecken werden mit gußeisernen Platten (Fig. 109) eingefasst, welche außen mit den nöthigen Anfätzen und Oeffnungen zur Aufnahme der Zuganker, innen mit ein- oder mehrfachen Verstärkungsrippen zum Einlassen in das Mauerwerk versehen sind. Die inneren Kellerwände werden unter dem Pflaster und unter der Decke mit je einem Ankerpaare eingefasst. Die Zuganker sind bei geringer Ausdehnung durchgehend, bei grösseren Längen gestossen und dann an den Stößen entweder durch Laschen und Bolzen, bezw. Niete fest oder durch Schraubenflösser regulirbar verbunden (Fig. 107 u. 108).

Die Spreizen bestehen am besten aus massivem Schichtenmauerwerk oder aus elliptischen Erd- und Gurtbögen, so zwar, daß beide Bogen zusammen eine geschlossene Ellipse bilden; doch werden auch unter der Kellerfohle umgekehrte Gewölbe, unter der Decke gußeiserne, die Zuganker umschließende Stemmrohre oder bei grösserer Länge massiv gewalzte oder gegliederte Balken angewendet. Wo Verankerungen in die Thüren einschneiden, werden schmiedeeiserne Thürgestelle eingefaltet, welche oben und unten durch Zugfangen verbunden, bisweilen überwölbt sind, während die Theile der unterbrochenen Anker an deren Pfosten enden und verschraubt sind.

Gebäude mit einspringenden Ecken erfordern bis zur Höhe des Kellergefchoffes die Herstellung voller Ecken durch Ausmauerung, um die oben erwähnten Eckplatten anbringen und danach eine zusammenhängende Verankerung herzustellen zu können.

Die vorbeschriebenen Sicherungsmittel haben sich in zahlreichen Fällen ihrer Anwendung gut bewährt. Nur da, wo die Beschädigungen durch Bodensenkungen zu arge sind, wird man die Kopfplatten noch vergrößern und auch die oberen Gefchoffe verankern müssen. Als Beispiel hierfür geben wir die von *Kunhenn* ausgeführte und in Fig. 111 bis 115 dargestellte Verankerung eines Hauses in Effen a. d. R.

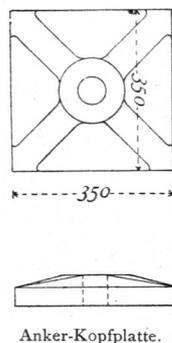
Hier sind die Gebäude-Ecken mit 4 cm starken und durch Rippen verstärkten Gufsplatten bis zur Höhe des 1. Obergefchoffes eingefasst, und zwar ist die Anordnung so getroffen, daß die untere Platte über die obere faßt, so daß die beiden über einander befindlichen Platten wie eine einzige wirken.

Die Zwischenmauern des Kellers sind mit je 4 Ankern eingefasst, welche ebenfalls an eine gemeinsame Kopfplatte faßen. Die letzteren liegen bündig mit dem Mauerwerk; die Schraubenmutter sind eingelassen, so daß man äußerlich von der Verankerung nichts sieht.

Wir kommen nun zu der Frage, wie man Neubauten über Gruben-Terrains zu construiren habe? Selbstverständlich müssen diese allen Fällen der Bodensenkungen Widerstand leisten. Letztere sind erfahrungsmäßig folgende:

1) Der Baugrund sinkt gleichmäßig vertical abwärts; 2) er sinkt gleichmäßig geneigt; 3) es bildet sich eine Erdspalte, ohne daß aber eine Veränderung der Terrain-Neigung eintritt; 4) er nimmt eine concave oder 5) eine convexe Gestalt an, wobei gleichzeitig Erdspalten auftreten können; 6) ein Theil der Baugrundfläche bleibt unverändert, während der andere absinkt, wobei sich häufig längs der Erdspalte eine Stufe bildet.

Fig. 110.



112.
Neubauten
über
Gruben-
Terrains.

Fig. 111. *Vordere Frontmauer.*

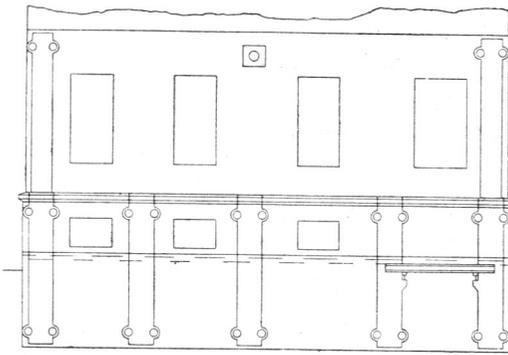


Fig. 112. *Rechtsseitige Giebelmauer.*

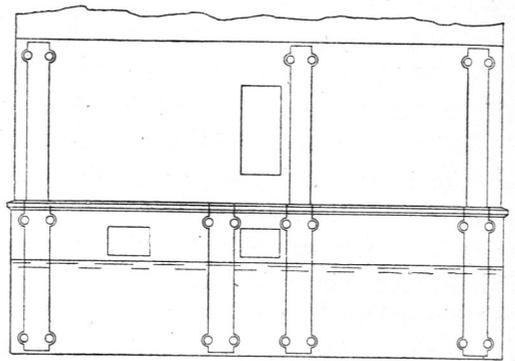


Fig. 113. *Grundriß des Kellergeschosses.*

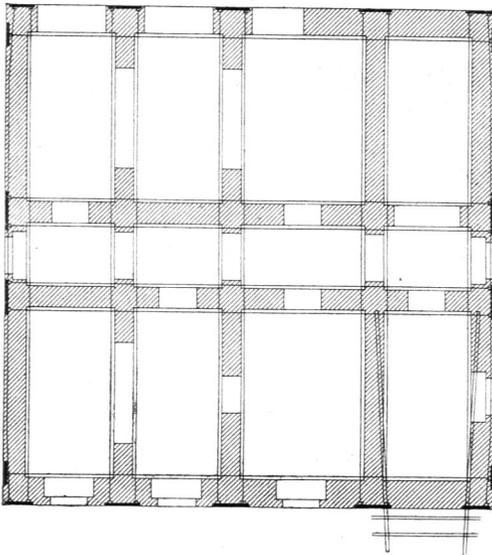
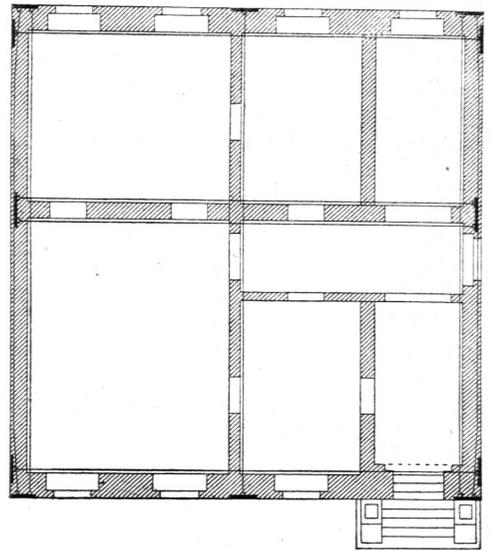
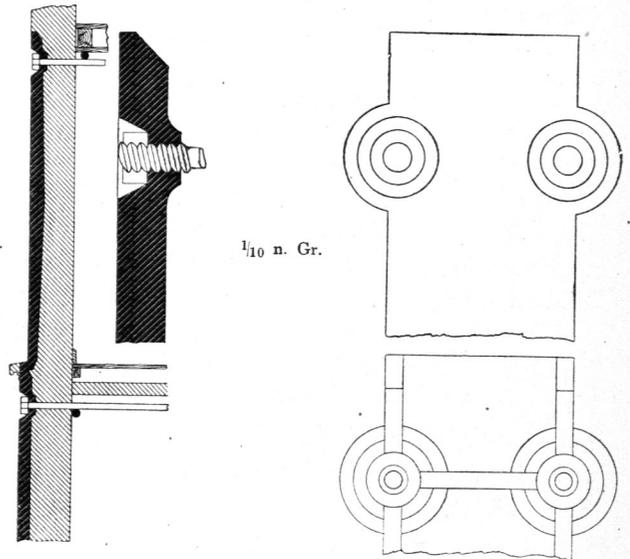


Fig. 114. *Grundriß des Erdgeschosses.*



$\frac{1}{200}$ n. Gr.

Fig. 115. *Verankerungsplatten für die Zwischenmauern.*



Verankerung-
des

Haufes Ottilien-Straße Nr. 9
in Effen a. d. R.

$\frac{1}{100}$ n. Gr.

$\frac{1}{10}$ n. Gr.

(Nach Zeichnungen des Architekten
Fritz Kunhenn daſelbſt.)

Fall 1 erfordert keine besonderen Sicherheitsmafsregeln; im Falle 2 wird die Bindekraft des Mörtels meistens ausreichen, ein Rutschen der Bausteine auf ihrer Lagerfläche zu verhindern. Im Falle 3 wird eine gute Verankerung das Gebäude dagegen schützen, dafs sich die Erdspalte auch in das Mauerwerk fortsetzt. Wie aber wird es bei 4 bis 6? Hier bieten sich zwei Möglichkeiten dar: entweder man schafft dem Gebäude ein absolut steifes Fundament, welches so stark ist, dafs es, möge der Boden darunter eine beliebige Form annehmen, nicht zerbricht, sondern über den Stellen, wo der Zusammenhang zwischen Gebäude und Baugrund verloren gegangen ist, sich frei trägt, oder aber man wählt eine Construction, welche so eingerichtet ist, dafs sie der Senkung bis zu einem gewissen Grade folgen kann, gleichzeitig aber die Möglichkeit giebt, die horizontale Lage wieder herzustellen.

Ein absolut steifes Fundament könnte man erreichen durch einen kolossalen Bétonklotz oder durch einen eisernen versteiften Rost. Beide würden zu theuer werden. Im Kohlen-Revier von Saarbrücken hat man eine eiserne Rahmen-Construction zur Anwendung gebracht, auf welcher dann der weitere Bau ohne Verankerung errichtet wurde. Da dieser Rahmen aber im Stande sein mufs, das Gebäude auf grössere Strecken frei zu tragen, mithin einer sehr bedeutenden Stärke bedarf, so stellen sich auch die Kosten sehr hoch.

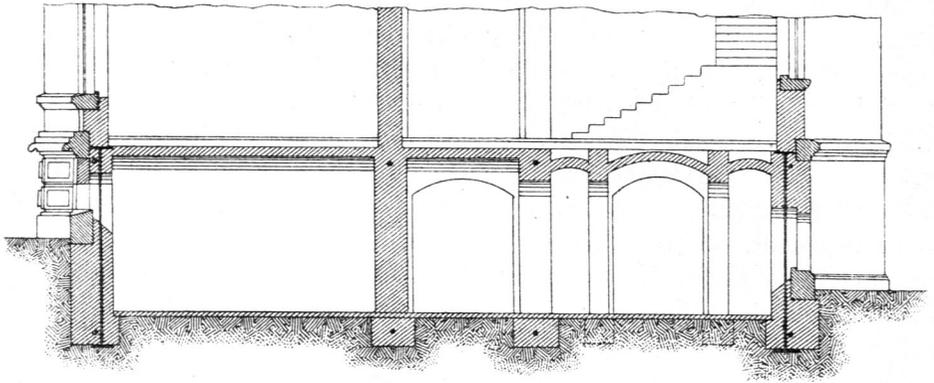
Billiger wird man davon kommen, wenn man das Kellermauerwerk durch Anker und Platten, bezw. Versteifungen zu einem unverrückbaren Ganzen gestaltet. Dies ist das am meisten verbreitete und für Maffivbauten allein brauchbare Princip. Die Anordnung ist eine ganz ähnliche, wie die oben beschriebene, welche für die Reparatur vorhandener Gebäude angewendet wird (siehe Fig. III bis III4). Nur kann man hier auch für verticale Verankerung sorgen, indem man in das Mauerwerk an wichtigen Punkten verticale Anker einlegt, welche ein Abheben des oberen Mauerwerkes vom unteren verhindern.

Heinzerling hat hierfür theoretische Betrachtungen angestellt, deren Hauptresultate folgende sind. Für die Verankerungs-Construction erscheint es vortheilhaft, die Dicke der Mauer und das Gewicht derselben — z. B. durch Anwendung von Fachwerk oder Hohlsteinen — ferner die Tiefe des Gebäudes, die Zahl und Belastung der Zwischendecken, so wie das Gewicht der Bedachung möglichst zu vermindern, dagegen den Abstand der Verankerungsebenen möglichst zu steigern und zu den Zugankern nur das zäheste Eisen zu verwenden. Besonders wichtig aber erscheint die Verminderung der Gebäudelänge. Wo, wie in städtischen Strafsen, fortlaufende Gebäudereihen herzustellen sind, ist es aus diesem Grunde räthlich, die einzelnen Gebäude nicht im Zusammenhange zu mauern, sondern etwa durch gemauerte Feder und Nuth mit geringem Spielraum zu verbinden und jedem derselben eine selbständige Senkung zu gestatten.

Letzteres Princip ist bei der Errichtung des Landgerichtsgebäudes in Essen in ausgedehntester Weise zur Anwendung gekommen. Der kolossale Gebäude-Complex ist in 5 einzelne Theile von durchschnittlich 30m Frontlänge zerlegt, welche stumpf gegen einander stofsend, einen Spielraum von 4cm zwischen sich lassen. Hierdurch wird erreicht, dafs sich nicht nur die einzelnen Theile unabhängig von einander senken können; sondern es darf sogar eine gewisse Schrägstellung eintreten. In das Bankett-Mauerwerk und in der Höhe der Kellergewölbe sind zwei vollständige Verankerungssysteme eingelegt. Die Keller sind auf Schienen überwölbt, welche ebenfalls durch Annetzung kräftiger Splinte zur Verankerung herangezogen sind. Die Kopfplatten der durchgehenden Anker liegen bei dem unteren System aufserhalb des Mauerwerkes, bei dem oberen innerhalb desselben. Verticale Anker, von der Unterkante des Bankettes bis zum Erdgeschoffe reichend (Fig. III6), vollenden die Unverrückbarkeit des Kellermauerwerkes. Oberhalb desselben sind ungewöhnliche Verankerungen nicht angebracht.

Eine besondere Schwierigkeit ergibt sich, wenn an ein vorhandenes, bereits geriffenes Gebäude ein Erweiterungsbau angefügt werden soll. Dies ist z. B. beim Gymnasium in Essen der Fall, welches durch einen Neubau fast auf die doppelte Gröfse erweitert wurde. Läßt sich der neue Theil stumpf gegen den älteren an-

Fig. 116.

Vom Landgerichtsgebäude in Effen. — $\frac{1}{250}$ n. Gr.

ftofsen, fo hat dies weniger zu fagen; hier aber war dies bei der erforderlichen Grundrifseintheilung nicht möglich, und man darf mit Recht, trotz der äußerft durchdachten Verankerungen und trotz der zahlreichen in Fundament und Keller eingefügten Verfpreizungsmauern, auf die Bewährung gefpannt fein.

114.
Holz-
Fachwerk-
bau.

Obwohl durch derartige Mafsregeln ein relativ hoher Grad von Sicherheit erreicht wird, fo muß man fich im Allgemeinen doch klar machen, daß die Verbindung von Ankern und Mauerwerk keine absolute Verfteifung herbeiführen kann.

Wo man nicht durch die etwa verlangte Monumentalität gebunden ift, wird man daher den Maffivbau verlassen müffen. *Von Dechen* empfiehlt für gewöhnliche Wohnhäuser und fonftige kleinere Gebäulichkeiten den Holz-Fachwerkbau, indem er beobachtet hat, daß diefer weit weniger zu leiden hat, als der Maffivbau. Es erklärt fich dies daraus, daß das Holz bis zu einem gewissen Grade im Stande ift, den Biegungen des Erdreiches zu folgen.

115.
Sicherung
gegen
ftärkere
Senkungen.

Noch größere Sicherheit bietet der Schrotholz- oder Blockhaus-Bau, bei welchem ja in jeder einzelnen Schicht eine vollftändige Ringverankerung durch das Holz felbft gebildet wird.

Aber alle diefe Confttructionen können nur mäfsigen Bodenfenkungen entgegenwirken.

Kommt ein größerer Gebäudetheil frei zu fhweben, fo werden fie nicht mehr ausreichen und man muß dann zu dem zweiten der oben genannten Principe übergehen und die Confttruction derartig wählen, daß die Verbindung zwifchen dem Gebäude und dem abgefunknen Erdreich durch Untermuerung wieder hergeftellt werden kann, nachdem man erfteres, fo gut es geht, durch Erdwinden wieder in die horizontale Lage gebracht hat.

Von diefem Gedanken ausgehend, hat *Kunhenn* 1878 das *Mallinckrodt'sche* Geschäftshaus in Effen und 1881 das Schulgebäude in Rotthausen in folgender, durch neben ftehende Tafel veranschaulichter Weife conftituirt.

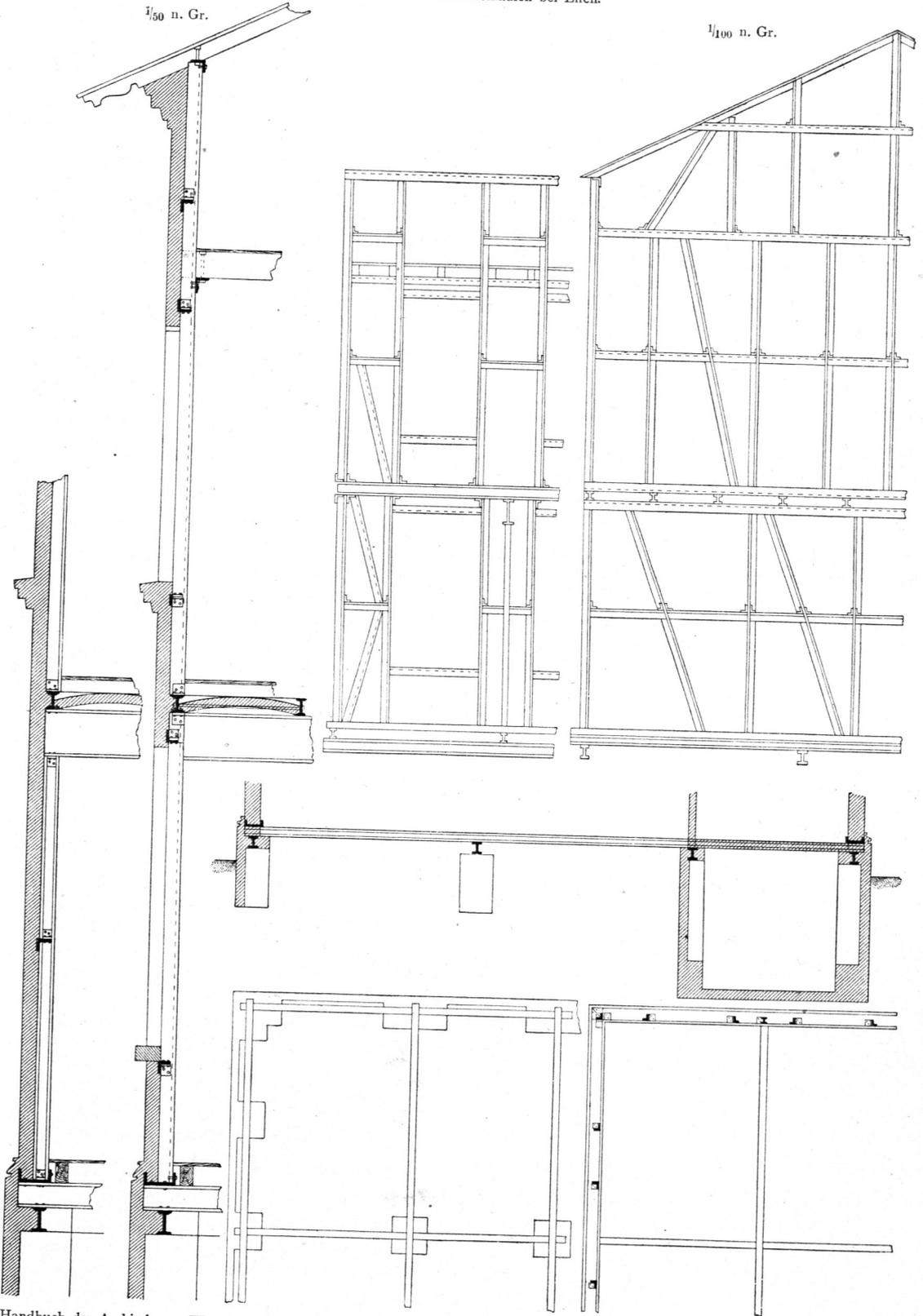
Das Fundament- und Kellermauerwerk befteht aus einzelnen Pfeilern, welche, um das Eindringen des äußeren Erdreiches in die Keller zu verhindern, nur durch fchwache Wände verbunden find. Ift nun eine partielle Senkung eingetreten, fo werden letztere durchgefchlagen und Erdwinden eingefetzt, welche das obere Gebäude wieder in die horizontale Lage bringen und fo lange darin erhalten, bis die abgefunknen Pfeiler neu aufgemauert find. Um dies zu ermöglichen, ift das ganze Gebäude oberhalb der Pfeiler in Eifen-Fachwerk conftituirt. An beiden Langfeiten liegt zunächft je ein I-Träger; über denfelben, durch

Zu S. 112.

Landtschule zu Rothhaufen bei Effen.

1/50 n. Gr.

1/100 n. Gr.



einzelne Mittelpfeiler unterfützt, liegen die Querträger, die zugleich als Träger für die Kellerkappen dienen, daher an dieser Stelle keinen besonderen Geldaufwand verursachen. Auf diesen ruht in den Außenmauern ein \square -Eifen, in gleicher Höhe ringsum laufend, welches zur Hälfte als Basis, bezw. Schwelle für das Eifen-Fachwerk dient, zur anderen Hälfte aber auch das Verblendungsmauerwerk unterfützt. Es ist nämlich hier verblendetes Fachwerk gewählt, durch welches ein doppelter Vortheil erreicht wird: einmal wird ein besseres Warmhalten für die Innenräume erzielt; dann aber auch wird die Eifenconstruction gegen die Temperaturveränderungen geschützt.

Ein ähnliches Princip ist auf der Grube Heinitz bei Saarbrücken in Aussicht genommen; nur wird man hier noch weiter gehen und die Häuser durch nur drei Pfeiler unterstützen.

b) Sicherung der Gebäude gegen Erderschütterungen.

Neuere Naturforscher theilen die Erderschütterungen in vulcanische und in nicht vulcanische ein.

Die ersteren gehen den Eruptionen der Vulcane voraus und begleiten dieselben. Sie machen sich bemerkbar, sobald im Inneren des Kraters die dem Erdinneren entströmenden Gase und Dämpfe die zähe Lavamasse explosionsartig durchbrechen.

Die nicht vulcanischen können sehr verschiedenartige Veranlassung haben, und zwar wird jede räumliche Veränderung in den Gesteinschichtungen als ein Erdbeben empfunden.

Eine Hauptursache derselben bildet die Contraction der Erdrinde in Folge der Abkühlung des Erdballes. Eine andere ist in den chemischen Veränderungen der Gesteine zu suchen, z. B. des Anhydrites in Gyps, des Kalksteines in Dolomit, des Schieferthones in Thonschiefer, so wie in der Zersetzung der Kohle, wobei durch das Entweichen von Kohlenäure, Kohlenoxyd etc. ein Substanzverlust entsteht. Eine dritte finden wir in unterirdischen Auswafchungen, z. B. der Salzlager (Wieliczka, Stafsurt), so wie unter Thermalbädern (Aachen, Agram, Ischia). Immer aber ist der Zusammenbruch unterirdischer Höhlungen die letzte Veranlassung.

Die Wirkungen an der Erdoberfläche werden als successorische (stofsweise) und undulatorische (wellenförmige) empfunden. Häufig bilden sich Erdspalten und plötzliche Bodenfenkungen. Die Erschütterungen machen sich am Erdboden sehr wenig, auf hohen Thürmen sehr stark bemerkbar, innerhalb der Bergwerke meistens gar nicht. Felsboden bietet ein Hinderniß für die Fortpflanzung des Erdbebens; vom Wasser durchzogenes Terrain begünstigt dieselbe. Immer geschieht sie radial von einem Mittelpunkte aus (Epicentrum), unter welchem man den eigentlichen Erdbeben-Mittelpunkt (Centrum) zu suchen hat.

Die Bauwerke leiden durch das Erdbeben mehr oder minder, je nach Material und Construction. Stellen wir uns ein frei stehendes Stück Mauerwerk (Fig. 117) zunächst unter dem Einflusse einer einzigen Terrain-Welle, also ganz abgesehen von den sich wiederholenden Oscillationen vor. Die beiden lothrechten Aufsenkanten werden sich vertical zur Wellenoberfläche zu stellen suchen und eine Maximalabweichung erfahren, welche wir ab nennen wollen. Haben wir in der obersten Quaderschicht (Fig. 117) 3 Quader-Längen, so wird die Oeffnung jeder der beiden Stofsugen gleich ab sein. Haben wir aber eine Bruchsteinmauer (Fig. 118), in deren oberster Schicht sich 5 Stofsugen befinden, so wird jede derselben $\frac{2}{5} ab$ betragen, bei einer Backsteinmauer mit 8 Fugen (Fig. 119), sogar nur $\frac{2}{8} ab$. Die Verschiebung des einzelnen Backsteines wird also eine geringere sein, als die des Bruchsteines, und eine weit geringere, als die des Quaders. Die Größe der Einsturzgefahr wächst aber proportional mit der Verschiebung des einzelnen Steines. Ziehen

116.
Erderschütterungen.

117.
Wirkung auf Gebäude.

Fig. 117.

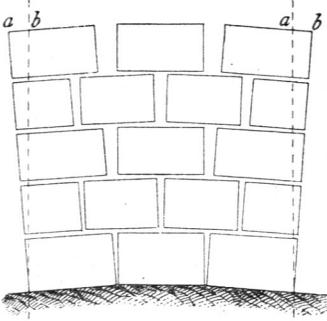


Fig. 118.

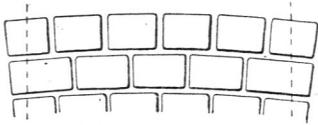
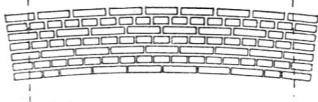


Fig. 119.



wir auch die mehrmaligen Erschütterungen in Betracht, so wird das Verhältniß für das Quadermauerwerk noch ungünstiger. Hat sich die Mörtelfuge geöffnet, so daß also der Baustein einen sich frei bewegenden Körper bildet, so wird der Quader in Folge seiner viel größeren Masse auch eine bedeutendere lebendige Kraft gewinnen.

Ist, wie gewöhnlich, das Quadermauerwerk mit einer Bruch- oder Backstein-Hintermauerung versehen, so wird die Gefahr noch größer. Während sich in einer solchen Mauer die Fugen an der Ansichtsfläche sehr weit zu öffnen streben, können die der Hintermauerung nur wenig folgen; während die Quadern die Neigung zu einer heftigen Bewegung haben, ist die lebendige Kraft der Hintermauerung eine geringe, so daß schließlich eine vollständige Lostrennung der Façadenfläche von der Hintermauerung erfolgen muß.

Zu Gunsten des Backsteinmauerwerkes spricht auch die bessere Verbindung durch den Mörtel, dessen Adhäsion an Sand- und Kalkstein, Granit und Marmor eine geringe ist.

Noch besser aber als Backsteinmauerwerk wird sich nach den vorangegangenen Betrachtungen Béton-

Mauerwerk bewähren, bei welchem die Homogenität die größte, die Mörtelverbindung die stärkste, die Masse der einzelnen Theile die geringste ist.

Diese hier theoretisch aufgestellten Principien werden durch die Erfahrung bestätigt. Nach den Beobachtungen des Generals *Tripier*¹⁴⁹⁾, welcher 14 Jahre in Afrika stand und mehrere Erdererschütterungen erlebte, wurden zu Point-à-Pitre und zu Mascara, in der Provinz Oran, Backsteinbauten wenig beschädigt, während die Quaderbauten größtentheils einstürzten, und zwar löste sich bei diesen vielfach das Façadenmauerwerk von der Hintermauerung ab. Die meisten derartigen Außenmauern brachen über der Balkenlage des 1. Obergeschosses ab und stürzten nach außen. Am besten bewährten sich die aus der Zeit der Mauren flammenden Gufsmauern.

Hat man daher unter den Baustoffen die Wahl, so wird man bei Neubauten Béton vorziehen. Thatächlich haben die Franzosen neuerdings kleinere Militair-Lazarethe in Afrika so construiert. Dieselben sind überwölbt.

Leider finden wir aber in vielen Gegenden weder Backstein-, noch Béton-Material, noch einen fest bindenden Mörtel, dafür aber vorzügliche Quader- und Bruchsteine. In solchen Fällen muß man durch Hilfsconstructions die Festigkeit zu erhöhen suchen. Die Quadern jeder einzelnen Schicht sind unter sich durch Eisen- oder Bronze-Klammern, mit der darüber und darunter liegenden Schicht durch Stein- und Eisendübel zu verbinden, so daß das Klaffen der Fugen und die Bewegung des einzelnen Steines völlig vermieden wird. Ferner muß die Hintermauerung an das Façaden-Mauerwerk eng angeschlossen werden. Es geschieht dies in erster Linie durch Anordnung zahlreicher Quaderbinder, welche möglichst durch die ganze Mauerstärke hindurchreichen müssen. Außerdem sind kurze Anker anzuordnen, deren Splinte die Bruchsteine oder Backsteine an die Quadern heran-

118.
Sicherung
der
Mauern.

¹⁴⁹⁾ Vergl.: *Nouv. annales de la construction* 1867, S. 58.

drücken. Hauptfächlich hat dies in den am meisten gefährdeten Fensterpfeilern zu geschehen.

Dafs die Quaderbauten der alten Griechen und Römer forgfältige Klammerverbindung der Werkfeine jeder Schicht und eine Verbindung der einzelnen Schichten durch eiserne oder hölzerne Dübel zeigten, ist genügend bekannt. Nur so ist ihre Widerstandskraft gegen zahlreiche Erdbeben zu erklären, wenn auch vielleicht der Schutz hiergegen nicht beabfichtigt war.

Wie sich das Fehlen dieser Sicherung rächt, zeigt die Michaels-Kapelle im Münster zu Aachen sehr deutlich. Hier sind durch verschiedene Erderfchütterungen die Quadern fämmtlicher Fensterpfeiler so bedeutend verschoben, dafs die vortretenden Halbfäulen (Dienfte) Schlangenlinien bilden. Die Verschiebung der einzelnen Quadern über einander beträgt stellenweise 4 cm. Bei dem Neubau des Glockenthurmes dafelbst werden gegenwärtig die einzelnen Schichten durch Steindübel, 8 × 8 cm breit und 15 cm hoch, an den Ecken und Strebepfeilern verbunden; an Zwischenpunkten werden Eifendübel, 10 cm lang und 2 cm stark, eingelegt. In derselben Schicht werden die einzelnen Quadern durch Eifenklammern, 18 cm lang, 2 cm breit und 1 cm stark, verbunden. In der Höhe der Fenster hat das Mauerwerk wegen der starken Durchbrechungen am meisten zu leiden; deshalb wird an dieser Stelle ein Ringanker in den ganzen Umfang gelegt, welcher in den Fenstern gleichzeitig als Sturmeifen dient. Letztere Vorsichtsmafsregel ist bereits bei der Erbauung des herrlichen Chores, welcher aus dem 14. Jahrhundert stammt, angewendet worden. Trotz der zahlreichen Erdbeben, welche die Stadt Aachen seitdem heimgesucht haben, hat dieser Chor, welcher uns durch seine aufserordentlich kühne Construction in Erstaunen versetzt, nicht im Mindesten gelitten.

Wie man diese Schutzmittel nachträglich bei älteren Bauwerken anwenden kann, dafür theilt General *Tripier*¹⁴⁹⁾ ein Beispiel in den Reconstructions-Arbeiten des *Beglick-Hospitales* zu Mascara mit.

119.
Nachträgliche
Sicherung.

Am Nordwestflügel desselben hatte sich die Blendung von der Hintermauerung getrennt. Nun legte man im Aeusseren und Inneren vertical an die Fensterpfeiler starke, durch Bolzen verbundene Hölzer und verband aufserdem die Mauern unter sich durch eiserne Anker. Obgleich das Mauerwerk sehr mangelhaft war, hat das Erdbeben von 1851 demselben nichts geschadet, während der weit besser gebaute südliche Flügel, für den man eine derartige Vorficht nicht gebraucht hatte, zusammenstürzte.

Allein die Befestigung der einzelnen Mauern in sich genügt noch keineswegs. Zwei lothrechte Mauern werden beim Durchgange eines Wellenberges nach oben divergiren, beim Durchgange des Wellenthalles convergiren. Wiederholt sich diese wechselnde Bewegung mehrfach, so wird der Einsturz unvermeidlich sein, wenn nicht die Ausweichung der Mauern durch gegenseitige Verankerung und Verftreibung gehindert wird.

120.
Sicherung
ganzer
Gebäude.

Bei geringen Erfchütterungen wird es genügen, die Balken möglichst in ganzen Längen durch das Gebäude zu legen, bezw. die Stöße derselben gut durch Schienen zu sichern und aufserdem die erforderliche Zahl von Balken- und Giebelankern anzubringen. Bei dem Erdbeben von Djijely (1856) blieben nach *Tripier* die balken tragenden Scheidewände unverfehrt stehen, während die den Balken parallelen Umfassungswände einstürzten.

Am schwierigsten ist der Schutz von Gebäuden ohne Innenmauern, wie von Kirchen, Sälen, Speichern, Körner-Magazinen und Fabriken. Hier genügt es nicht, das Fallen nach aufsen zu hindern, sondern auch den Einsturz nach innen, so dafs also aufser einer Verankerung auch eine Verftreibung angebracht werden mufs. Die besten Dienste hierfür leisten die Ueberwölbungen, welche aber durch hoch geführte Hintermauerung und kräftige Anker zusammengehalten werden müssen.

Bei stärkeren Erfchütterungen wird man zu kräftigeren Mitteln greifen und das Gebäude durch ein System von horizontalen eisernen Bändern und Verticalschienen einschnüren müssen. Besonders wird dies in den oberen, stärker schwankenden Gefchoffen nothwendig sein.

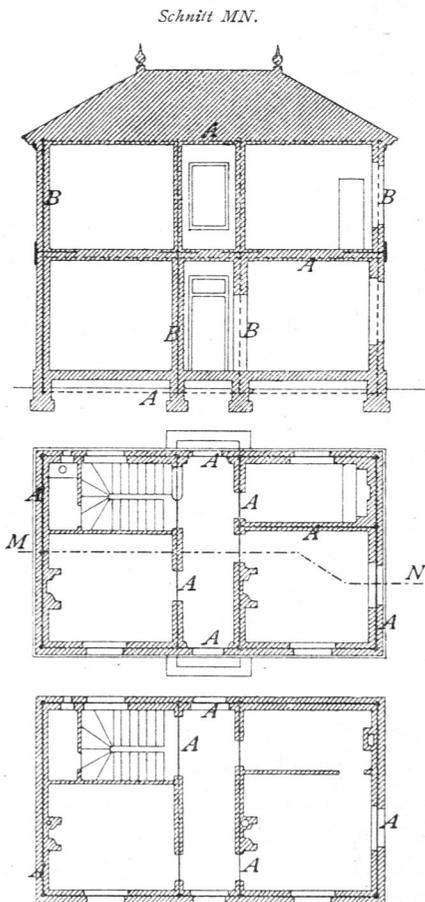
121.
Sicherung
gegen
stärkere Er-
fchütterungen.

In Smyrna haben sich ¹⁵⁰⁾ Backsteinbauten, bei denen in den Lagerfugen des Mauerwerkes Bandeisen horizontal eingelegt wurden, recht gut bewährt, ohne dass dieselben auch vertical verbunden waren.

In Japan aber haben französische Ingenieure auch die Verticalverbindungen für notwendig erachtet ¹⁵¹⁾.

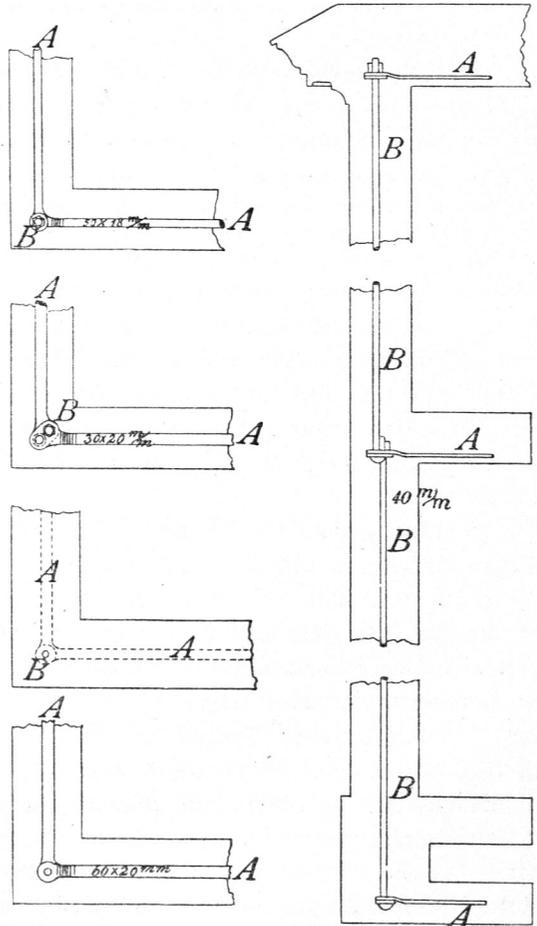
Die Construction ist folgende (Fig. 120 u. 121). In die Lagerfugen der Außen- und Innenmauern sind, wie in Smyrna, Flachschienen *A* (60×20 mm) eingelegt, die erste in das Fundament, die zweite in die Höhe der ersten Balkenlage etc. An den Ecken und an den Kreuzungspunkten greifen diese Schienen über einander und sind mit Ohren versehen, durch welche die verticalen Rundeisen *B* (von 40 mm Stärke) gesteckt sind. Diese vertreten die Splinte und verhindern zugleich das Oeffnen der Lagerfugen, indem sie die Flachschienen mit einander verbinden. Auf diese Weise entstehen quadratische Felder, innerhalb deren eine Bewegung des Mauerwerkes kaum möglich ist. Die Temperatur-Differenz beträgt dort 40 Grad; auf 4 m Länge wird sich das Eisen um 2 mm ausdehnen. Zur Ausgleichung dienen Tannenholzkeile, welche in die Ohre gesteckt werden und sich um 2 mm comprimiren lassen.

Fig. 120.



1/300 n. Gr.

Fig. 121.



1/60 n. Gr.

¹⁵⁰⁾ Siehe: *Engineer*, Bd. 50, S. 308.

¹⁵¹⁾ Siehe: *Mémoires de la Soc. des ing. civils* 1877, S. 462.

Bei der Caferne von Aumale hatten sich während des Erdbebens vom 1. October 1858 Trennungen zwischen den Façaden-Mauern und den Scheide-, bezw. Giebelmauern gezeigt. Um das Gebäude zu erhalten, verband man die Façaden unter sich durch lange eiserne Anker längs der Innenmauern und die Giebelwände eben so mit den letzteren. Außerdem legte man in jedem Obergeschoß in der Höhe der Fensterstürze eiserne Bänder um das ganze Gebäude herum, welche unter sich wiederum durch starke Verticalstangen verbunden waren, eine Arbeit, welche 35 000 Francs kostete.

Wie man aber den Maffivbau auch verankern möge, so wird er doch in Bezug auf Sicherheit hinter anderen Constructions zurückstehen.

Wenn man sieht, welche bedenklichen Neigungen in alten deutschen Städten die Holz-Fachwerkbauten angenommen haben, ohne dafs man an einen Abbruch denkt, so kann man wohl daraus schliessen, welche Verbiegungen ein solches Gebäude bei Erdbeben erleiden kann, ohne zusammenzufürzen. Schwellen und Rahmen bilden eine vollständige Ringverankerung, eine sorgfältige Schienenverbindung aller Ecken und Stöße vorausgesetzt.

In Smyrna hielt man¹⁵²⁾ bis zur Einführung der Bandeisen-Anker streng an Fachwerks-Häusern mit einem Geschoß fest, d. h. mit Erd- und Obergeschoß. Construiert sind dieselben in einfachem oder auch in verblendetem Holz-Fachwerk. Letzteres hält sich gut, so lange das Holz gesund bleibt; wenn die Fäulnis beginnt, tritt das Entgegengesetzte ein, wie z. B. beim englischen Consulat-Gebäude.

Noch wirksamer, als Fachwerk, ist der Schrotholz- oder Blockhaus-Bau. Hier hat das Gebäude eigentlich in jeder Höhe eine Ringverankerung; Aufsen- und Innenwände besitzen vollkommene Steifigkeit; das ganze Bauwerk ist homogen, da es nur aus Holz besteht; ein Herausfallen von Backsteinen, wie beim Fachwerksbau, kann nicht vorkommen.

Ist Holzbau in Rücksicht auf Feuersgefahr nicht zulässig, so bleibt nichts anderes übrig, als der Eisen-Fachwerkbau. Auf der Pariser Ausstellung 1878 waren von *Moisant* Zeichnungen zu Wohnhäusern auf der Insel Guadeloupe ausgestellt, welche dieses System zeigten.

Alle diese Schutzmittel sind im Wesentlichen dieselben, wie sie in Deutschland gegen die Bodenfenkungen (siehe Art. 110 bis 115, S. 107 bis 113) angewendet werden.

Aufser den Mauern müssen auch alle übrigen Theile eines Gebäudes möglichst fest construiert werden. Vor allen Dingen sind die Schornsteine sorgfältig zu verankern; Ziegeldächer sind zu vermeiden oder wenigstens gut in Kalk einzudecken, besser aber durch Zink-, Asphalt- oder Holzcement-Dächer zu ersetzen. Letztere dürfen nicht zu schwer durch Kies und Erde belastet werden. In Smyrna haben sich flache Dächer, mit einem 20 bis 25 cm hohen Gemenge von Erde und Steinen, welches die Mauern zu sehr belastet, nicht bewährt¹⁵²⁾.

Auf die Herstellung eines festen Deckenputzes ist besondere Rücksicht zu nehmen. Treppen dürfen nur aus Holz oder Eisen construiert werden.

Zum Schlusse hätten wir noch etwas zu sagen über die Stellung von Bauwerken, wenn das Epicentrum und die Laufrichtung der Erdbebenwelle aus wiederholten Vorkommnissen bekannt sind, wie dies namentlich in der Umgebung der Vulcane der Fall ist. Steht eine Mauer senkrecht zur Laufrichtung einer Welle, also parallel zur Welle selbst, so wird dieselbe, indem sie unter der Mauer durchläuft, diese heben und senken, ohne ihr großen Schaden zu thun. Steht sie aber radial zum Epicentrum, so werden einzelne Theile der Mauer gehoben, andere gleichzeitig gesenkt, und es muß nothwendiger Weise ein Zerreißen erfolgen. Eine kurze Mauer

122.
Sicherung
der
Schornsteine,
Dächer etc.

123.
Stellung
der
Gebäude.

¹⁵²⁾ Siehe: *Engineer*, Bd. 50, S. 308.

hat selbstverständlich hierbei weniger zu leiden, als eine lange, woraus sich die Regel ergeben würde, Häuser möglichst so zu stellen, daß ihre kurzen Fronten radial zum Epicentrum stehen.

Literatur

über »Sicherungen gegen die Wirkung von Bodensenkungen und Erderstütterungen«.

Effets des tremblements de terre sur les constructions en maçonnerie. Nouv. annales de la const. 1867, S. 58.

DECHEN, v. Gutachten über die Bodensenkungen in und bei der Stadt Effen. Bonn 1869.

HEINZERLING, F. Hochbau auf unterhöhltem Baugrund. Allg. Bauz. 1878, S. 67.

Die Erdbeben und ihre Beziehung zur Bautechnik. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1880, S. 154.

SPILLNER. Sicherung der Gebäude gegen die Wirkungen des Erdbebens. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 70.

SPILLNER. Hochbauten über Gruben-Terrains. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 477.

2. Abchnitt.

Stützmauern und Terraffen, Freitreppen und Rampen-
Anlagen.

1. Kapitel.

S t ü t z m a u e r n .

Von E. SPILLNER.

Unter der Bezeichnung »Stützmauern« umfaßt man ganz allgemein diejenigen Mauerwerkskörper, welche bestimmt sind, Terrain vor dem Abrutschen zu bewahren. Häufig unterscheidet man einzelne Kategorien von Stützmauern, je nachdem diese bestimmt sind, gewachsenen oder aufgeschütteten Boden abzufützen. Die Benennung derselben ist keine ganz fest stehende; indessen ist doch folgende Unterscheidung die am meisten verbreitete, welche im Nachstehenden fest gehalten werden soll.

124.
Verschiedenheit
der
Anlage.

1) Stützmauern sind Mauern, welche den Druck von aufgeschüttetem Materiale auszuhalten haben,

2) Futtermauern solche, welche den gewachsenen Boden stützen, und

3) Verkleidungsmauern solche, welche nur den Zweck haben, sonst festes Gestein vor Verwitterung zu schützen.

Der Vollständigkeit wegen müssen wir noch hinzuziehen:

4) Steinbekleidungen, d. h. solche Abpflasterungen, welche bestimmt sind, die Böschung von künstlichen Erdschüttungen (Dämmen etc.) zu befestigen.

Der Architekt wird sich mit sämtlichen vier Anlagen da zu beschäftigen haben, wo die Aufgabe vorliegt, ein abhängiges Terrain in ein horizontales zu verwandeln.

Ist ab die Neigung eines gegebenen Grundstückes, so läßt sich die Horizontalebene auf verschiedene Weise herstellen:

1) indem man eine Schüttung mit anderweitig gelöstem Boden herstellt (Fig. 122),

Fig. 122.

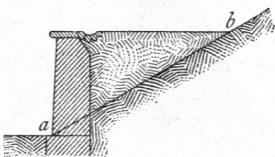


Fig. 123.

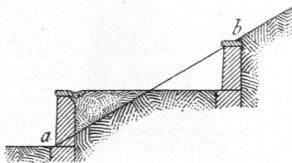


Fig. 124.

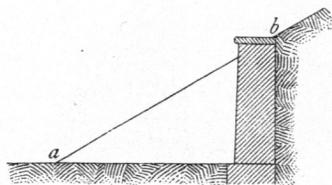
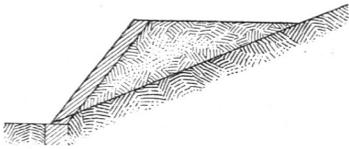


Fig. 125.



2) indem man Auftrag und Abtrag auszugleichen fucht (Fig. 123) und

3) indem man die Horizontale nur durch Abgrabung gewinnt (Fig. 124).

In Fig. 122 hat man bei a eine Stützmauer, in Fig. 123 bei a eine Stützmauer, bei b eine Futtermauer, in Fig. 124 bei b eine Futtermauer.

Ist das Terrain ab ein felfiges, so genügt in Fig. 123 u. 124 bei b eine Verkleidungsmauer; nimmt man in Fig. 122

nach vorn eine flachere Böschung (Fig. 125), die jedoch noch immer so steil ist, daß der aufgeschüttete Boden ohne Schutz rutschen würde, so hat man eine Steinbekleidung anzuwenden.

Die horizontale Terrainfläche in Fig. 122 bis 125 nennt man eine »Terrasse«. Wird eine Berglehne so umgestaltet, daß anstatt der früheren Steigung sich mehrere derartige Horizontalebene ergeben, so nennt man sie eine »terrassirte«. Die Terrassen werden im folgenden Kapitel besprochen werden.

Die Aufgabe, solche Mauern zweckmäßig zu construiren, ist eine keineswegs leichte, da hierbei die verschiedenartigsten Factoren zu beachten sind. Ja, wir dürfen behaupten, daß bei keiner Art von Bauwerken so viele Einstürze vorkommen, als gerade bei den vorliegenden. Namentlich ist dies bei den Futtermauern der Fall. Hat man bei trockener Jahreszeit die Abgrabung gemacht, und sieht, wie die Bergwand lothrecht da steht, so läßt man sich leicht dazu verführen, die Futtermauer recht schwach anzunehmen oder gar nur eine Verkleidung anzubringen. Kommt aber der Winter und füllen sich die Wasseradern des Berges, so setzen sich die scheinbar so festen Schichtungen in Bewegung; die Mauer hat den vollen Erd- druck auszuhalten, auf den sie nicht berechnet war, und stürzt ein.

Zunächst hat man sich also die Frage nach der zu wählenden Stärke vorzulegen. Die Methoden der Berechnung derartiger Mauern sind zahlreiche und zum Theil sich widersprechende. Da aber Stützmauern von bedeutender Höhe nicht in das Gebiet des Architekten, sondern das des Ingenieurs fallen, so werden dem ersteren empirische Formeln Resultate von ausreichender Genauigkeit geben.

a) Mauerstärke.

1) Stärke der Stützmauern. Ist h die gegebene Höhe einer Stützmauer und b die gesuchte mittlere Stärke derselben, so nehme man in einfachen Fällen:

α) für gut construirt und sorgfältig gearbeitete Mauern bei trockener, horizontal gelagerter Hinterfüllung

$$b = \frac{2}{7} h;$$

β) für Mauern gewöhnlicher Construction und nicht zu nasser Hinterfüllung

$$b = \frac{1}{3} h;$$

Fig. 126.

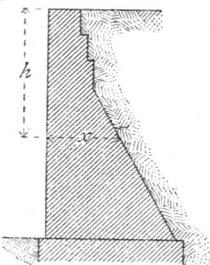


Fig. 127.

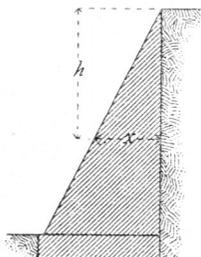
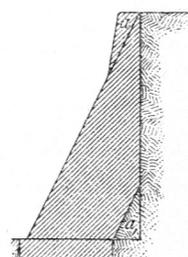


Fig. 128.



γ) bei einem thonigen oder lehmigen Hinterfüllungsmaterial, das in Folge von Nässe oder Quellenbildung dem Abrutschen ausgesetzt ist,

$$b = \frac{3}{7} h.$$

Etwas genauere Resultate für im Trockenem und am Wasser stehende Stützmauern bis zu 10 m Höhe geben *Intze's* Formeln¹⁵³⁾. Für eine an der Rückseite abgetreppte oder abgeböchte, an der Vorderseite vertical oder mit geringer Neigung ($\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$) ausgeführte Mauer (Fig. 126) ergibt sich die Mauerstärke x in der beliebigen Tiefe h unter der Kronenhöhe:

α) bei nassem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,4 h + 0,016 h^2;$$

β) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,32 h + 0,011 h^2.$$

Für eine Mauer mit lothrechter hinterer Begrenzung (Fig. 127) ergibt sich:

γ) bei nassem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,38 h + 0,006 h^2;$$

δ) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0,301 h.$$

Profile für Stützmauern mit Unterschneidung (Fig. 128) können als bloße Modificationen des vorigen Profiles angesehen werden, welche sich ergibt, wenn für das aus praktischen Rücksichten an der Vorderseite erforderliche Profilstück a ein nahezu eben so großes Stück a_1 an der Hinterseite weggeschnitten wird.

Für ein Profil, welches an der Vorderseite $\frac{1}{6}$ geböcht, an der Rückseite vertical ist, giebt *Häfeler* folgende Tabelle.

Kronenbreite von Stützmauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Ueberfüllung von								
	0 bis 1 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
1	0,64	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
2	0,84	0,99	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
3	1,04	1,21	1,31	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
4	1,24	1,42	1,54	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
5	1,44	1,62	1,76	1,86	1,92	1,94	1,94	1,94	1,94
6	1,64	1,82	1,97	2,09	2,17	2,22	2,22	2,22	2,22
7	1,84	2,03	2,18	2,31	2,41	2,48	2,54	2,54	2,54
8	2,04	2,23	2,39	2,53	2,64	2,73	2,82	2,82	2,82
9	2,24	2,43	2,60	2,74	2,86	2,96	3,08	3,14	3,14
10	2,44	2,63	2,80	2,95	3,08	3,19	3,33	3,41	3,44

Meter.

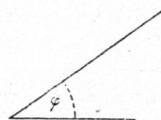
Meter.

Bei eingehenderen Untersuchungen hat man den natürlichen Böschungswinkel φ (Fig. 129) in Rechnung zu ziehen. Es ist dies derjenige Winkel, unter welchem sich die lose aufgeschüttete Hinterfüllungs-erde abböcht. Mittelwerthe dieses Winkels sind für

trockenen Thon oder Lehm	nassem Thon oder Lehm	Sand und Kies	Dammerde	Wasser	
$\varphi = 45$	17	26	30	0 Grad.	

Fig. 129.

Auf Grundlage des Art. 318 bis 322 (S. 274 bis 277) in Theil I, Band 1 dieses »Handbuches« läßt sich eben so, wie bei einem Tonnengewölbe (siehe ebendaf. Art. 471, S. 439 u. Art. 479, S. 447), im Profil einer Stütz-, bzw. Futtermauer die



¹⁵³⁾ In: Deutsche Bauz. 1875, S. 232.

Stützzlinie ermitteln; auch hier ist dieselbe die Verbindungslinie jener Punkte, in denen die Resultierende aus allen auf einen Mauerquerschnitt wirkenden äußeren Kräfte diesen Querschnitt schneidet.

Mauern von gleichem Widerstande (d. h. solche, deren Stärke an jedem Punkte dem Erddrucke entspricht) erhält man bei nahezu horizontal abgeglicherer Hinterfüllung nach Zimmermann¹⁵⁴⁾, wenn man die Construction so wählt, daß sämtliche horizontale Lagerfugen von der Stützzlinie in der vorderen Grenze des mittleren Drittels geschnitten werden. Das Profil solcher Mauern ermittelt man am einfachsten auf graphischem Wege, wobei *a priori* betreffs der Wirkungsweise des Erddruckes zwei Annahmen gemacht werden: α) daß der Erddruck in $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe angreife und β) daß der Erddruck mit der Hinterfläche der Mauer den Winkel $\lambda = 90^\circ - \varphi$ bilde. Bezeichnet man die Basisbreite der Mauer mit x , mit h wieder deren Höhe, so gilt hierfür die Formel

Fig. 130.

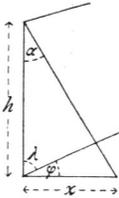
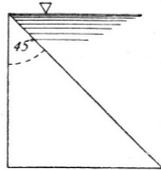


Fig. 131.



$$x = h \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \text{ oder } x = h \operatorname{tg} \frac{\lambda}{2}.$$

Bezeichnet man außerdem den Winkel, welchen die hintere Mauerfläche mit der Verticalen bildet, mit α , so ist

$$\frac{x}{h} = \operatorname{tg} \alpha, \text{ mithin } \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \frac{\lambda}{2} \text{ und } \alpha = \frac{\lambda}{2}.$$

Man erhält also die Basisbreite zu einer beliebigen Höhe h , indem man an h den Winkel $\alpha = \frac{\lambda}{2}$ anträgt (Fig 130 u. 131).

In Fig. 130 ist für die Hinterfüllung $< \varphi = 26$ Grad angenommen; man hat also $\alpha = 32$ Grad anzutragen. In Fig. 131 ist Wasser die Hinterfüllung, mithin $\alpha = 45$ Grad.

Wird außer der im Profile überall gleichmäßigen Stabilität auch eine gleichmäßige Vertheilung des Lagerdruckes verlangt, was bei comprimierbarem Untergrunde der Fall sein wird, dann muß man ein Profil wählen, bei welchem die Stützzlinie möglichst in die Mitte fällt. Dies wird nach Zimmermann¹⁵⁴⁾ beim

Fig. 132.

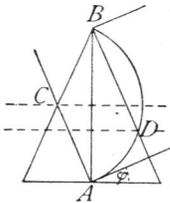


Fig. 133.

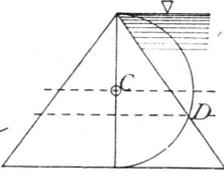
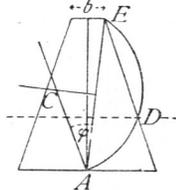


Fig. 134.



Profil des gleichschenkeligen Dreieckes erreicht. Man errichte in der Mitte A (Fig. 132 u. 133) der Mauerbasis die Senkrechte zur natürlichen Böschung bis zum Schnittpunkte C mit einer Horizontalen in halber Mauerhöhe und beschreibe aus C einen Kreis durch die Spitze B der Mauer (derselbe geht natürlich zugleich durch A); dieser schneidet die in $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe gezogene Horizontale in einem Punkte D der Hinterfläche. D ist zugleich Angriffspunkt

des Erddruckes. Hiermit ist die Neigung der Hinterfläche und, da die Vorderfläche dieselbe Neigung gegen die Verticale hat, das ganze Mauerprofil bestimmt.

Wie aus Fig. 132 u. 133 ersichtlich, wird in diesem Falle der Querschnitt wesentlich größer, als wenn nur gleichmäßige Stabilität verlangt wird.

Will man das Princip der durchweg gleichen Widerstandsfähigkeit verlassen und nur einen auf die horizontale Mauerbasis gleichmäßig vertheilten Druck erreichen, so muß man auf die Trapezform übergehen. Man nehme (Fig. 134) die obere Breite b beliebig an, vielleicht nach der Breite der Deckplatten oder bei höheren Mauern $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ der Höhe. Dann verbinde man A mit E und trage in A an AE den Winkel φ an; errichte in der Hälfte von AE die Senkrechte und schlage um C als Mittelpunkt einen Kreis durch E und A . Eine Horizontale in der Höhe $\frac{h}{3}$ wird von diesem in D geschnitten. Verbindet man E mit D , so erhält man die Hinterfläche der Mauer und symmetrisch dazu auch die Vorderfläche.

Den Trockenmauern giebt man (nach *v. Kaven*¹⁵⁵⁾ $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ der Stärke von Mörtelmauern.

¹⁵⁴⁾ In: Deutsche Bauz. 1881, S. 430.

¹⁵⁵⁾ Vorträge über Eisenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen. 3. Abdr. Aachen 1875.

2) Stärke der Futtermauern. Solche Mauern, welche auf die volle Höhe der Abgrabung geführt werden, erhalten nach *v. Kaven* ¹⁵⁵⁾ ihre obere Stärke d , wenn h ihre sichtbare Höhe bezeichnet, nach der Formel

127.
Stärke
der
Futtermauern.

$$d = 0,29 \text{ m} + 0,17 h.$$

Für Futtermauern mit der Erdüberhöhung H (d. h. wenn das natürliche Terrain ansteigt) gilt die Formel

$$d = 0,29 \text{ m} + 0,27 h - 0,1 h \left(1 - \frac{H}{3h} \right)^2.$$

Für ein Profil, welches an der Vorderseite $\frac{1}{6}$ geböschet, an der Rückseite vertical ist, giebt *Häfeler* folgende Tabelle.

Kronenbreite von Futtermauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Ueberhöhung von								
	0 bis 1 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
1	0,46	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
2	0,68	0,78	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
3	0,80	0,97	1,07	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
4	0,97	1,15	1,27	1,35	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
5	1,14	1,32	1,46	1,56	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64
6	1,31	1,49	1,64	1,76	1,84	1,89	1,91	1,91	1,91
7	1,48	1,67	1,82	1,95	2,05	2,12	2,18	2,18	2,18
8	1,65	1,84	2,00	2,14	2,25	2,34	2,43	2,45	2,45
9	1,82	2,01	2,18	2,32	2,44	2,54	2,66	2,72	2,72
10	1,99	2,18	2,35	2,50	2,63	2,74	2,88	2,96	2,99

Meter.

Meter.

Handelt es sich um Futtermauern vor Abgrabungen, in denen erhebliche Bewegungen bereits angefangen haben, so sind die Stärken nach obigen Formeln nicht genügend. Wie dieselben alsdann zu bemessen sind, dafür läßt sich eine allgemeine Regel nicht geben. In folchem Falle bleibt nichts übrig, als zu probiren und eine etwa zu schwach ausgefallene Futtermauer durch Strebepfeiler abzustützen.

3) Stärke der Verkleidungsmauern. Nach *v. Kaven* erhalten dieselben folgende Mafse:

128.
Stärke
der
Verkleidungs-
mauern.

bis 2^m Höhe: 0,4^m, gleiche Stärke,

von 2 bis 6^m Höhe: 0,6^m, gleiche Stärke,

über 6^m Höhe: obere Stärke 0,7^m, untere Stärke $0,7 \text{ m} + \frac{h}{10}$.

4) Stärke der Steinbekleidungen an Erdauffschüttungen. Dieselbe ist abhängig von der stärkeren oder geringeren Neigung der Böschung und von dem Schüttungsmateriale des Erdkörpers, so daß sich auch hier allgemeine Regeln nicht geben lassen.

129.
Stärke
der Stein-
bekleidungen.

Bei vorsichtiger Schüttung und nicht zerfließendem Materiale kann man $1\frac{1}{2}$ -malige, selbst $1\frac{1}{4}$ -malige Böschungen ¹⁵⁶⁾ ohne Bekleidung ausführen. Bis zur 1-maligen

¹⁵⁶⁾ Die schrägen Seitenflächen eines Erdkörpers nennt man Böschungen. Ist ein Punkt einer Erdböschung vom Böschungsfuß vertical gemessen 1^m, horizontal gemessen 1^m, $1\frac{1}{4}$ ^m, $1\frac{1}{2}$ ^m... entfernt, so sagt man, der Erdkörper habe 1-, $1\frac{1}{4}$ -, $1\frac{1}{2}$... malige Böschung. (Vor Einführung des Metermaßes war die Bezeichnung 1-, $1\frac{1}{4}$ -, $1\frac{1}{2}$... füsige Böschung üblich, die man auch jetzt noch vorfindet.)

Böschung wird in der Regel sofortige Rafenbekleidung genügen. Bei noch steilerer Böschung ist die letztere durch Steinbekleidung zu schützen, welche man bei $\frac{1}{2}$ -maliger Böschung bereits vollständig als Stützmauer zu behandeln und zu berechnen hat.

b) Construction und Ausführung.

130.
Wahl
des
Materials.

Bei der Wahl des Materials hat man in erster Linie darauf zu sehen, daß dasselbe, besonders zu der äußeren Ansicht, wetterbeständig sei. Hygrokopisches Material ist möglichst zu vermeiden, da sich die Feuchtigkeit des Berges oder der Schüttung in dasselbe hineinzieht und starker Frost nach und nach eine Zerstörung herbeiführt. Besonders gefährlich ist dies bei Bekleidung mit Marmor. Backsteinmauern, wenn sie nicht durch und durch von sehr hart gebrannten Steinen aufgeführt sind, bekommen bald ein scheckiges, häßliches Aussehen. Bei werthvollem und empfindlichem Materiale wird man gut thun, nicht allein die obere Fläche mit Asphalt abzudecken, sondern auch die ganze Hinterseite in Cement zu fugen und mit einem Gemisch von Goudron und Theer zu streichen. Will man noch weiter gehen, so legt man eine Luftschicht ein, wie dies z. B. bei der Stützmauer des Curgartens in Burtscheid (Fig. 144 u. 145) geschehen ist, wo außerdem auch Asphaltabdeckung angewendet wurde.

131.
Fugenschnitt.

Ist die Mauer nach außen geböschet, so wird der Fugenschnitt normal zur Böschungsfäche gestellt. Dies ist auch in statischer Beziehung dann zu empfehlen, wenn, wie bei den meist üblichen Profilen mit lothrechter Hinterwand, die Stützlinie annähernd parallel zur Böschungsfäche geht. Ist bei derartigen Profilen die Ansichtsfäche stark geneigt, so daß an der Hinterfäche ein zu starker Verhau des Materials stattfinden müßte, so wird der Fugenschnitt in der vorderen Hälfte der Mauer senkrecht zur Vorderfront, in der hinteren Hälfte senkrecht zur Hinterfront gestellt, so daß sich also in der Mitte der Mauer ein Knick in der Lagerfuge bildet. Eine stärkere Neigung als $\frac{1}{5}$ giebt man nicht gern, da bei horizontaler Fuge die Ansichtsfäche zu spitz werden, bei geneigter Fuge das Eindringen des Tagewassers zu sehr begünstigt wird.

132.
Befestigung
des
Fufses.

Bei der Ausführung derartiger Mauern aller vier Kategorien ist zunächst auf Sicherung des Fußes zu achten. Stets muß die Mauer etwas in den gewachsenen Boden vertieft werden, selbst wenn dieser aus festem Felsen besteht, da sonst leicht ein Abgleiten stattfindet. Bei Lehmboden und anderen Erdarten, eben so bei Feuchtigkeit aufnehmendem Gestein, ist für die Fundamentstärke die frostoffreie Tiefe maßgebend.

133.
Entwässerung.

Vor Errichtung von Futtermauern ist zu untersuchen, ob die Bergwand etwa quellig ist. In diesem Falle ist eine Trockenmauer, in Moos gefertigt, praktischer, als eine in Mörtel ausgeführte, da erstere das Bergwasser ungehindert hindurchtreten läßt. Oft kann man durch Drainiren eine genügende Abtrocknung des Terrains herbeiführen, wobei man dann die Hauptdrains durch die Futtermauer zu führen hat.

In Mörtelmauern läßt man in regelmäßigen Abständen schmale Schlitz, deren Sohle in Cement oder Hausstein abgewässert wird.

Um ein Verschlammen derselben zu vermeiden, werden die Oeffnungen an der Hinterseite bei der Aufmauerung zuerst mit grobem Geröll, dann mit Kies umpackt (siehe Fig. 149, S. 130).

Hat man auf die Schönheit Rücksicht zu nehmen, so ist die Anwendung von Schlitzten weniger zu empfehlen, da sich unterhalb derselben schmutzige Stellen, im Winter auch Eisablagerungen bilden. Alsdann muß man die Hauptdrains durch das Fundament führen und vor der Mauer einen gedeckten Canal in frostfreier Tiefe anlegen, welcher die Drains aufnimmt.

Bei Stützmauern ist, falls die Schüttung auf abhändigem Terrain ausgeführt werden soll, dieselbe Vorsicht zu beobachten.

Wir geben hierfür als concretes Beispiel die Entwässerung der Stützmauer des Bahnhofes Malsfeld in Heffen.

ab ist die Neigung des natürlichen Terrains. In dasselbe sind Sickerfchlitze eingeschnitten und mit Steinpackung ausgefüllt, welche sich unter 45 Grad an Hauptfchlitze anschließen. Letztere führen das gefammelte Wasser unter der Stützmauer durch in einen Abzugscanal.

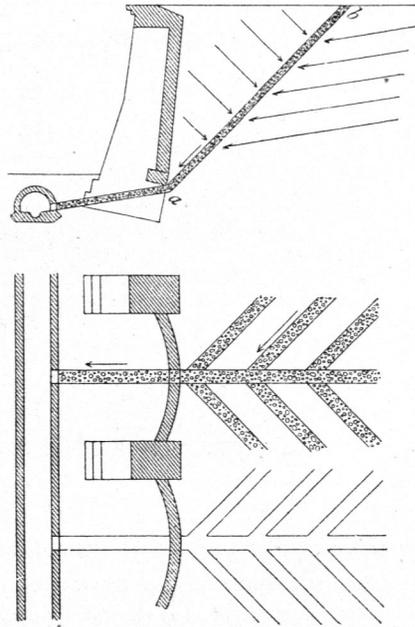
Wir kommen nunmehr zur Gestaltung der Stütz- und Futtermauern in constructiver und architektonischer Beziehung.

Für Stützmauern ist in Deutschland am meisten verbreitet das sog. französische Profil mit lothrechter oder besser unter $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{6}$ geneigter Vorderfläche (Fig. 136). Die Stärke wird in der Mitte zu $\frac{1}{3}$ der sichtbaren Höhe angenommen, die Hinterwand in Abfätze von 1^m Höhe eingetheilt. Letztere dürfen nicht zu stark einpringen, am besten 15 bis 20 cm, da sich sonst die Schüttung beim Setzen an den Abfätzen aufhängt und so permanent Erdrisse und Verfackungen im Plateau sich zeigen. Die Oberfläche der Mauer wird von der Deckplatte an zweckmäfsig nach hinten abgewässert.

Die architektonische Ausbildung derartiger Mauern ist eine sehr beschränkte. Allenfalls kann man, um die großen Flächen zu beleben, einige Pfeiler hervorziehen, die in so fern auch constructiv begründet sind, als dadurch die Standfähigkeit der Mauer erhöht wird (siehe Fig. 138); den Hauptschmuck wird stets eine reichere Brüstung bilden.

Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß das französische Profil rationeller und sparsamer ausgebildet werden kann. Eine Formel für die Stärke

Fig. 135.



Stützmauer am Bahnhof Malsfeld¹⁶¹⁾. — $\frac{1}{200}$ n. Gr.

134.
Stützmauern
mit
französischem
Profil.

Fig. 136.

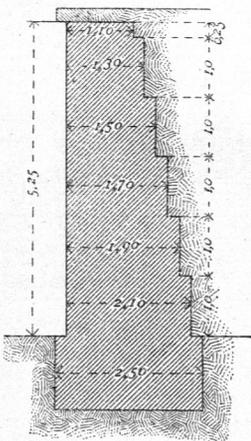


Fig. 137.

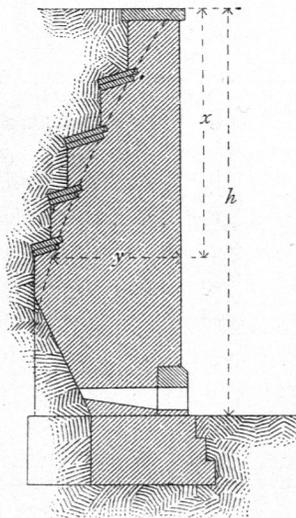
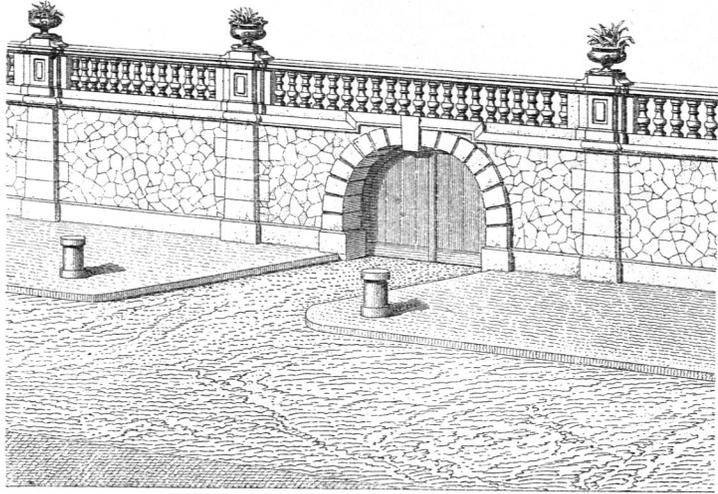


Fig. 138.



Von einer Villa in Palavas¹⁵⁷⁾.

derartiger Stützmauern mit lothrechter Vorderfläche, nach der sich eine Begrenzungcurve für die hintere Fläche derselben ergibt, hat *J. W. Schwedler*¹⁵⁸⁾ aufgestellt.

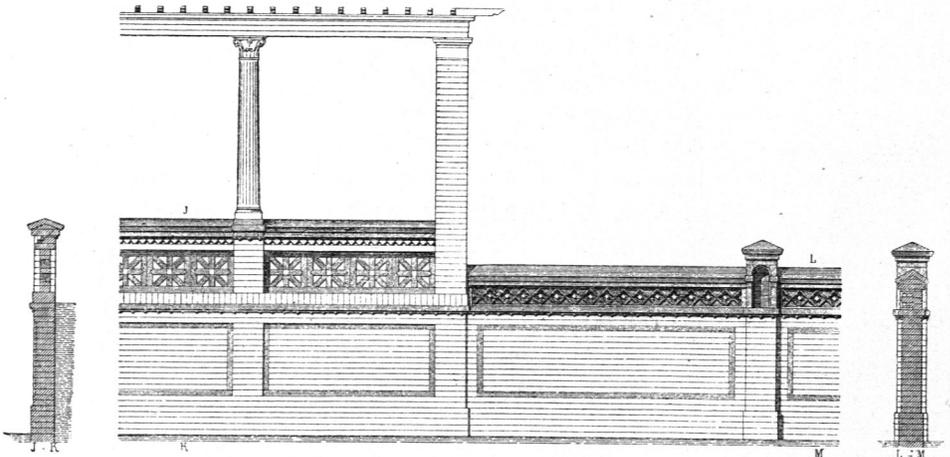
Die Formel giebt eine variable Stärke der Futtermauer (Fig. 137)

$$y = \frac{x}{2} \sqrt{\frac{3h - 2x}{h + x}},$$

worin h die frei stehende Höhe der Mauer und x den Abstand eines beliebigen Punktes der Vorderfläche von der Oberkante derselben bedeutet. Nahezu das Maximum der Stärke liegt auf $\frac{1}{3}h$ von unten, und zwar wird hier $y = \text{rot. } \frac{1}{3}h$. Die Abätze an der Hinterseite sollen so angeordnet werden, daß die berechnete Begrenzungcurve innerhalb des Mauerwerkes bleibt.

Eine reizvolle Fortsetzung einer Gartenmauer in eine Stützmauer zeigt die Umfriedung der Villa

Fig. 139.



Von der Villa v. d. Heydt bei Berlin¹⁵⁹⁾.
ca. $\frac{1}{100}$ n. Gr.

¹⁵⁷⁾ Nach: VIOLLET-LE-DUC, E. et F. NARJOUX. *Habitations modernes*. Paris 1875. Pl. 150.

¹⁵⁸⁾ Vergl.: *Zeitchr. f. Bauw.* 1871, S. 280.

¹⁵⁹⁾ Nach: *Zeitchr. f. Bauw.* 1863, Bl. 9.

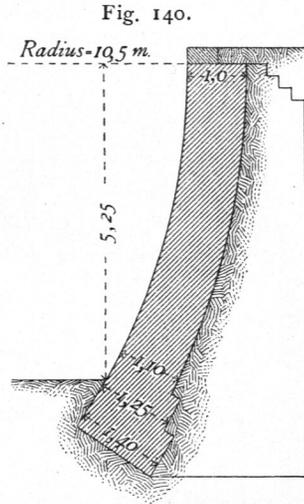
v. d. Heydt bei Berlin in Fig. 139; die geringe Stärke der Stützmauer ist so zu erklären, daß die Schüttung nur auf eine kurze Strecke die angedeutete Höhe von 1,65 m hat.

Fig. 140 zeigt ein in England gebräuchliches, gekrümmtes Profil, dessen Stärke gewöhnlich gleich $\frac{1}{5}$ der Höhe genommen wird. Der Mittelpunkt des Kreisbogens befindet sich meistens in der durch die obere Mauerkante gezogenen Horizontalen, und der Radius ist etwa gleich der doppelten Höhe der Mauer. In Abständen von 3 bis 5 m sind Strebepfeiler angeordnet.

Neuerdings sind Profile mit hinterer Unterschneidung sehr beliebt (Fig. 137). Indessen ist die hierdurch erzielte Material-Ersparnis im aufgehenden Mauerwerk keine bedeutende, dafür die Herstellung schwieriger; auch hat man in einigen Fällen ungünstige Erfahrungen hiermit gemacht. Oekonomischen Werth haben die Unterschneidungen nur bei kostspieligen Fundirungen, da die Material-Ersparnis hauptsächlich die Fundamente betrifft und die Basisbreite erheblich reducirt wird¹⁶⁰⁾.

Stützmauern aus einzelnen Pfeilern mit dazwischen gespannten stehenden Gewölben sind mehrfach ausgeführt, stellen sich bei theurerer Fundamentirung billiger,

135.
Stützmauern
mit engl.
Profil.

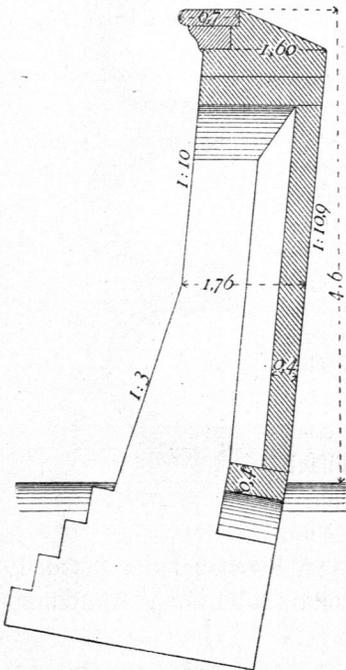


136.
Stützmauern
mit Unter-
schneidung.

137.
Stützmauern
mit Pfeiler-
Construction.

Fig. 141.

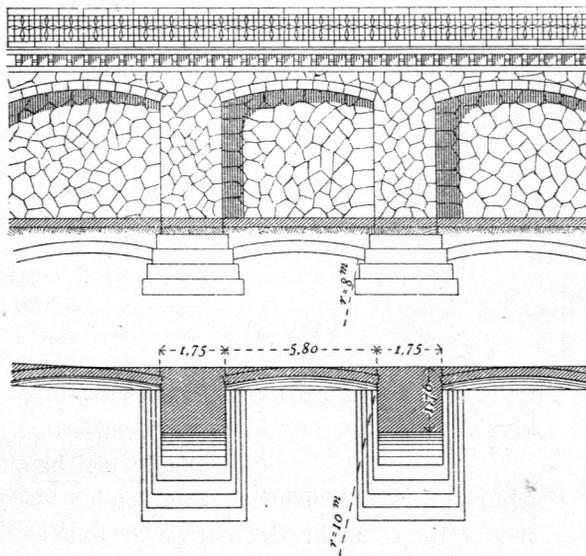
Querschnitt.



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

Fig. 142.

Anicht und Grundrifs.



$\frac{1}{200}$ n. Gr.

Stützmauer am Bahnhof Malsfeld¹⁶¹⁾.

¹⁶⁰⁾ Vergl.: Zeitschr. f. Bauw. 1871, S. 281.

¹⁶¹⁾ Nach.: Zeitschr. f. Bauw. 1880, S. 447. — Deutsche Bauz. 1880, S. 523.

als massive, und haben sich gut bewährt, z. B. bei der unterirdischen Eisenbahn in London. Wir geben in Fig. 141 u. 142 die bereits oben erwähnte Stützmauer des Bahnhofes in Malsfeld.

Der äußerst ungünstige Baugrund bedingte eine Construction von großer Stabilität mit möglichst geringen Mauermaffen. Das stehende Gewölbe soll den Erddruck aufnehmen und auf die Pfeiler übertragen; das untere dient dem stehenden zur Stütze.

Eine ähnliche Construction zeigt die Stützmauer des Bahnhofes in Hannover (Fig. 146 bis 148); nur ist hier eine schwache Abschlußwand vor den Nischen vorgesehen.

Es ist klar, daß sich derartige gegliederte Mauern in architektonischer Hinsicht am meisten empfehlen, weil sie eine lebendige Schattenwirkung geben.

Eine der interessantesten Stützmauern ist in dieser Beziehung die des Curgartens in Burtfeld bei Aachen, 1876 von *Middeldorf* erbaut.

Wie Fig. 143 bis 145 zeigen, sind die zwischen den Pfeilern gespannten Gewölbe zur Formirung von offenen Nischen benutzt, welche den Curgästen bei schlechtem Wetter eine Zuflucht bieten. Die Höhe der ganzen Mauer beträgt 5 m; die Gewölbe der Nischen sind außer der 12 cm starken Verblendung und 5 cm starken Luftschicht 38 cm dick.

Apsisartige Nischen sind überhaupt vielfach

zur Belebung der Stützmauern angewendet worden, allerdings in der Regel mehr decorativ, als constructiv. Eine große Auswahl derartiger Mauern findet man im Park von Sanssouci bei Potsdam; dort dient meistens die in der Mitte der Mauer angebrachte Nische zur Aufstellung einer Figur oder einer Fontaine.

Andere architektonische Ausbildungen werden noch in den folgenden Kapiteln bei Besprechung der Terrassen und der Freitreppen vorzuführen sein.

Zu Futtermauern eignen sich von den vorstehend aufgeführten Profilen diejenigen weniger, bei welchen das natürliche Terrain wesentlich unterfchnitten werden

Stützmauer im Curgarten zu Burtfeld. — 1/30 n. Gr.

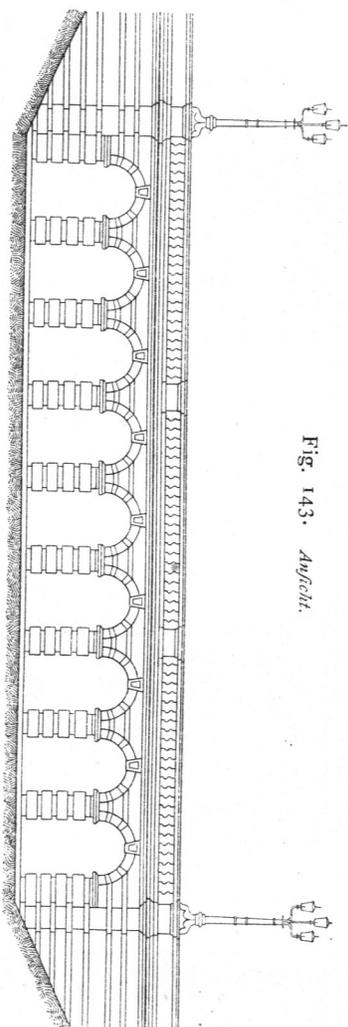


Fig. 143. Aufsicht.

Fig. 144. Querschnitt.

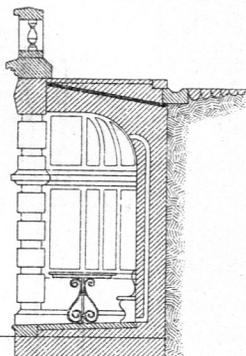
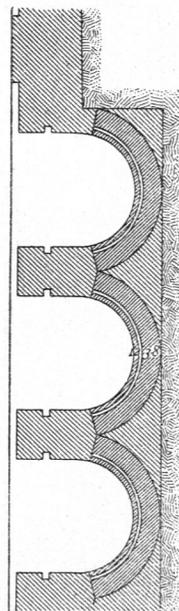


Fig. 145. Grundriss.



1/15 n. Gr.

Fig. 146.
Ansicht.

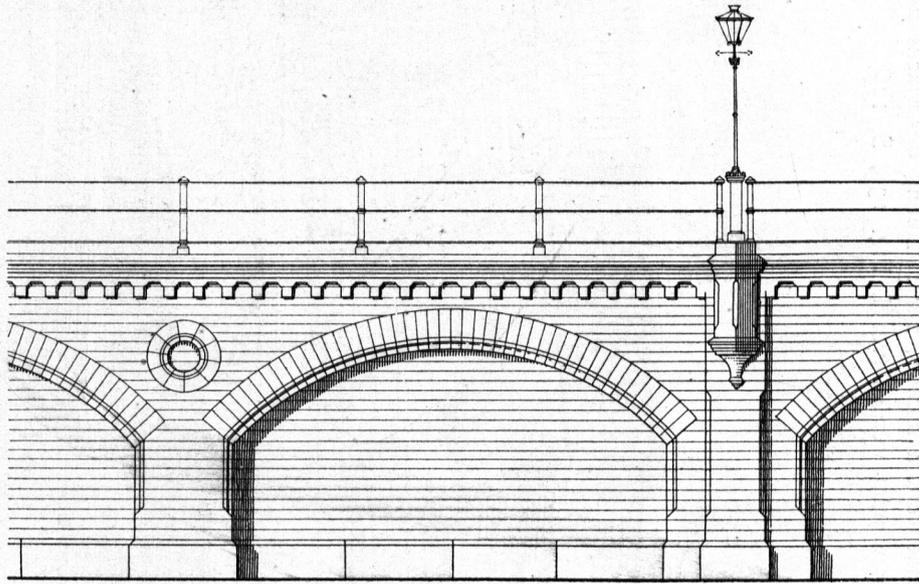


Fig. 147.
Querschnitt.

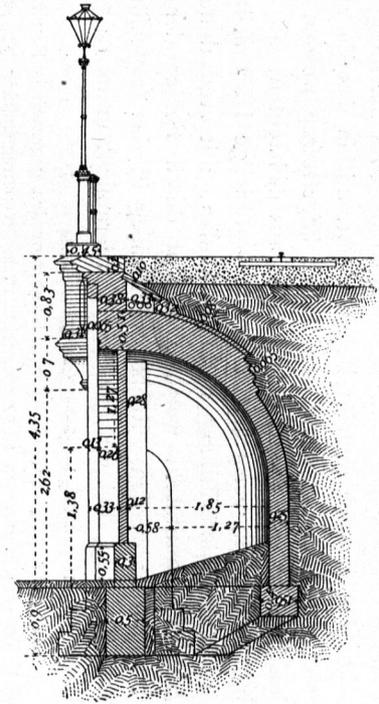
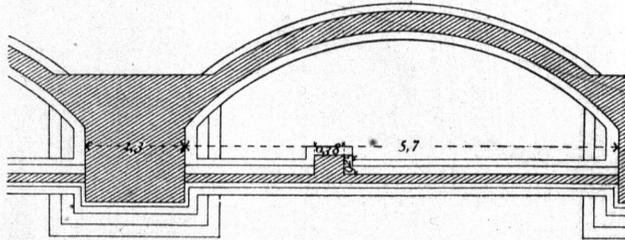


Fig. 148.
Grundriss.

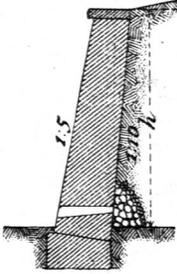


1/100 n. Gr.

Stützmauer am Centralbahnhof Hannover.

müßte, wie z. B. Fig. 126, 130 u. 132. Hier empfehlen sich die Profile mit lothrechter, bzw. geböschter Hinterwand, wie Fig. 127, 128, 137 u. 140 mehr, namentlich dann, wenn die Bodenart so beschaffen ist, daß sie bei der Ausschachtung lothrecht oder schwach geneigt stehen bleibt, mithin das Mauerwerk direct gegen den gewachsenen Boden angestossen werden kann. Man braucht also nicht mehr Boden auszufachten, als unbedingt nöthig ist, vermeidet auch die kostspielige Hinauffschaffung der für die Hinterfüllung nöthigen Massen, mit Ausnahme von geringen Quantitäten, welche vielleicht durch Fehler der Erdarbeit nöthig werden. Recht zweckmäÙig ist das trapezförmige Profil Fig. 149, bei welchem die Vorderansicht unter 1 : 5, die Hinteransicht unter 1 : 10 geneigt ist.

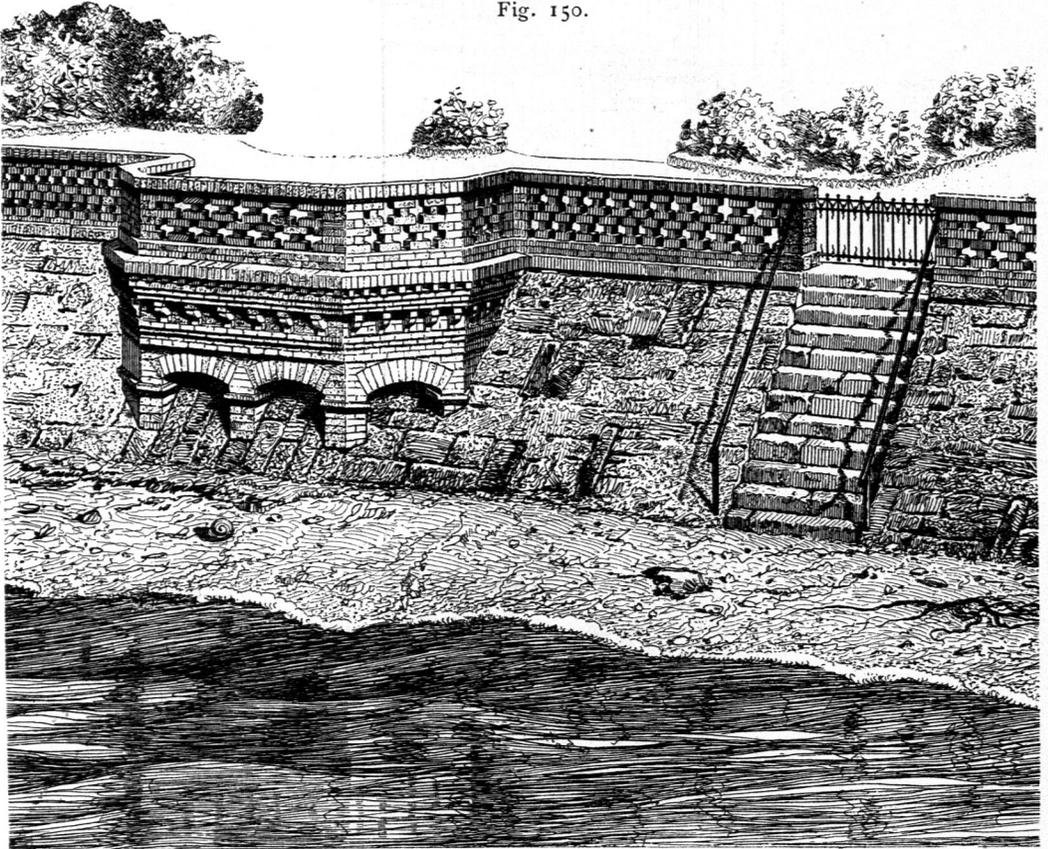
Fig. 149.



Auf der Untergrund-Eisenbahn in London werden gegenwärtig Futtermauern von Béton ausgeführt, vorn 1 : 12 geböschet, rückwärts unregelmäßig begrenzt und dem Terrain genau sich anschließend. Hierbei wird der Vortheil erreicht, daß hinter der Mauer keine Höhlungen, welche zu Senkungen des Terrains, des Straßenspflasters etc. Anlaß geben könnten, verbleiben.

Die architektonische Ausbildung wird bei dieser Gattung von Mauern auf die des Brüstungsgeländers beschränkt werden müssen; zur Belebung der Fläche können auch hier Pfeilervorsprünge angewendet werden (vergl. Fig. 138, S. 126).

Fig. 150.



Von einer Villa in Houlgate.

(Nach: VIOLLET-LE-DUC, E. et F. NARJOUX. *Habitations modernes*. Paris 1875. Pl. 51.)

Die Verkleidungsmauern unterscheiden sich von den Stützmauern nur durch die geringere Stärke; im Uebrigen sind Construction und Gestaltung die gleichen.

139.
Verkleidungen.

Ueber Steinbekleidungen ist dem in Art. 129 (S. 123) Gefagten nichts weiter hinzuzufügen. Architektonisch belebt man dieselben, wie Fig. 150 zeigt, durch das Einlegen von Treppen, Auskragen von Erkern etc.

Zum Schlusse hätten wir noch etwas über die Hinterfüllung von Stützmauern zu fagen. Die sicherste Construction kann gefährdet werden, wenn, wie sehr häufig, die Hinterfüllung leichtfinnig betrieben wird. Hier ist die Schüttung in einzelnen Lagen durchaus erforderlich, von denen jede bereits eine gewisse Consistenz erlangt haben muß, ehe die folgende darauf gebracht wird. Je fester und je lagerhafter die Hinterfüllung ausgeführt wird, desto weniger Schub wird sie ausüben und um so weniger Nacharbeiten werden später durch Zusammenfinken derselben erforderlich werden. Soll das Plateau oberhalb der Mauer mit Pflaster oder Plattenbelag versehen werden, so wird man gut thun, das vollständige Setzen des Erdbodens abzuwarten. Ist dies nicht zulässig, so ist durch Stampfen der einzelnen Auftragschichten für möglichste Comprimirung zu sorgen.

140.
Hinterfüllung.

Literatur

über »Stützmauern«.

- CUNO. Die Steinpackungen und Futtermauern der Rhein-Nahe-Eisenbahn. Zeitschr. f. Bauw. 1861, S: 613.
- Types des murs de soutènement du chemin de fer de Lyon à Avignon. Nouv. annales de la const.* 1869, S. 60.
- REBHANN, G. Theorie des Erddruckes und der Futtermauern. Wien 1871.
- SCHMITT, E. Der Erdkunnstbau auf Straßen und Eisenbahnen. I. Theil: Futtermauern und Durchlässe. Leipzig 1871.
- SARRAZIN. Ueber Ausführung schiefer Gewölbe, desgl. Futtermauern mit Unterschneidungen an der hintern Seite derselben. Zeitschr. f. Bauw. 1871, S. 281.
- SCHMITT, E. Empirische Formeln zur Bestimmung der Stärke der Futtermauern. Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1871, S. 336.
- NOWACK. Ein Beitrag zur Construction der Futtermauern mit lothrechter Vorderfläche. Deutsche Bauz. 1872, S. 246.
- TATE, J. S. *Surcharged and different forms of retaining walls.* London 1873.
- HÄSELER, E. Beitrag zur Construction der Futter- und Stützmauern. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1873, S. 36.
- KECK. Vergleichung einiger trapezförmiger Futtermauer-Profile. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1874, S. 395; 1875, S. 347.
- KAVEN, A. v. Vorträge über Eisenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen. 3. Abdr. Aachen 1875.
- ZIMMERMANN, H. Ueber die zweckmäßigste Form einer Stützmauer. Civiling. 1875, S. 159.
- INTZE. Ueber die erforderliche Stärke der gebräuchlichsten Formen von Quaimauern, Stützmauern und Thalsperren. Deutsche Bauz. 1875, S. 232, 243, 252.
- GRÜTTEFIEN. Futtermauern auf Bahnhof Hannover. Deutsche Bauz. 1877, S. 222.
- BAUMEISTER, R. Allgemeine Constructionslehre des Ingenieurs. Ausgearbeitet von E. v. FELDEGG. II. Theil. Theorie des Erddrucks, Stützwände gegen den Erddruck. Karlsruhe 1878.
- HOLLSTEIN's patentirte offene Stützmauern mit horizontaler Bodensfützung. Deutsche Bauz. 1878, S. 243.
- KÜLP. Ueber vortheilhafte Anlagen von Futtermauern an Gehängen. Zeitschr. f. Baukde. 1878, S. 507.
- FOEPL, A. Ueber die zweckmäßigste Construction der Stützmauern. Civiling. 1878, S. 577.
- KREUTER, F. Graphische Construction eines Stützmauer-Profils. Deutsche Bauz. 1879, S. 366.
- Futtermauern auf Bahnhof Hannover. Deutsche Bauz. 1879, S. 512.

WILCKE, E. Futtermauer bei dem Bahnhofs Malsfeld. Deutsche Bauz. 1880, S. 523.

DUBOSQUE, J. *Etudes théorétiques et pratiques sur les murs de soutènement et les ponts en maçonnerie.* 2^e édit. Paris 1881.

CRUGNOLA, G. *Sui muri di sostegno delle terre e sulle traverse dei serbatoi d'acqua.* Turin 1882.

2. Kapitel.

Terraffen und Perrons.

VON FRANZ EWERBECK.

a) Terraffen.

141.
Theile.

Terraffen sind horizontale, gewöhnlich an Abhängen oder vor Gebäuden hergestellte Plattformen, oft in mehrfacher Wiederholung stufenartig hinter einander zurücktretend, oft auch nur in einmaliger Anlage. Sie bestehen demnach aus einer horizontalen Fläche, dem Plateau, und aus einer verticalen, bezw. geneigten (geböschten oder dossirten) Fläche, welche je nach der Beschaffenheit des Bodens, den vorhandenen Materialien und dem Zweck der Terrasse aus Erde, aus gewachsenem Fels, aus Mauerwerk oder aus einer Combination verschiedenartiger Materialien hergestellt sein kann¹⁶²⁾. Die Verbindung zweier Terraffen-Plateaus wird durch geneigte Ebenen (Rampen) oder durch Treppen vermittelt, welche ebenfalls aus den verschiedenartigsten Materialien bestehen können.

142.
Historisches.

Die Terrasse spielt schon seit uralten Zeiten eine hervorragende Rolle in der Baukunst, nicht allein bei den Gebäuden der Gottesverehrung, als den Tempeln der Griechen, den Topes oder Stüpes der Hindus, den Teocallis der Mexicaner und Peruaner, den Opferstätten der Assyrier, Babylonier (Tempel des Belus zu Babylon) und Perfer, sondern auch bei den Palästen und Wohngebäuden der Könige und Großen letztgenannter Völker, wie die Palastruinen zu Persepolis und anderer Gegenden beweisen. Die Terrasse sollte diese Bauwerke nicht allein gegen Ueberschwemmungen sicher stellen, sondern zugleich die Bedeutsamkeit derselben, den tiefer liegenden Wohnungen des Volkes gegenüber, erhöhen.

Eine Hauptrolle spielen die Terraffen ferner in der Gartenbaukunst. Die berühmten schwebenden Gärten der *Semiramis* waren großartige, durch mächtige Substructionen getragene Terraffen-Anlagen an den Ufern des Euphrat. Auch bei den Villen der reichen Römer war die Anlage von mit schattigen Laubgängen, Statuen, Balustraden, Wasserkünsten etc. geschmückten Terraffen sehr häufig (Praeneste, Tivoli). Im Mittelalter sind sie selten und kommen wohl nur bei einigen Schloß-Anlagen der spätesten Zeit vor; auch haben sie hier mehr fortificatorischen Zweck, als den, zur Verschönerung des Schloffes, bezw. Gartens beizutragen oder deren Annehmlichkeiten zu vermehren. Zu ihrer vollen Geltung kommen sie dagegen in der Periode der Renaissance, besonders in Italien; beruht doch der Ruf, welchen viele Villen-Anlagen dieses Landes besitzen, zum großen Theile auf der geschickten Combination zwischen Villa, Terrasse und Garten. Derartige Terraffen, vielfach in Verbindung mit breiten Doppelrampen und Freitreppen, setzen allerdings schon eine sehr umfangreiche Anlage voraus. Berühmt sind diejenigen der Villa *d'Este* bei Tivoli, der Villa *Madama* und der *Farnesina* zu Rom und die von *Bramante* ausgeführte, jetzt leider verbaute Terrasse mit grandiofer Doppelterrasse im großen Hofe des Vatican zu Rom (jetzt *Giardino della pigna*); ferner in Frankreich die Terraffen-Anlagen von St. Cloud, Versailles und St. Germain-en-Laye, zu denen man als neueste Beispiele diejenigen des *Trocadéro*-Palastes zu Paris und des *Château d'eau* zu Marseille rechnen kann; in Deutschland die Terrasse des Heidelberger Schloffes, die *Brühl'sche* Terrasse in Dresden, so wie die Cascaden-Terraffen von Sanssouci und jene zu Wilhelmshöhe bei Cassel. Eine herrliche, großartige Terraffen-Anlage ist neuerdings auch in Florenz zur Ausführung gebracht,

¹⁶²⁾ In uneigentlichem Sinne werden bisweilen mit dem Namen »Terraffen« auch jene hoch gelegenen Plattformen bezeichnet, welche über Thürmen und anderen Gebäuden durch ganz flach hergestellte Dächer gebildet werden. Für diese empfiehlt sich die Bezeichnung »Altan«, welche auch für andere mit den »Balcons« verwandte Anlagen (siehe Theil III, Bd. I, Abth. III, Abschn. 1, D, Kap. über »Balcons und Erker«) gebraucht wird. Altan und Plattform sind nicht zu verwechseln; mit ersterem Begriff ist der des Hochliegens untrennbar verbunden; eine Plattform kann auch ganz niedrig liegen.

Terrassen-Anlagen.

Fig. I.

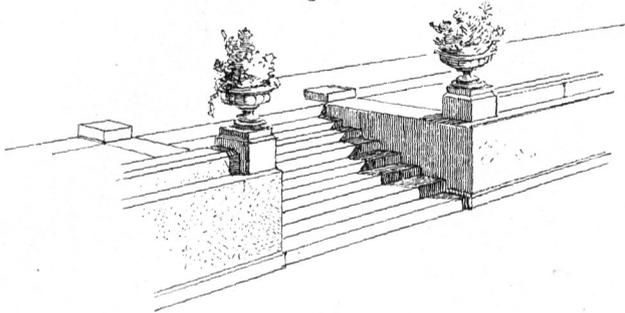


Fig. II.

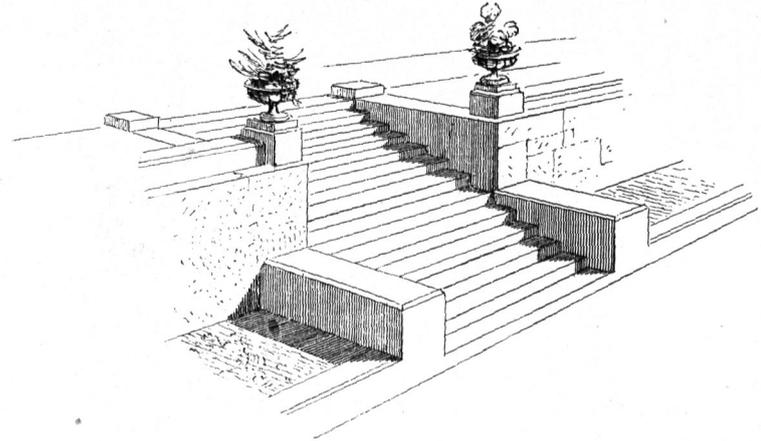
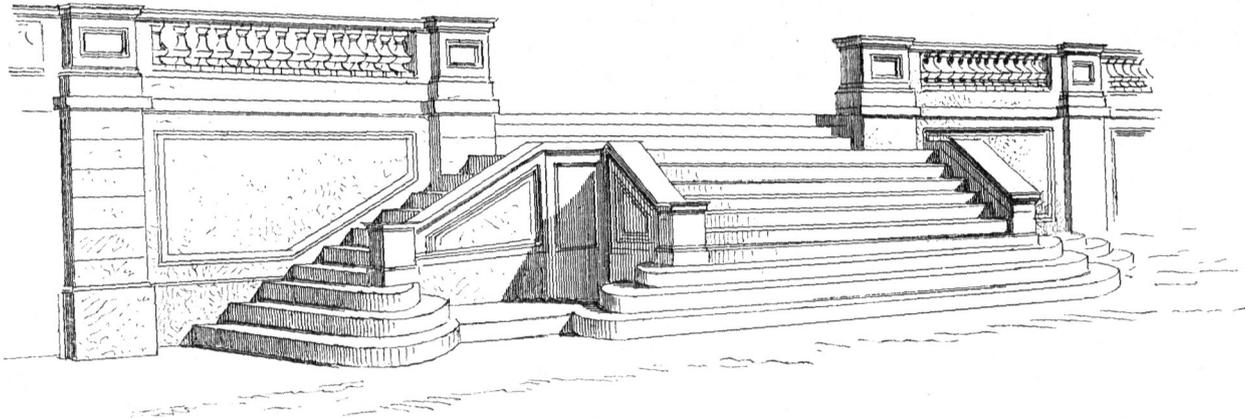


Fig. III.



Da Terrassen fast stets vollständig im Freien gelegen sind, so muß deren Oberfläche zum Schutz gegen die atmosphärischen Niederschläge und gegen andere schädliche Einflüsse in geeigneter Weise befestigt werden. Für die Art der zu wählenden Befestigung ist insbesondere die Benutzung des Terrassen-Plateaus maßgebend.

143.
Terrassen-
Plateau.

Findet darauf nur Personenverkehr statt, so können die für Trottoire üblichen Befestigungsweisen, als: Pflasterung, Platten-, Cementgufs-, Gufasphalt-Belag etc. Anwendung finden, auch Bekiefung ist nicht ausgeschlossen. Letztere, so wie Gufasphalt gestatten auch das Befahren mit leichteren Fuhrwerken; schwerere Fuhrwerke erfordern indess eine der für Strassenfahrbahnen dienenden Befestigungen, wie Chauffirung, Pflasterung, Stampfasphalt etc. Im nächsten Abschnitt (Kap. 1: Behandlung der Trottoire und Hofflächen) ist über Construction und Ausführung solcher Befestigungen das Erforderliche zu finden. (Siehe auch Art. 140, S. 131.)

Sind unter den Terrassen-Plateaus überwölbte Räume vorhanden, so müssen die Gewölbe derselben wasserdicht abgedeckt und die Deckschicht derart angeordnet werden, daß das eingefickerte Tagwasser abfließen kann. Findet Wagenverkehr auf dem Plateau statt, so soll zur Milderung der durch denselben bedingten Erschütterungen und Stöße die über dem Gewölbe befindliche Erdschicht keine zu geringe Mächtigkeit haben; über dem Wölbseite sollte nicht weniger als 30, besser nicht unter 50^{cm} Ueberfüllung vorhanden sein.

Von großer Bedeutung für das Ansehen einer Terrasse ist die Behandlungsart der Böschungflächen, bezw. der Stützmauern (hier auch Terrassen-Mauern genannt), welche das Terrain seitlich abschließen und das Plateau tragen. Je nach dem Eindruck, welchen man erzielen will, werden diese Theile als Rasenflächen oder aber als mächtige Quadermauern (wie am Palaß *Pitti* in Florenz), durch Arcaturen belebt, oder als glatte, bezw. gemusterte Wandflächen ausgeführt. (Vergl. hierüber auch das im vorhergehenden Kapitel über die architektonische Gestaltung der Stütz- und Futtermauern Gesagte, so wie die neben stehende Tafel und Theil III, Bd. I, Abth. III, Abschn. I, D, Kap. über »Einfriedigungen«.)

144.
Terrassen-
Begrenzung.

Dasselbe gilt von den zum Plateau hinaufführenden Treppen, da sowohl durch die ganze Disposition derselben, als auch durch die Abmessungen der Stufen, durch die mehr oder weniger reiche Behandlung der Treppenwangen, Pfeiler und Balustraden die ästhetische Wirkung der Terrasse im hohen Maße gesteigert werden kann. Auf neben stehender Tafel, so wie in den Fig. 151 bis 153¹⁶³⁾ sind einige Beispiele vorgeführt, um zu zeigen, wie verschiedenartig die Disposition der Terrassen-Treppen sein kann.

145.
Treppen-
Anlagen.

Fig. 151.

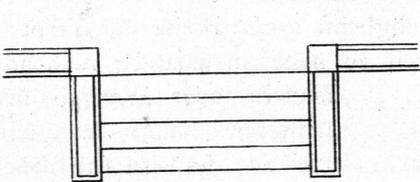
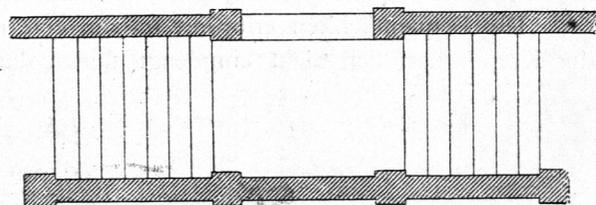
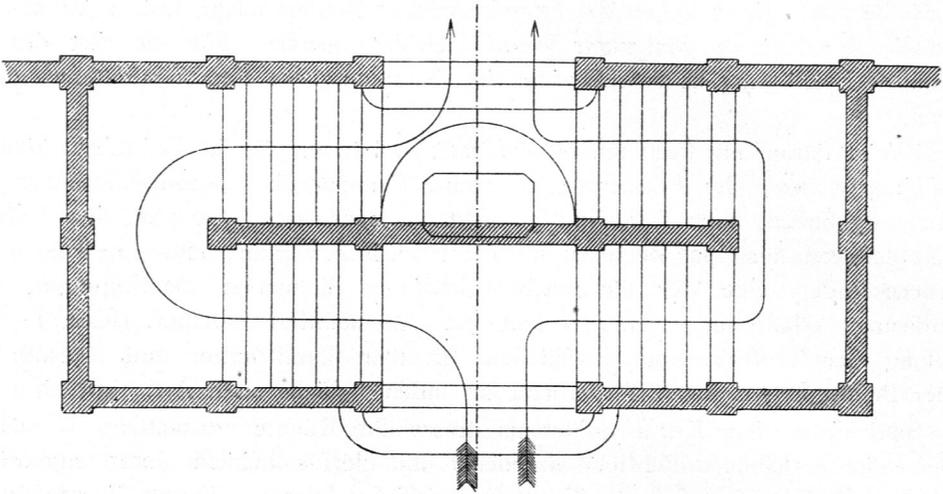


Fig. 152.



163) Die Abbildungen sind theilweise entnommen aus: ABEL, L. Garten-Architektur. Wien 1876.

Fig. 153.



In Fig. 151 ist die Treppe der Terrasse ganz vorgelegt, in Fig. I der umstehenden Tafel ganz eingelegt. Hinsichtlich der Wahl zwischen beiden ist oft die Beschaffenheit des Vorterrains, oft auch die Verfügbarkeit über dasselbe entscheidend.

In Fig. II ist die Treppe zur Hälfte vor, zur Hälfte in die Terrasse gelegt; Fig. III zeigt eine reiche Treppen-Anlage mit drei Fluchten. Eine solche Anordnung empfiehlt sich da, wo es wünschenswerth erscheint, daß die Terrasse leicht von verschiedenen Seiten her zugänglich gemacht werde, beispielsweise in dem Falle, daß ein freier Platz vor derselben sich befindet.

In Fig. 152 ist die Treppenaxe parallel zur Terrassen-Mauer angenommen (Zugänglichkeit von zwei Seiten her); durch Fig. 153 ist eine reiche Treppen-Anlage mit Anordnung einer Figuren-Nische in der Höhe des unteren Podestes veranschaulicht.

146.
Construction
der
Treppen.

Hinsichtlich der Construction der Treppen kann im Allgemeinen auf Theil III, Bd. 3 (Abth. IV, Abschn. 2, A), so wie auf das folgende Kapitel (unter a) verwiesen werden; doch mögen einige Bemerkungen hier Platz finden.

Mehr als bei in Gebäuden liegenden Treppen muß bei frei liegenden, zu Terrassen hinaufführenden Treppen auf ein bequemes Steigungsverhältniß Rücksicht genommen werden, da Treppen dieser Art in den meisten Fällen mehr zum langsamen Promeniren, als zur raschen Communication dienen sollen; doch kann die für das Steigungsverhältniß der Treppenstufen häufig angewandte Regel:

$$2 \text{ Steigungen} + 1 \text{ Auftritt} = 63 \text{ Centim.}$$

auch hier angewendet werden, wobei indessen die Steigung niemals zu mehr als $15\frac{1}{2}$ cm Höhe angenommen werden sollte.

Das Profil der Stufen sei möglichst einfach (rechteckige Blockform, event. mit gebrochener Kante, siehe Fig. 154 u. 155). Ueber die Unterstützung der Stufen ist im folgenden Kapitel (Art. 151) das Erforderliche zu finden.

Die Bequemlichkeit erfordert sodann eine möglichst große Breite der Treppe; der Körper darf sich nicht eingeeengt fühlen durch zu nahe an einander rückende

Fig. 154.

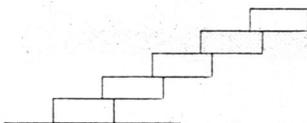
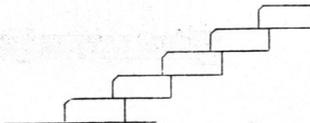


Fig. 155.



Mauern oder Wangen mit schweren Balustraden und Pfeilern. Es wird sich daher empfehlen, bei in Böschungen liegenden Treppen die Balustraden ganz fort zu lassen

Fig. 156.

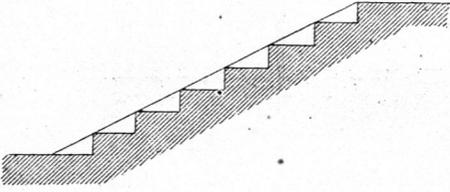
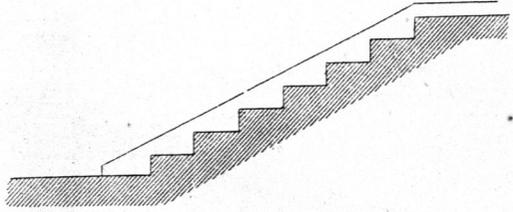
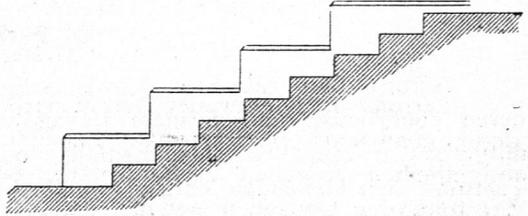


Fig. 157.



und als Begrenzung der Treppenstufen nur ein niedriges Werkstück (Sargstück) zur Anwendung zu bringen, welches mit der Böschung gleiche Höhe hat oder dasselbe doch nur um ein Geringes überragt (Fig. 156 u. 157). Reicher läßt sich der seitliche Abschluß gestalten, wenn man statt der der Treppenneigung folgenden Wangen eine Abtreppung anwendet, welche zugleich zum Aufstellen von Schmuckgegenständen, als Vasen, Figurengruppen, Blumen etc., dienen kann (Fig. 158).

Fig. 158.



Sind die Terrassen durch Geländer abgeschlossen, so werden auch die zu denselben hinauf führenden Treppen in den meisten Fällen eines eben solchen Abschlußes nicht entbehren können. Die Ausbildung derselben ist in Theil III, Bd. 1 (Abth. III, Abschn. 1, D, Kap. über »Brüstungen und Geländer«) ausführlich behandelt; doch möge hierzu noch bemerkt werden, daß sich von allen Abschlußarten an dieser Stelle die Döcken-Balustrade (Fig. 159) am meisten empfiehlt, ferner auch schmiedeeisernes Gitterwerk, weniger die geschlossene, plattenartig construirte Brüstung.

Hinsichtlich der Formbildung der Baluster auf steigenden Wangen ist zu bemerken, daß die an denselben auftretenden Gliederungen niemals parallel zur Wange angenommen werden dürfen, eine Ausbildung, welche nur an den Döcken der Zopf- und Rococo-Zeit auftritt (Fig. 161), sondern stets horizontal (Fig. 159 u. 160).

Was die Anwendung einer Balustrade als Abschluß einer Terrasse anlangt, so darf nicht unerwähnt bleiben, daß dieselbe bei flachen Böschungen nicht nur überflüssig ist, sondern auch gewöhnlich nicht vortheilhaft wirkt (Fig. 162).

Fig. 159.

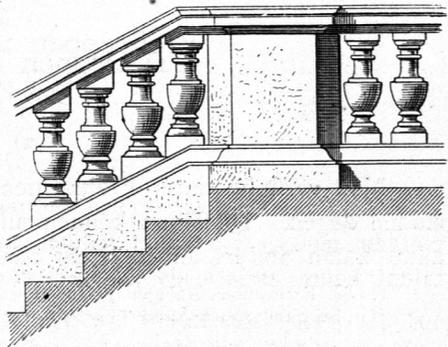


Fig. 160.

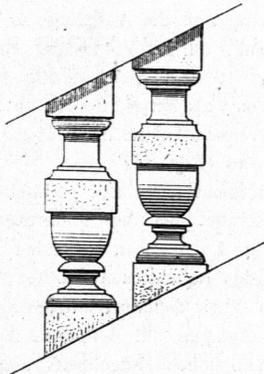


Fig. 161.

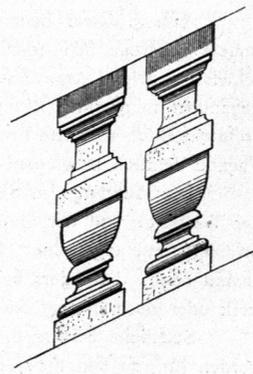
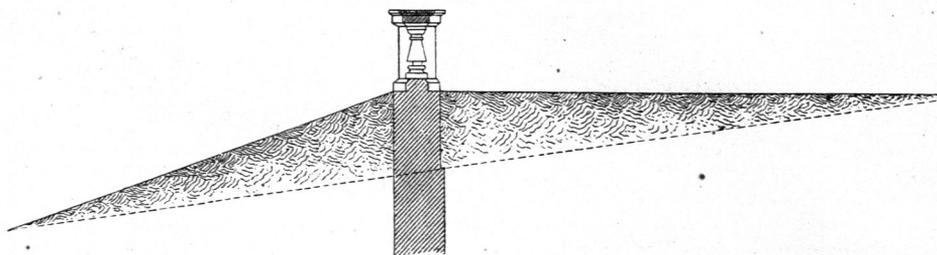


Fig. 162.



b) Perrons.

148.
Anlage.

Perrons sind entweder terrassenartige, vor Gebäuden liegende Plattformen, deren constructive und formale Behandlungsweise mit den soeben für Terrassen mitgetheilten Angaben zusammenfällt, oder sie sind ähnlich, wie die erhöhten Trottoire den Gebäuden entlang geführt und stimmen dann auch in Anordnung und Ausführung mit diesen überein (siehe hierüber den nächsten Abschnitt, Kap. 1: Behandlung der Trottoire und Hofflächen). Ueber Anlage von Perrons auf Bahnhöfen wird in Theil IV, Halbbd. 2 (Abth. II, Abschn. 4, Kap. 3) das Erforderliche vorgeführt werden.

3. Kapitel.

Freitreppen und Rampen-Anlagen.

VON FRANZ EWERBECK.

a) Freitreppen.

149.
Historische
Uebersicht.

Man versteht unter Freitreppen solche Treppen, welche im Freien vor Gebäuden liegen. Dieselben können aus Gründen der Dauerhaftigkeit und Monumentalität kaum anders als in Stein constructirt werden.

Große Freitreppen-Anlagen befanden sich vor den Bauwerken der Assyrer, Babylonier und Perfer (siehe das vorhergehende Kapitel, Art. 142, S. 132).

Die mit Stufen-Terrassen versehenen griechischen Tempel erhielten an der Vorderseite Treppen-Anlagen, welche zum Pronaos hinauf führten; doch spielten dieselben in Anbetracht ihrer kleinen Dimensionen eine durchaus untergeordnete Rolle, da die mächtigen, das ganze Bauwerk umgebenden Stufen-Terrassen entschieden dominiren (Fig. 163).

Von größerer Bedeutung sind die Aufgänge zu den römischen Tempeln, welche, gewöhnlich auf hohem Unterbau sich erhebend, an der Vorderseite eine stattliche, durch Wangen eingefasste Freitreppe erhielten. Diese Anordnung ist dem gleichwerthig behandelten Krepidoma des griechischen Tempels gegenüber in gewisser Beziehung als ein Fortschritt zu bezeichnen, indem durch diese einseitig vorgelegte architektonisch markirte Freitreppen-Anlage der Eingang des Gebäudes und damit die Vorder- oder Haupt-Façade deutlich bezeichnet wird (Fig. 164).

Die Aufgänge zu den romanischen und gothischen Kirchen sind gewöhnlich vor den Hauptportalen der Westseite und der Querschiffe, bei den gothischen Werken oft theilweise oder ganz zwischen den Strebepeilern angeordnet (Fig. I der neben stehenden Tafel), so z. B. in Amiens, Cöln u. a. O.; doch kommt auch, besonders bei den italienischen Kirchen, der Fall vor, daß die Freitreppe das ganze Bauwerk oder doch den größten Theil desselben umgiebt, wie z. B. in Orvieto, Siena, Pisa u. a. O.

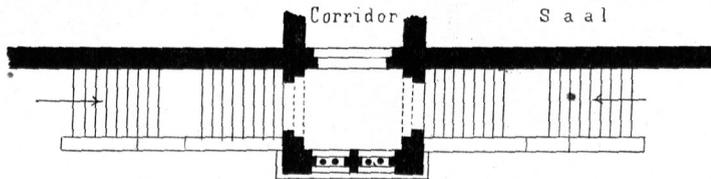
Stattliche Freitreppen-Anlagen mit doppelten Armen führten, wie dies unzweifelhaft nachgewiesen worden ist, zu den über einem hohen Erdgeschofs angeordneten Hauptpfeilern der alten Kaiserpaläen und

Freitreppen.

Fig. I.

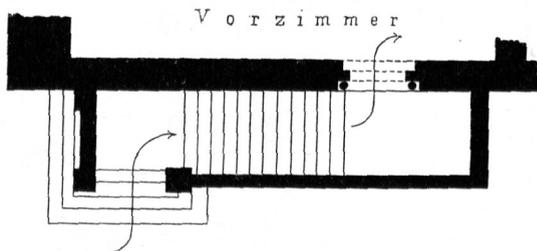


Fig. II.



Vom Kaiserhaufe zu Goslar.
(Nach: Deutsche Bauz. 1871, S. 261)

Fig. III.



Vom Landgrafenhaufe auf der Wartburg.

Fig. IV.



Von einem Haufe in Viterbo
(Nach: Italien. Eine Wanderung von den Alpen bis zum Aetna. 2. Aufl. Stuttgart 1880.)

Burgen der romanischen Bauperiode hinauf (Goslar, Gelnhausen und Münzenberg). Am Kaiserhause zu Goslar waren diese Treppen vermuthlich doppelt angeordnet zu beiden Seiten des Hauptfaales, jede mit zwei Armen und Podesten, in der Mitte überbaut (Fig. II der neben stehenden Tafel¹⁶⁴). Eine Ausnahme hiervon macht die durch *v. Ritzen* restaurirte Freitreppen-Anlage vor dem Landgrafenhause auf der Wartburg (Fig. III der neben stehenden Tafel).

Von hohem malerischen Reize sind die kleinen Freitreppen-Anlagen, welche sich vor den Häusern einiger Bergstädte Mittel-Italiens befinden. Dieselben führen gewöhnlich auf einen Altan oder ausgekragten Balcon vor dem Haupteingange und sind in verschiedenartiger Weise disponirt. Eine solche durch ein Steingerüst mit Eisengitter verschließbare Treppe, welche sich an einem Hause in Viterbo vorfindet, ist in Fig. IV der neben stehenden Tafel¹⁶⁵ dargestellt. Eine ähnliche Verschlussvorrichtung der Treppe mit steinernem Pfeilergerüst und Gitterthür findet sich auf der Freitreppe im Hofe des *Barghello*-Palastes zu Florenz.

Auch aus späterer Zeit finden sich an den Bauwerken Italiens Treppen-Anlagen von ähnlichem Charakter, wie das in den Jahren 1342—46 erbaute Rathhaus zu Gubbio beweist (Fig. 165 u. 166¹⁶⁶). Anordnungen ähnlicher Art, wie in Viterbo, sind noch an einigen Bauwerken in Burgund und der Champagne erhalten.

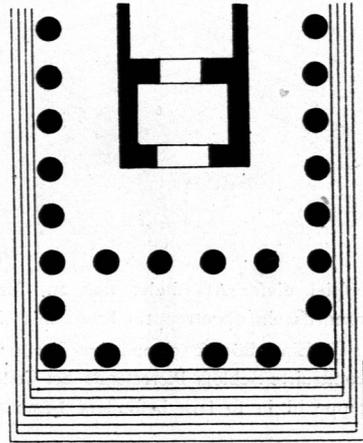
In Deutschland finden sich derartige, mit Terrassen oder Balcons verbundene Freitreppen vor Privathäusern selten, mit Ausnahme von Danzig, wo sie an den Bauwerken der Renaissance-Periode ganz allgemein auftreten und den Namen *Beifchläge* tragen. Die Treppenläufe und Terrassen, welche letztere gewöhnlich Kellereingänge oder Verkaufsläden enthalten, sind mit reichen Balustraden oder schmiedeeisernen Geländern versehen.

Die Stufen und Podeste der bisher betrachteten Treppen waren theils vollständig untermauert, theils durch Bogen getragen, theils auch durch breite Tragsteine unterfützt; indeffen sind auch frei tragende Treppen, d. h. solche, bei denen die Stufen einerseits in die Gebäudemauern eingreifen, während die andere Seite frei in der Luft schwebt, im Freien vor oder an Gebäuden durchaus nicht selten. Die Construction dieser Treppen ist derartig, dass die Stufen sich selbst tragen, indem jede höher liegende Stufe mit ihrer vorderen Unterkante *a* (Fig. 167)

auf der hinteren Oberkante *b* der darunter befindlichen Stufe ruht und nur die unterste Stufe eine volle Fundament-Unterstützung erhält.

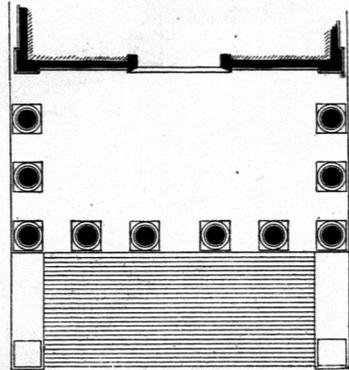
Derartige frei tragende Treppen von großer Kühnheit, aus Stufen und Podestplatten von oft ganz gewaltigen Längendimensionen hergestellt, finden sich in großer Anzahl an den aus den ersten Jahrhunderten n. Chr. stam-

Fig. 163.



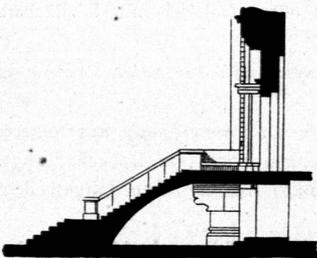
Aufgang eines griechischen Tempels.

Fig. 164.



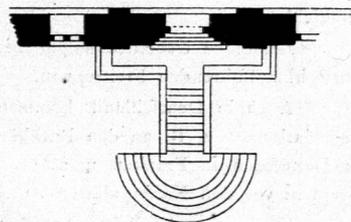
Aufgang eines römischen Tempels.

Fig. 165.

Vom Stadthaus zu Gubbio¹⁶⁶.

1/430 n. Gr.

Fig. 166.

Vom Stadthaus zu Gubbio¹⁶⁶.

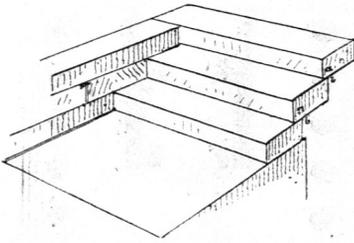
1/600 n. Gr.

¹⁶⁴ Vergl.: UNGER, TH. Das Kaiserhaus zu Goslar. Deutsche Bauz. 1871, S. 242, 250, 258, 267.

¹⁶⁵ Vergl.: VERDIER ET CATTOIS. *Architecture civile et domestique* etc. Paris 1852—58.

¹⁶⁶ Vergl.: STIER, H. u. F. LUTHMER. Gubbio. Deutsche Bauz. 1868, S. 322, 345, 355.

Fig. 167.

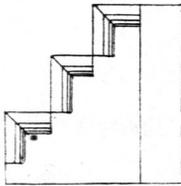


menden hoch interessanten Bauwerken von Central-Syrien, besonders den Villen-Anlagen dieser Gegenden vor, worüber das unten¹⁶⁷⁾ namhaft gemachte Werk *Vogüé's* genügenden Aufschluss gewährt. Das dort vorkommende außerordentlich harte Steinmaterial, so wie der völlige Mangel an Bauholz gaben vermuthlich die nächste Veranlassung zu diesen Constructionen.

Neben diesen Werken verdienen auch die in der Anlage sehr einfachen, aber kühn und durchaus monumental construirten Treppen Erwähnung, welche zu den Rundgängen der Stadtmauern von Avignon, Carcaffonne u. a. O. hinauf führten; auch diese sind vielfach als Freitreppen construiert. Ein höchst originelles Beispiel dieser Art findet sich zu Carpentras (Fig. 168 bis 170¹⁶⁸⁾). Die einzelnen Stufen zeigen im Grundriß ein abgetrepptes Profil mit einfachen Abrundungen nach unten.

Eine höchst eigenartige Treppen-Anlage besitzt das im Jahre 1390 erbaute, durch *Viollet-le-Duc* reconstruirte Schloß Pierrefonds bei Compiègne. Diese stattliche, durch eine Vorhalle theilweise überdeckte Treppe ist in so fern besonders bemerkenswerth, als nur der mittlere Theil derselben als Ausgang zum

Fig. 168.



1/40 n. Gr.

Fig. 169.

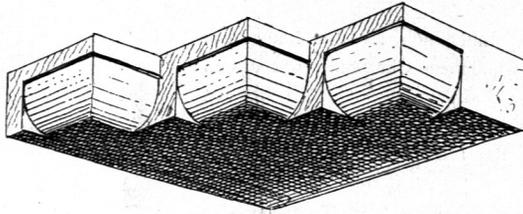
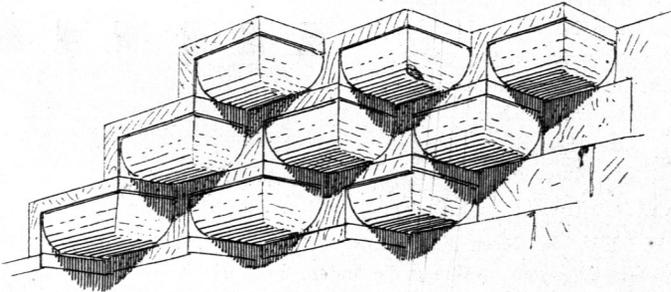


Fig. 170.

Von den Stadtmauern zu Carpentras¹⁶⁸⁾.

eigentlichen Treppenthurme dient, während die zwei seitlichen Stufenreihen zu Plattformen hinunter führen, von denen aus die Ritter mit Bequemlichkeit ihre Pferde besteigen konnten, eine Einrichtung, welche bei den schweren Rüstungen jener Zeit von Wichtigkeit war. (Siehe Fig. I u. II der neben stehenden Tafel¹⁶⁹⁾.)

Von den gothischen Treppen-Anlagen seien hier noch einige erwähnt, welche sich durch ihre originelle Disposition auszeichnen. Dahin gehört zunächst diejenige des Schloßes Montargis, welche in Kreuzform angelegt und deren drei Läufe sich auf einem Podeste vereinigten, von wo aus ein gemeinschaftlicher vierter Arm, durch ein-

hüftige Bogen unterstützt, zum Schlosse hinaufführte (Fig. 171¹⁷⁰⁾). Auf diese Weise wurde unter den Bogen her eine Passage frei gehalten; die Treppenarme waren durch seitlich offene Galerien mit Holzdächern abgeschlossen.

Aehnliche Ueberdeckungen befassen auch die zur *Chambre des comptes* und zur *Sainte chapelle* in Paris hinaufführenden Freitreppen.

Auch in Deutschland kommen derartige gedeckte Freitreppenläufe vor, wenn auch aus späterer Zeit datierend, z. B. an den Rathhäusern zu Mühlhausen im Elfsafs (begonnen 1552), zu Lübeck (1595), zu Dettelbach in Franken u. a. O. Sie sind meistens zweiarmig und nach Art der oben mitgetheilten Treppen vor den Kaiserpalästen zu Goslar und Gelnhausen disponirt.

Freitreppen ähnlicher Anordnung, doch ohne Ueberdeckung, kommen ebenfalls recht häufig an den Rathhäusern der Renaissance-Periode vor, und es mögen hier als Beispiele die sehr stattlichen Treppen der

167) VOGÜÉ, M. DE. *La Syrie centrale etc.* Paris 1866—77.

168) Nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Tome 5e. Paris 1861. S. 192.

169) Siehe: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Tome 7e. Paris 1864. S. 120.

170) Nach: VIOLLET-LE-DUC. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Tome 5e. Paris 1861. S. 190.

Freitreppen.

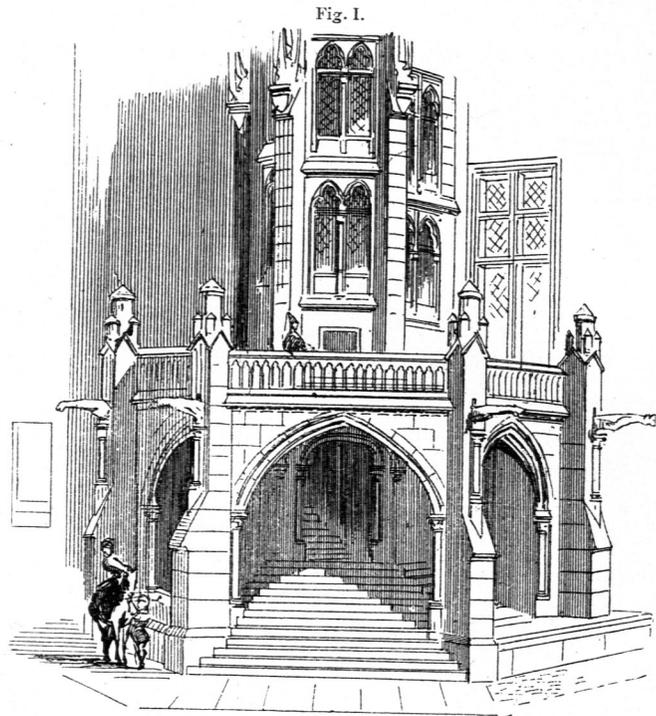


Fig. I.

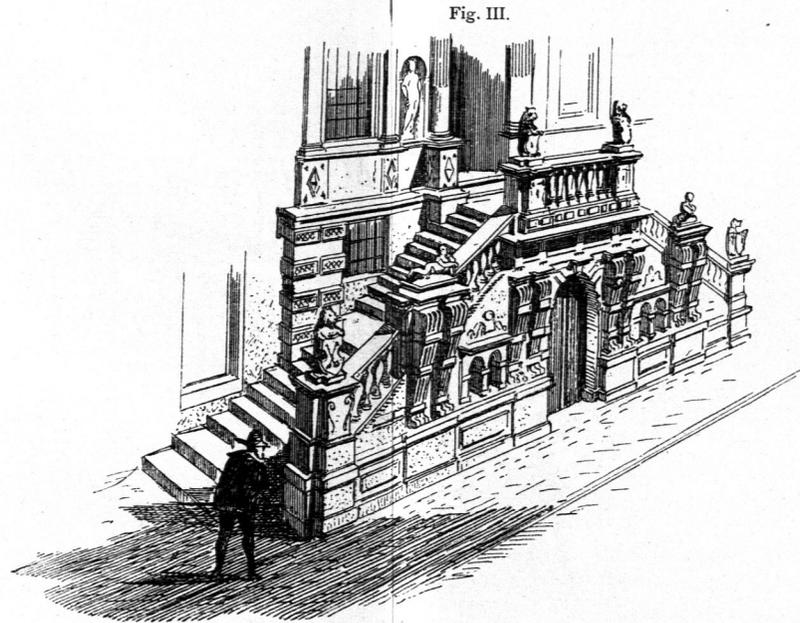


Fig. III.

Vom Rathaus zu Leyden.
(Nach einer Photographie.)

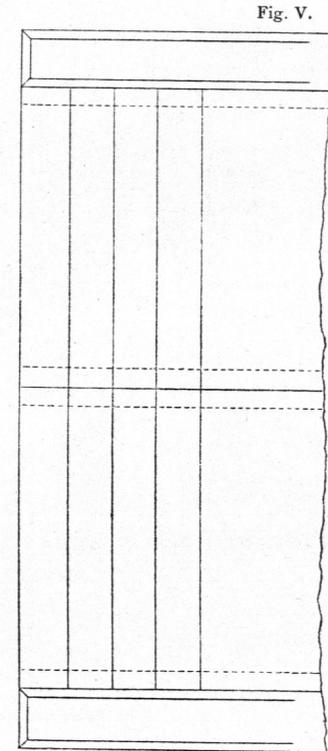


Fig. V.

Fig. II.

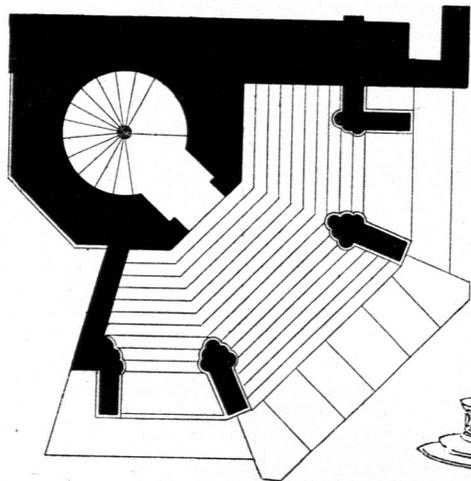
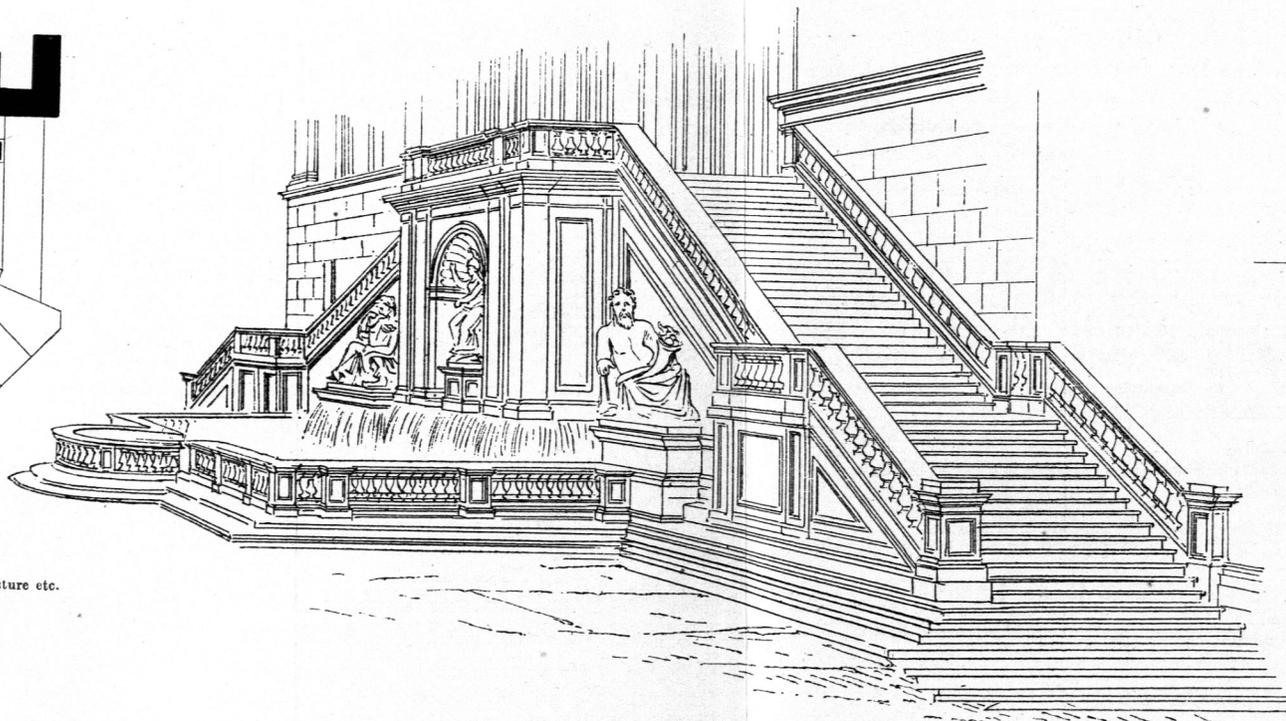
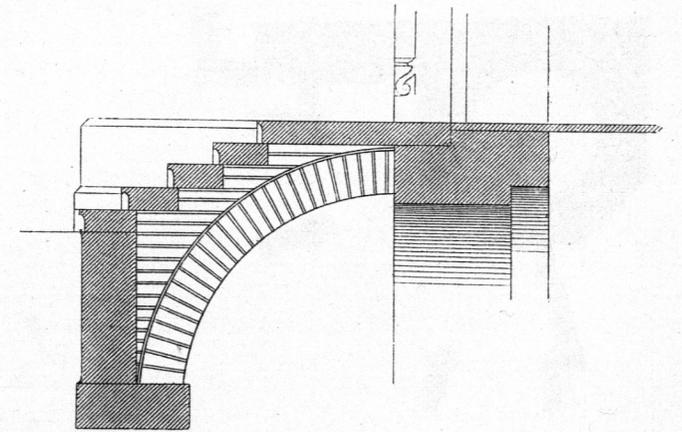


Fig. IV.



Vom Senatoren-Palast in Rom.
(Nach: Letarouilly, P. *Édifices de Rome moderne etc.* Paris 1840-57.)



Unterstützung der Stufen.
1/50 n. Gr.

Vom Schloss *Pierrefonds* bei Compiegne.
1/200 n. Gr.
(Nach: Viollet-le-Duc. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Band 7. Paris 1864.)

Ewerbeck.

Rathhäuser zu Heilbronn und Leyden (Fig. III der neben stehenden Tafel) genannt werden, letztere in den Formen flämischer Renaissance.

Derelben Gattung gehört auch die von *Michel-Angelo* entworfene, von *Giacomo della Porta* ausgeführte grofsartige Freitreppen-Anlage vor dem Senatoren-Palaste in Rom an, mit drei Podesten (Fig. IV der neben stehenden Tafel); an der Vorderseite zwei Flufsgötter (Nil und Tiber), in der Mitte in einer Nische die sitzende Statue der Roma über einer breiten, mit Steingeländer umgebenen Cascade ¹⁷¹⁾.

Aufser diesen Anlagen, bei denen die Treppenarme stets in derelben Richtung nach oben hin ansteigen, mögen hier ferner noch diejenigen Freitreppen Erwähnung finden, deren Arme die Richtung ändern, wie solches in Fig. 172 angegeben. Als Beispiele dieser Treppengattung seien die Rathhaustreppe zu Löwen und die aus der Rococo-Zeit stammende, frühere Rathhaustreppe zu Aachen genannt.

Eine von den oben beschriebenen in der Disposition gänzlich abweichende, äufserst malerische Treppe befindet sich am Rathhause zu Görlitz, welche auf umstehender Tafel dargestellt ist. Diese auf sehr engem Raume geschickt disponirte Wendeltreppe tritt mit einem Altan vor dem Eingange in Verbindung, von welchem herab die Magistrats-Verordnungen verlesen wurden; von trefflicher Wirkung ist der mit einer Justitia gekrönte Antrittspfeiler derelben.

Eine sehr reich ausgestattete Freitreppe, ebenfalls mit altanartiger Erweiterung, ist die *Scala dei giganti* im Hofe des Dogen-Palastes zu Venedig, ganz aus Marmor erbaut, ihre oberen Pfeiler mit den von *Sanfovino* gefertigten Kolossal-Statuen des Mars und Neptun geschmückt.

Sämmtliche bis jetzt besprochenen Treppen befolgen sowohl hinsichtlich ihrer Anlage, als auch hinsichtlich ihrer constructiven und formalen Behandlungsweise ein strengeres architektonisches Princip und sind — mit alleiniger Ausnahme der mitgetheilten Rathhaustreppe zu Görlitz — aus geraden Treppentritten und Stufen zusammen gesetzt.

In der Spät-Renaissance, besonders aber in der auf die Renaissance folgenden Barock- und Rococo-Periode macht sich allmählich eine wesentliche Aenderung im Charakter der Freitreppen bemerklich; es ist vorwiegend ein malerisches Princip in der Anordnung dieser Treppen zu erkennen, ein Losmachen von den Schranken, welche das Material hinsichtlich seiner constructiven und formalen Durchbildung dem Architekten auferlegt, eine gänzlich freie, oft durchaus willkürliche Disposition. Dieses Princip tritt besonders hervor in den oft ganz unmotivirten Schweifungen der Wangen und Stufen, welche bei den älteren strengeren Werken nach Kreisbogentheilen oder Ellipsen gebildet sind (Fig. 173 bis 177 ¹⁷²⁾, später aber, besonders in der Rococo-Zeit, ganz launenhaft geschweifte, gebrochene und verkröpfte Linien zeigen, wie Fig. 178 darstellt, wodurch nicht nur das Besteigen der Treppen an einigen Stellen sehr erschwert wird, sondern auch der Charakter des Steinmaterials gänzlich verloren geht und eine außerordentliche Materialverwendung Platz greifen muß ¹⁷³⁾.

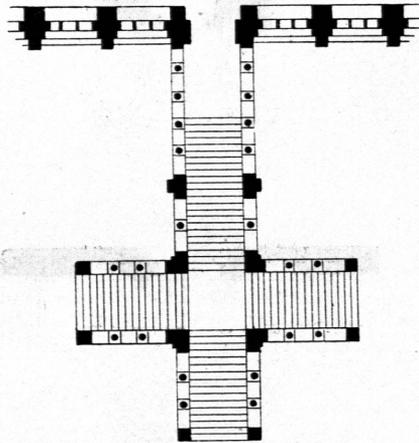
Schließlich mögen hier noch einige Angaben über Freitreppen-Anlagen der Neuzeit ihren Platz finden.

¹⁷¹⁾ Vergl.: LETAROUILLY, P. *Édifices de Rome moderne* etc. Paris 1840—57.

¹⁷²⁾ Unter den in Fig. 173 bis 177 mitgetheilten Skizzen verdient die Treppe vom Schlosse zu Anet (in Fig. 174, erbaut durch *Phil. de L'Orme*) hier ausführlicher besprochen zu werden. Von einer dem Schlosse vorgelegten Terrasse herab führen die oberen geschweiften und mit Geländer versehenen Treppenarme auf einen Podest, von hier aus einerseits in den Schloßspark, andererseits in einen unter der Terrasse liegenden Krypto-Portikus. Treppe und Portikus waren verschüttet und wurden erst 1877 wieder aufgedeckt. (Siehe: BOURGEOIS, A. *Château d'Anet. Restauration du crypto-portique et du perron*. Paris 1877. Desgl. die Mittheilung in: BOSCH, E. *Dictionnaire raisonné d'architecture* etc. Paris 1876—80.

¹⁷³⁾ Siehe auch: DUJARRIC, F. *Les escaliers extérieurs*. *Moniteur des arch.* 1878, S. 186.

Fig. 171.



Vom Schlosse Montargis ¹⁷⁰⁾.
1/420 n. Gr.

Fig. 172.

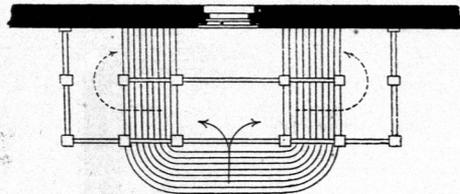


Fig. 173.

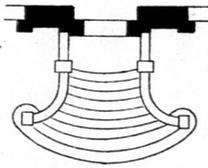


Fig. 174.

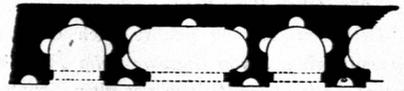


Fig. 175.

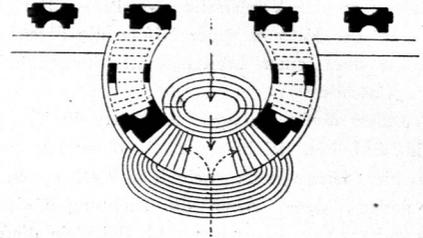
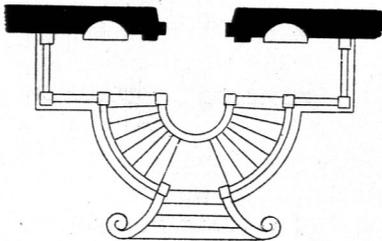
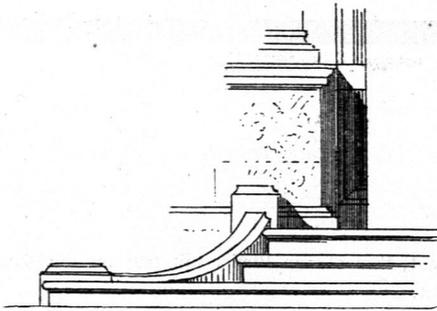
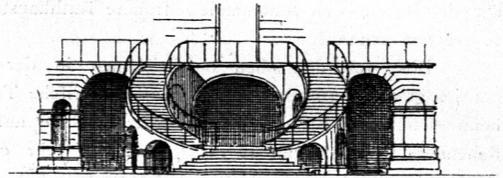


Fig. 176.



Vom Château Buffy-Rabutin.



Vom Château d'Anet.

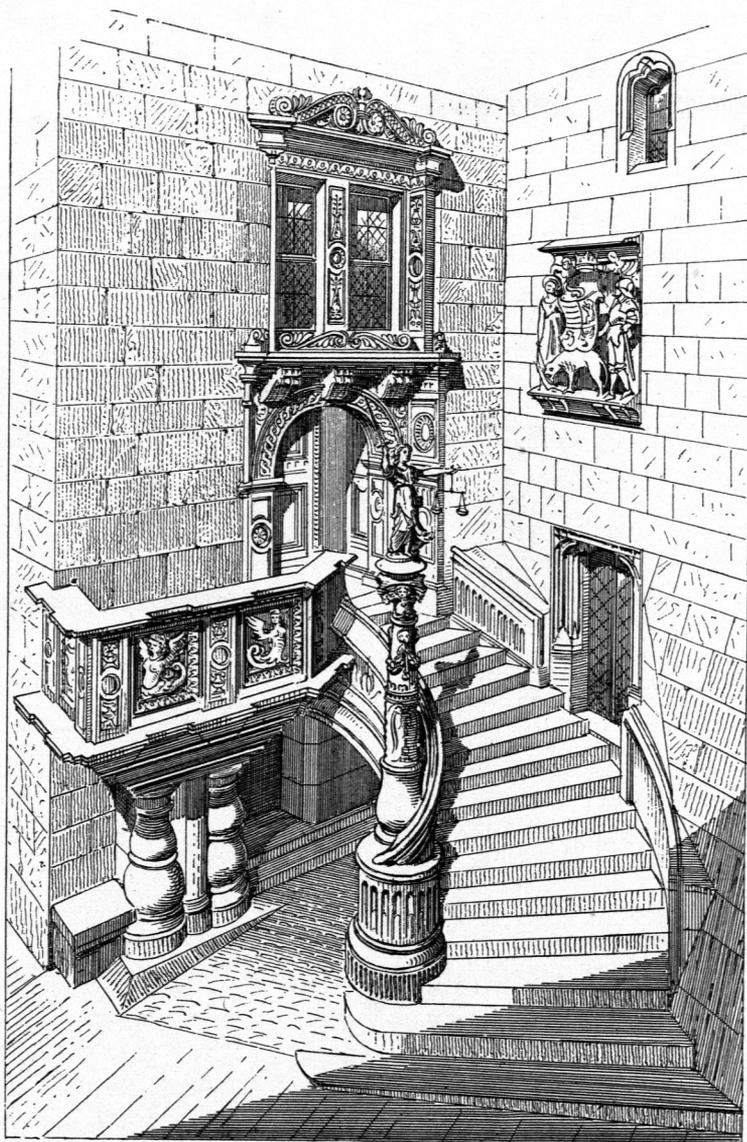
Fig. 177.



Zu den großartigsten Werken neuerer Zeit ist unstreitig die durch *L. v. Klense* erbaute, etwa 33m hohe Freitreppe zu rechnen, welche vom Donauftröme zur Walhalla (bei Regensburg) hinaufführt (Fig. I u. II auf neben stehender Tafel). Im Vereine mit breiten, mächtigen Terrassen, welche dem steigenden Bergterrain auf das Glückliche angepasst sind, bildet sie den denkbar großartigsten Unterbau dieses edlen Bauwerkes. Das Ganze gewährt ein Landschaftsbild von classischer Schönheit.

Ferner mögen hier die 28,56m breite, 21 Stufen zählende Haupttreppe des alten Museums und die etwa 22,5m breite, 29 Stufen zählende Haupttreppe vor dem Schauspielhause in Berlin (beide von *Schinkel* erbaut, erstere von 1824—28, letztere zwischen 1819 und 1820) Erwähnung finden. Beide Werke sind in ihrer Anlage einfach, etwa den Freitreppen vor römischen Tempeln entsprechend; gleicher Art ist auch die Treppe vor der *Madeleine*-Kirche in Paris. — Bei großer Breite der Treppenstufen geht bei Anlagen, wie den oben erwähnten, die Benutzbarkeit der Räume des Erd-, bezw. Kellergeschosses im hohen Grade verloren, und es empfiehlt sich, wo dieser Umstand für das Gebäude zu nachtheilig wird, die Treppe von demselben abzurücken, bezw. durch Bogen mit letzterem zu verbinden, wie solches beispielsweise an der Freitreppe-Anlage vor der durch *Strack* erbauten National-Galerie in Berlin (Fig. IV auf neben stehender Tafel) durchgeführt ist. Endlich sei hier noch die dreifach getheilte Freitreppe vor dem durch *Duc* erbauten *Palais de justice* in Paris erwähnt (Fig. III auf neben stehender Tafel).

Wenn wir nach dieser allgemeinen Uebersicht — welche indess durchaus nicht den Anspruch erhebt, alle bemerkenswerthen Freitreppe-Anlagen erwähnt zu haben, sondern nur den Zweck hat, einige der beachtenswertheren Treppengattungen durch hervorragende Beispiele dem Leser vorzuführen — einen vergleichenden Rückblick uns gestatten, so ergibt sich aus demselben das Folgende.



Vom Rathhaus zu Görlitz.

(Nach: Lübke, W. Geschichte der Renaissance in Deutschland. 2. Aufl. Stuttgart 1881.)

Freitreppen-Anlagen der Neuzeit.

Fig. I.

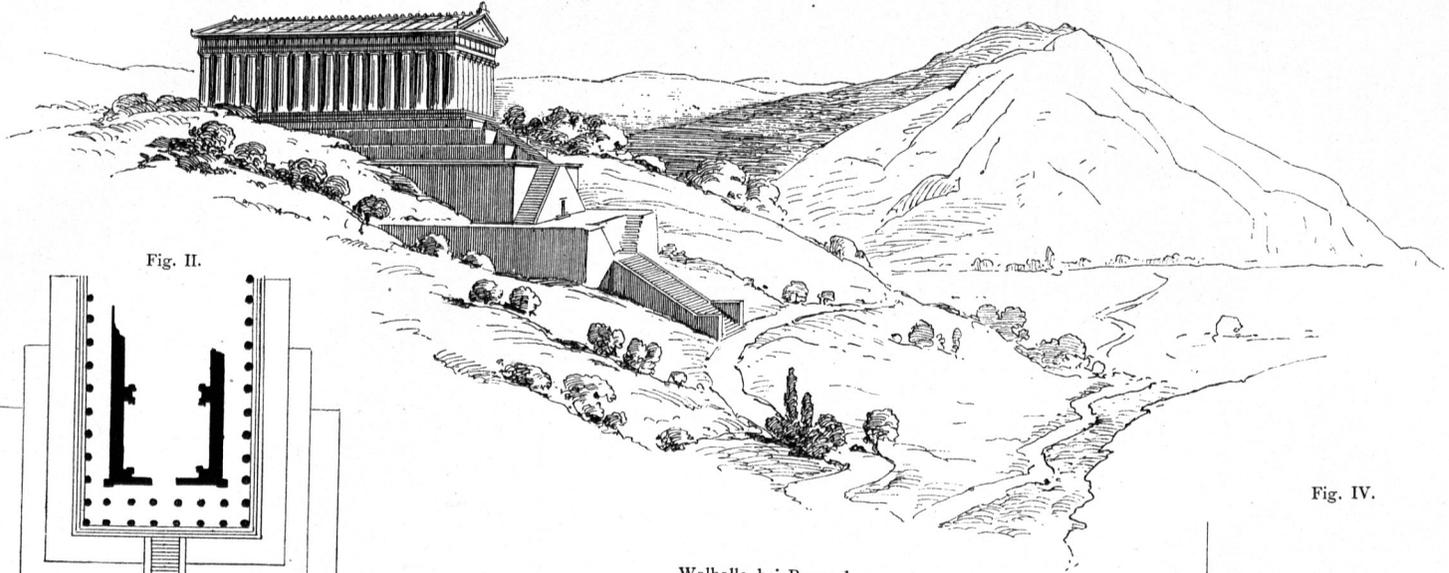
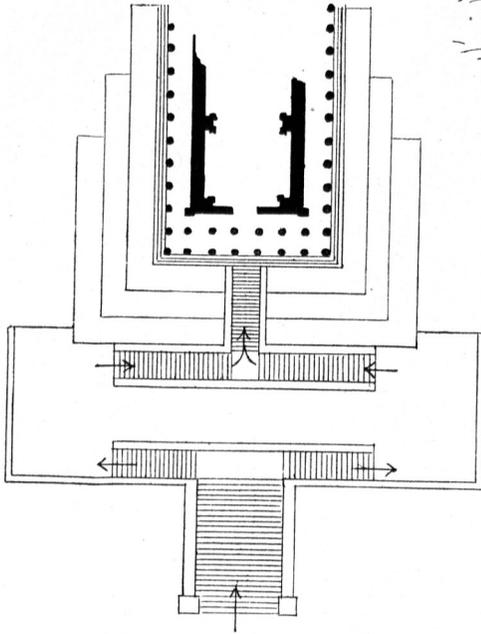


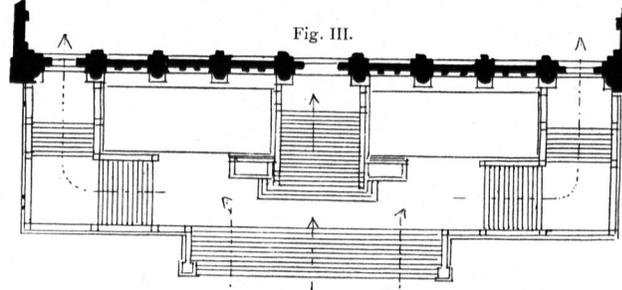
Fig. II.



Von der Walhalla bei Regensburg. — 1/1350 n. Gr.
(Nach: Klenze, L. v. Sammlung architektonischer Entwürfe. München 1831-50.)

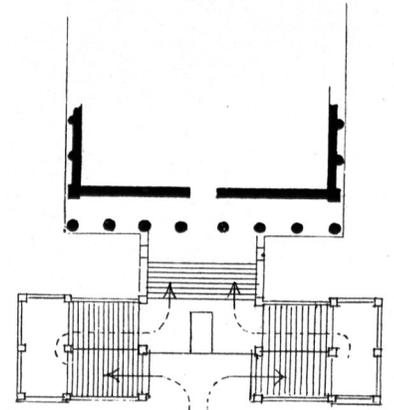
Walhalla bei Regensburg.

Fig. III.



Vom Palais de justice in Paris. — 1/715 n. Gr.
(Nach: Narjoux, F. Le palais de justice, Paris 1880.)

Fig. IV.



Von der National-Galerie zu Berlin. — 1/900 n. Gr.
(Nach: Berlin und seine Bauten, Berlin 1877.)

1) Als monumentalste und imposanteste Treppen-Anlage muß die das Bauwerk rings umgebende Terrassen-Treppe angesehen werden, weil sie das Gebäude in ganz ausgezeichneter Weise von seiner Umgebung isolirt und allseitig zur Würdigung gelangen läßt; eine solche Anlage läßt sich allerdings nur mit durchaus großartig gedachten Monumentalwerken idealer Natur, wie Tempeln, Kirchen, Gedenkhallen, großen Monumenten und Werken ähnlicher Bestimmung in Verbindung bringen und würde bei kleineren Bauwerken und solchen, welche vorwiegend praktischen Zwecken dienen, lächerlich erscheinen.

2) Dieser Gattung von Freitreppen stehen an monumentaler Wirkung am nächsten die der Vorderseite des Gebäudes einseitig vorgelegten breiten Freitreppen mit oder ohne Wangen, wie solche vor den römischen Tempel-Anlagen vorhanden, und auch an neueren Werken (wie vor dem alten Museum und Schauspielhause zu Berlin u. a. O.) ausgeführt wurden. Die Treppe soll hier durchaus kein Kunstwerk für sich darstellen, damit die Aufmerksamkeit des Beschauers vom Bauwerke selbst nicht wesentlich abgelenkt werde. Es ist daher bei derartigen Aufgaben auf große Einfachheit in der Anlage zu sehen. Derartige Treppen nehmen allerdings viel Platz in Anspruch; aber gerade die Verschwendung des Platzes verleiht der Treppe und indirect dem Bauwerke den Charakter des Stattlichen und Opulenten.

3) Vor kleineren Bauwerken, zumal solchen, welche nur von verhältnißmäßig engen Straßen aus betrachtet werden können, empfehlen sich in der Regel mehr seitlich parallel geführte Arme, event. in Verbindung mit Kehrungeu oder Anordnungen der zweiten Gattung, überhaupt complicirte Anlagen; hier muß die maleische Disposition vorherrschen, und eine wiederholte Aenderung der Richtung der Treppenläufe auch in geschweiften Formen thut der Architektur des Gebäudes keinen Eintrag, wenn nur die Dimensionen (besonders Höhe und Ausladung der Treppe) im richtigen, hier nicht weiter zu erörternden Verhältniß zum Bauwerke stehen.

4) Endlich sei noch jener Freitreppen gedacht, welche den bedeckten Voroder Unterfahrten an öffentlichen Gebäuden, Palästen etc. vorgelegt sind, sobald deren Niveau höher als jenes der betreffenden Straße, des Platzes etc. gelegen ist. Für die Fahrenden vermitteln seitlich Rampen-Anlagen (siehe unter b, insbesondere S. 144) den Höhenunterschied. Ueber den Zusammenhang dieser verschiedenen Theile unter einander wird noch im IV. Theile dieses »Handbuches« (Halbbd. 1, Abschn. 5, Kap. 1, a, 2: Eingänge und Thorwege) Einiges zu sagen sein.

Hinsichtlich der Construction der Freitreppen, so wie der formalen Behandlung der Stufen, Wangen und Balustraden sei hier kurz das Folgende bemerkt.

1) Stufen. Als Material zu denselben empfiehlt sich der großen Härte und Dauerhaftigkeit wegen vorzugsweise Granit, in zweiter Linie Kalkstein und Sandstein, da letztere beiden theils im Freien mit der Zeit verwittern, theils bei starker Benutzung sich bald austreten. Für Granit kann bei beiderseits aufliegenden Stufen eine freie Länge von 2,5 bis 3 m, für Sandstein 1,25 bis 1,90 m angenommen werden. Bei größeren Treppenbreiten ist es nöthig, die Stufen aus verschiedenen Stücken zusammenzusetzen und deren Stöße durch Bogen oder volles Mauerwerk zu unterstützen (siehe Fig. V auf der Tafel bei S. 138). Seitlich finden die Stufen ihr Auflager in oder auf den Wangen, in welche sie entweder einige Centimeter tief eingreifen oder auf denen sie durch Dübel, bezw. Klammern gehalten werden müssen. Um die gegenseitige Lage der Stufen zu sichern, empfiehlt es sich, nament-

lich bei kleineren Längen, dieselben durch Verfalzung in einander greifen zu lassen (Fig. 178). Ferner ist der Wasserabfluss zu berücksichtigen, und es ist rätlich, Stufen und Podestplatten mit einer schwachen Neigung nach vorn zu versehen.

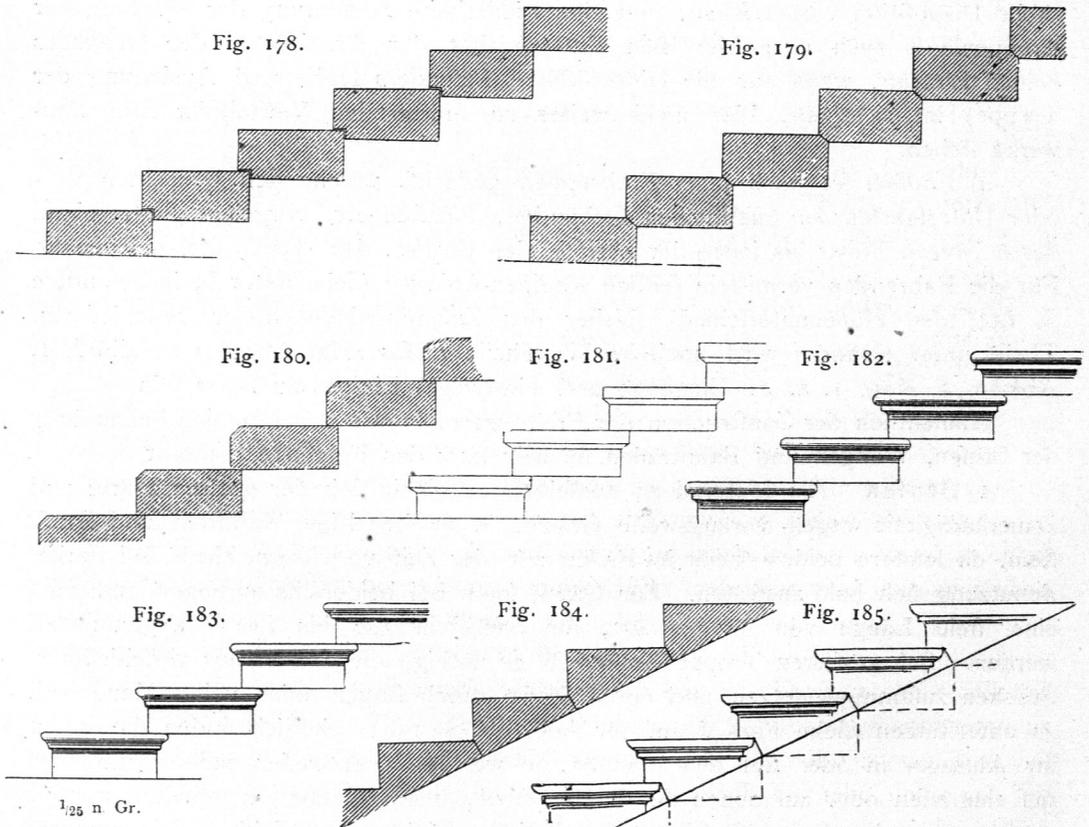
Die Stufen ganz mit Erde zu unterstopfen, ist nicht zu empfehlen, weil sie sich alsdann im Frühjahr etc. leicht heben.

Hinsichtlich der Auftritts- und Steigungsverhältnisse kann auch bei Freitreppen die allgemeine Regel gelten:

$$2 \text{ Steigungen} + 1 \text{ Auftritt} = 63 \text{ Centim.},$$

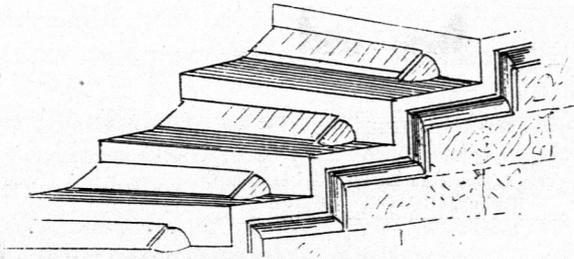
wobei indessen — wegen des stattlicheren Aussehens und mit Rücksicht darauf, daß Handleitungen entweder gar nicht vorhanden oder nicht immer benutzbar sind, so wie das solche im Freien gelegene Stufen durch Regen, Schnee etc. leicht schlüpfrig werden — die Steigung nicht größer als 16 cm, besser nicht über 14 cm, der Auftritt hiernach zwischen 35 bis 31 cm angenommen werden sollte.

Die Profilierung der Stufen kann je nach der beabsichtigten Wirkung sehr verschiedenartig durchgeführt werden, wie Fig. 178 bis 185 beweisen. Sind die Stufen von unten nicht sichtbar, was meistens der Fall sein wird, so braucht eine regelrechte Bearbeitung derselben an der Unterseite nicht einzutreten; im anderen Falle können dieselben von unten bearbeitet werden, wie Fig. 181 bis 183 angeben, oder sie können nach einer geraden Linie abgeglichen werden, wie Fig. 184 und 185



zeigen, oder man kann auch eine Brechung der Kanten einführen (Fig. 186), wobei das Auflager der Stufen auf den Wangen, bzw. in der Wand durch ein abgetrepptes vortretendes Profil vergrößert werden kann.

Fig. 186.

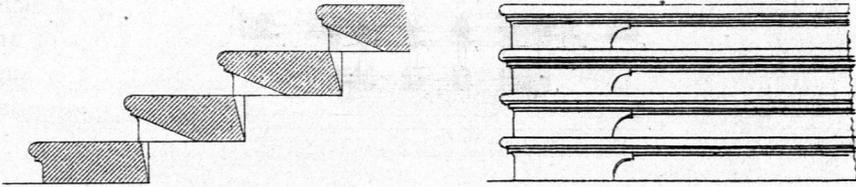


In Fällen, wo die Freitreppe die unter denselben liegenden Räume verdunkeln würde, kann eine schlitzartige Durchbrechung der Stufen stattfinden, wie in Fig. 187 angegeben.

2) Wangen und Geländer. Hinsichtlich dieser Theile kann auf das vorhergehende Kapitel (Art. 147, S. 135), so wie auf Theil III, Bd. I (Abth. III, Abschn. I, D, Kap. über »Brüstungen und Geländer«) verwiesen werden.

152.
Wangen
und
Geländer.

Fig. 187.



$\frac{1}{25}$ n. Gr.

b) Rampen-Anlagen.

Unter Rampen sind die vor Portalen, Gebäudeeingängen etc. liegenden Terrain-auffchüttungen zu verstehen, welche, vom Strafsen-Niveau bis zur Fußbodenhöhe des Erdgeschosses allmählich ansteigend, eine directe Vor-, bzw. Unterfahrt von Equipagen etc. gestatten.

153.
Zweck.

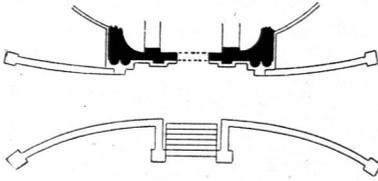
Rampen-Anlagen, welche die Treppen ersetzen und die Verbindung zweier Höfe, Geflosse oder Terrassen herstellen sollen, finden sich auch wohl im Inneren von Gebäuden. In den Ruinen der Ehrenburg an der Mosel bildet eine in einem dicken runden Thurme liegende Rampe die einzige Verbindung zwischen zwei in verschiedenen Höhen befindlichen Burghöfen; im Rathhause zu Genf führt eine Rampe bis in die oberen Geflosse; auch der Glockenthurm von *San Marco* in Venedig besitzt eine solche.

Vor Bauwerken von größerer Bedeutung werden die Rampen häufig mit gedeckten Unterfahrten in Verbindung gebracht, damit die Personen, welche in den Gebäuden verkehren, in die Equipagen ein- und aussteigen können, ohne von Wind und Wetter belästigt zu werden. Besonders wichtig ist die Anlage derartiger, oft auch seitlich geschlossener Unterfahrten bei Theatern, Concert-Localen und Gesellschaftshäusern, da die Besucher derselben, besonders die Damen, bei der großen Temperaturdifferenz, welche zwischen den heißen, mit Menschen angefüllten Sälen und der Strafsenluft besteht, sich sonst leicht Erkältungen aussetzen würden.

Die Disposition der Rampen wird sich vorzugsweise nach dem zur Verfügung stehenden Raume vor dem Gebäude, ferner aber auch nach der Gestalt des Platzes und der Richtung der anschließenden Strafsen zu richten haben. Es gilt dieses namentlich von dem unteren Theile der Rampen, welcher allmählich in die Richtung

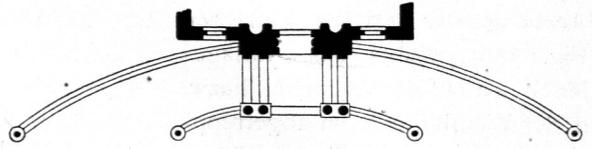
154.
Disposition.

Fig. 188.



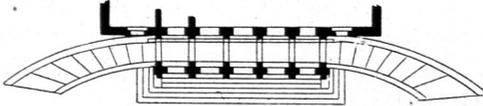
Vom *Lipfius'*schen Entwurf für das deutsche Reichstags-Gebäude. — $\frac{1}{1000}$ n. Gr.

Fig. 189.



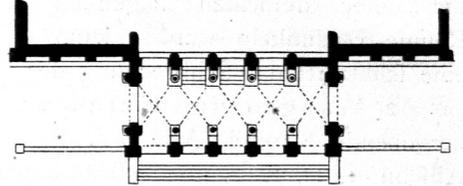
Vom Ständehaus in Hannover. — $\frac{1}{500}$ n. Gr.

Fig. 190.



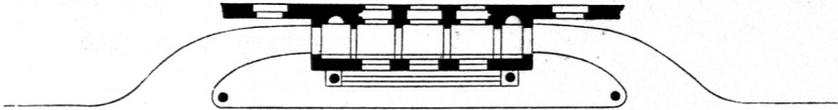
Vom *Ende- & Böckmann'*schen Entwurf für das deutsche Reichstags-Gebäude. — $\frac{1}{1000}$ n. Gr.

Fig. 191.



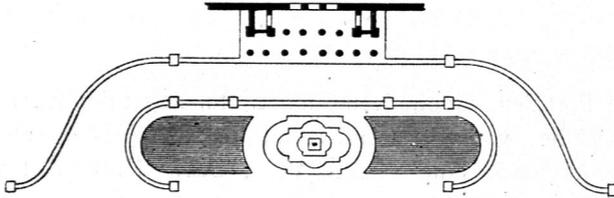
Vom alten Hoftheater zu Dresden. — $\frac{1}{600}$ n. Gr.

Fig. 192.



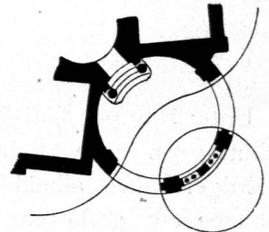
Vom Volkstheater zu Buda-Pest. — $\frac{1}{550}$ n. Gr.

Fig. 193.



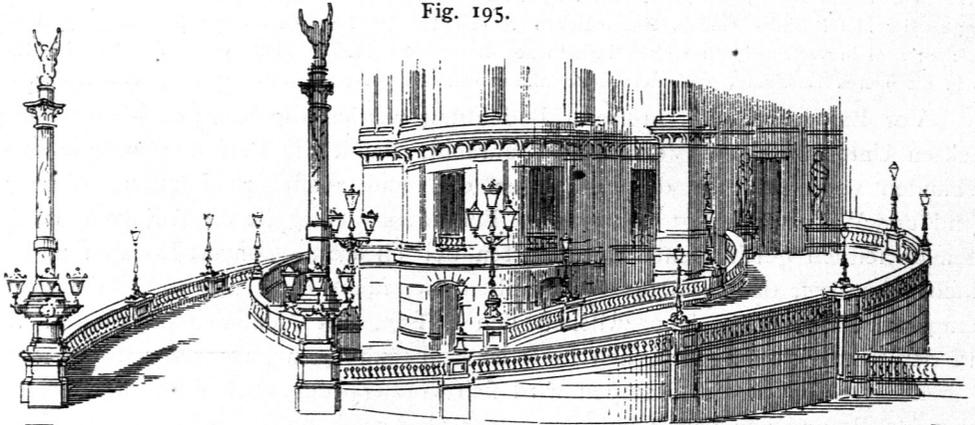
Vom Parlaments-Gebäude zu Wien. — $\frac{1}{1500}$ n. Gr.

Fig. 194.



Vom Stadttheater in Wien. — $\frac{1}{600}$ n. Gr.

Fig. 195.



Von der großen Oper in Paris.

(Nach: Bosc, E. *Dictionnaire raisonné d'architecture* etc. Paris 1876—80.)

Rampen-Anlagen.

der Strafsen überleiten soll und zu diesem Zwecke gewöhnlich unten eine Verbreiterung erfährt. Nur da, wo die Hauptverkehrsrichtung parallel zum Gebäude stattfindet und für eine Verbreiterung der Rampe der Platz nicht vorhanden ist, kann die Fahrbahn derselben von unten an gleich breit und parallel zur Façade angelegt werden. Ist dagegen der Verkehr mehr normal auf die Gebäudefläche gerichtet oder kommen neben dieser noch andere Richtungen in Betracht, so wird man zu einer einfach oder doppelt geschweiften Begrenzung der Rampenwangen übergehen müssen (Fig. 190 bis 195). Dasselbe ist der Fall, wenn die Auffahrt zurückliegend, zwischen zwei vorspringenden Gebäudeflügeln, angeordnet werden soll. Sehr interessante Ausbildungen stark geschweiften Rampen und Unterfahrten zeigen die Beispiele in Fig. 194 u. 195, ersteres vom Stadttheater in Wien (Architekt *Fellner*), letzteres von der großen Oper in Paris (Architekt *Garnier*).

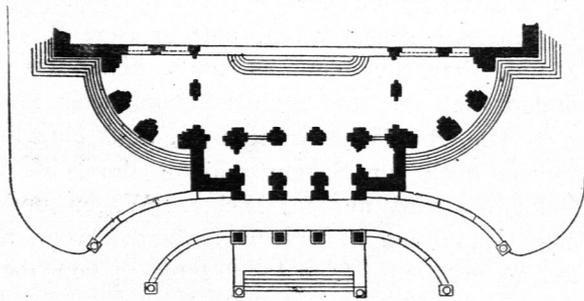
Bei Monumentalbauten, deren Haupteingängen Rampen mit Unterfahrten vorgelegt sind, wird der stattliche Eindruck der Façade noch wesentlich gehoben durch Verbindung der Rampe mit einer Freitreppe für Fußgänger, welche die Vorhalle auf dem kürzesten Wege erreichen wollen, eine Anlage, welche vor vielen der neueren Theater, z. B. dem Hoftheater in Hannover, dem neuen Opernhaus in Frankfurt a. M. (Fig. 196), dem Volkstheater in Buda-Pest (Fig. 192) u. a. O. vorkommt. (Siehe auch Art. 150 und Theil IV, Halbbd. I dieses »Handbuches«, Abchn. 5, Kap. 1, a, 2: Eingänge und Thorwege.)

Eine derartige Combination von Rampe und Treppe ist aber gerade bei Theatern dann bedenklich, wenn der Verkehr für Wagen und Fußgänger an einer Stelle concentrirt werden muß, so daß die letzteren genöthigt sind, den Verkehr der Wagen zu kreuzen; es empfiehlt sich daher dringend, für Fußgänger noch besondere Ausgänge anzulegen. Eine derartige, sehr geschickte Disposition zeigt das von *Lucas* erbaute neue Opernhaus in Frankfurt a. M., an welchem diese Ausgänge für Fußgänger in Viertelkreisbögen vertheilt sind, welche sich zwischen den Hauptvorbau und die Seiten-Risalite einschieben, ein Motiv, welches auch im oberen Geschosse in der inneren Durchbildung auf das Glücklichsste verwerthet wurde.

Schließlich sei hier noch einer stattlichen Rampen-Anlage Erwähnung gethan, welche sich in Lyon findet und welche zugleich als Beispiel dienen mag, wie derartige Aufgaben zu behandeln sind (Fig. 197). Die Rampe hat den Zweck, das hoch

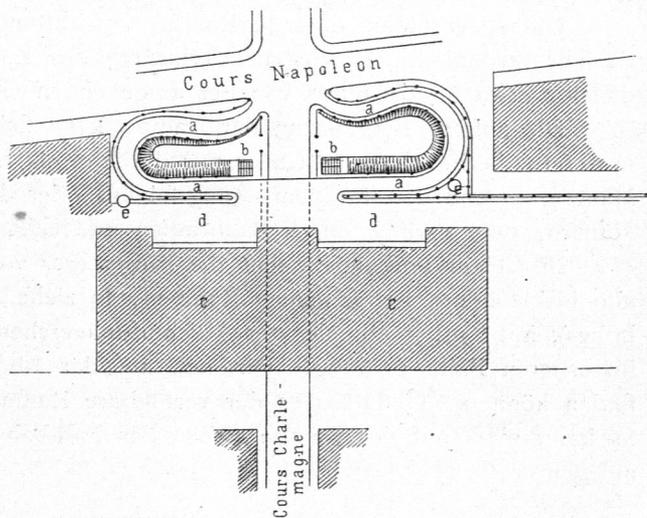
Handbuch der Architektur. III. 6.

Fig. 196.



Vom Opernhaus zu Frankfurt a. M. — 1/720 n. Gr.

Fig. 197.



Vom Empfangsgebäude der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahn zu Lyon.

liegende Stationsgebäude der Station *Lyon-Perrache* der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahn mit der tiefer liegenden *Place Napoléon*, bezw. der Stadt Lyon in Verbindung zu setzen. Die Höhe des Vorplatzes *d* vor dem Stationsgebäude *c* über der Straße *Cours Napoléon* ist eine sehr beträchtliche, da eine andere Straße *Cours Charlemagne* mitten unter dem Stationsgebäude hindurch geführt ist. Damit das Publicum nicht nöthig hat, den großen Umweg, welcher durch die Rampen-Anlage *a* bedingt wird, zu machen, sind in *b* zwei Treppen angelegt, welche direct hinaufführen. In *e* befinden sich Piffoirs.

Eine fernere sehr stattliche Rampen-Anlage befindet sich vor dem neuen Justiz-Palast in Brüssel.

155.
Construction.

Die Längendimensionen der Rampen hängen von dem disponiblen Platze, von der Höhenlage des Erdgeschoss-Fußbodens über dem Straßensplaster und von der Bedeutung des Gebäudes ab, so daß sich hierüber nicht gut allgemeine Normen feststellen lassen. Die Neigung wird im Mittel zu 1:15 angenommen werden können; doch wird man in vielen Fällen, namentlich bei ganz frei liegenden Gebäuden, bis 1:20, wenn dagegen der Raum sehr beschränkt ist, bis 1:12 gehen. Die Fahrbahn der Rampe ist im Minimum zu 2,60 m Breite anzunehmen; indessen empfiehlt sich, namentlich bei fehlenden Seiten-Trottoiren (wo also die Fahrbahn nur durch schmale Bordsteine begrenzt wird), eine größere Breite. Vor dem Eingange ist eine horizontale Fläche von mindestens 3, besser 5 m Länge einzulegen; im letzteren Falle finden auch die zum Stehen gekommenen Pferde auf dieser Horizontalebene Platz.

Die Oberfläche der Rampen muß eine für das Befahren geeignete Befestigung, welche auch zur Schmutzbildung thunlichst wenig Anlaß giebt, erhalten. Eine Bekiesung wird nur für leichtere Wagen und wenig befahrene Rampen genügen; eine Chauffirung ist zwar widerstandsfähiger, allein nur schwer staub- und schmutzfrei zu erhalten. Eine Pflasterung ist von diesen Uebelständen frei und empfiehlt sich namentlich für sehr steile Rampen, auf denen schwereres Fuhrwerk verkehrt; sie hat indess den Nachtheil, daß beim Befahren derselben starkes Geräusch entsteht. Wo man auf thunlichste Geräuschlosigkeit zu sehen hat, muß Stampfasphalt oder Holzpflasterung in Anwendung kommen. Ueber Construction und Ausführung dieser verschiedenen Befestigungsweisen ist im nächsten Abschnitt (Kap. 1) das Erforderliche aufgenommen.

Als besonderen Schmuck, vorzüglich für die Anfangspfeiler einer Balustrade, empfiehlt sich die Aufstellung von Candelabern, welche die Auffahrt beleuchten und zugleich den Anfang derselben in wirkungsvoller Weise betonen.

156.
Seitlicher
Abchluss.

Um zu verhüten, daß die Rampenauffschüttung die Räume des Kellergeschosses zu sehr verdunkelt, so wie zur Verhütung des Eindringens der Erdfeuchtigkeit ist dieselbe etwa 50 bis 60 cm von der aufgehenden Gebäudemauer abzurücken.

Die äußere Begrenzung der Rampe kann sich sehr verschiedenartig gestalten, in so fern die Fahrbahn entweder nur durch etwas höhere Bordsteine, bezw. niedrige Mauern, welche der Rampenneigung folgen, oder durch terrassenförmig abgetrepte Mauern, oder endlich durch Balustraden und Geländer abgeschlossen werden kann.

Ist Gefahr vorhanden, daß die Fußgänger von den Wagen bedrängt werden, also insbesondere bei schmalen Rampen, so ziehe man ein niedriges (70 bis 80 cm hohes), mit Platten abgedecktes Abschlußmüerchen einer hohen Brüstung vor, weil im ersteren Falle bedrängte Personen auf der Abdeckung des Müerchens Schutz finden können. Gestatten es der verfügbare Raum und die disponibeln Geldmittel, so kann man auf der Rampe neben der Fahrbahn auch einen erhöhten Fußweg anlegen.

3. Abschnitt.

Trottoire und Hofflächen, Vordächer und
Eisbehälter.

I. Kapitel.

Behandlung der Trottoire und Hofflächen.

VON E. SPILLNER.

Für die vor den Gebäuden anzulegenden Bürgersteige oder Trottoire und für die Hofflächen werden im Allgemeinen dieselben Befestigungs-Materialien angewendet, weshalb sie in Nachfolgendem gemeinschaftlich behandelt werden können. Nur hat bei den ersteren der Architekt nicht völlige Freiheit, da er, selbst wenn Material und Befestigungsweise frei gestellt sind, eine Anzahl baupolizeilicher Vorschriften zu beobachten hat.

Da wir an dieser Stelle nicht auf die zahlreichen derartigen Bestimmungen eingehen können, so werden wir im Nachstehenden die »Technische Vorschriften des Stadtbauamtes zu Aachen für die Herstellung von Trottoiren« (verfaßt von *J. Stübgen*, früher Stadtbaumeister in Aachen) in Fußnoten an den passenden Stellen einrücken. Auch werden wir die einschlägigen Berliner Baupolizei-Vorschriften berücksichtigen.

a) Trottoire.

Die Breite der Trottoire — in städtischen Straßen werden in der Regel je zwei angelegt — wird sich nach der Straßenbreite richten müssen. In Paris schwankt die Trottoir-Breite zwischen 0,75 und 7,0 m; in Berlin »Unter den Linden« beträgt sie 6 m, in der »Sieges-Allee« daselbst 8,4 m¹⁷⁴⁾.

Das Trottoir sollte stets höher, als die Straße angelegt werden, wobei man dasselbe mit Bordsteinen einzufassen hat. Häufig werden letztere von der Stadtverwaltung fertig gestellt, so daß dadurch dem Hausbesitzer bereits die Höhenlage genau vorgeschrieben ist. Für die Abführung des Tagwassers der Straße muß neben dem Bordstein eine Rinne, Straßenrinne, Flossrinne, Goffe, Rinnstein genannt, angelegt werden. Die Bordsteine künstlich zur Rinne auszuarbeiten, kann nicht empfohlen werden, da sie durch ein hineingerathenes Wagenrad leicht aus der richtigen Lage kommen. Bei Platten-Trottoiren läßt man auch wohl die Platten über den Rinnstein übergreifen, also ohne Bordstein, was aber selbstverständlich nur

157.
Breite
und
Höhenlage.

¹⁷⁴⁾ Aachen: §. 2. Als Normalbreite des Trottoirs gilt ein Fünftel der ganzen Straßenbreite. In engen, unregelmäßigen oder sehr breiten Straßen treten Abänderungen von dieser Vorschrift ein.

bei sehr schweren Platten zulässig ist. Es wird dadurch etwas an Trottoir-Breite gewonnen ¹⁷⁵⁾.

^{158.}
Gefälle. Das Längengefälle des Trottoirs wird in der Regel dasselbe wie das der Strafsenkronen sein, wobei man für Thoreinfahrten keine Ausnahme macht. Ist das Längengefälle der Strafe zur Abführung des Tagwassers nicht genügend, so muß das Gerinne ein stärkeres Gefälle erhalten, und zwar bei Bruchsteinen je nach der Glätte derselben $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{150}$, bei Klinkern oder Werksteinen $\frac{1}{500}$.

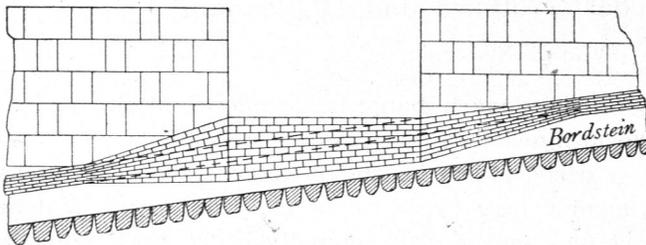
Stufenartige Abätze im Trottoir sind zu vermeiden ¹⁷⁶⁾.

Das Quergefälle innerhalb städtischer Strafsen (außerhalb der Städte wird man das Trottoir lieber nach zwei Seiten entwässern) beträgt je nach der Größe des Längengefalles 1:50 bis 1:30 ¹⁷⁷⁾. Bei glattem und undurchlässigem Materiale kann man es flacher nehmen, als bei rauhem und durchlässigem.

^{159.}
Thor-
einfahrten.

Für die Thoreinfahrten werden selbst in größeren Städten noch häufig Einschnitte in das Trottoir gemacht, beiderseitig gegen das Trottoir mit einer Stufe eingefasst. Dies ist für den Verkehr sehr störend. Wir geben daher in Fig. 198 eine normale Anordnung, bei welcher die Bordsteine vor der Einfahrt tiefer gelegt und flach abgekantet sind, während von der Mitte des Trottoirs an bis zum Gebäude an der tiefer gelegenen Seite eine Rampe sich bildet ¹⁷⁸⁾. In Strafsen

Fig. 198.



Längen $\frac{1}{100}$, Höhen $\frac{1}{50}$ n. Gr.

mit geringer Steigung verschwindet dieselbe. In einem solchen Falle sucht man die Steigung von der gefenkten Bordkante bis zur Trottoir-Höhe möglichst kurz zu machen, etwa mit einem Gefälle von 1:6 bis 1:5, damit der größere Theil der Trottoir-Breite unverändert bleibe.

¹⁷⁵⁾ Aachen: §. 3. Die normale Höhe der Bordsteinkante ist die in den amtlichen Nivellements-Plänen als Strafsen-Gradiente angegebene Linie. In bestehenden Strafsen wird die Bordsteinhöhe in der Regel so bestimmt, daß unter Beibehaltung der bestehenden Strafsenkronen und Herstellung einer vorchriftsmäßigen Wölbung neben dem Bordsteine eine Rinne von 10 bis 15 cm Tiefe sich bildet.

¹⁷⁶⁾ Aachen: §. 4. Die Bordsteine erhalten in der Regel genau dasselbe Längengefälle, wie die Strafsenkronen. Abweichungen hiervon gegenüber den Hausthüren sind unstatthaft. Vor den Thoreinfahrten dürfen die Bordsteine mit parallelem Längen-Nivellement so weit gefenkt werden, daß ihre Höhe über der Strafsenrinne noch 6 cm beträgt. Nur bei Strafsen, deren Steigungsverhältnis steiler als 1:20 ist, darf das Längen-Nivellement der Bordsteine an den Thorwegen mit dem Längen-Nivellement der Strafsenkronen einen Winkel bilden.

An der Kreuzung zweier steigenden Strafsen sind die Bordsteine in der Nähe der Ecke derart zu heben, daß ihr Längen-Nivellement dasjenige der Strafsenkronen um so viel übersteigt, als zur Herstellung der Schraubensfläche des Eck-Trottoirs nöthig ist.

¹⁷⁷⁾ Berlin: Das Quergefälle beträgt $\frac{1}{86}$ Theil der Bürgersteigsbreite, bei Asphalt oder anderen Wasser nicht durchlassenden Materialien aber $\frac{1}{24}$ Theil derselben.

Aachen: §. 5. Das Quergefälle beträgt in der Regel 1:40. Bei flachen Strafsen kann dasselbe bis auf 1:30 verstärkt, bei steilen Strafsen bis auf 1:50 ermäßigt werden. Die Trottoirs an den Strafsenecken sind dieser Bestimmung nur in so fern unterworfen, als die Herstellung der zur Vermittelung der verschiedenen Höhen erforderlichen Schraubensfläche dadurch nicht behindert wird.

¹⁷⁸⁾ Aachen: §. 6. Mit den nach §. 4 (siehe Fußnote 176) vor den Thoreinfahrten gefenkten Bordsteinen sind die angrenzenden Trottoir-Flächen so zu verbinden, daß die schrägen Anrampungen in der Regel kein stärkeres Gefälle als 1:20 haben und sich thunlichst nur auf die Hälfte der Trottoir-Breite erstrecken. Senkrechte Abätze sind unbedingt unterfagt.

Damit in ansteigenden Strafsen die oberen Anrampungen thunlichst flach angelegt werden können, ist die horizontale Schwelle des Thores am oberen Ende in der Regel genau in die normale Trottoir-Höhe zu legen, so daß das untere Ende der Thorschwelle durch eine Erhöhung der Trottoir-Fläche erreicht wird.

Die Bordsteine, auch Rand-, Wand-, Backen- oder Leistensteine genannt, werden oben in der Regel horizontal abgeglichen. Vielfach wird ihnen ein geringes Quergefälle gegeben, was vorzuziehen ist. Der Fußweg ist gegen den Bordstein um 1 bis 2 mm erhöht (Fig. 202), niemals vertieft anzulegen. Eine Ueberhöhung von 5 bis 10 mm, wie sie manchmal vorgeschrieben wird, ist zu viel, da alsdann der Bordstein nicht mehr zur Breite des Trottoirs gerechnet werden kann.

Fig. 199.

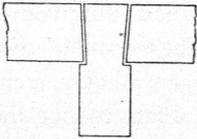
 $\frac{1}{30}$ n. Gr.

Fig. 200.

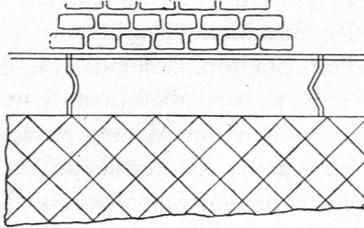
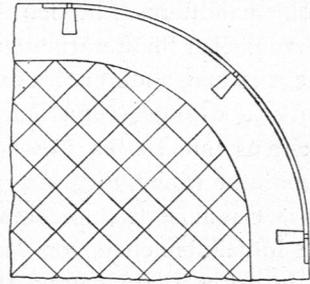


Fig. 201.

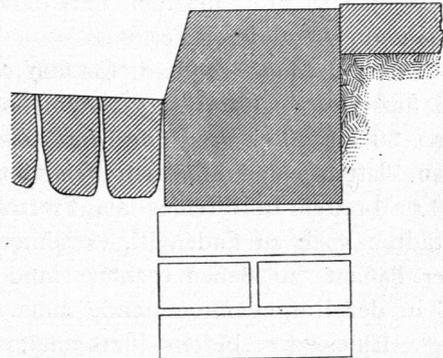


Paffende Dimensionen sind 23 cm Breite auf 30 cm Höhe; bei geringerer Höhe bietet er dem Drucke des Straßenspalters nicht genug Widerstand dar.

Als Material für Bordsteine sind in erster Linie Granit und Basaltlava zu empfehlen, ferner auch harter Sandstein und Kalkstein, jedoch letztere nicht an den Straßenecken, wo die Gefährdung durch das Fuhrwerk eine sehr große ist.

Häufig findet man die Bordsteine durch Ankersteine gehalten, welche vorn schwalbenschwanzförmig ausgearbeitet sind (Fig. 199). Dieses Verfahren ist kostspielig. Billiger und besser ist es, die Werkstücke an den Stößen mit geradlinigem oder kreisförmigem Zahne in einander greifen zu lassen (Fig. 200) und auf ein Backstein-Fundament zu legen, welches bei einigermaßen gutem Baugrund mit 2 Stein Länge und Breite, so wie 3 Stein Höhe genügend ist¹⁷⁹⁾. Wichtig ist es, die Steine auf ihre frei tragende Länge gut zu unterstopfen, da sonst das Trottoir bald Einfenkungen zeigt.

Fig. 202.

 $\frac{1}{10}$ n. Gr.

An Straßenecken, so wie an Stellen, wo die Straße eine starke Biegung macht, sind die Bordsteine in sanfter Curve zu verlegen. Für diese Punkte ist das härteste Material erforderlich. Steht solches nicht zu Gebote, so ist eine Flachschiene bündig einzulegen, welche durch eingelassene, in Blei vergossene Halter befestigt wird (Fig. 201¹⁸⁰⁾.

¹⁷⁹⁾ Aachen: § 7. Zu Bordsteinen darf nur Basaltlava, Trachyt oder belgischer *petit granit* verwendet werden. Das Profil der Bordsteine ist 26 cm hoch, 23 cm breit, mit Abchrägung an der Straßenseite. Die Länge jedes Bordsteines muß mindestens 1 m betragen. Die Stöße sind zu verzahnen und auf einem gemauerten Fundamente von mindestens 20 cm Höhe und 50 cm Länge in Traßmörtel zu verlegen. Die Fugen sind mit Cementmörtel auszugießen. Die Anbringung von Eifenklammern oder Eifenstienen ist unterfagt. Das Stadtbauamt wird stets Bordsteine der vorgeschriebenen Beschaffenheit in Vorrath haben.

¹⁸⁰⁾ Aachen: § 8. Auf den Straßenecken, an Krümmungen u. s. w. sind die Bordsteine niemals in scharfem Winkel zu knicken, sondern stets in Curven von angemessenem Radius zu verlegen. Das Stadtbauamt wird deshalb stets Bordsteine von 1, 2, 3, 4, 5 und 10 m Radius in Vorrath haben. —

Das Gerinne bildete man früher durch ein bis drei parallele, vertiefte Pflasterstreifen (Fig. 200); neuerdings läßt man in der Regel die Wölbung der Fahrbahn unmittelbar gegen den Bordstein stoßen (Fig. 202).

161.
Natürliche
Materialien.

In der Wahl des Materials für die Trottoir-Flächen hat man eine sehr große Auswahl, falls nicht bestimmte polizeiliche Vorschriften existieren. Pflaster aus un- bearbeiteten Feldsteinen empfiehlt sich nicht; hingegen wird Trottoir-Pflaster aus gut bearbeitetem Granit, Porphyr, Basalt und Grauwacke vielfach ausgeführt und bewährt sich bei starker Frequenz recht gut. Das Eleganteste in dieser Art sind die belgischen »Platines«, nach der Schablone bearbeitete Pflastersteine aus hartem Kohlenandstein. In den belgischen Städten, welche sich bekanntlich durch ihre vorzüglichen Pflasterarbeiten auszeichnen, wird diese Art sehr viel angewendet. Sie hat mit den anderen Trottoir-Pflasterungen den Vorzug gemein, im Winter nicht glatt zu werden, zeigt sich aber wegen der kleinen Kopffläche der Platines, welche meistens nur 10 bis 14 cm Seitenlänge haben, sehr eben, gestattet auch eine leichte Reparatur (siehe Fig. 200 u. 201¹⁸¹).

Ein äußerst angenehmes Material für nicht zu stark begangene Trottoire bilden die Mosaiksteinchen von Marmor, Porphyr, Grauwacke, Sand- und Kalkstein. Wo es in erster Linie darauf ankommt, eine möglichst trockene Oberfläche zu erzielen, also in Promenaden- und Villen-Straßen, ist diese Art allen anderen vorzuziehen, da sie wegen ihrer zahlreichen Fugen das Tagwasser am schnellsten durchläßt, ohne jemals glatt zu werden. Bei mehrfarbigem Material lassen sich mit Leichtigkeit hübsche Muster legen¹⁸²).

Plattenbeläge für Trottoire erstrecken sich entweder über die ganze Breite derselben, oder es wird innerhalb der Pflasterung eine Plattenbahn angelegt. Letztere wird man so breit machen, daß darauf zwei Personen bequem neben einander gehen können. Um anderen Personen nach beiden Seiten ausweichen zu können, legt man sie nicht an den Bordstein, sondern ca. 1 m oder mehr von der Bordkante entfernt. Ist äußerste Sparsamkeit geboten, so ordnet man auch wohl zwei schmale Bahnen von 30 bis 40 cm Breite an, die Außenkanten 1,2 m von einander entfernt, zwischen den Platten einen Pflasterstreifen von 40 bis 50 cm. Die Verwendung eines 25 bis 30 cm breiten Bordsteines als Trottoir, wie dies in einigen schleswig-holsteinischen Städten noch zu finden ist, erwähnen wir nur der Vollständigkeit halber; hier hat der Passant, zu dessen rechter Hand sich der Rinnstein befindet, das »Bordrecht«, d. h. der Entgegenkommende muß auf das Pflaster ausweichen.

Eines der besten Plattenmaterialien ist die Basaltlava, vor allen anderen Arten die Niedermendiger und Hanebacher. Dieser Stein nutzt sich verhältniß-

Die Stellung der Straßenlaternen, so wie die Anordnung der in die Canalisation führenden Straßeneinläufe gehört zwar streng genommen nicht hierher, doch geben wir der Vollständigkeit wegen auch hierfür die Aachener Vorschrift.

§. 9. Bei jeder Trottoir-Anlage ist auch die Stellung der Laternen und die Lage der Straßeneinläufe zu revidiren und eventuell zu berichtigen. Die Laternenständer sind so zu stellen, daß der Sockel derselben genau an der Hinterkante der Bordsteine anliegt; bei Trottoiren unter 2¼ m Breite sind keine Laternenpfosten, sondern Laternen-Consolen anzuwenden, welche an den Häuserfronten befestigt werden.

Die Straßeneinläufe sind so zu legen, daß der Roß genau an der Vorderkante der Bordsteine anliegt oder noch so weit unter den Bordstein eingelassen wird, daß der Roß bequem gehoben werden kann.

Unmittelbar nach Verlegung der Bordsteine ist die Lage der Straßennrinne und der anstoßenden Straßensfläche so zu corrigiren, daß sie als Flachrinne von einer Pflasterbreite unmittelbar neben dem Bordstein liegt und die vorchriftsmäßige Wölbung der Straße richtig aufnimmt.

¹⁸¹) In Aachen stellt sich der Preis des fertigen Platines-Trottoirs pro 1 qm mit 9 Mark; bezogen werden diese Steine von Lüttich und Montzen bei Verviers, wo der Preis pro 1000 Stück bei 10 × 10 cm Kopffläche auf 60, bei 12 × 12 cm Kopffläche auf 75 und bei 14 × 14 cm Kopffläche auf 90 Mark sich stellt.

¹⁸²) Der Preis ist ein sehr mäßiger, z. B. für Berlin ungemüfert 2,5, gemüfert 3 bis 7 Mark pro 1 qm, incl. Material.

mäßig wenig ab und wird nicht glatt. Allerdings müssen wir hierbei bemerken, daß die Vorzüge nur von dem aus guten Lagen gewonnenen Materiale zu rühmen sind, während man in rheinischen Städten vielfach ganz ausgelaufene Platten findet¹⁸³⁾.

Von natürlichen Platten kommt dem Basalt am nächsten der Trachyt und der Granit, vor allen anderen der schlesische Granit¹⁸⁴⁾; doch tritt bei diesen schon leichter ein Glattwerden ein, weshalb man sie in Straßen mit starkem Gefälle nicht verwendet. Sandsteinplatten haben diesen Fehler in der Regel weniger, laufen sich aber meistens schnell aus. Als die besten darunter sind die Weser-Platten hervorzuheben. Am schlimmsten finden sich beide Fehler beim Kalkstein vertreten, ebenso auch beim schlesischen Marmor.

Künstliche Materialien für Trottoire werden in Form von Pflastersteinen, Platten und als Gufsbelag angewendet. Unter den ersteren nennen wir wegen seiner großen Verbreitung das Klinkerpflaster, gebildet von hart gebrannten, hell klingenden Backsteinen, meistens im Format $11 \times 23 \times 5\frac{1}{4}$ cm. Dieselben dürfen weder krumm noch windschief sein, keine Blasen und Risse zeigen, sollen nicht eigentlich verglast, aber bis in das Innere hart gebacken sein. Als Bord hierfür werden wohl auch Klinker genommen; besser aber halten sich Hausteine. Die Klinker-Trottoire sind angenehm zu begehen, werden wenig glatt, sind billig in der Anlage und erfordern nicht häufig Reparatur.

Sehr empfohlen werden neuerdings Pflastersteine aus Hochofenschlacken, sog. *iron bricks*, hergestellt aus zerkleinerter Schlacke mit Lehm oder Thon als Bindemittel und dann bis zur Sinterung gebrannt. Das gebräuchliche Format ist $31 \times 15 \times 6$ cm. Von demselben Materiale werden auch Bord- und Goffensteine angefertigt.

Von künstlichen Platten verdienen zuerst die Mettlacher Thonfliesen genannt zu werden. Sie zeigen in der Bruchfläche ein durchaus scharfkörniges und äußerst gleichmäßiges Gefüge. Taucht man sie in kochendes Wasser, so nehmen sie keine Feuchtigkeit an, ein Beweis, daß sie äußerst wetterbeständig sind. Es sind zu Trottoiren nur solche zu verwenden, deren Oberfläche gerippt oder mit größeren Vertiefungen versehen ist, in denen das Wasser ablaufen kann. Der Verbreitung derselben steht bis jetzt der zu hohe Preis entgegen¹⁸⁵⁾; auch sind Reparaturen schwierig und kostspielig.

In der Qualität sehr nahe stehen die in Sinzig, Saarbrücken u. a. O. erzeugten Fliesen; auch die in München und anderen bayerischen Städten angewandten Plättchen aus Grofsheffelohe verdienen Erwähnung¹⁸⁶⁾.

Sehr verschieden an Qualität sind die Cementgufs-Platten, welche sich oft leicht ablaufen und glatt werden, auch leicht brechen. Beim Ankauf derselben hat man sich nach dem Renommée der Fabrik zu erkundigen¹⁸⁷⁾. In den Hamburger Promenaden haben sie sich gut bewährt. Sie werden in den Formaten 30×30 , 40×40 und 50×50 cm mit 6 bis 8 cm Dicke gegossen, bestehen aus 1 Theil Portland-Cement und 4 Theilen gewaschenem Kies. Werden sie in zwei Schichten gegossen, so wird für die untere das Verhältniß 1 : 4, für die obere 1 : 2 genommen.

¹⁸³⁾ Preis in Aachen pro 1^{qm} 8 Mark, pro 1 lauf. Meter Bordschwelle 5 Mark.

¹⁸⁴⁾ Preis in Berlin pro 1^{qm} 13 bis 14 Mark, pro 1 lauf. Meter Bordschwelle 8 bis 8,5 Mark.

¹⁸⁵⁾ Preis im Rheinlande 8 bis 9 Mark pro 1^{qm} fertiges Trottoir.

¹⁸⁶⁾ Siehe auch Theil I, Bd. 1, Art. 48, S. 110 dieses »Handbuchs«.

¹⁸⁷⁾ Siehe ebendaf., Art. 76, S. 133.

Die Verwendung darf erst nach 10 bis 12 Monaten geschehen, da erst dann vollständige Erhärtung eingetreten ist¹⁸⁸⁾.

Gleiches gilt zum Theile vom Cementgufs-Belag, welcher sich leicht abnutzt, häufig rissig wird und schwer zu repariren ist. In Frankreich, am Mittelrhein etc. hat sich in den letzten Jahren eine neue Technik für Cement-Trottoire auf Béton-Unterlage ausgebildet, welche die erwähnten Uebelstände in weit geringerem Mafse aufweist, so dafs in Frankfurt a. M. etc. derlei Cement-Beläge die Asphalt-Trottoire allmählich verdrängen. Hierzu mag allerdings der geringe Preis mit beitragen¹⁸⁹⁾.

Neuerdings kommt in Deutschland auch das in Amerika viel verbreitete Holzpflaster in Aufnahme, vorläufig allerdings mehr für Fahrbahnen, da andere Trottoir-Arten sich wesentlich billiger stellen. Wird dasselbe auf einer Béton-Unterlage ausgeführt, welche mit einer Asphaltlage abgeglichen ist, und werden auch die Fugen mit Asphalt ausgegossen, so ist weder eine Feuergefährlichkeit, noch bei genügendem Quergefälle eine schnelle Fäulnifs zu befürchten. Dafs sich die früheren Holz-Trottoire in Deutschland (z. B. in der Breiten Strafe zu Potsdam) so schlecht bewährten, lag lediglich darin, dafs die Klötze direct in die Erde oder auf Bohlen gesetzt waren.

Eiserne Trottoir-Beläge sind hie und da in Deutschland und Oesterreich versuchsweise, auch in New-York mehrfach ausgeführt worden. Bei der geringen Belastung, welche die Trottoire aufzunehmen haben, dürfte für Einführung dieser Construction zunächst ein stichhaltiger Grund nicht vorliegen.

Die grösste Zukunft von allen Belags-Materialien scheint der Asphaltgufs zu haben, weil er ein angenehmes elastisches Begehen gewährt, sich wenig abnutzt und leicht reinigen läfst, auch sich verhältnismäfsig billig stellt. Die demselben anhaftenden Uebelstände, Weichwerden im Sommer und Glätte im Winter, sind bei gutem Materiale und guter Ausführung den Vorzügen gegenüber verschwindend zu nennen. Empfohlen werden Mischungen aus *Val-de-Travers*- und *Seyffel*-Asphalt mit einem geringen Zusatz, etwa 10 Procent, Mineraltheer, auch Mischungen aus dem fetten Limmer und dem mageren Vorwohler-Asphalt haben sich gut bewährt¹⁹⁰⁾.

Gegner des Asphaltbelages führen an, dafs derselbe bei lebhafter Passage sich zu schnell abnutzt und dafs die Controlirung der richtigen Mischung schwierig sei. Ein endgiltiges Urtheil läfst sich zur Zeit hierüber noch nicht sprechen. Ein ganz fehlerloses Trottoir-Material wird sich überhaupt nicht finden lassen.

Comprimirter Asphalt wird wegen seines zu hohen Preises für Trottoire bisher nicht verwendet¹⁹¹⁾.

Bevor wir auf die Herstellungsweise der verschiedenen Belagsarten übergehen, haben wir noch die in denselben vorkommenden Unterbrechungen zu erwähnen. Was zunächst die Abführung des Regenwassers aus den Dachrinnen und die oberirdische Abführung des Hauswassers anbelangt, so ist bereits im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Art. 240, S. 197) das Erforderliche gefagt worden.

¹⁸⁸⁾ In Hamburg stellt sich der Preis incl. 10 cm starker Kiesbettung auf 4 Mark pro 1 qm.

¹⁸⁹⁾ In Frankfurt kostet 1 qm Cement-Trottoir sammt Béton-Unterlage 5,5 Mark, auf Bahnhof Metz, ungeachtet der hohen Tagelöhne (8 Mark für den Bétonirer und 2,4 Mark für den Handlanger) 3,48 Mark.

¹⁹⁰⁾ Preis incl. Béton-Unterlage, bezw. Rollschicht 4,5 bis 6 Mark.

Siehe auch Theil I, Bd. 1, Art. 228 bis 235, S. 216 bis 220 dieses »Handbuches«.

¹⁹¹⁾ Aachen: Als Material zur Herstellung der Trottoir-Flächen sind nur gestattet: Asphalt, Kohlenandstein, Platines, Trachyplattens und Niedermendiger Platten. In besonderen Fällen soll auch die Anwendung von Thonplatten zugelassen werden.

Der Hausbesitzer, welcher ein Trottoir zu legen hat, ist nicht in der Wahl des vorstehenden Materials unbeschränkt, sondern er hat sich der Gleichartigkeit und des guten Aussehens wegen nach der Anweisung des Stadtbauamtes zu richten. Besonders empfohlen werden in schmalen und in sehr ansteigenden Strafsen die Platines, in breiten Strafsen der Asphalt.

Kellertreppen, welche in das Trottoir einschneiden, und Kohlenschachte zum directen Abstürzen von Kohlen in die Keller sind mit starken Eisenblechklappen zuzudecken, welche eine rauhe Oberfläche haben müssen. Bei den zweiflügeligen Keller-Fallthüren wird man durch Anbringung von Vorsprüngen oder sonstigen Hindernissen am Haufe dafür sorgen, daß sie nicht ganz aufklappen können, sondern etwa unter 45 Grad geneigt stehen bleiben, um so die Passanten vor dem Herabstürzen zu bewahren¹⁹²⁾.

Wir kommen nun zur Art der Herstellung, und zwar nehmen wir der Wichtigkeit wegen zuerst die Anfertigung der Asphalt-Trottoire. Wir haben den sehr ausführlichen und bewährten Vorschriften des Aachener Stadtbauamtes nichts hinzuzufügen und führen diese daher unten stehend *verbotenus* an¹⁹³⁾.

Eben so fügen wir an gleicher Stelle¹⁹⁴⁾ die Vorschriften über Herstellung der Platines-Trottoire, welche auch für die in anderen Gegenden üblichen

164.
Asphalt-
belag.

165.
Platines-
Trottoire
u. Platten-
beläge.

192) Aachen: §. 12. Bei Anlage oder Erneuerung eines Trottoirs müssen die in der Gangfläche liegenden Kellerthüren und Kohlenschachtdeckel aus starkem, gerieftem Eisenblech in einem Rahmen von Niedermündiger Basaltlava derart hergestellt werden, daß von den Verschlussstheilen nichts über der Gangfläche vorsteht.

193) Aachen: §. 13. Die Unterbettung der Asphaltflächen kann auf dreierlei Art hergestellt werden: a) als Ziegelstein-Rollschicht, b) als Cement-Béton, c) als Rauhpfaster mit Cement-Béton.

§. 14. a) Mit Ziegelrollschicht. Zur Ziegel-Rollschicht dürfen nur hart gebrannte Steine verwendet werden; dieselben sind auf einer Lage von hydraulischem Mörtel, am besten in Wasserkalkmörtel mit Trafszufatz, mit vollen Fugen nach genau abgewägtem Längen- und Quergefälle zu verlegen. Der Boden unter der Rollschicht ist gleichfalls sorgfältig abzugleichen und wo nöthig durch Einstampfen von Steinstücken zu befestigen.

§. 15. b) Mit Cement-Béton. Nach Abgleichung und Feststampfen des Bodens ist eine Cement-Bétonschicht von 15 cm Stärke in Form eines steifen, gut durchgearbeiteten Breies einzubringen; dieselbe ist mittels Bretttafeln, welche der Arbeiter unter jeden Fuß nimmt, fest zu treten. Die Mischung des Cement-Bétons ist in der Regel 1 Theil Portland-Cement, 4 Theile Sand, 5 Theile Steinchlag. Als Steinchlag sind sowohl hart gebrannte Ziegelfstücke, als zerkleinerte Bruchsteine statthaft. Der Sand muß rein und scharf fein; der Aachener gelbe Sand darf nur in einer Mischung mit scharfem Kiesande oder reinem Schlackenfande benutzt werden. Die völlige Abgleichung des Bétons erfolgt durch eine dünne Schicht reinen Cementmörtels.

§. 16. c) Mit Rauhpfaster-Unterlage. Das an Ort und Stelle befindliche rauhe Bürgersteigpfaster wird aufgehoben und in der erforderlichen Tiefenlage von Neuem in gewöhnlichem Sande verlegt, darauf begossen und tüchtig abgerammt. Darauf kommt, um dem Asphalt ein gleichmäßiges Lager zu bereiten, eine nach §. 14 herzustellende und abzugleichende Cement-Bétonschicht zu liegen, deren Stärke indess nur 6 bis 8 cm zu betragen braucht.

§. 17. Nach vollständiger Abbildung des Mörtels wird eine Asphaltdecke von 2½ bis 3½ cm Stärke, je nach näherer Vorschrift, in zwei gleichen Schichten über einander aufgetragen; die untere Schicht bleibt rau, die obere dagegen wird unter Anwendung eiserner Lineale und unter Aufwerfen feinen Sandes völlig glatt gebügelt so lange, bis die Asphaltmasse gänzlich erkarrt ist. An die bereits liegende Asphaltmasse ist die neue Masse anzuschließen, ehe erstere erkaltet ist, damit sich keine Fugen bilden können. Die Herstellung der Asphaltdecke in einzelnen, mit Linealen abgetrennten Bahnen, zwischen welchen sich Fugenlinien bemerkbar machen, ist unstatthaft.

§. 18. Die Mischung der heiß aufzubringenden Asphaltmasse soll bestehen aus der Grundmasse und aus scharfem Kies oder Basaltklein. Die Grundmasse wird gebildet aus mindestens 45 Procent *Val-de-Travers*, 45 Procent *Seyffel*-Asphalt und höchstens 10 Procent Mineraltheer. Der gleichmäßig einzumischende Kies- oder Basaltkleinschlag soll 30 Procent der Grundmasse betragen. Die Korngröße des Kieses oder Kleinchlages soll mindestens 3 mm, höchstens 6 mm betragen; dies ist durch 2 Siebe von entsprechender Maschengröße an Ort und Stelle zu bewirken.

§. 19. In den Asphalt-Trottoiren sind die Thoreinfahrten herzustellen wie folgt:

a) aus zwei Asphaltchichten von zusammen mindestens 3½ cm Stärke auf einer besonders soliden oder verstärkten Unterbettung, oder

b) als Platines-Trottoir mit diagonalen oder longitudinalen Reihen auf besonders solider Unterlage, oder

c) als Straßenspfaster aus glattköpfigen, oblongen Steinen bester Qualität von 10 × 16 cm Kopfgröße und 13 cm Satzhöhe mit thunlichst fester Unterbettung.

194) Aachen: §. 20. Die Unterbettung kann auf dreierlei Art hergestellt werden: a) als Ziegelstein-Rollschicht; b) als Cement-Bétonschicht; c) als Rauhpfaster aus alten Steinen.

Die Herstellung ad a und b richtet sich nach den Paragraphen 14 und 15 (siehe Fußnote 193); über der Rollschicht, bezw. über dem Béton wird eine 3 bis 4 cm starke Lage reinen Sandes oder reiner Kohlenasche ausgebreitet.

§. 21. Das Unterpfaster wird nach den Bestimmungen des §. 16 (siehe Fußnote 193) gemacht mit dem Unterschiede, daß keine Cement-Bétonschicht, sondern eine 3 bis 4 cm starke Schicht reinen Sandes oder reiner Kohlenasche über dem Pfaster ausgebreitet wird.

§. 22. Die Platines sind genau nach der Schablone bearbeitete Pfastersteine aus festem Kohlenlandstein, deren ebene Kopffläche parallel zur natürlichen Lagerung ist. Die Kopffläche ist quadratisch von 10, 12 oder 14 cm Seite. Die Satzhöhe beträgt mit geringen Abweichungen bezw. 7, 9 oder 11 cm. Bei schmalen Trottoiren sollen in der Regel 10 cm, bei gewöhnlichen 12 cm, bei breiten 14 cm-Platines verwendet werden.

§. 23. Die Platines werden in diagonalen Reihen auf einer Mörtelschicht und mit geschlossenen Mörtelfugen verlegt; für die an dem Bordstein und an der Hausfront übrig bleibenden Dreieckflächen sind besondere Dreieck-Platines, sog. *coins* zu

Würfelpflaster von Sandstein etc. volle Giltigkeit haben, so wie der Plattenbeläge¹⁹⁵⁾ an.

Größere Granit- und Sandsteinplatten werden in ein genügend starkes Kiesbett gelegt, gehörig unterstopft und mit hölzernen Rammen festgerammt.

166.
Pflasterungen.

Für alle Pflasterungen, das Mosaikpflaster einbegriffen, wird ebenfalls nur Kiesunterlager gewählt.

Klinkerpflaster wird auf gut gewalzte oder gerammte Unterbettung dicht schließend und zunächst ohne Sand zusammengesetzt. Sind auf diese Weise 20 bis 25 m hergestellt, so werden sie begossen; etwa vortretende Steine werden mit einer leichten hölzernen Ramme in die Bahnfläche gebracht, bezw. mit Schlüsseln gehoben. Dann wird reiner Sand in trockenen Lagen übergestreut und unter Begießen in die Fugen gefegt.

Für eine gründliche Entwässerung des Planums durch Drainrohre ist Sorge zu tragen; denn auf der Trockenhaltung beruht die Dauerhaftigkeit des Klinkerpflasters.

167.
Cementbeläge.

Die neuere Technik in der Herstellung von Cementgufs-Belägen schlägt folgendes Verfahren ein¹⁹⁶⁾. Die Trottoire, bezw. die Fußböden werden meistens in einer Stärke von 10 bis 12 cm hergestellt und bestehen aus einer unteren Schicht von 8 bis 10 cm Stärke aus reinem Kies und Cement und einer oberen Schicht von ca. 2 cm Stärke aus reinem Sand und Cement. Bei der Herstellung wird zunächst 1 Theil Cement mit so wenig Wasser angemacht, daß derselbe gerade noch eine consistente Masse bildet, sodann mit 6 Theilen rein gewaschenem und angefeuchtetem Kies so lange gemischt, bis jeder einzelne Kiesel von einer dünnen Cementschicht vollständig überzogen ist. Der so zubereitete Béton wird in Streifen von ca. 2 m Breite auf den vorher geebneten, fest gestampften und genäßten Untergrund in der entsprechenden Stärke aufgebracht und leicht gestampft. Sodann wird die Decklage, bestehend aus einer Mischung von 1 Theil Sand und 1 Theil Cement, in der Stärke von ca. 2 cm aufgebracht. Zur Herstellung dieser Mischung wird ebenfalls so wenig Wasser genommen, daß dieselbe noch eine consistente, nicht flüssige Masse bildet. Die mit dem Richtscheit abgegliche Decklage wird nun mit Pritschen sehr stark und so lange geschlagen, bis die Oberfläche glänzend wird und Wasser an derselben austritt. Mit einem besonderen Fugeisen werden alsdann nach dem Lineale Fugen eingezogen; auch wird meist in die dadurch gebildeten Figuren mit einer kleinen

verwenden. Die fertige Fläche wird mit einem leichten Stampfer abgerammt, so daß der Mörtel überall aus den Fugen hervorquillt, daß ferner die Platines den Bordsteinen entlang noch eine Strohdicke über letzteren hervorragen, im Uebrigen aber eine fauber geebnete Fläche bilden. Alsdann wird die Fläche abgewaschen und mit reinem Sande leicht überworfen.

Als Mörtel darf nur hydraulischer Kalkmörtel verwendet werden, der zweckmäßig mit einem Trafs- oder Cementzufatz zu versehen ist.

§. 24. Vor den Thoreinfahrten kann die Trottoir-Fläche entweder unverändert diagonal durchgeführt werden, oder die Platines werden hier parallel zum Bordstein verlegt, oder es wird eine untermauerte Straßenspflasterung aus glattköpfigen oblongen Steinen bester Qualität von 10 zu 16 cm Kopfgröße und 13 cm Satzhöhe mit thunlichst fester Unterbettung hergestellt.

¹⁹⁵⁾ §. 25. Niedermendiger und Trachyt-Platten von 8 bis 10 cm Stärke werden unmittelbar auf den gestampften Untergrund verlegt. Bei geringerer Stärke dieser Platten oder bei Anwendung von Thonplatten ist die Untermauerung mit einer Ziegel-Flachschicht oder Ziegel-Rollschicht erforderlich.

§. 26. Die Verlegung aller Platten geschieht auf einem vollen Lager von Trafsmörtel mit vollen Fugen, welche vor der Erhärtung des Mörtels fauber auszureichen sind. Auch ist das Ausgießen der Fugen mit Cementmörtel statthaft. Die Platten sollen regelmäßige Reihen entweder parallel oder senkrecht zum Bordsteine bilden. Nach fertiger Verlegung werden die Platten sanft nachgerammt, wobei zu beachten ist, daß sie den Bordsteinen entlang etwa um Strohhalmstärke höher liegen, als diese, um die hier unausbleiblichen Senkungen thunlichst auszugleichen.

§. 27. Vor den Thoreinfahrten können die zur übrigen Trottoir-Fläche verwendeten Platten mit besonders starker Unterbettung unter sorgfältiger Herstellung der erforderlichen Anrampungen durchgelegt werden. Der größeren Sicherheit wegen kann infers auch die Durchfahrt als Platines-Trottoir mit diagonalen oder longitudinalen Reihen oder als untermauertes Straßenspflaster mit glattköpfigen Kohlenandsteinen erster Classe von 10 × 16 cm Kopfgröße hergestellt werden.

¹⁹⁶⁾ Siehe: Zeitfchr. f. Baukde. 1881, S. 519.

Messingwalze ein Muster eingewalzt, so daß das Ganze das Aussehen eines fauber verlegten Plattenfußbodens erhält. Um die Erhärtung des Fußbodens ohne Bildung von Rissen zu begünstigen, wird derselbe mit einer Sandschicht überdeckt und etwa 14 Tage lang immer feucht erhalten¹⁹⁷⁾.

b) Hofflächen.

Für die Befestigung der Hofflächen werden sämtliche Materialien und Behandlungsweisen, welche wir bei den Trottoiren besprochen haben, angewendet. Werden dieselben auch von Lastfuhrwerk befahren, so wird man von den Platten absehen müssen, welche durch den Druck des Rades leicht aus ihrer Lage gebracht werden, und dafür lieber Pflasterung in Klinkern, Granit und anderen Pflastersteinen oder in Holzklötzen anwenden, letztere aber, wie in Art. 162 (S. 152) beschrieben, auf Bétonunterlage und Asphaltfüllung in den Fugen. Ferner ist Asphaltirung, bei leichtem Fuhrwerk von Gufsasphalt (*asphalte coulé*¹⁹⁸⁾, bei schwerem von Stampfasphalt (*asphalte comprimé*¹⁹⁹⁾, hier am Platze.

Wird der Begriff des Hofes weiter ausgedehnt, wie bei Schulen, wo man auch wohl den hinter dem Gebäude gelegenen Spielplatz mit als »Hof« bezeichnet, so tritt zu den genannten Befestigungsweisen die Bekiefung hinzu.

Dieselbe wird meistens in zwei Lagen ausgeführt. Zur unteren nimmt man in Rücksicht auf bessere Wasserabführung gröbere Flufsgeschiebe, in Ermangelung derselben auch wohl Abfälle von Sandsteinen, Granit und Kalksteinen, im Nothfalle selbst von hart gebrannten Backsteinen; darüber kommt dann als zweite Lage Kies. Die Stärke jeder Lage ist auf 8 bis 10 cm anzunehmen, also die ganze Stärke 16 bis 20 cm. Beide Lagen sind abzuwalzen. Sollen innerhalb der Kiesflächen Rasen oder Blumenstücke angelegt werden, so hat man zuerst für diese den Mutterboden nach Zeichnung aufzubringen und erst, wenn dieser regulirt ist, den Kies zu schütten, weil er bei umgekehrtem Verfahren vom Mutterboden verunreinigt werden würde.

Ueber die Entwässerung der Hofräume, über die Gefälle und Rinnen, welche für diesen Zweck herzustellen sind, so wie über die Abführung des Wassers, welches aus den Regenrohren auf die Höfe gelangt, ist bereits im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Art. 218, 219 u. 222, S. 185, 186 u. 189) das Erforderliche gefagt worden.

Ist ein Hofraum mit Glas überdeckt, so kommen für die Befestigung seiner Bodenflächen auch noch einige Materialien und Herstellungsweisen in Frage, wie sie

168.
Offene Höfe.

169.
Bedeckte
Höfe.

¹⁹⁷⁾ 4 Bétonirer und 6 Handlanger fertigen pro Tag ca. 60 qm; an Material sind pro 1 qm erforderlich: 0,1 cbm rein gewaschener und gesiebter Kies, 0,02 cbm rein gewaschener Sand, 0,038 cbm Cement.

¹⁹⁸⁾ Siehe auch: Theil I, Bd. 1, Art. 235, S. 219 dieses »Handbuches«.

¹⁹⁹⁾ Stampfasphalt erfordert eine feste Unterlage, die auch vollständig trocken sein muß, bevor das über 100 Grad erhitzte Pulver aufgetragen wird. Die solide Unterlage wird in der Regel durch eine Bétonschicht von mindestens 12 cm (in Berlin in der Regel von 20 cm) Dicke, die genau die Gefäll-Verhältnisse der Hofflächen (event. der Straßensfahrbahn) und keinerlei Höhlungen oder andere Unebenheiten haben soll, gebildet. Diese Bétonschicht läßt man ganz trocken werden, und auch das Comprimiren soll nur bei trockener Witterung vorgenommen werden. Der Asphalt selbst muß gleichmäßig aus reinem Kalk mit mindestens 7, höchstens 12 Procent Bitumen bestehen, gleichmäßig gepulvert, auf 130 Grad erhitzt fein und keine Unreinigkeiten, wie Holz oder Metalle, beigemischt haben.

Das Ausbreiten des Asphaltpulvers muß möglichst sorgfältig unter Anwendung subtil egalten Druckes und genauester Abstreichung der Oberflächen, am besten mittels fahrbarer Lehren geschehen. Das Stampfen mit erwärmten runden Stampfern (*pilons*) auf den Hofflächen (event. auf der Strafe) und mit viereckigen Stampfern (*fouloirs*) an den Rändern muß so egal als möglich geschehen, so daß jeder Punkt gleich viel Druck erhält. Verwendet man hierzu Walzen, so hat dies mit gleicher Vorsicht zu geschehen. Die Dicke der gestampften Asphalt-Deckschicht beträgt meist 4 bis 5 cm.

auch sonst für Innenräume Anwendung finden. Insbesondere ist es der Terazzo-Boden, von dem alsdann häufig Gebrauch gemacht wird; über diesen, so wie über andere einschlägige Fußboden-Ausführungen ist in Theil III, Band 3 (Abth. IV, Abschn. 3) dieses »Handbuches« das Nöthige zu finden.

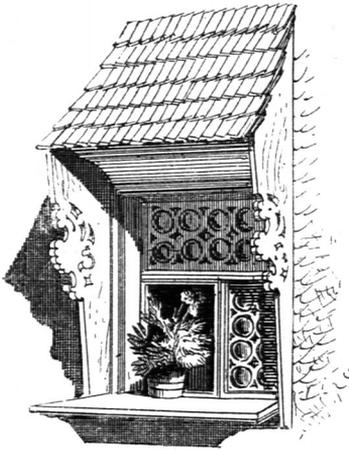
2. Kapitel.

Vordächer.

VON FRANZ EWERBECK.

Unter Vordächern sind Bedachungen zu verstehen, welche vor der Front eines Gebäudes vorspringen. Ihr Zweck ist sehr verschieden. Sie sollen entweder dazu dienen, wie bei Theatern, Hôtels, größeren Privatgebäuden etc., eintretenden Personen oder vorfahrenden Equipagen gegen Regen, Schnee etc. Schutz zu ge-

Fig. 203.



Von einem Hause in Appenzell²⁰¹⁾.

währen²⁰⁰⁾, oder sie sollen, wie bei Güterschuppen auf Bahnhöfen, bei Waarenhäusern etc. über Ladeperrons, es ermöglichen, Waaren oder Gepäckstücke im Trockenen aus- und einladen zu können. Auch werden dieselben wohl, wie solches im Mittelalter in vielen Städten allgemein üblich war, zur Deckung ausgefallter Gegenstände vor einem Fenster angebracht, oder sie dienen, wie dies bei den Holzbauten in der Schweiz vielfach der Fall ist, zum Schutze des Fensters selbst (Fig. 203).

Sie werden gewöhnlich durch Consolen aus Holz, Stein oder Eisen getragen; doch kann die Unterstüzung auch durch Säulen oder Pfeiler erfolgen; der Unterschied zwischen Vordächern und Vorhallen besteht vornehmlich darin, daß bei ersteren das Dach die Hauptrolle spielt, während bei Vorhallen die durch Säulen, Pfeiler oder feste Wände gebildete Halle vorwiegend betont ist.

Befindet sich vor dem betreffenden Gebäude ein Vorgarten oder ein Vorhof, der nicht befahren werden darf, so wird das Vordach vor der äußeren Einfriedigung angebracht und durch einen verglasten Gang mit dem Gebäude in Verbindung gesetzt²⁰²⁾.

Die Dimensionen der Vordächer sind ungemein verschieden. Kleine Schutzdächer, welche an Wohngebäuden angebracht werden und nur dazu dienen, Einlaß begehrenden Personen Schutz vor Regen etc. zu gewähren, können eine Länge von nur 2 bis 2,5 m erhalten und je nach ihrer Höhe 1 bis 1,25 m vor der Gebäudefront vorspringen. Die Höhe der am tiefsten herabreichenden Constructionstheile über Pflaster-, bezw. über Thürschwelen-Oberkante wird meist durch die Gestaltung der Eingangsthür etc. gegeben sein; unter 2,25 m lichter Höhe zu gehen, empfiehlt sich indess nicht. Doch wähle man die Höhe auch nicht zu groß, da mit zunehmender Höhe auch die Ausladung des Vordaches größer angenommen werden muß, wenn es thatfächlich Schutz gegen Schlagregen etc. gewähren soll.

²⁰⁰⁾ Vergl. auch Theil IV, Halbbd. 1, Abschn. 5, Kap. 1, a, 2: Eingänge und Thorwege.

²⁰¹⁾ Nach: GLADBACH, E. Der Schweizer Holzstyl etc. Darmstadt 1864-68.

²⁰²⁾ Siehe auch: *Glas jhelters in streets. Builder*, Bd. 42, S. 220.

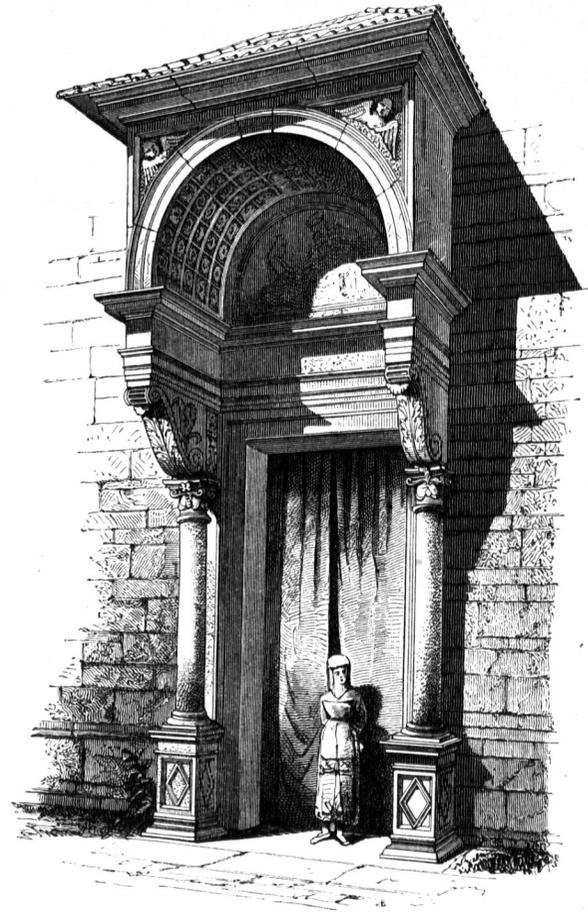
Vordächer.

Fig. I.



Vom Seitenportal des Domes zu Verona.

Fig. II.



Von der Kirche *Santa Maria maggiore* zu Bergamo.

Solche kleinen Vordächer können allenfalls auch für Fahrende beim Besteigen und Verlassen der Kutschen einigen Schutz bieten; doch möchten Vordächer, wenn sie in diesem Falle ihrem Zwecke vollkommen entsprechen sollen, nicht unter 3 m Länge haben und nicht weniger als 2 m, besser 2,25 m vor der Gebäudefront vortreten. Soll nicht nur der Wagen, sollen auch die Pferde unter Dach stehen, so muß die Länge auf 5 m, besser auf 6 m gesteigert werden.

Ueber diese Dimensionen geht man nicht selten wesentlich hinaus, theils um dem beabsichtigten Zwecke noch besser zu genügen, theils um das Vordach den übrigen Maßverhältnissen des Gebäudes anzupassen etc. Das in Fig. 210 (S. 160) dargestellte Vordach am Hôtel »Kaiferhof« in Berlin hat beispielsweise eine Länge von 9,3 m und eine Ausladung von 2,8 m.

Vordächer erhalten eine noch größere Länge, wenn an dem betreffenden Gebäudeeingang zu gleicher Zeit mehrere Wagen halten sollen, wie dies bei Theatern, Saal- und Concertgebäuden, Bahnhöfen etc. der Fall ist.

So hat z. B. jedes der beiden Vordächer an den Langseiten des Theaters zu Moskau eine Länge von 45,4 m bei einer Ausladung von 4,6 m. An der Ankunftsseite des Südbahnhofes in Wien befindet sich ein 94 m langes, an jener des Staatsbahnhofes daselbst ein 133 m langer Vordach etc.

Sollen unter einem Vordach Kutschen vorfahren können, so darf unter gewöhnlichen Verhältnissen kein Constructionstheil desselben tiefer als 2,75 m über Pflasteroberkante herabreichen. Für Staatscarossen u. dergl. muß man mit dieser lichten Höhe auf 3 m, selbst 3,2 m und darüber gehen.

Ueber die Dimensionen der Vordächer über Lade- und Eisenbahn-Perrons etc. wird an anderer Stelle dieses »Handbuches« berichtet werden.

Die Construction der Vordächer ist je nach dem Materiale, aus welchem dieselben bestehen, sehr verschieden. Am einfachsten, aber auch zugleich am mannigfaltigsten läßt sich ihre Ausbildung bei Zugrundelegung von Holz oder Eisen gestalten, da diese Materialien mehr, als irgend welche anderen, weite Ausladungen ermöglichen, während bei Hausteinen oder bei Backsteinen nur verhältnißmäßig kleine Vorsprünge erzielt werden können; doch kommen — allerdings mit Zuhilfenahme von Säulen — namentlich an italienischen Bauwerken in Stein ausgeführte Vordächer vor, welche eine ziemlich beträchtliche Ausladung besitzen, wie aus den Beispielen auf neben stehender Tafel ersehen werden kann.

172.
Constraction.

Bei Weitem mannigfaltiger gestaltet sich die Construction der Vordächer bei Verwendung von Holz, deren Ausführung in der Regel eine Combination von Kopfbändern oder Streben mit Wandstielen und Balken oder Zangen zu Grunde liegt, auf welcher das aus Pfetten und Sparren mit Schalung bestehende Dach ruht (Fig. 204 u. 205²⁰³).

173.
Hölzerne
Vordächer.

Ausbildungen ähnlicher Art kommen vielfach schon an den Wohn- und Geschäftshäusern des Mittelalters vor, sind indeffen zur Zeit wegen der Vergänglichkeit des Materials und auch, weil sie in den ohnehin schon engen Straßen des Mittelalters an vielen Orten ein großes Hinderniß für den Verkehr bildeten und deshalb später beseitigt wurden, nur noch äußerst selten anzutreffen.

Auch an den öffentlichen Gebäuden des Mittelalters, wie an Hospitälern, Klöstern und Afylen wurden über den Eingängen zum Schutze des Einlaßs begehrenden Publicums häufig Vordächer angelegt, nicht selten in reicher architektonischer Durchbildung. Ein zierliches und zugleich außerordentlich reich mit Metallarbeit geschmücktes, nach Art der gothischen Baldachine ausgeführtes Vordach befindet sich noch vor dem Haupteingange des Hospitals zu Beaune in Frankreich (Fig. 207²⁰⁴).

²⁰³) Ueber die Berechnung solcher Dächer siehe: Theil I, Bd. 1, Abth. II, Abchn. 3, Kap. 3, b: Console-Dächer (S. 415).

²⁰⁴) Mitgetheilt in: VERDIER ET CATTOIS. *Architecture civile et domestique* etc. Paris 1852—58.

Fig. 204.

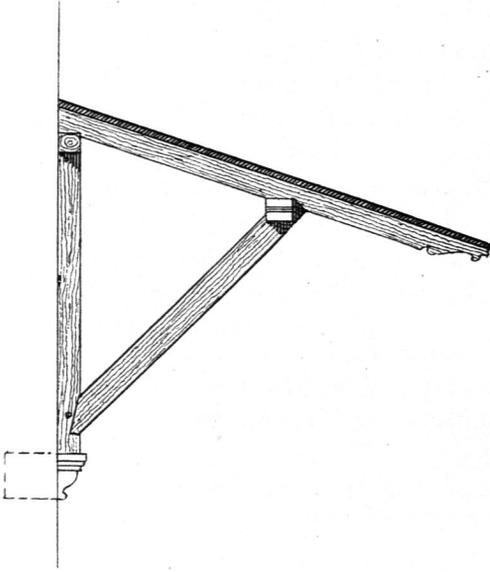
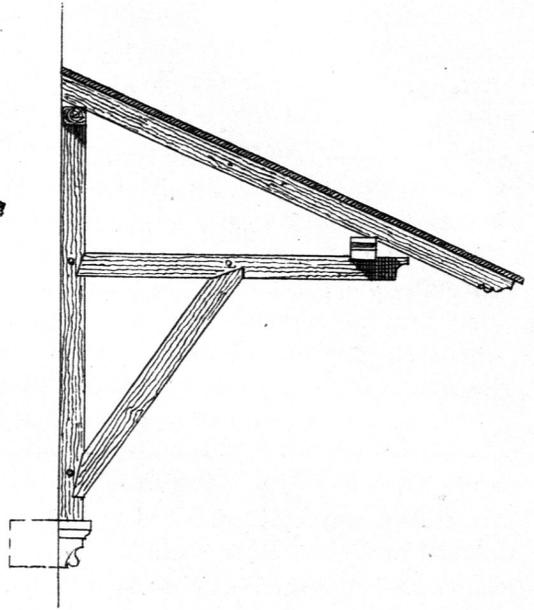
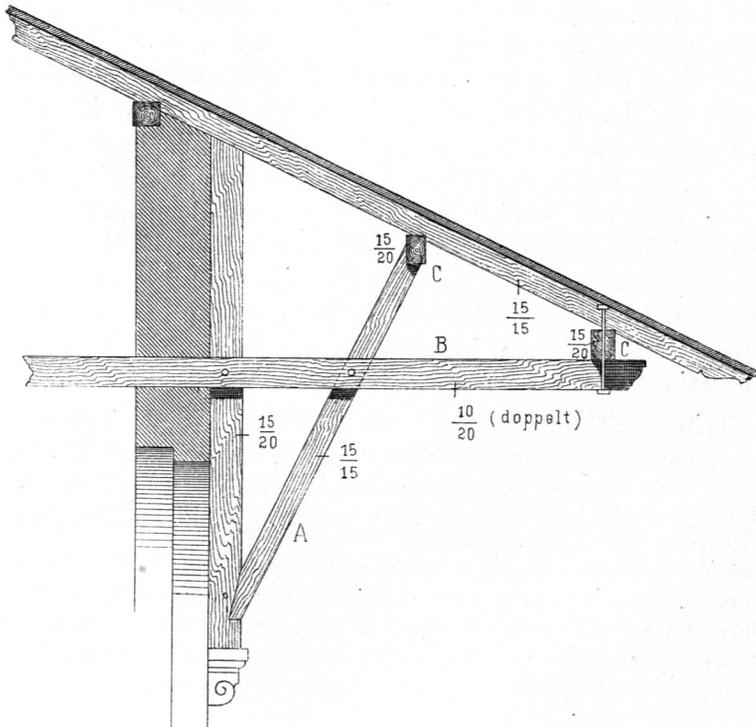


Fig. 205.



$\frac{1}{50}$ n. Gr.

Fig. 206.



Hölzerne Vordächer.

Recht interessante Ausbildungen von Vordächern finden sich in fast allen Theilen des Alpengebietes²⁰⁵⁾. Als Beispiel dieser Art sei hier (Fig. 209) ein vom Verfasser gezeichnetes Vordach über einem Kirchen-Portal in Bormio (Ober-Italien) mitgetheilt.

In der modernen Bau-Praxis hat, allerdings mit verschiedenen Modificationen, besonders das in Fig. 204, 205 u. 206 mitgetheilte System Verwendung gefunden, namentlich bei den mit seitlich weit ausladenden Dächern versehenen Güterschuppen auf Bahnhöfen. Als Träger des Daches (Fig. 206) treten hier die Pfetten *C* auf, welche wiederum durch Doppelzangen *B* und zwischen diesen hindurch geschobene Streben *A* unterstützt werden. Die Binderentfernung beträgt 4,5 bis 5 m.

In besonderen Fällen wird statt des in Obigem besprochenen Systemes eine andere Durchbildung des Vordaches vorzuziehen sein, welche sich giebelartig gestaltet, event. oben mit Abwalmung versehen ist (Fig. 208). Motive dieser Art sind

Fig. 207.

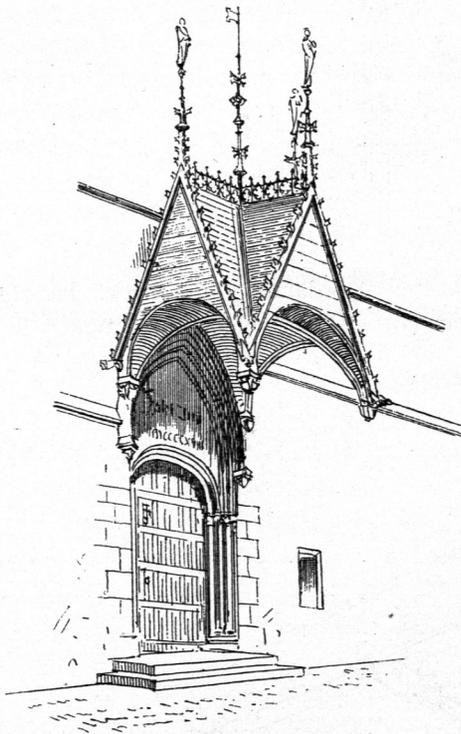
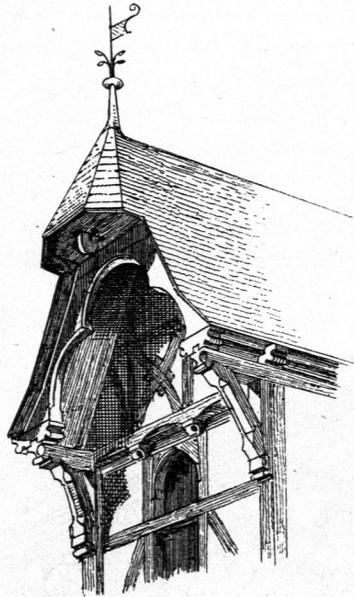
Vom Hospital in Beaune²⁰⁴⁾.

Fig. 208.

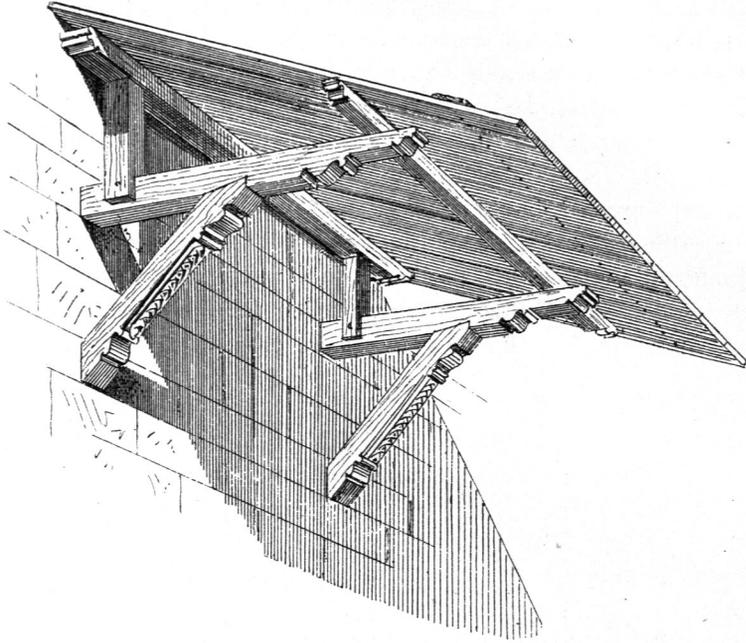


noch in ziemlicher Anzahl an den Fachwerksbauten der Mosel- und Rhein-Gegenden so wie an den Windluken der Nürnberger Häuser anzutreffen.

Hinsichtlich der Construction der Vordächer aus Holz und Eisen kann auf Theil III, Bd. 3 (Abth. III, Abschn. 2, E: Dachstuhl-Constructionen), so wie der Perron-Dächer auf Bahnhöfen auf Theil IV, Halbbd. 2 (Abth. II, Abschn. 4, Kap. 3: Perron-Dächer und Perron-Hallen) verwiesen werden; hier sei nur ein durch geschickte decorative Ausfüllung der Seitenflächen, so wie wegen der Behandlung der Streben beachtenswerthes Vordach erwähnt, welches sich vor dem durch *Hennicke* und *v. d. Hude* erbauten Hôtel »Kaiserhof« in Berlin befindet (Fig. 210).

²⁰⁵⁾ Siehe das Werk von *Gladbach* (Der Schweizer Holzstil etc. Darmstadt 1864—68), so wie jenes von *Graffenried* und *Stürler* (*Architecture Suisse* etc. Bern 1844).

Fig. 209.

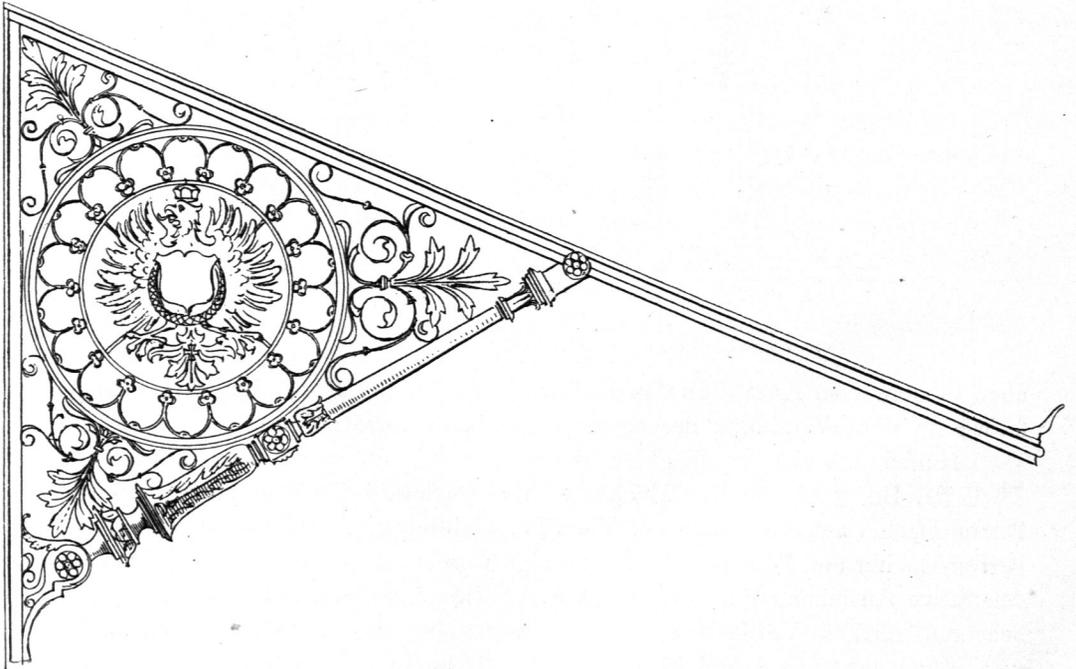


Von einem Kirchen-Portal in Bormio.

175.
Eindeckung.

Für die über Unterfahrten errichteten Vordächer sind meist Metall- oder Glasdeckung angewendet; letztere kommt fast nur für Eisenconstruktionen in Frage

Fig. 210.



Vom Hôtel »Kaiferhof« in Berlin. — $\frac{1}{20}$ n. Gr.
(Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1877, Bl. 20.)

und ist dann vorzuziehen, wenn dem hinter der Vorfahrt gelegenen Raume (Thorhalle, Vestibule etc.) möglichst wenig Licht entzogen werden soll.

Für Vordächer an interimistischen Bauwerken kann auch Dachpappe u. dergl. zur Eindeckung genommen werden.

3. Kapitel.

Befondere Constructions für Eisbehälter.

VON E. SPILLNER.

Der Verbrauch des Eises steigert sich von Jahr zu Jahr. Nicht allein Bierbrauereien, Conditoreien, Restaurants, Hôtels, Schlächtereien, so wie Krankenanstalten etc. consumiren davon erhebliche Massen; sondern seit Einführung der Eisschränke ist es auch in den besser situirten Familien zum unentbehrlichen Bedürfnis geworden. Längst schon reicht die Eisernthe auf den heimischen Flüssen und Seen nicht mehr aus; von Norwegen, Schweden und Nordamerika werden ganze Schiffsladungen verfrachtet, und eine große Anzahl von Eisfabriken kann dennoch mit Gewinn arbeiten. Mit dem Verbräuche steigert sich der Werth, und um so mehr ist darauf Bedacht zu nehmen, die zur Conservirung des Eises dienenden baulichen Anlagen thunlichst zu vervollkommen.

176.
Constructions-
bedingungen.

Die Bedingungen, welche ein derartiges Bauwerk möglichst erfüllen muß, sind:

- 1) Abhaltung der Wärme,
- 2) „ des Grund- und Hochwassers,
- 3) „ des Schmelzwassers,
- 4) „ des sich bildenden Niederschlages und
- 5) Möglichkeit der Lüftung.

In Bezug auf die Abhaltung der Wärme ist zunächst die Wahl des Baumaterials von Wichtigkeit. Sand- und Kalkstein leiten die Wärme mehr, als Backstein, dieser wieder besser, als Holz. Das Leitungsvermögen wird ungefähr durch folgende Zahlen ausgedrückt: Sand- und Kalkstein 95 bis 60, Backstein 60, Holz 30, Sand 20.

177.
Abhaltung
der
Wärme.

Die atmosphärische Luft ist nahezu absolut nicht leitend; doch muß sie so eingeschlossen sein, daß keine Bewegung stattfinden kann. Ein vorzügliches Isolirmittel sind daher die Luftschichten, eben so diejenigen Körper, welche eingeschlossene Luft enthalten, wie Stroh und Rohr. Ferner sind als solche zu erachten: Häcksel, Torf, Sägespäne, Kohle, Schlacken und Asche. Auch dem viel genannten Antimerulion wohnt diese Eigenschaft bei.

Ein Eisbehälter muß, gleich viel ob er unter oder über dem Erdboden errichtet wird, schlecht leitende Begrenzungen erhalten. Da die Wärme des Erdbodens in einiger Tiefe selten über 8 bis 10 Grad R. steigt, diejenige an der Erdoberfläche selbst in mäßigem Klima und an beschatteter Stelle hingegen bis 30 Grad R. betragen kann, so verdienen in dieser Beziehung unzweifelhaft — entgegen der neuerdings mehrfach aufgestellten anderen Meinung — die ganz oder theilweise unterirdischen Eisbehälter den Vorzug, und ist man durch hohen Grundwasserspiegel gezwungen, oberirdische Behälter auszuführen, so ist es durchaus empfehlenswerth,

sie mit einem Erdhügel zu bedecken. Allerdings darf man auch bei unterirdischen Anlagen den Wärmeschutz nicht außer Acht lassen, wie dies vielfach geschieht. Am meisten wird darin gefehlt, daß man die Bodenfläche häufig ganz ohne Isolierung läßt. Die gegen die Bodenfläche aufsteigende Erdwärme ist aber entschieden gefährlicher, als die auf die Seitenwände wirkende, da sie das Bestreben hat, durch die zwischen den Eisstücken befindlichen Höhlungen nach oben zu dringen. Zum mindesten ist der Erdboden mit einer starken Reisigschicht zu bedecken; besser ist ein Lattenrost in ca. 30 cm Entfernung vom Boden, der wiederum mit Reisig und Stroh bedeckt wird; noch sicherer ist es, außerdem den Erdboden mit einer Rollschicht abzupflastern. Will man die in kurzen Zwischenräumen nöthige Erneuerung des Rostes und seiner Tragbalken vermeiden — wodurch übrigens die Trockenhaltung der unteren Eisschichten erschwert wird — so ist ein massiver Fußboden mit Isolierschicht oder ein solcher auf Wölbung mit darunter liegenden Hohlräumen (siehe Fig. 226) anzulegen.

Die Seitenwände schützt man bei Massivbau am besten durch Einlegung einer Luftschicht, über dem Terrain außerdem durch Umschüttung mit Erde oder auch dadurch, daß man den ganzen Eisbehälter mit Räumen zur Aufbewahrung von Fleisch, Getränken etc. umgibt, welche ebenfalls wieder isolierte Umfassungen haben müssen. Holz-Fachwerk erhält in der Erde eine doppelte Bohlenbekleidung, deren Zwischenraum mit einem schlechten Leiter ausgefüllt ist; über der Erde ist eine doppelte Fachwerkwand in einem Abstände von mindestens 30 cm aufzuführen und ebenfalls auszufüllen (siehe Fig. 226 u. 229, 222 u. 228).

Eben so muß die Decke 30 cm hoch mit Schilf oder Rohr überpackt und außerdem das Dach mit einem Nichtleiter, am besten Rohr, eingedeckt sein. Falls dies die feuerpolizeilichen Bestimmungen nicht zulassen, ist Holzcementdach mit starker Kiesdecke allen anderen Dachdeckungen vorzuziehen.

Eine schattige Lage des Eisbehälters ist möglichst anzustreben. Der Eingang ist nach Norden zu legen; doppelte oder dreifache Thüren halten die Wärme zurück. Letztere werden auf der Innenseite mit Rohr bekleidet.

Wesentlich ist auch, daß man den Eisraum nicht zu klein bemißt, da, je geringer die Quantität, desto größer die Schmelzbarkeit ist. 12 cbm Inhalt möchte das Minimum sein.

Ein Hauptfeind des Eises ist das Wasser. Die Sohle des Eisbehälters soll daher unbedingt über dem Hoch- und Grundwasserspiegel liegen. Allerdings kann man auch unterhalb der Hochwasserlinie die Keller völlig wasserdicht herstellen; indessen ist hierbei zu bedenken, daß dann die Abführung des Schmelzwassers auf längere Zeit gehindert sein würde. Zur Abhaltung des Tagwassers dienen gepflasterte Rinnen. Mit Erde überschüttete Gewölbe sind vorher mit Asphalt abzudecken, massive Seitenwände in verlängertem Cementmörtel auszuführen.

Auch bei der sorgfältigsten Isolierung läßt sich die Entstehung des in hohem Grade schädlichen Schmelzwassers nicht vermeiden. Um dasselbe bequem abführen zu können, wird unter dem oben erwähnten Lattenroste ein kleines Sammelbassin gemauert (Fig. 211), aus welchem vermittels eines Bleirohres oder eines kleinen gemauerten Canales das Schmelzwasser entfernt wird. Damit durch die Ableitung nicht atmosphärische Luft eintreten kann, ist ein Wasserverschluß einzulegen, welcher entweder, wie beim Rohre *b* oder einfacher, wie bei *a*, gebildet wird. Bei einem gemauerten Canälchen (Fig. 213) bildet eine $\frac{1}{2}$ Stein starke Zunge den Luftabschluß.

178.
Abhaltung
des
Grund- u.
Hochwassers.

179.
Abführung
des
Schmelzwassers.

In flachem Terrain hilft man sich auch wohl durch Anlegung eines Pumpen-Baffins auferhalb des Eiskellers (siehe Fig. 223); bei städtifchen Eiskellern, wo die Länge der Ableitung in der Regel fehr beschränkt ift, bleibt kaum etwas anderes übrig, falls das Eis nicht fo rein ift, dafs man das Schmelzwaffer in einen Brunnen abführen kann. In fehr durchläffigem Boden genügt ein Loch in der Mitte des abgewäfferten Pflasters (Fig. 212).

Fig. 212.

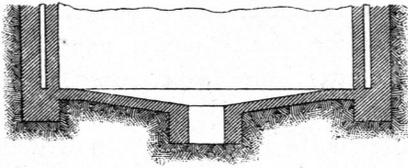


Fig. 211.

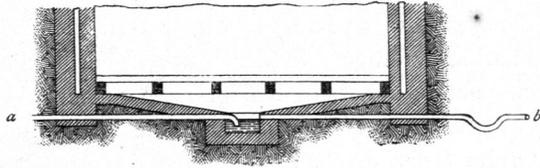
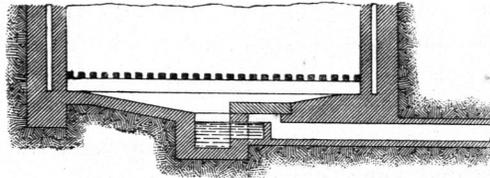
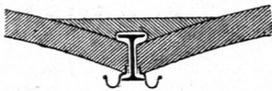


Fig. 213.



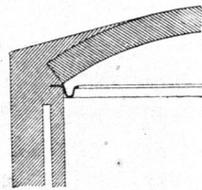
Bei sorgfältigen Anlagen wird man auch auf die Befeitigung des Niederfchlagwaffers Rückficht nehmen. An horizontaler Decke ift diese allerdings nicht möglich, fehr wohl aber bei Kellern, die auf I-Trägern mit Backfteinen überwölbt oder mit bombirtem Wellblech überdeckt find.

Fig. 214.



Die Schweifsrinne wird alsdann an Zinkstreifen gehängt (Fig. 214), welche über die I-Träger gelegt find. Bei Ueberfpannung des ganzen Raumes mit Kloftergewölbe, preufifcher oder böhmifcher Kappe, kann man eine fchmale Zinkrinne in den Kämpfer einfchieben, deren Ableitungsröhr in eine Packung von grobem Kies mündet (Fig. 215).

Fig. 215.



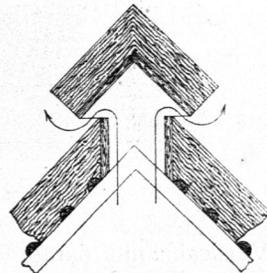
Man hat auch die aufsteigende feuchte Luft durch eine Art Ventilation zu entfernen gefucht. So ift mehrfach die neben ftehende Firtventilation (Fig. 216) ausgeführt worden. Indeffen möchte zu erwägen fein, dafs für die entweichende Luft neue, natürlich wärmere, eintreten muß, was kaum ein Vortheil fein dürfte. Wohl aber ift es wünschenswerth, nach Entleerung des Kellers, bezw. vor der Neubefchickung in Frofttagen eine möglichft ftarke Auskühlung und Abtrocknung eintreten zu laffen, was nur bei denjenigen Anlagen thunlich ift, in denen fich durch Oeffnen gegenüber liegender Thüren ein ftarfer Gegenzug hervorbringen läßt. Dies ift möglich bei denjenigen Eishäufern, und -Kellern, welche aufer einem Eingange auch eine Oeffnung zum Einfchütten des Eifes aufweifen.

180.
Abführung
des
Niederfchlag-
waffers.

Die billigfte Aufbewahrung des Eifes bilden die Eismieten. Auf einer ca. 30 cm ftarken Sand- oder Kiesbettung wird Reifig und Stroh ausgebreitet, darüber das Eis möglichft dicht gepackt und fchließfich die Eispyramide in einer Stärke von 30 bis 50 cm mit Stroh, oder Rohr in Form einer Miete regelrecht ab-

181.
Lüftung.

Fig. 216.



182.
Eismieten.

Die billigfte Aufbewahrung des Eifes bilden die Eismieten. Auf einer ca. 30 cm ftarken Sand- oder Kiesbettung wird Reifig und Stroh ausgebreitet, darüber das Eis möglichft dicht gepackt und fchließfich die Eispyramide in einer Stärke von 30 bis 50 cm mit Stroh, oder Rohr in Form einer Miete regelrecht ab-

gedeckt. Das Eis wird des Nachts entnommen, wobei die Miete geöffnet werden muß. Beim Schwinden des Eisvorrathes finkt die Strohabdeckung nach.

Will man einen ständigen Zugang schaffen, so ist ein leichtes Zeltdach nebst vorgebautem Eingang zu errichten und mit Stroh einzudecken.

183.
Eisgruben.

Wird das Eis in einer Vertiefung des Erdbodens geborgen, so nennt man diese eine Eisgrube. In Fig. 218 ist dieselbe trichterförmig gestaltet, der Kies durch Pflaster befestigt. In der Mitte ist ein Drainrohr zur Abführung des Schmelzwassers eingesetzt; die Thür schlägt nach außen.

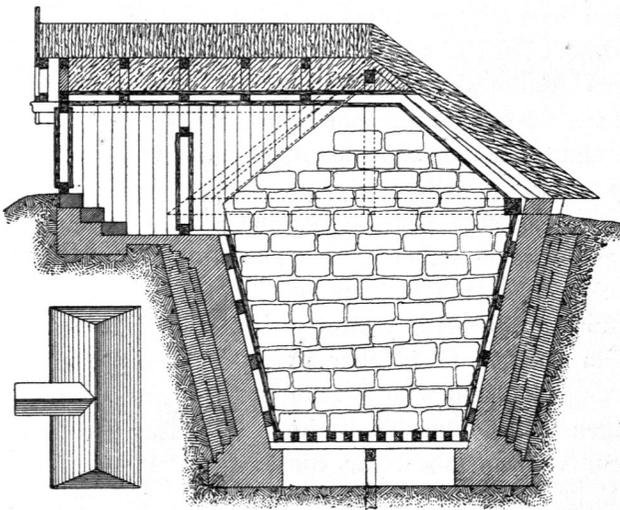
Will man die kühl haltende Wirkung des Erdbodens mehr ausnutzen und die Grube tiefer machen, so müssen die Seitenwände gegen Abrutschen durch Holz oder Mauerwerk geschützt werden. Holz in der Erde hält sich selten länger, als 5 bis 6 Jahre; dennoch kann die Rentabilitätsrechnung bei billigen Holzpreisen, wie z. B. auf Gütern mit eigener Waldung, ergeben, daß eine Holzauskleidung billiger wird, als Mauerung. Auch bietet ein Anstrich mit dem sog. Carbolinum von *Gebr. Avenarius* in Gau-Algesheim²⁰⁶⁾ ein geeignetes Mittel, die Dauer des Holzes wesentlich zu verlängern.

Fig. 221 stellt eine hölzerne, in Nachrodt ausgeführte Eisgrube²⁰⁷⁾ in Grundriß und Durchschnitt dar.

Der ganze Bau ist in Tannenholz ausgeführt, mit Ausnahme des die Seitenwände abschließenden Rahmens, welcher von Eisen hergestellt ist. Das Dach ist mit Stroh eingedeckt; die hohlen Zwischenräume der Wände sind mit tannemem Sägemehl ausgestampft. Auf zwei Drittel seiner Höhe steht der Bau im gewachsenen Boden; das obere Drittel ist mit Erde umschüttet.

Eine massive Eisgrube von pyramidalen Form zeigt Fig. 217²⁰⁸⁾.

Fig. 217.



Gemauerte Eisgrube²⁰⁸⁾. — $\frac{1}{100}$ n. Gr.

Die $1\frac{1}{2}$ Stein starke massive Mauer ragt nur so weit aus dem Terrain hervor, daß das Tagewasser zwischen Mauerwerk und Dach nicht eindringen kann. Das Dach ist mit Stroh gedeckt; die inneren Wände und die Unterflächen der Sparren sind mit Brettern verschalt; ein kleiner Vorraum bildet den Zugang zum Eisbehälter. Zur Abhaltung der Erdwärme ist die Umfassungsmauer mit einer 0,5 bis 0,7 m starken Torfschicht umgeben. Das Eis lagert auf einem Lattenrost, welcher von einer Balkenlage getragen wird. Die Latten sind 8 cm stark und etwa 5 cm von einander entfernt. Das Schmelzwasser geht direct in den Sandboden.

Größere Sicherheit gegen den Erddruck wird man erreichen, wenn der Horizontalschnitt kreisförmig, der

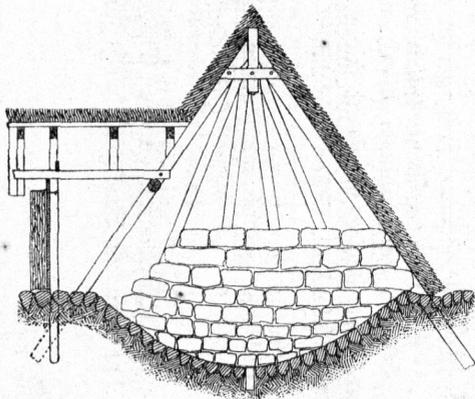
Verticalschnitt parabolisch gestaltet ist (Fig. 219). Eine derartige Form schützt auch vortrefflich gegen die aufsteigende Erdwärme; ein Lattenrost ist entbehrlich. Das

206) Großherzogthum Heffen; Filiale bei *Chambalu* in Steglitz.

207) Nach: HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1870, S. 29, Bl. 6.

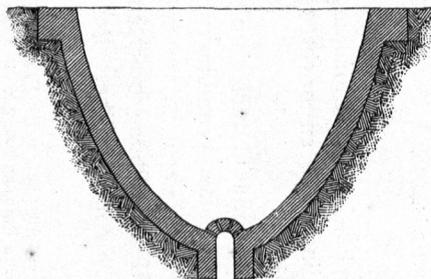
208) Nach: WANDERLEY, G. Ländliche Wirthschaftsgebäude. Leipzig 1878. S. 220.

Fig. 218.



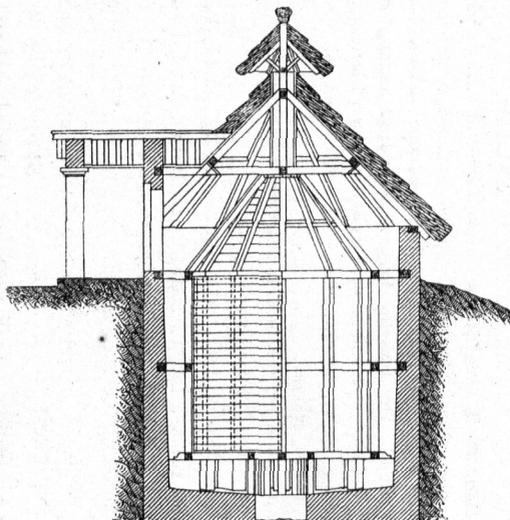
Gepflasterte Eisgrube. — $\frac{1}{100}$ n. Gr.

Fig. 219.



Gemauerte Eisgrube. — $\frac{1}{100}$ n. Gr.

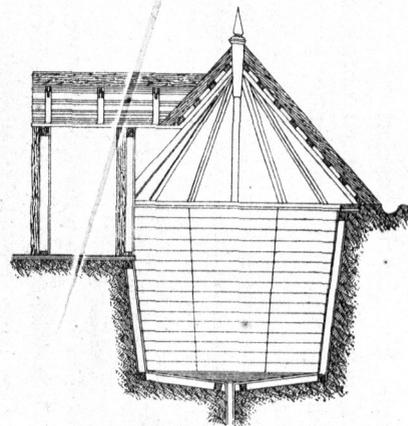
Fig. 220.



Brodley's Eisgrube²⁰⁹⁾. — $\frac{1}{150}$ n. Gr.

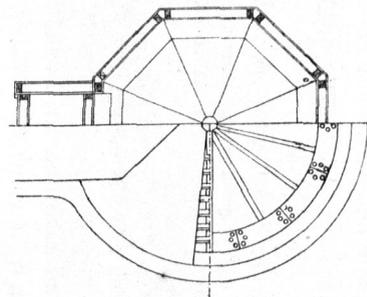
Eisgruben.

Fig. 221.



Hölzerne Eisgrube in Nachrodt²⁰⁷⁾.

$\frac{1}{100}$ n. Gr.



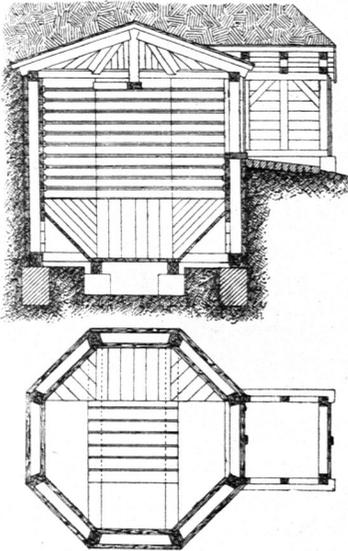
kleine Gewölbe über dem Abflus wird aus Backsteinen mit eingemauerten Drainrohren hergestellt und darüber eine starke Reiffigschicht gepackt.

Fig. 220 stellt eine Eisgrube nach dem System des Amerikaners *Brodley*²⁰⁹⁾ dar, welches durch Verbindung von Maffiv- und Holzconstruction einen kräftigen Schutz gegen die äußere Wärme erzielt.

In einem maffiv gemauerten Cylinder befindet sich ein zwölfeckiges Holzgerüst. Jeder Zwischenraum zwischen dem hölzernen und maffiven Cylinder wird mit Rohr, Stroh, Torf oder einem anderen schlechten Wärmeleiter ausgefüllt, eben so der Raum zwischen der inneren mit Brettern geschaltene Decke und der Dachfläche. Der an der Nordseite gelegene Vorbau, welcher den Zugang bildet, ist mit 3 Thüren versehen, welche so angelegt sind, dafs, während die eine geöffnet ist, die beiden anderen geschlossen bleiben.

Wird eine Eisgrube an Stelle des Daches mit fester Decke versehen, so verwandelt sie sich in einen Eiskeller. Ein solcher kann entweder theilweise oder gänzlich in der Erde liegen. Auch hier kann die Holzconstruction, obwohl sie eine schnell vergängliche ist, unter Umständen sich billiger stellen, als Maffivbau.

Fig. 222.



Hölzerner Eiskeller auf dem Gute
Grofs-Ziethen²¹⁰⁾.
1/150 n. Gr.

Fig. 222²¹⁰⁾ zeigt einen auf dem Gute Grofs-Ziethen ausgeführten hölzernen Eiskeller.

Derselbe ist im Lichten 3,72 m weit und 3,40 m hoch; die Schwellen, 25 × 32 cm stark, ruhen auf Fundamentpfeilern; die Bohlen sind 10 cm stark; die Zwischenräume sind mit Torfgros ausgefüllt. Der Eiskeller liegt in einer Erdschüttung; der Eingang befindet sich mit dem Terrain in einer Ebene. Die Erdschüttung ist ca. 1 m über den First geführt und mit einem Garten-Pavillon gekrönt.

Eine ähnliche in Rundholz ausgeführte Construction findet sich in der unten²¹¹⁾ genannten Quelle.

Bei Maffivbau hat man häufig die Wahl zwischen Kalk-, bezw. Sandbruchsteinen und Backsteinen. Letztere verdienen den Vorzug, da ihr Wärmeleitungsvermögen ein geringeres ist, Bruchsteine auch meistens hygroskopisch sind und die Erdfeuchtigkeit durchlassen. Wenigstens sollte man bei Bruchsteinbau eine innere, 1/2 Stein starke, gehörig eingebundene Backsteinverblendung anwenden.

Will man ökonomisch bauen, so müssen nicht nur die Umfassungswände dem Erddruck einen möglichst grofsen Widerstand entgegensetzen; sondern es mufs auch der cubische Inhalt möglichst

grofs, die Fläche der Umfassungswände und der Decke möglichst klein werden. Diesen Bedingungen entspricht die Form eines Cylinders, dessen Durchmesser gleich der Höhe ist.

Die Wandstärke mufs dem steigenden Erddrucke gemäfs nach unten zunehmen. Will man gleiche Wandstärke beibehalten, so ist der lichte Querschnitt nach unten (siehe Fig. 219) zu verengen.

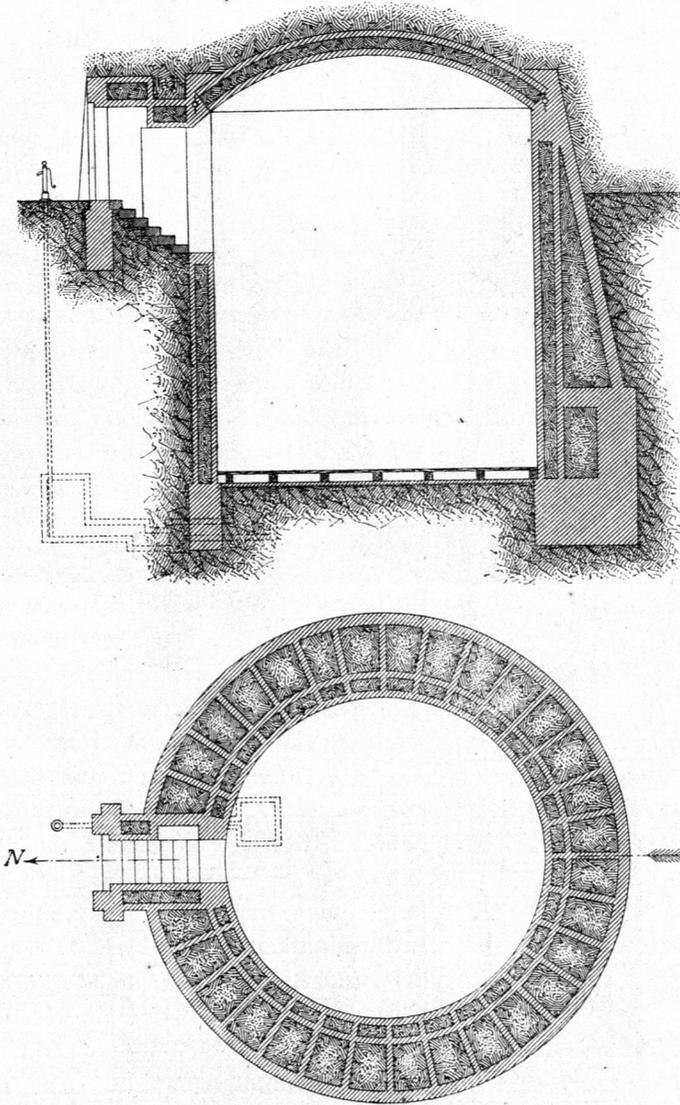
Die Ueberwölbung geschieht entweder mit Kappen auf eisernen Trägern oder mit einem Kuppelgewölbe. Bei letzterem hat man zu beachten, wogegen häufig

209) Nach: Allg. Bauz. 1854, S. 381, Bl. 652.

210) Nach: ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 19, Taf. 7.

211) Gaz. des arch. et du bât. 1872, S. 113.

Fig. 223.

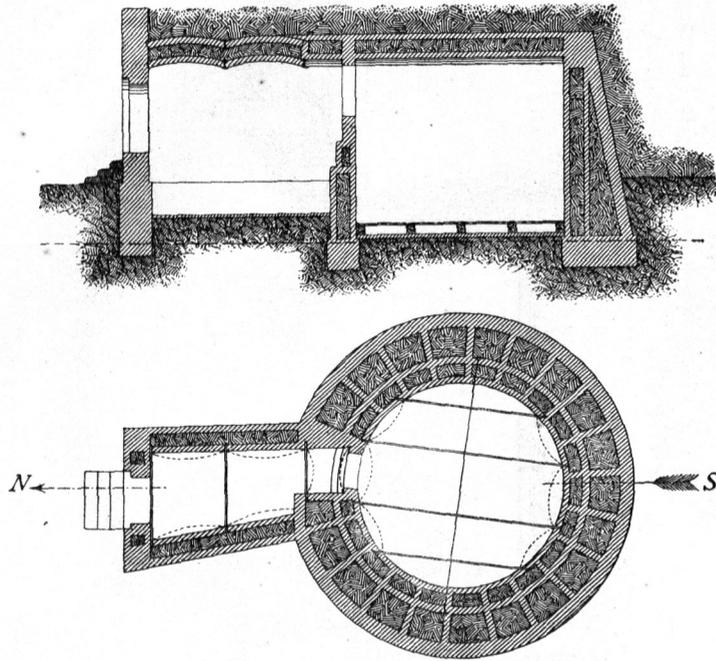
Gemauerter Eiskeller. — $\frac{1}{150}$ n. Gr.

gefehlt wird, daß die Widerlagsmauern gegen den Gewölbefschub gesichert werden müssen. Man hat daher im Kämpfer eine Ringverankerung in das Widerlager einzulegen, welche aus kurzen Rundeisenstäben mit durchgesteckten Splinten oder einer gewöhnlichen eisernen Kette mit Splinten besteht.

Fig. 223 u. 224 stellen zwei von *Petzholtz* in Potsdam mitgetheilte Eiskeller dar. Der eine ist mit einem Kuppelgewölbe überdeckt, der zweite mit preussischen Kappen auf eisernen Trägern.

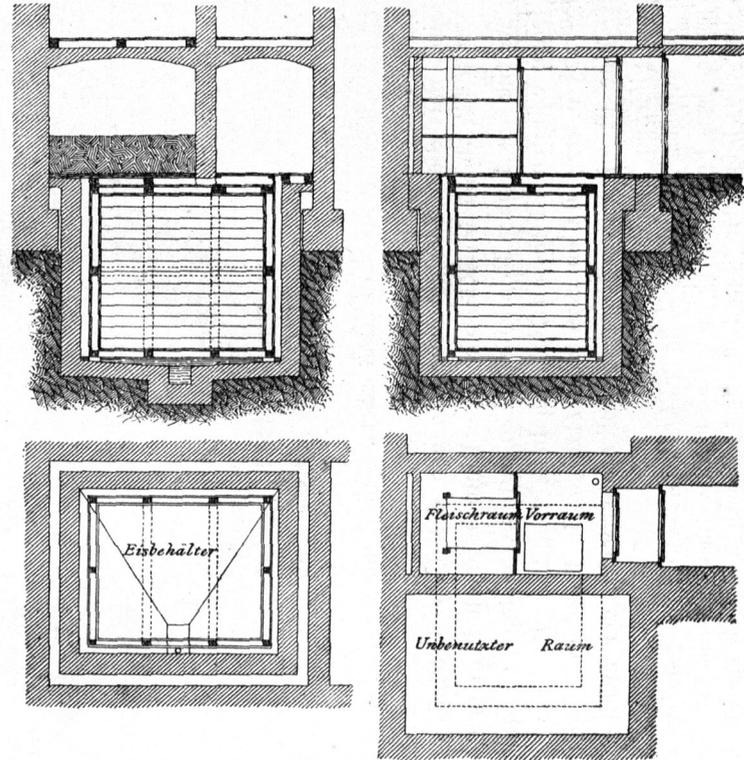
Für die Ausfüllung der Widerlager ist Torfasche verwendet. Die Entwässerung geschieht durch eine Handpumpe, deren Rohr in ein kleines Bassin mündet, welches mit einem unter dem etwas geneigten Fußboden des Kellers befindlichen Sammelkasten in Verbindung steht. Als Material sind theils Klinker, theils Rathenower Backsteine in Cementkalk verwendet; nach außen hin ist das Mauerwerk mit Cement

Fig. 224.



$\frac{1}{160}$ n. Gr.

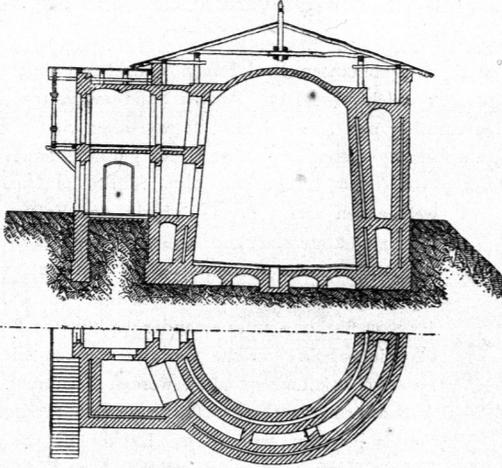
Fig. 225.



$\frac{1}{100}$ n. Gr.

Gemauerte Eiskeller.

Fig. 226.



Eishaus der Irren-Anstalt zu Dalldorf²¹²⁾.
1/300 n. Gr.

berappt und mit heißem Theer geftrichen. Beide Keller sind mit Erde bedeckt, welche dicht mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt ist.

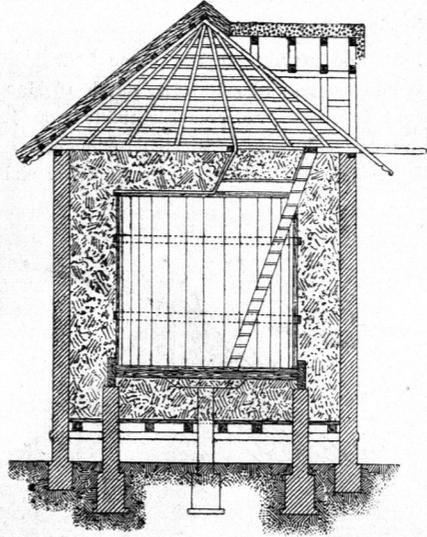
Häufig kommt man in die Lage, in einem vorhandenen Keller einen Eisraum anzulegen. Ist vom Hochwasser keine Gefahr zu befürchten, so wählt man zweckmässig die in Fig. 225 gegebene Disposition²¹³⁾.

In den von massiven Wänden eingefassten und unter der früheren Kellerfohle vertieften Raum ist ein hölzerner Kasten eingefetzt. Die doppelte Bretterwand ist mit Häckfel, der Raum zwischen dem Kasten und der massiven Wand mit Kohlengrus ausgefüllt. Der Fußboden wird von Latten gebildet. Neben dem Vorraum, welcher das Einsteigeloch enthält, befindet sich ein Raum zur Aufbewahrung von Fleisch.

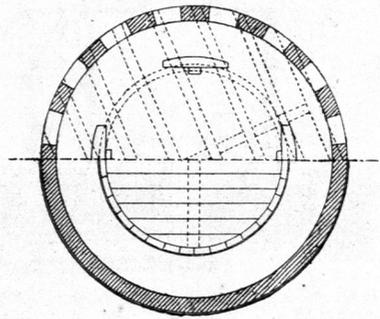
In Gegenden mit hohem Grundwasserstande, wozu auch Gebirgsgegenden gehören können, eben so auf flachem Terrain, wo die Abführung des Schmelzwassers lange unterirdische Leitungen erfordern würde, ist die Ausführung von Kellern nicht möglich, und man muß zu Eishäusern übergehen. Sind letztere massiv ausgeführt, so behält man den Ausdruck »Keller« wohl bei. In der Regel werden sie ganz mit Erde beschüttet, unterscheiden sich mithin von den eigentlichen Eiskellern nicht. Ist dies nicht zulässig, so muß man den Wärmeschutz durch Vorlegung von Kühlräumen zu erreichen suchen oder doppelte Isolirung anwenden. Ein Beispiel hierfür bietet das Eishaus der städtischen Irren-Anstalt zu Dalldorf (Fig. 226²¹²⁾, für den Eisbedarf von 1000 Kranken berechnet.

Die Beschickung des Kellers und die Entnahme von Eis geschieht feitlich oben, für welche Zwecke ein durch eine Treppe zugänglicher Vorbau vorhanden ist. Die Isolirung der Wände und des Fußbodens ist eine sehr sorgfältige; das Gewölbe würde ebenfalls besser mit Isolirschicht versehen worden sein.

Fig. 227.



Eishaus des chemischen Institutes an der Universität Marburg²¹⁴⁾.
1/150 n. Gr.



185.
Eishäuser.

212) Nach: Deutsches Bauhandbuch. Band II. Berlin 1882. S. 354.

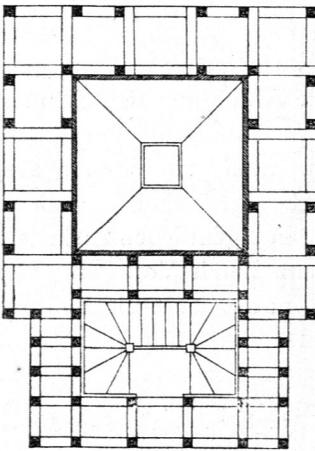
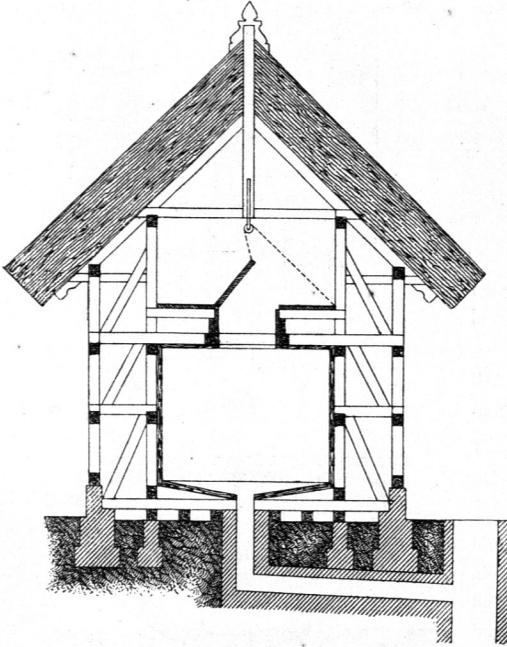
213) Nach: ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1861, S. 117, Taf. 19.

214) Nach: ENGEL, F. Handbuch des landwirthschaftlichen Bauwesens. 6. Aufl. Berlin 1879. S. 196.

Ein massives Eishaus mit cylinderförmigem, hölzernen Eisbehälter, ausgeführt nach Angaben Kolbe's für das chemische Institut der Universität zu Marburg zeigt Fig 227²¹⁴⁾.

Die massive äussere Wand besteht 0,81 m hoch aus gebrannten Backsteinen und 3,76 m hoch aus Lochsteinen und ist unterstützt durch 16 Mauersteinpfeiler, welche mit 13 cm starken Sandsteinplatten überdeckt sind. Der hölzerne Eisbehälter von 4,08 m Durchmesser und 3,77 m Höhe ist von allen Seiten 1,0 m stark mit schlechten Wärmeleitern umgeben. Zur Unterstützung dienen vier über Kreuz gestellte Sandsteinpfeiler und vier sich auf diesen stützende eichene Pfosten von 0,71 m Länge und 24 cm Stärke im Quadrat,

Fig. 228.



Eishaus auf dem Rittergut Lagowitz bei Schwiebus²¹⁵⁾.

$\frac{1}{150}$ n. Gr.

welche den vier, der Peripherie des Fasses entsprechend abgerundeten Holmen als Auflager dienen. Der 10 cm starke Eichenfußboden ruht auf einem Unterzuge. Der Eisbehälter besteht im Inneren aus 8 cm starken, unter einander verdübelten Bohlen aus Eichenholz, welche von zwei starken eisernen Bändern zusammengehalten werden, während die Aussenfläche durch 3 cm starke verdübelte Kiefern Bretter gebildet wird. Der Deckel ist aus 6 cm starken Kiefernbohlen gefertigt. Eine Trittleiter führt bis zum Boden herab. Die Einsteigeöffnung ist von einem Bretterkasten umgeben, welcher oben und unten mit einer Thür versehen ist, zwischen welchen ein aus alten Wolldecken gefertigtes Kissen den Luftzutritt hindert. Das Schmelzwasser wird durch ein Bleirohr fortgeleitet, dessen Ende aufgebogen ist und so einen Wasserverschluss bildet. In einer Höhe von 0,57 m über dem Erdboden ist ein Fußboden nebst Balkenlage angebracht, um das Durchfallen des Häckfels zu verhüten. Die Fugen sind mit Deckleisten geschlossen, die massive Wand ist innen mit Strohlehm, aussen mit Kalkmörtel geputzt. Eine Thür ist mit trockenen Backsteinen veretzt und kann leicht zur Herausnahme und Erneuerung des Häckfels geöffnet werden. Das Dach ist wegen feuerpolizeilicher Bestimmung nicht mit Stroh, sondern mit Schiefer gedeckt.

Eishäuser in Holz-Fachwerk, sog. »amerikanische« erfreuen sich gegenwärtig einer grossen Beliebtheit. Ihre Vorzüge vor den massiven sind: grössere Billigkeit und, in Folge der geringen Wärmeleitungsfähigkeit des Holzes, vortreffliche Conservirung des Eises. Dagegen leiden sie an zwei recht empfindlichen Uebelständen: schneller Vergänglichkeit durch Schwammbildung und Fäulnis, so wie sehr geringer Feuer-sicherheit, wie eine wahrhaft erschreckende Zahl von Bränden in Amerika und Deutschland jährlich auf das Neue beweist. Man thut daher gut, derartige

²¹⁵⁾ Nach: ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 134, Taf. 22.

Gebäude durch Anstrich des Holzwerkes mit dem in Art. 183 (S. 164) schon erwähnten Carbolineum zu sichern und sie möglichst entfernt von anderen zu errichten. Fig. 228 zeigt ein auf Rittergut Lagowitz bei Schwiebus durch *Steinbarth* ausgeführtes Eishaus²¹⁵⁾.

Der 0,94 m messende Zwischenraum der Fachwände ist bis zur Balkenlage mit Torfgrus, der Raum bis zum Dachfirst mit Häckfel ausgefüllt; das Dach ist mit Stroh gedeckt. Eine Treppe führt zur Aufzugsklappe, durch welche das Eis eingebracht wird. Der Rost in der Mitte des 10 cm starken Bohlenbodens besteht aus einer durchbrochenen Gufsplatte. Der gemauerte Abzugscanal von 25 cm Weite mündet in eine bedeckte Senkgrube; ein Wafferverchluss wird darin vermifft, auch ist der Querschnitt des Canales zu groß.

Ähnliche Anlagen sind durch *Gropius und Schmieden* in Berlin beim Krankenhause im Friedrichshain und beim Central-Militärhospital zu Tempelhof ausgeführt worden²¹⁶⁾; ferner enthält das unten²¹⁷⁾ genannte Werk mehrere praktische Beispiele.

Die Räume zur Aufbewahrung von Fleisch und Getränken, welche durch das Eis kühl gehalten werden sollen, kann man über, neben und unter dem Eisraum anbringen. Kleinere Quantitäten lassen sich im Eingangs-Vorbau, welcher zur Anbringung der doppelten Thüren erforderlich ist, bergen²¹⁸⁾. In

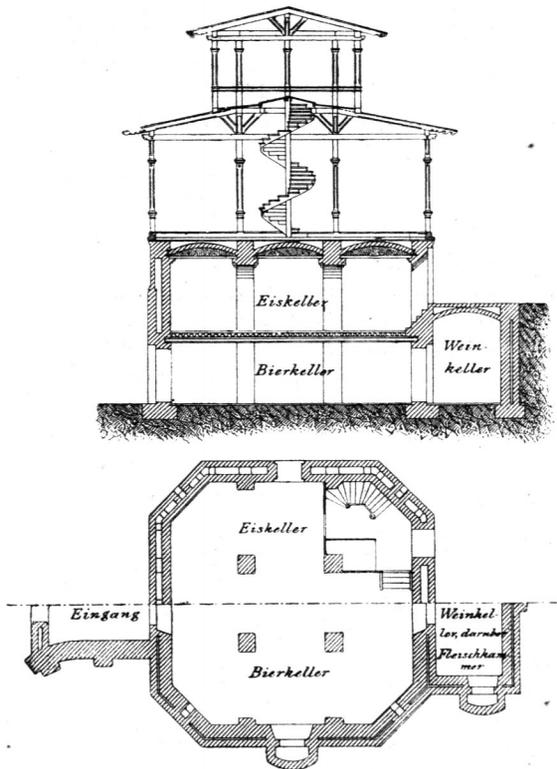
Fig. 229 geben wir eine von *Ende & Boeckmann* in Berlin am Halensee bei Charlottenburg ausgeführte Anlage, welche in Verbindung mit einer Restauration steht.

Das Terrain ist stark ansteigend. Zu unterst liegt der Bierkeller, daneben ein Weinkeller, über letzterem die Fleischkammer. Der Bierkeller ist mit Wellblech auf eisernen Trägern abgedeckt; darüber befindet sich der Eiskeller, das Eis liegt auf einem Lattenrost. Das Wellblech hat eine geringe Neigung zur Mitte, damit das Schmelzwasser abläuft und die Umfassungswände trocken bleiben. In der Mitte tropft das Wasser durch einen Schlitz in der Wellblechdecke auf die mit Gefälle gepflasterte Sohle des Bierkellers und läuft hier zwischen den Biertonnen zu den Verfickerungsgruben. Ueber dem Eiskeller befindet sich eine Bohlendecke und darüber Gewölbe; der Zwischenraum ist mit Torfgrus ausgefüllt. Im Inneren des Eiskellers sind die Wände mit Strauchwerk bekleidet. Ueber demselben liegt die mit Asphaltfußboden versehene Restaurationshalle. Die Umfassungsmauern sind aus festen, klinkerartigen Backsteinen mit 30 cm Hohlraum ausgeführt.

Ueber Eiskeller in unmittelbarer Verbindung mit Bierbrauereien wird in Theil IV, Halbband 3 dieses »Handbuches« (Abth. III, Abschn. 2, C, Kapitel über »Bierbrauereien«) das Erforderliche besprochen werden.

186.
Auf-
bewahrungs-
räume.

Fig. 229.



Eishaus am Halensee bei Charlottenburg.

$\frac{1}{300}$ n. Gr.

216) Veröffentlicht in: Zeitschr. f. Bauw. 1876, Bl. 30 und 1879, Bl. 23.

217) WANDERLEY, G. Die ländlichen Wirthschaftsgebäude. 2. Bd. Halle 1879.

218) Siehe auch: Theil III, Band 4 dieses »Handbuches«, Art. 288, S. 246.

Zum Schlufs hätten wir noch etwas über das Einbringen des Eifes zu fagen. Am besten ist es, grofse Stücke durch Zerfägen der Eisdecke zu gewinnen und verbandmäfsig zu packen. Hat man nur kleine, unregelmäfsige Stücke, so find diese während des Einwerfens in möglichst kleine Stücke zu zerfchlagen. Durch Eintreuen von Kochfalz (ca. 9 kg auf die zweifpännige Fuhre), Uebergiefsen mit Wasser und fleifsiges Oeffnen der Thüren an den Frofttagen erreicht man, dafs die ganze Maffe zu einem koloffalen Blocke zusammenfriert ²¹⁹⁾.

Literatur

über »Eisbehälter«.

- BRAASCH, W. Eiskeller. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1854, S. 7.
Ueber Eiskelleranlagen. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1860, S. 33.
EMMICH. Mittheilungen über die Anlage von Eisgruben und Eishütten. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1861, S. 117.
LEUCHS, J. C. Anweisung zum Bau oberirdischer Eisgebäude mit geringen Kosten etc. 2. Aufl. Nürnberg 1862.
ENDE, H. Nebenbaulichkeiten der Villa v. d. Heydt in Berlin. Zeitschr. f. Bauw. 1863, S. 5.
Les glaciers du bois de Boulogne. Nouv. annales de la const. 1863, S. 177.
HARZER, F. Die Anlage der Eiskeller. 2. Aufl. Weimar 1864.
SCHLESINGER, J. Der Eiskellerbau in Maffiv- und Holz-Construction, fowohl in wie über der Erde. Berlin 1864.
ROTH. Eiskelleranlage im Bois de Boulogne. Zeitschr. f. Bauw. 1864, S. 589.
Eiskeller mit Pavillon auf Rittergut Grofs-Ziethen. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 19.
STEINBARTH. Eiskeller auf Rittergut Lagowitz bei Schwiebus. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 133.
Der Bau des Eishaufes. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1866, S. 106.
De la construction des glaciers. Revue gén. de l'arch. 1866, S. 53.
HELDBERG. Ueber Eiskeller und Eishäufer. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1867, S. 24.
STREERUWITZ, W. v. Amerikanische Eishäufer. Zeitschr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1870, S. 77.
Eishaus in Nachrodt. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1870, S. 29.
KAEMP. Ueber die Construction und den Betrieb der neuen sog. norddeutschen Eishäufer in Rummelsburg bei Berlin. Deutsche Bauz. 1871, S. 52.
Des glaciers. Gaz. des arch. et du bât. 1873, S. 107, 111, 129.
SWOBODA, C. Die Anlage und Benutzung transportabler und stabiler Eiskeller oder Eisfchränke, Eisreservoirs und amerikanischer Eishäufer, sowie die Construction und der Gebrauch von Milch-, Wasser- und Luftkühlern, Gefornesmaschinen etc. 3. Aufl. von F. HARZER's Anlage und Benutzung der Eiskeller. Weimar 1874.
Ueber Eiskeller. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1875, S. 433.
KLETTE, R. Plan eines Eishaufes. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1877, S. 41.
Zwei Eishäufer. Baugwks.-Ztg. 1880, S. 27.
POLACK, M. Eiskelleranlage der Victoriabrauerei in Berlin. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 138.
Ueber Anlage von Eishäufern. Baugwks.-Ztg. 1882, S. 538.
MENZEL, C. A. Der Bau des Eiskellers fowohl in wie über der Erde, vermittelt Torf, Stroh oder Rohr und das Aufbewahren des Eifes in demselben. Nebst einer Beschreibung zur Anlage von Eisbehältern in Wohngebäuden und Zubereitung des efsbaren Eifes. 5. Aufl. Halle 1883.
Eiskeller-Anlagen. Gefundh.-Ing. 1883, S. 73.
Siehe auch die Literatur-Angaben über »Landwirthschaftliche Gebäude« in Theil IV, Halbbd. 3 (Abfchn. 1) dieses »Handbuches«.

²¹⁹⁾ Siehe auch Theil III, Band 4 dieses »Handbuches«, Art. 284, S. 242.