



Sicherungen gegen Einbruch

Marx, Erwin

Darmstadt, 1884

1. Abschnitt: Sicherung gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderschütterungen.
-

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78856](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78856)

VERSCHIEDENE BAULICHE ANLAGEN.

I. Abschnitt.

Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderstürterungen.

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 Brandursache zu entdecken und die Schuldigen zu bestrafen. So dürfen wir uns nicht wundern, daß über die Bewahrung 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 Löschrichtungen 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 Straßburg 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, Abschn. 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 zerprengt. 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. Feuersetzen 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, Thonchiefer, 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 Uelfanger Sandstein erbauten Zinnen von Kreuz- und Querriffen durchzogen, Stufen von sog. Blaufeinstein (Kalkstein) in Aetzkalk verwandelt; hingegen hatten die nur 1 Stein starken Backsteingewölbe des historischen Krönungsaltares diesen vollkommen gegen die Gluth und den Zusammenbruch des hohen, hölzernen Dachstuhlges 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 Bitumen-Gehaltes 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, Abschn. 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, Abschn. 2, Kap. 3: Asphalt; ferner: Deutsche Bauz. 1870, S. 83.

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

Kalksteinmauern, 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 Feuerchutzmauern 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 fährt. 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, Abschn. 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, Abschn. 1, Kap. 6: Eisen und Stahl.

68.
Holz.

69.
Eisen.

Verfuche hierüber wurden von *Kollmann* in Oberhausen durchgeführt. Es wurde fehniges, feinkörniges Eifen und Bessmer-Stahl bei fortwährend steigender Temperatur von 0 bis 1000 Grad C. Festigkeitsproben unterworfen, wobei sich ergab, dafs bis zu 100 Grad die Festigkeit der drei Metalle constant blieb und selbst bei 200 Grad nur die Festigkeit des fehnigen Eifens 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, dafs überhitztes Eifen 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 Eifen construiren, so darf das vorhandene brennbare Material nicht so bedeutend sein, dafs bei einem Brande eine Temperatur von mehr als 700 Grad C. erreicht wird, vorausgesetzt, dafs man mit fünffacher Sicherheit construirt, obwohl der Schmelzpunkt für Schmiedeeifen sich erst bei 2000, jener für Stahl bei 1850 und jener für Gufseifen bei 1500 Grad C. befindet.

Noch schlimmer, als die Abnahme der Tragfähigkeit wirkt aber die Eigenschaft des Eifens, sich bei gleichmäfsiger Erhitzung stark auszudehnen, bei ungleichmäfsiger Erhitzung sich zu verdrehen. Eine Wärmezunahme von 50 Grad, wie sie bei unferer 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-Constructions, bei denen Eifen zur Anwendung kommt, mehrfach auf diesen Umstand hingewiesen worden, und es wurden dafelbst verschiedene Vorkehrungen angegeben. Eiserne Träger dürfen niemals an beiden Kopfenden fest eingemauert werden. Müssen sie zur Verankerung eines Gebäudes dienen, so sind die Löcher für die Ankerschrauben — oder bei Rundeifen 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 mufs der zu erwartenden Ausdehnung entsprechen. Selbstredend wirkt ein verankerter Träger, sobald er sich verlängert, nicht mehr als Anker.

Vor allen Dingen mufs man darauf sehen, eiserne Constructionstheile gegen zu starke Erhitzung zu sichern. In Backsteinen, oder noch besser in Schwemmsteinen, bezw. in Béton ausgemauertes Eifen-Fachwerk hat sich gut bewährt (z. B. beim Brande von Strafsburg 1870), da hier das Eifen zum gröfsten Theile von einem schlechten Leiter eingeschlossen ist. Viehfälle, über denen sich Heu- und Strohmazine befinden, können unbedenklich auf I-Trägern überwölbt werden, wenn man nur die Gewölbe bis zum Scheitel ausmauert und abpflastert, so dafs 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 Viehfalles vollständig intact, so dafs 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-Constructions 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 Gromörtel 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 dafs

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. *Wichcord* 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 passende Widerlagsform für die Gewölbe bilden.

Gusseisen dehnt sich zwar bei der Erhitzung weniger aus, als Schmiedeeisen¹¹⁰⁾, kommt dafür aber eher zum Schmelzen.

*Braidwood*¹¹¹⁾ behauptete, gusseiserne Säulen seien weniger feuersicher, als hölzerne. Glühend gewordene brächen zusammen, sobald man den Strahl der Feuerspritze auf sie richte. Sein College *Shaw* verlangt daher in seinem Werke¹¹²⁾, 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 feuersichere 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 Gefchoffe reicht¹¹³⁾. Sind in jeder Etage eine oder zwei durchgehende Verriegelungen angebracht, so ist das schnelle Herabfallen des Feuers und Entstehung von Zugluft gehindert¹¹⁴⁾. Wo es darauf ankommt, frei tragende Zwischenwände über größeren Spannweiten feuersicher auszuführen, empfiehlt sich in erster Linie Träger-Wellblech, welches die Functionen des Wandabchlusses 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 feuersicher 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 können¹¹⁵⁾.

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

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

111) Commandant der Londoner Feuerwehr.

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

113) Vergl. über den Brand des Hôtels »Kaiferhof« 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): Vorpringende Bautheile.

115) Siehe ebendaf.

sind; in einem solchen Falle müssen Stein oder Metall verwendet, etwaige Holzconstruktionen 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 fogar 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 Strohhalm 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 Lehmshindel- oder Lehmstrohdächer, wobei wiederum die fog. pommerfchen Lehmstrohdächer wegen ihrer größeren Lehmimasse den Vorzug vor den polnischen verdienen. Da aber derartige Dächer sehr schwer sind, geringe Dauer haben und von Mäusen heimgefucht werden, so kann man sie dennoch nicht gerade empfehlen. Holzshindeln 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. *Wingé'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 zerfetzt.

Von den Ziegeldächern sind die Splißdächer wenig feuersicher, eben so wenig die mit Strohdocken untersteckten Pfannen; Splisse 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; schließ-lich springen die Nasen 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 schließ-lich 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 con-struirten 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): Vorfpringende Bautheile.

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

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

Immerhin wird man aber den in Backsteinen unterwölbten Haufein-Treppen größere Sicherheit vindiciren müssen, 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 »feuersichere« genannt.

Eiserne Treppen bieten etwas größere 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 Feuersicherheit der gewöhnlichen Marmorforten sich nicht sonderlich bewähren.

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

75.
Feuerstellen
und
Schornsteine.

Die größte Zahl der Feuersbrünste 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. Größere Feuerstellen sind grundfest auf Mauern, Gewölben und Eisenconstruktionen 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 feuersichere Construktion 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, daß wir an dieser Stelle auf weitere Auseinandersetzungen verzichten können und nur empfehlen, sich stricte danach zu richten¹²⁴⁾.

76.
Beleuchtungs-
Einrichtungen.

Ueber die Verhütung der Feuersgefahr bei Einrichtungen, welche zur künstlichen Beleuchtung der Räume dienen und im vorhergehenden Bande dieses »Handbuches« (Abth. IV, Abschn. 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 müssen sie 90 cm, von feitchem 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 gemeinsamen Abzugscanal 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 Straßenausgänge 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⁾.

77.
Ausgänge
bei öffentlichen
Gebäuden.

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 Minimaldicke von 12, besser 25^{cm}¹²⁸⁾ haben. Auch hölzerne Umfassungswände und Dachgesimse, 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.

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 Straße.

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 feuerficher herzustellen und mit unverbrennbaren, von selbst zufallenden Thüren zu versehen.

79.
Thüren.

Als feuerfichere Thüren gelten in der Regel die in Art. 3 u. 4 (S. 5 u. 6) als einbruchficher 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 feuerfichersten 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 aufchlagen.

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

80.
Fenster
und
Läden.

Soll das Rahmenwerk der Fenster unverbrennbar sein, so muß es aus Eisen angefertigt werden. Einen feuerficheren 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 Föjs'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 werden¹²⁹⁾.

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.

81.
Eiserne
Vorhänge.

Die ersten Vorhänge, und zwar aus Blechplatten construiert, 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 feinmaschig auszuführen, sich praktisch beweisen werden, bleibt abzuwarten.

Besser werden sich voraussichtlich die aus Träger-Wellblech construirten 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 Zusammen sinken 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-Wilhelmstädtischen, 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-Befestigung in die erwähnte Sanddichtung einfällt, zusammen (Fig. 79). Die seitlichen Führungen des Vorsprungs (Fig. 77 u. 80) bestehen ebenfalls aus \sqcup -Eisen, in welchen für gewöhnlich (durch eine Flachschiene geschützt) ein Hanfschlauch 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 aufziehbare 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 Zeitraum 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-Perfonal zu sehr in Anspruch genommen sein sollte, oder auch in der Verwirrung 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⁾ Siche: Techniker, Jahrg. V., S. 181.

Fig. 77.

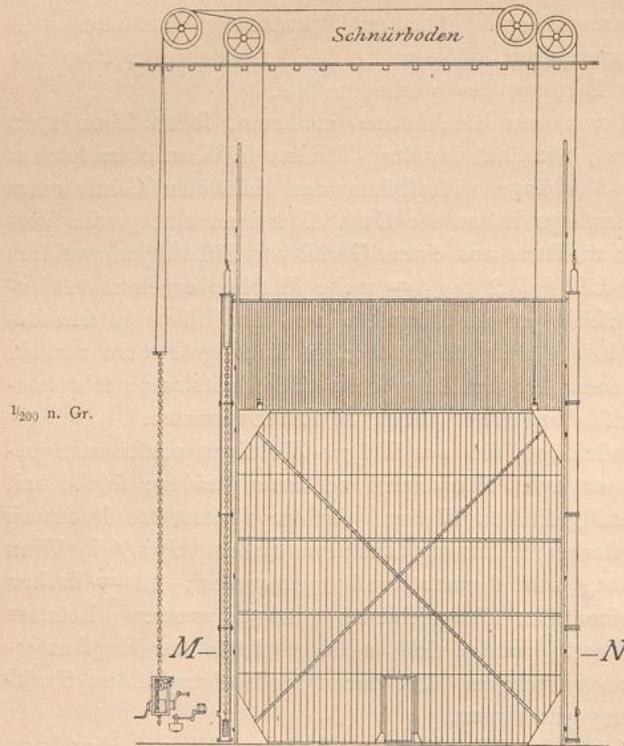


Fig. 78.

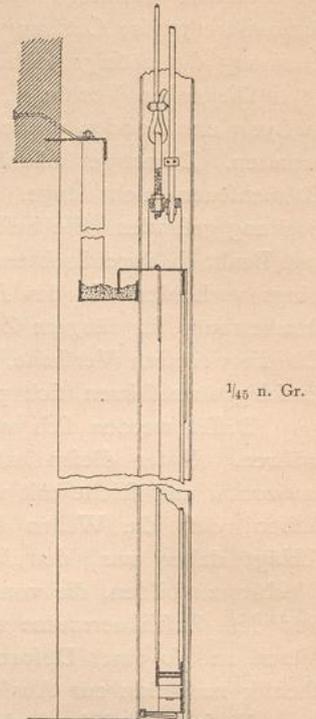
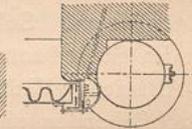


Fig. 79.



Fig. 80.



Eiserner Schutzvorhang im Stadttheater zu Pofen.

eine im Vorhang angebrachte und nach beiden Seiten aufschlagende Thür sich retten. Immer setzen sich beim Niedergehen selbstthätig grofse Glockensignale in Bewegung, welche davor warnen sollen, unter dem Vorhang stehen zu bleiben. Die Gegengewichte bewegen sich an Drathfeilen 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 Schlufs herstellt, wodurch im Falle eines plötzlichen Seilbruches ein Luftpuffer entsteht, indem sich ein seitliches kleines Ventil durch raschen Luftaustritt schliesft. Bei regelmäfsigem Gang bleibt das Ventil jedoch etwas geöffnet und läfst die Luft frei ein- und ausströmen. Das Moment beim raschen Niederlassen wird ausserdem dadurch aufgenommen, dafs die Gegengewichte zweitheilig hergestellt und die Theile durch eine Kette so mit einander verbunden sind, dafs 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 Drahtfeile, 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 Zugfeile, welche im Uebrigen das Gewicht des Vorhanges auch dann noch tragen, wenn ein oder beide Gegengewichts-Seile zugleich reifsen sollten, dient ein kurzer Wagebalken als Verbindung mit dem Zugketten-Ende der Winde (Fig. 77).

Fig. 81.

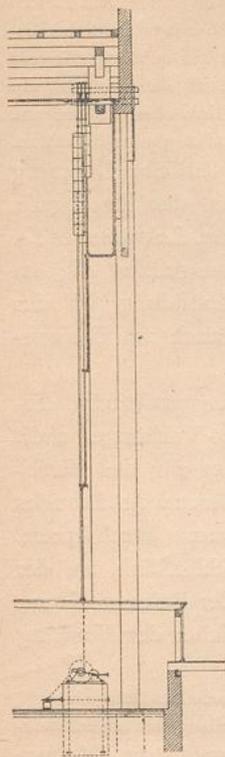


Fig. 82.

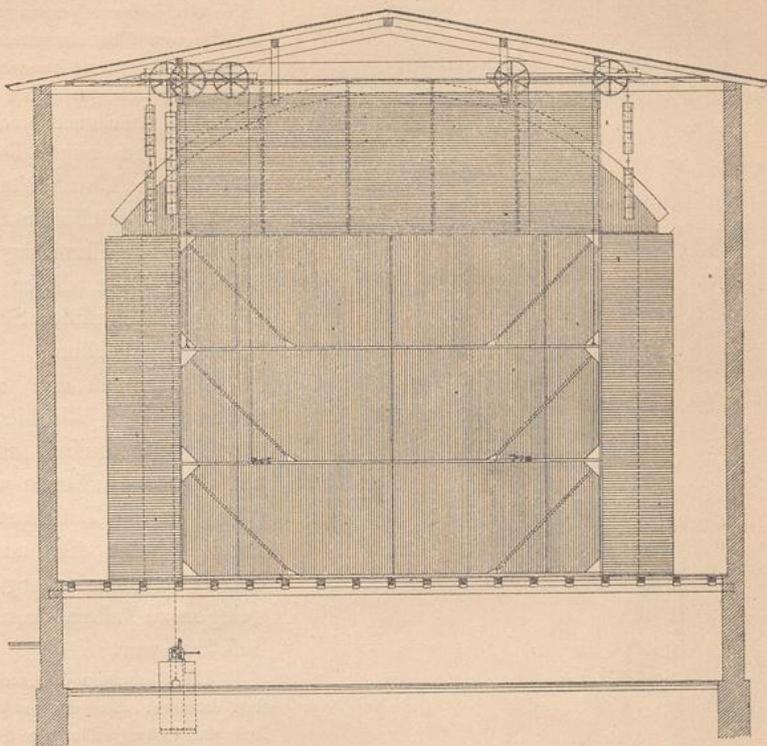
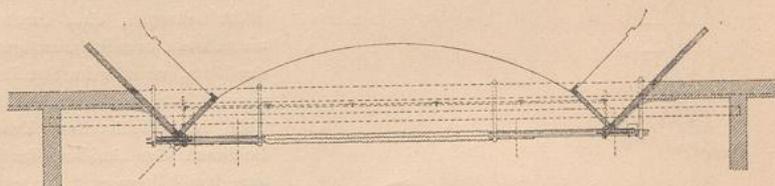


Fig. 83.



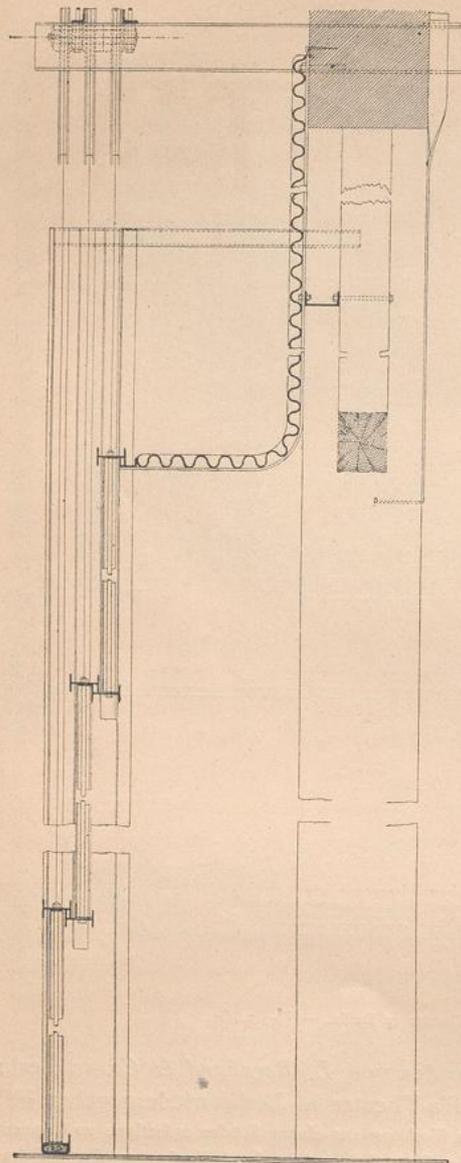
Eiserner Schutzvorhang im Walhalla-Theater zu Berlin. — 1/200 n. Gr.

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 fog. 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 Winkleisen 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 vorgestreckt und an der Vorder-

¹³⁰⁾ Nach: Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 25.
Handbuch der Architektur. III. 6.

Fig. 84.



Querschnitt-Detail vom Schutzhohang des Walhalla-Theaters zu Berlin. — 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 L-Eisen als Führung.

seite 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.

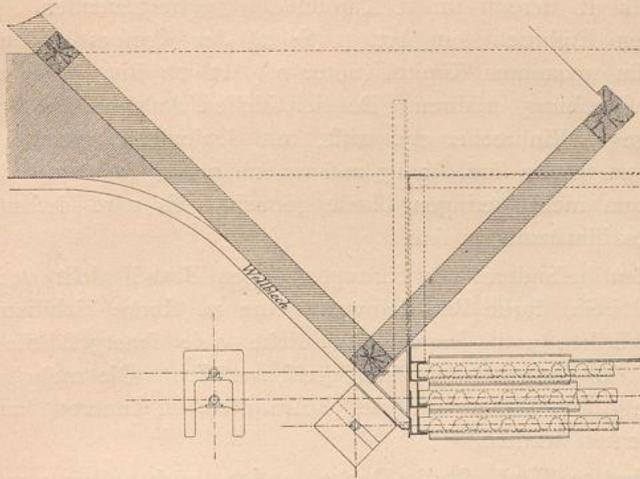
Fig. 86 zeigt die feiltiche Dichtung gegen das Durchdringen der Rauchgase, wie sie von der Firma *Hein, Lehmann & Co.* zu Berlin in Hamburg ausgeführt ist; im oberen Theile dieser Abbildung ist der mit Wasser gefüllte Schlauch im Horizontalschnitt zu sehen.

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.«

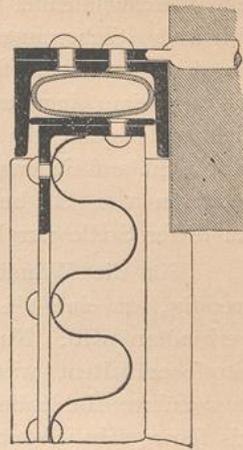
131) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 360.

Fig. 85.



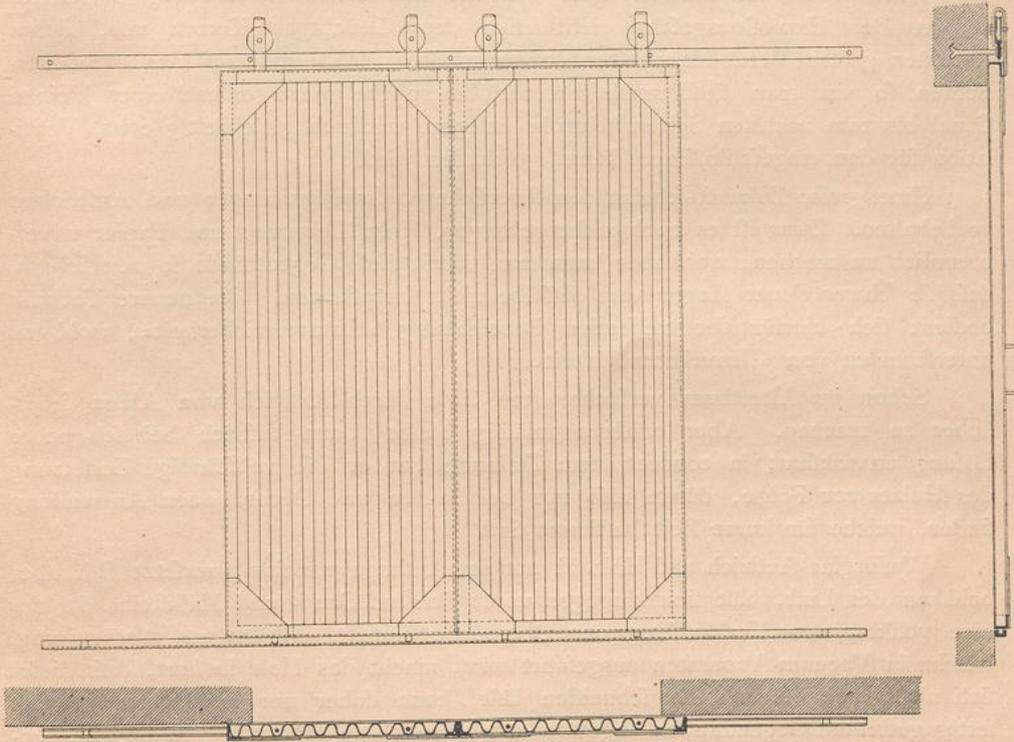
Grundriss-Detail vom Schutzvorhang des Walhalla-Theaters zu Berlin.
1/30 n. Gr.

Fig. 86.



Hydraulische Dichtung
am Schutzvorhang im Stadttheater
zu Hamburg. — 1/8 n. Gr.

Fig. 87.



Eisernes Schiebethor von *Hein, Lehmann & Co.* in Berlin.
1/30 n. Gr.

83.
Trefor-
Anlagen.

Von größter Wichtigkeit ist die Feuersicherheit 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 Vorkehrungsregeln, 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 $1\frac{1}{2}$ 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 feuer sichereren 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 »Flammenicherheit«, wohl zu unterscheiden von »Unverbrennlichkeit«.

Schon im Alterthum versuchte man Holz durch Anstrich von Alaun feuer sicher 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 sägen oder schneiden läßt, kann daher nur bei kleinen, vorher fertig gestellten Gegenständen angewendet werden. Eine Mischung von sog. 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 Anstrich von schwefelsaurem Ammoniak und Gyps (Wiener Stadttheater), desgleichen ein solcher von borfaurer Talkerde (Wiener Opernhaus).

Nach *Patera's* Methode wird in Wien eine besondere »flammenfichere Anstrichmasse« 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 kiefelsauren Verbindungen des Natron schützen erfahrungsmäßig auf längere Zeit. In Berliner Theatern sind mit dem *Gruner'schen* Mittel, zu beziehen von *Judlin* 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 schwefelsaure 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 Coulisten, 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 -Anstrich. 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 Hause 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.
Löschmittel
mittels
Wassers.

86.
Feuerhähne.

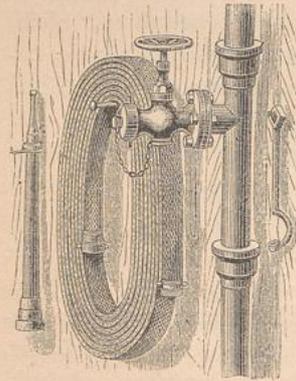
¹³²⁾ Siehe: FLECK, H. Ueber Flammensicherheit und Darstellung flammensicherer Gegenstände. Dresden 1882. S. 20.

¹³³⁾ Sehr eingehend behandelt in: DÖHRING, 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 Ein-

frieren 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 Rohranfatz 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

87.
Hydranten,
Balcons
und Leitern.

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 Versorgung 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 feinem Inneren ein Ventil und unter demselben ein durchlochtetes 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 $1\frac{1}{2}$ -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 Mobilien 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.
Saugeschläuche.

90.
Druckschläuche.

91.
Strahlrohre
und
Mundstücke.

92.
Aufbewahrung
der Schläuche.

Schläuche um sich selbst, so müssen sie recht fest gewickelt und mit Lederriemen zusammengefnallt werden. Gummirte Hanffschläuche 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.
Zusatz
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 Nachteile 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 Sekunden lang überströmt, 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 müßte. 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 Baumwollenspinnerei 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 Fenster Scheiben 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 abgechliffenen 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 mittels geeigneter, außerhalb des Gebäudes angebrachter Kettenzüge in die verschiedenen Räume zu pressen¹³⁷⁾.

Man hat die Dampfösch-Einrichtungen auch selbstthätig wirkend construiert, 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 geängstigte 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 Weinsäure, den bekannten Ingredienzen zur Herstellung des Braufepulvers. *Zabel* in Quedlinburg wendet Schwefelsäure statt der Weinsäure 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 mächtige 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: Mith. 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, Kalifalpeter 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 verhüten können, dass seine Fabrik mit fämmlichen 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 aussergewöhnliche 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, fogar mehrere derartige Apparate befinden müssen, so folgt, dass ein ausgedehntes Gebäude eine grosse Menge von solchen Apparaten aufweisen muss. Das Feuersignal 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 Thermometerröhre 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 Röhren 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 Tasters 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 folcher Apparate verweisen wir auf die unten¹⁴⁰⁾ 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 Hannöverschen Baumwollspinnerei und Weberei in Linden. *Mitth. 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 Extingueur. *Deutsche Bauz.* 1869, S. 486.
 BUTTRICK. Ueber die Apparate für die Verwendung der Kohlenfäure zur Feuerlöschung. 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. *Extinguifhing fires in buildings. Scient. Americ.*, Bd. 21, S. 357.
 Verbesserter Extingueur. *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 Wasserdampfes zum Feuerlöfchen. *Polyt. Journ.*, Bd. 206, S. 411; Bd. 207, S. 78. *Mafch.-Conf.* 1873, S. 53. *Polyt. Centr.* 1873, S. 102.

¹⁴⁰⁾ Feualarm-Apparate von *Sickert* und *Leffler*. *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 Feualarmfignale. *Wochfch. d. Ver. deutsch. Ing.* 1877, S. 187.

ZIEMBINSKI, S. Ueber einen neuen Feuer-Signalapparat. *Zeitfch. d. Ver. deutsch. Ing.* 1878, S. 378.

Elektrischer Feualarmapparat von *de Gaulne & Mildé*. *Deutsche allg. polyt. Ztg.* 1878, S. 454.

Elektrischer Feuer-Alarm-Apparat. *Schweiz. Gwbb.* 1878, S. 152.

ZEHNDER, L. Der Pyrograph. *Eifenb.*, 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. *Zeitfch. f. ang. Electr.* 1879, S. 110.

FEIN, W. E. Automatischer Feuerfignal Apparat. *Zeitfch. 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. Zeitfch.* 1880, S. 173.

Das Feualarm-System der *Exchange Telegraph Company*. *Elektrotechn. Zeitfch.* 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. *Zeitfch. f. ang. Electr.* 1881, S. 214.

Selbstthätiger Feuermelder von BROWN und BOGEN. *Zeitfch. f. ang. Electr.* 1881, S. 377.

EVARD, 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-Kontrollapparat für feuergefährliche Anlagen von SIEMENS & HALSKE in Berlin. *Elektrotechn. Zeitfch.* 1882, S. 105.

Avertisseur-extincteur automatique d'incendie de M. H.-S. MAXIM. Revue industr. 1882, S. 143.

Tafer für elektrische Läutewerke mit Feuersgefahranzeiger. *Polyt. Journ.*, Bd. 244, S. 45.

HASE. Elektrischer Feuermelder. *Centralbl. f. Elektrotechnik* 1882, S. 408.

- SOMMER. Ueber Anwendung des Wasserdampfes 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 Bühnenhause 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 Construction 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. *Gefundh.-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.
- SCHEMIL, 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. *Gefundh.-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. öst. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1883, S. 14.
- WEIDTMANN, J. Feuerlöcher mit flüssiger Kohlenfäure. *Wochfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1883, S. 68.
- PFISTER, R. Feuerficherer Verschluss 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, dass die Theorie über die Wirkfamkeit 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, dass 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 construirt ist, hatte keine Auffangestange, 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 daselbst 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 Linienfahrer, 20 Fregatten, 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 Thatfache, 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.

101.
Vorgänge
bei
Gewittern.

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 Electricität in folgender Weise bedeutend vermehrt. Bei der Auscheidung des vertheilten Wasserdampfes zu Dunstbläschen concentrirt sich nach *Peltier*¹⁴²⁾ auf ein solches Bläschen die Electricität 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.

gleichem; sondern sie stellt einen ungeheueren Behälter gleich geladener Theilchen dar, deren Electricität 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 Electricität, sondern wird erst durch diejenige der Wolken in Folge der Vertheilungs-*Electricität* oder *Influenz* elektrisch, 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 *Electricität* der ruhigen Luft und der Nebel sind die Wolken vorherrschend positiv elektrisch, in Folge dessen die Erde vorwiegend negativ.

Die negativ elektrischen 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 *Electricität* 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.

Indessen ist auch eine andere, wenig oder gar nicht sichtbare Ausgleichung möglich. Wird eine fein auslaufende Spitze auf den *Conductor* einer *Elektrisirmaschine* gesetzt, so steigt, trotz fortgesetzter Drehung der Scheibe, das *Quadrant-Elektrometer* nicht so hoch, als es sonst der Fall wäre, indem bei einer gewissen Ladung jeden Augenblick so viel *Electricität* entweicht, als erzeugt wird. Dasselbe findet während eines Gewitters statt. Die *Erd-*Electricität** strömt durch die Wipfel hoher Bäume, durch die *Schiffsmasten*, 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 Gebirge und Bäume, so wie an den *Schiffsmasten* zeigt.

Auf der Wirkung der Spitzen beruht die *Construction* des *Blitzableiters*.

Derfelbe wurde entdeckt im Jahre 1752 von *Franklin*, welcher einen aus *Seidenzeug* *construirten* Drachen mit metallener Spitze an einer Hanfschnur während eines Gewitters aufsteigen ließ. Die Schnur war an einem eisernen Schlüssel befestigt. Wie man sich leicht denken kann, war von *Electricität* 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-*Electricität** einen gefahrlosen Weg darzubieten. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen: entweder entladet er die *Electricität* 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 *physikalisches 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 *Electricitäts-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 Blitzen, 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.

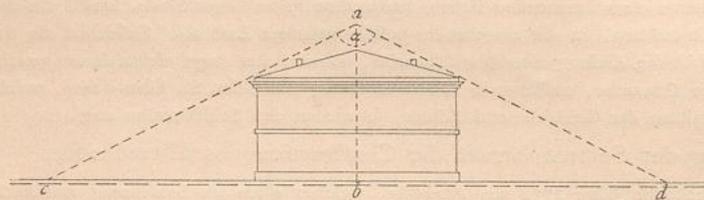
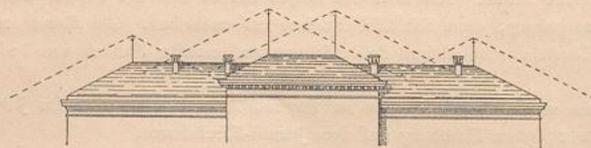


Fig. 90.



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 Dachfirte 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 constructirt 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 Firtes zu stellen. Dies ist aber weniger empfehlenswerth, weil die sog. Anfallspunkte 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.

Wenden wir uns zu der Construction der Auffangestangen, so ist aus dem Früheren klar, daß die Hauptbedingung für die Wirksamkeit 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 Bauernhöfen.

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.

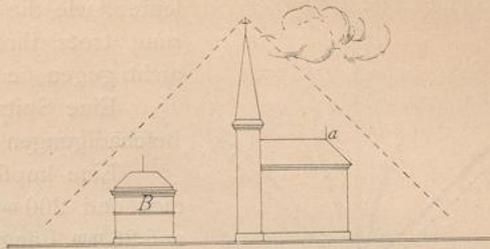
Indessen hat das Silber zwei sehr üble Eigenschaften: 1) wird die Leitungsfähigkeit desselben durch geringe Beimischungen anderer Metalle sehr herabgedrückt, z. B. durch Zusatz von nur 2 Procent Zinn auf $\frac{1}{5}$, eine Beimischung, welche sich nur unter Zuhilfenahme eines Chemikers fest stellen 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.

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 Sparsamkeit angewiesen, so ist auch wohl eine eiserne Spitze ausreichend, welche gegen die Witterungseinflüsse gut verzinkt oder besser vergoldet

Fig. 91.



104.
Auffange-
spitze.

Fig. 92.



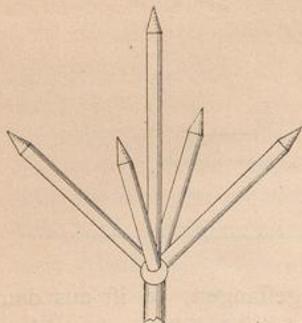
$\frac{1}{2}$ n. Gr.

143) Dieselbe übertrifft die Leitungsfähigkeit des reinen Kupfers um das 1,30-, Goldes um das 1,31-, Eisens um das 7,7- und Platins um das 9,6-fache.

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

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

Fig. 93.



fein muß. Theoretisch kann diese zwar nicht dasselbe leisten, wie die vorgenannten; doch spricht die Erfahrung trotz ihrer sehr 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.

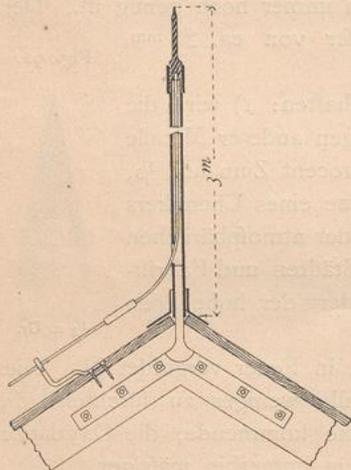
Früher wurden häufig Auffangestangen mit 3 bis 5 in einem Bündel vereinigten Spitzen angewendet (Fig. 93). Dies ist aber zwecklos, da nur die lothrechte Spitze zur Wirkung kommt. Eine in einem Charnier

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

105.
Auffange-
stange.

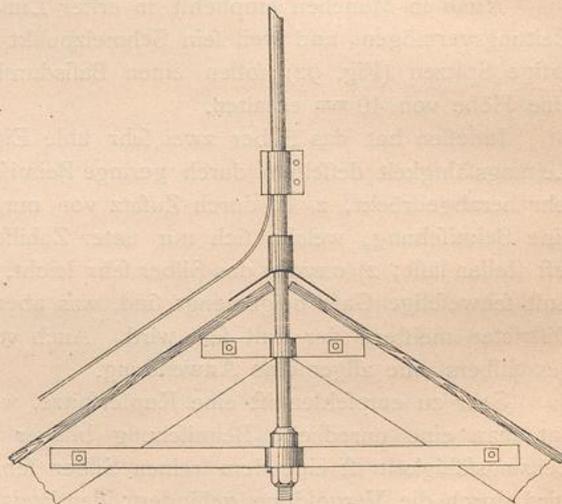
Die Auffangestange selbst wird meistens aus Eisen gefertigt. Vielfach werden dazu eiserne Gasrohre genommen (Fig. 94), innerhalb deren die kupferne Ableitung hinaufgeht, welche dann in der Kupferspitze verlöthet ist. Diese Construction hat den großen Vortheil für sich, daß Spitze und Leitung durchweg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

Fig. 94.



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

Fig. 95.



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

Materiale bestehen. Noch häufiger macht man die Auffangestangen aus Rundeisen, welches bei 2 m Höhe mindestens 20 mm, bei 5 m Höhe 30 mm stark sein 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 Hülse, welche in eine mit Spitze versehene Schraube endigt. In die Hülse wird der Draht eingelöthet und geht ohne Curve glatt herunter, während auf die Schraube eine kupferne Spitze mit Platin-Endigung gefeckt 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 Dachgefärre ist die Stange durch ein Quereisen befestigt, welches in der Mitte einen Hals hat, worauf der Rand derselben aufrucht und durch welchen die schraubenförmige schwächere Endigung gefeckt 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 Flaggenstangen 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 Flaggenstangen mehr empfiehlt, da eiserne schwer und theuer werden, und die Ableitungen an diesen herunterführen.

Die Flaggenstange 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 Hülse 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

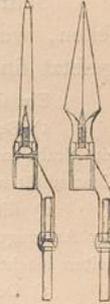
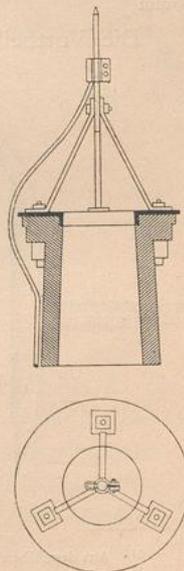


Fig. 97.



des herrschenden Windes auf die Südwestseite; *Wiesenthal* in Aachen umgibt 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 zusammengesetzt 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.

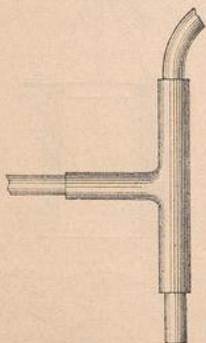
Ein 12-faches Seil von 2 mm starken Drähten entspricht einem massiven Kupferdraht von 6,5 mm, ein solches von 2,5 mm Drähten einem Drahte von 8,5 mm Durchmesser.

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 Bandeisen. 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.

Fig. 98.



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.

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 Bleikapfel 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.

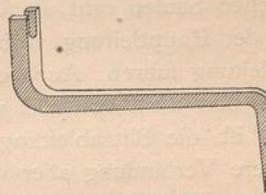


Fig. 100.

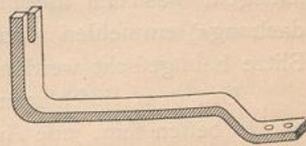


Fig. 101.

107.
Isolirung
der
Leitungen.

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 Leitungstützen 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. Holz in Greifswald geht in dieser Beforgnis sogar so weit, anstatt der eisernen Stützen hölzerne vorzuschlagen, was sich allerdings bei Stroh- und Rohrdächern (der sog. »weichen Bedachung«) empfehlen wird, welche nach statistischem Ausweise weit häufiger vom Blitze heimgefucht 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 cm 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 verfenken 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 solchem 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 Strafsen-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, diesen 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 eingefügten 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 verzinnete Rohr herumgewickelt werden; bei eisernen Leitungen kann der Eisenstab an eine Rohrschelle angeschweißt 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 verzinnten 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 Befeuern, 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 unwickelte Rohr aufgesetzt und mittels ihrer Bolzenschrauben so fest angezogen, dass das Bleiblech sich sowohl an das Rohr, als an die Schelle dicht anlegt. Hierauf werden die schon vorher verzinnten Köpfe und Muttern der Schrauben mit den Lappen der Schelle, an welchen sie anliegen, die Muttern auch mit den Schraubenspindeln 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 Auffangefange zum Grundwasser eine möglichst kurze ist, d. h. wenn an Ab- und Erdleitungen nicht, wie so häufig, gespart 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.

109.
Revision
der
Ableitung.

Eine Blitzableitung muß jedesmal, wenn in der Nähe derselben Blitzeinschläge stattgefunden haben, sonst aber mindestens in Zeiträumen von zwei Jahren untersucht 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 untersuchen, 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

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 Gefänge durch einen Draht mit der Auffangespitze 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.
 VIOLLET-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 österr. 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 Anlage der Blitzableiter zum Schutze aller Arten von Gebäuden etc., nebst Anleitung zu Kostenvoranschlägen. 2. Aufl. Weimar 1876.
- Ueber die Schutzzone der Blitzableiter. HAARMANN'S Zeitschr. 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 Schulhause zu Elmshorn, von Dr. L. MEYN, Prof. G. KARSTEN und von der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. Zeitschr. f. Bauw. 1877, S. 559.
- KIRCHHOFF, X. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1877, S. 518.
- NIPPOLDT. Ueber die Wahl des Querschnittes der Blitzableiter. Zeitschr. d. Ver. deutsch. 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 conf.* 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 Maschinenflosser. Weimar 1878.
- Zur Anlage von Blitzableitern. Deutsche Bauz. 1878, S. 81.
- Studien über Blitzableiter. Maschinenbauer 1878, S. 346, 387.
- KARSTEN, G. Gemeinfaßliche 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 Jerusalem-Kirche zu Berlin. Deutsche Bauz. 1879, S. 483.
- Die Blitzableiter auf der Pariser Weltausstellung. Prakt. Maschin.-Conf. 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 Zeitschr. 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-Feuerfocität und der Provinzial-Städte-Feuerfocität im preussischen 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 Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1881, S. 148.
- NIX, K. Die Construction des Blitzableiters nach den neuesten elektrotechnischen Erfahrungen. HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1881, S. 76, 84.
- BIEDERMANN, C. Ueber Neuerungen an Blitzableitern. Elektrotechn. Zeitschr. 1881, S. 243.
- NEESEN, F. Ueber Gewitter und Blitzableiter. Elektrotechn. Zeitschr. 1881, S. 446, 462.
- Ueber Blitzableiter. Polyt. Journ., Bd. 235, S. 267; Bd. 237, S. 385; Bd. 241, S. 110 u. 273.
- Praktische 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 Zeitschr. 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, Iserlohn, 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-schlesischen Bergwerken.

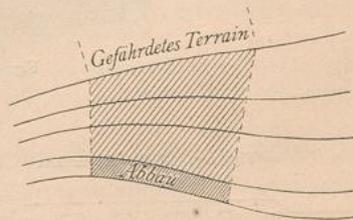
Die Wirkungen des Bergbaues auf Terrain-Veränderung können in zweierlei Weise vor sich gehen: entweder es stürzen die Abbau-Strecken, falls sie sich nicht mit Wasser gefüllt haben, nach einer Reihe von Jahren zusammen, oder die über den Flötzen gelagerten wasserhaltigen Schichten werden durch die mit 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 aussuchen, wobei man aber, da diese Theorie wenig reellen 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 »Handbuches«), ist also unter dieser Ueberschrift nicht mit inbegriffen.

Fig. 103. Querschnitt.

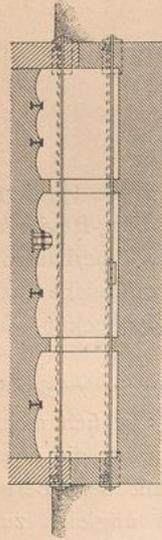


Fig. 104. Grundriss.

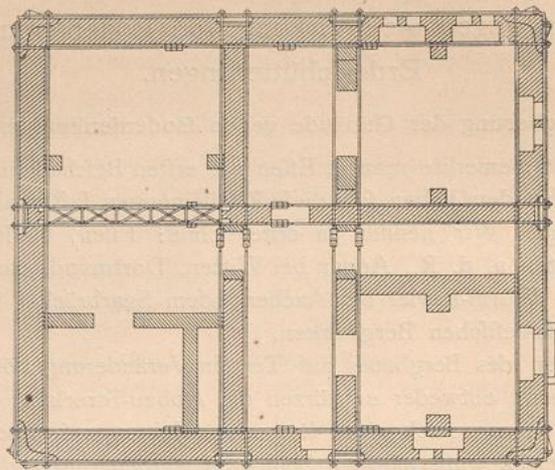


Fig. 105. Querschnitt.

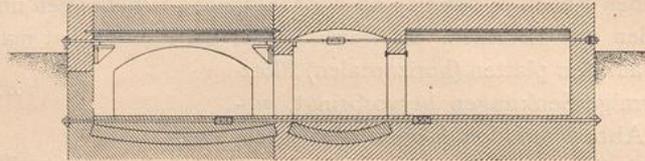
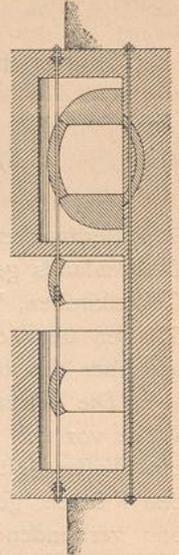
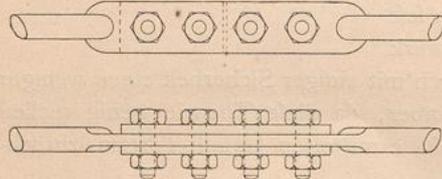


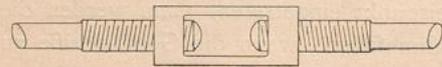
Fig. 106. Längenschnitt. — $\frac{1}{200}$ n. Gr.

Fig. 107. Fester Zuganker.



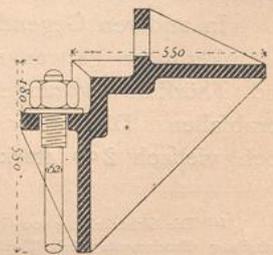
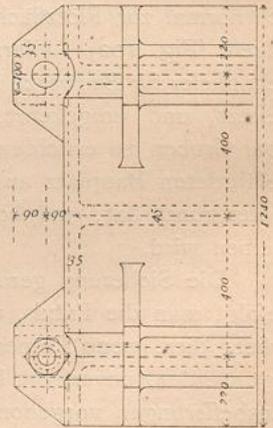
$\frac{1}{20}$ n. Gr.

Fig. 108. Regulirbarer Zuganker.



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

Fig. 109. Eck-Verankerungsplatte.



Nachträgliche Verankerung eines Gebäudes.

(Nach: Zeitschr. f. Baukde. 1878, Bl. 25.)

welche selbstverständlich eine viel zu geringe Mauerfläche faßten. Später griff man zu 4 bis 5 cm starken Anker 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 Scheidewand nicht durchgehen, werden Spreizen aus Mauerwerk, aus Eisen oder aus beiden Materialien eingeschaltet, 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 Ansätzen und Oeffnungen zur Aufnahme der Zügelanker, 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 Zügelanker sind bei geringer Ausdehnung durchgehend, bei größeren Längen gestoßen und dann an den Stößen entweder durch Lafchen und Bolzen, bzw. Niete fest oder durch Schraubenschlösser 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 Zügelanker umschließende Stemmrohre oder bei größerer Länge massiv gewalzte oder gegliederte Balken angewendet. Wo Verankerungen in die Thüren einschneiden, werden schmiedeeiserne Thürgestelle eingeschaltet, 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 Kellergeschosses die Herstellung voller Ecken durch Ausmauerung, um die oben erwähnten Eckplatten anbringen und danach eine zusammenhängende Verankerung herstellen zu können.

Die vorbeschriebenen Sicherungsmittel haben sich in zahlreichen Fällen ihrer Anwendung gut bewährt. Nur da, wo die Beschädigungen durch Bodenfenkungen zu arge sind, wird man die Kopfplatten noch vergrößern und auch die oberen Geschosse 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. Obergeschosses 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 Anker 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 Bodenfenkungen Widerstand leisten. Letztere sind erfahrungsmäßig folgende:

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

Fig. 110.

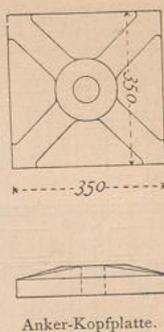
112.
Neubauten
über
Gruben-
Terrains.

Fig. 111. *Vordere Frontmauer.*

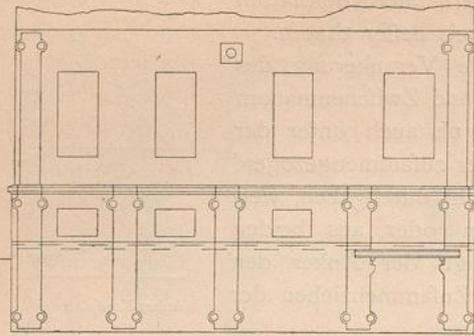


Fig. 112. *Rechtsseitige Giebelmauer.*

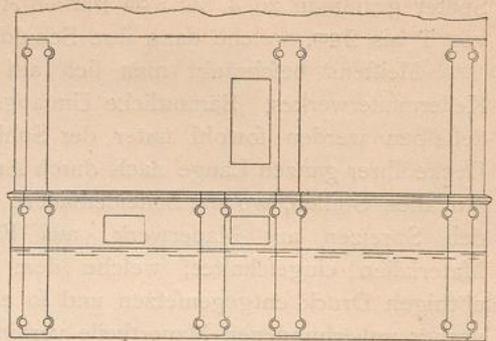


Fig. 113. *Grundriss des Kellergeschosses.*

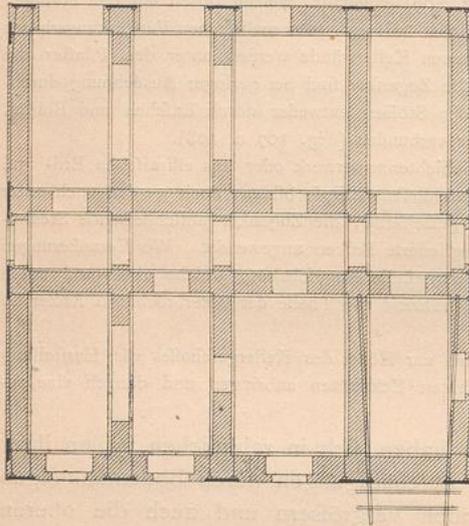
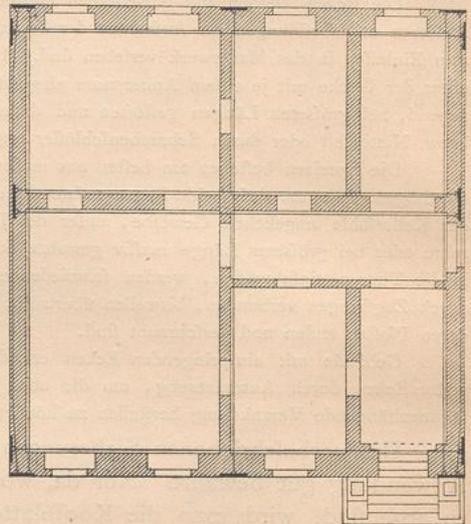
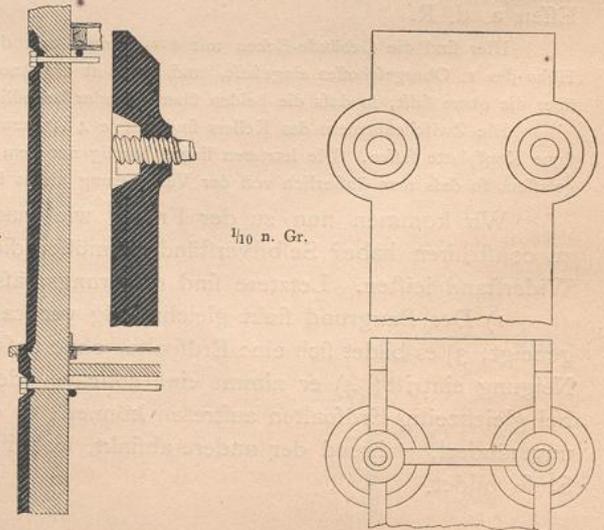


Fig. 114. *Grundriss des Erdgeschosses.*



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

Fig. 115. *Verankerungsplatten für die Zwischenmauern.*



Verankerung
des
Hauses Ottilien-Strafse Nr. 9
in Essen a. d. R.

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

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

(Nach Zeichnungen des Architekten
Fritz Kunnhenn dafelbst.)

Fall 1 erfordert keine besonderen Sicherheitsmassregeln; 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, das 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, das 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, das 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 muß, 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, bzw. Versteifungen zu einem unverschieblichen Ganzen gestaltet. Dies ist das am meisten verbreitete und für Massivbauten allein brauchbare Princip. Die Anordnung ist eine ganz ähnliche, wie die oben beschriebene, welche für die Reparatur vorhandener Gebäude angewendet wird (siehe Fig. 111 bis 114). 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.

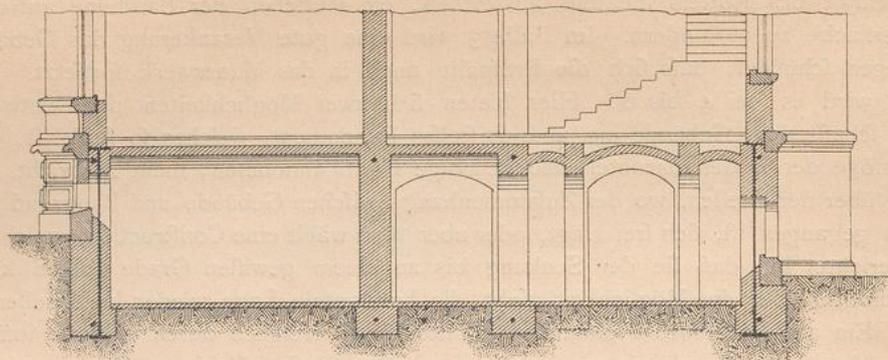
Heinzerling hat hierfür theoretische Betrachtungen angestellt, deren Hauptresultate folgende sind. Für die Verankerungs-Construction erscheint es vortheilhaft, die Dicke der Mauer und das Gewicht derselben — z. B. durch Anwendung von Fachwerk oder Hohlsteinen — ferner die Tiefe des Gebäudes, die Zahl 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 rätlich, 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 30 m Frontlänge zerlegt, welche stumpf gegen einander flossend, einen Spielraum von 4 cm zwischen sich lassen. Hierdurch wird erreicht, das 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 Annetung kräftiger Splinte zur Verankerung herangezogen sind. Die Kopfplatten der durchgehenden Anker liegen bei dem unteren System ausserhalb des Mauerwerkes, bei dem oberen innerhalb desselben. Verticale Anker, von der Unterkante des Bankettes bis zum Erdgeschoffe reichend (Fig. 116), vollenden die Unverschieblichkeit des Kellermauerwerkes. Oberhalb desselben sind ungewöhnliche Verankerungen nicht angebracht.

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

113.
Erweiterungs-
bauten.

Fig. 116.



Vom Landgerichtsgebäude in Essen. — 1/250 n. Gr.

stößen, so hat dies weniger zu sagen; hier aber war dies bei der erforderlichen Grundrisfeintheilung nicht möglich, und man darf mit Recht, trotz der äußerst durchdachten Verankerungen und trotz der zahlreichen in Fundament und Keller eingefügten Verpreizungsmauern, auf die Bewährung gespannt sein.

114.
Holz-
Fachwerk-
bau.

Obwohl durch derartige Maßregeln ein relativ hoher Grad von Sicherheit erreicht wird, so muß man sich im Allgemeinen doch klar machen, daß die Verbindung von Ankeren und Mauerwerk keine absolute Versteifung herbeiführen kann.

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

115.
Sicherung
gegen
stärkere
Senkungen.

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

Aber alle diese Constructionen können nur mäßigen Bodensenkungen entgegenwirken.

Kommt ein größerer Gebäudetheil frei zu schweben, so werden sie nicht mehr ausreichen und man muß dann zu dem zweiten der oben genannten Principe übergehen und die Construction derartig wählen, daß die Verbindung zwischen dem Gebäude und dem abgefunkenen Erdreich durch Untermuerung wieder hergestellt werden kann, nachdem man ersteres, so gut es geht, durch Erdwinden wieder in die horizontale Lage gebracht hat.

Von diesem Gedanken ausgehend, hat Kunhenn 1878 das Mallinckrodt'sche Geschäftshaus in Essen und 1881 das Schulgebäude in Rotthausen in folgender, durch neben stehende Tafel veranschaulichter Weise construiert.

Das Fundament- und Kellermauerwerk besteht aus einzelnen Pfeilern, welche, um das Eindringen des äußeren Erdreiches in die Keller zu verhindern, nur durch schwache Wände verbunden sind. Ist nun eine partielle Senkung eingetreten, so werden letztere durchgeschlagen und Erdwinden eingesetzt, welche das obere Gebäude wieder in die horizontale Lage bringen und so lange darin erhalten, bis die abgefunkenen Pfeiler neu aufgemauert sind. Um dies zu ermöglichen, ist das ganze Gebäude oberhalb der Pfeiler in Eifen-Fachwerk construiert. An beiden Langseiten liegt zunächst je ein I-Träger; über denselben, durch

einzelne Mittelpfeiler unterstützt, 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 -Eisen, in gleicher Höhe ringsum laufend, welches zur Hälfte als Basis, bezw. Schwelle für das Eisen-Fachwerk dient, zur anderen Hälfte aber auch das Verblendungsmauerwerk unterstützt. 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 Eisenconstruktion 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 Erderfütterungen.

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

116.
Erderfütterungen.

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 Erdalles. 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 Auswaschungen, z. B. der Salzlager (Wieliczka, Stassfurt), so wie unter Thermalbädern (Aachen, Agram, Ischia). Immer aber ist der Zusammenbruch unterirdischer Höhlungen die letzte Veranlassung.

Die Wirkungen an der Erdoberfläche werden als stossweise (stosweise) und undulatorische (wellenförmige) empfunden. Häufig bilden sich Erdfpalten und plötzliche Bodensenkungen. Die Erschütterungen machen sich am Erdboden sehr wenig, auf hohen Thürmen sehr stark bemerkbar, innerhalb der Bergwerke meistens gar nicht. Felsboden bietet ein Hindernis 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 Außenkanten 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 Stosfugen gleich ab sein. Haben wir aber eine Bruchsteinmauer (Fig. 118), in deren oberster Schicht sich 5 Stosfugen 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 Gröfse der Einsturzgefahr wächst aber proportional mit der Verschiebung des einzelnen Steines. Ziehen

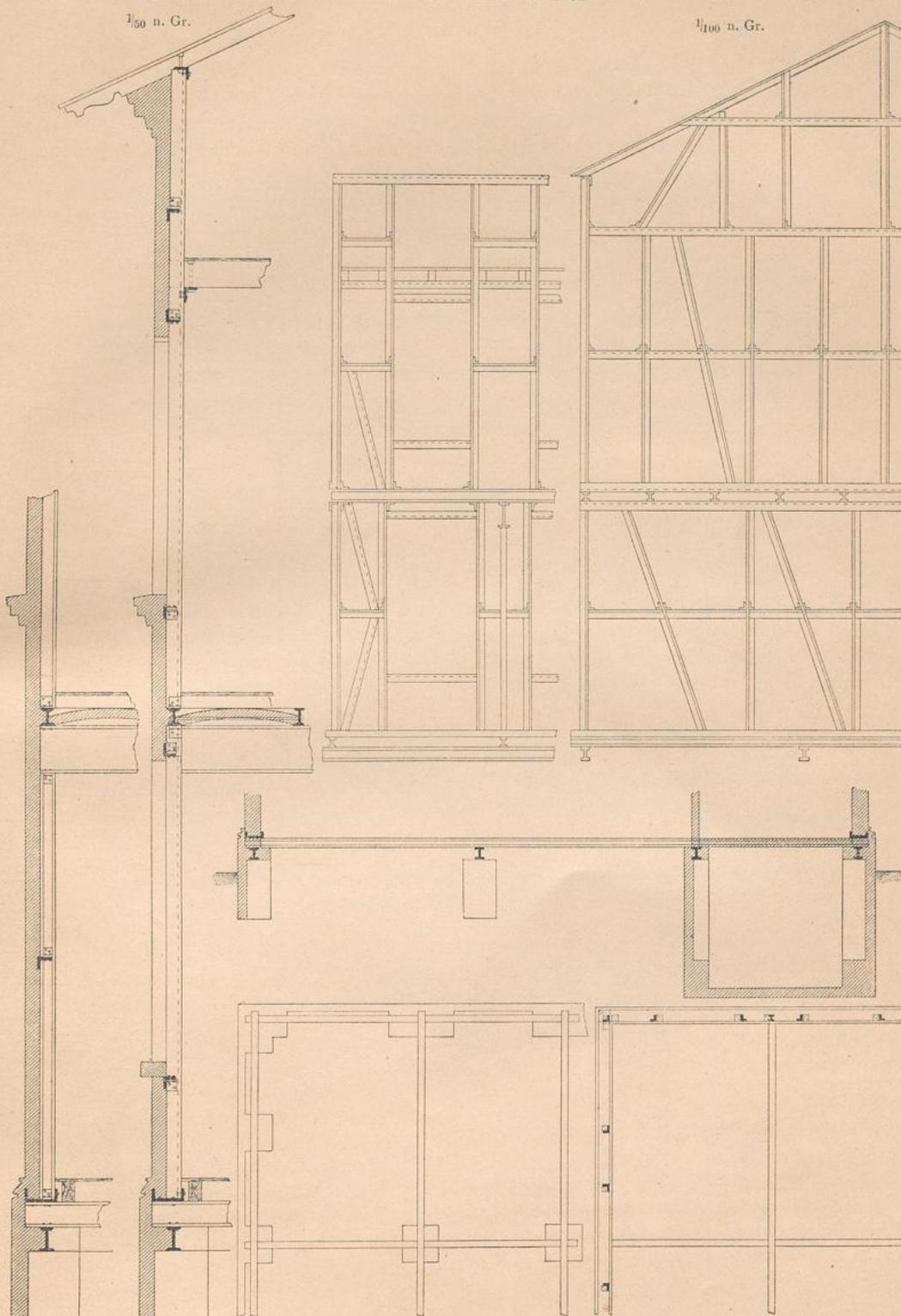
117.
Wirkung
auf
Gebäude.

Zu S. 112.

Landfchule zu Rothhausen bei Effen.

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

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



Handbuch der Architektur. III. 6.

Arch.: F. Kunkenu.

einzelne Mittelpfeiler unterstützt, 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 -Eisen, in gleicher Höhe ringsum laufend, welches zur Hälfte als Basis, bezw. Schwelle für das Eisen-Fachwerk dient, zur anderen Hälfte aber auch das Verblendungsmauerwerk unterstützt. 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 Eisenconstruktion 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 Erderfchütterungen.

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

116.
Erderfchüt-
terungen.

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 Erdalles. 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 Auswaschungen, z. B. der Salzlager (Wieliczka, Stassfurt), so wie unter Thermalbädern (Aachen, Agram, Ischia). Immer aber ist der Zusammenbruch unterirdischer Höhlungen die letzte Veranlassung.

Die Wirkungen an der Erdoberfläche werden als stocussorische (stocssweise) und undulatorische (wellenförmige) empfunden. Häufig bilden sich Erdfpalten und plötzliche Bodensenkungen. Die Erschütterungen machen sich am Erdboden sehr wenig, auf hohen Thürmen sehr stark bemerkbar, innerhalb der Bergwerke meistens gar nicht. Felsboden bietet ein Hindernis 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 Construktion. 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 Stocsfugen gleich ab sein. Haben wir aber eine Bruchsteinmauer (Fig. 118), in deren oberster Schicht sich 5 Stocsfugen 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 Gröfse der Einsturzgefahr wächst aber proportional mit der Verschiebung des einzelnen Steines. Ziehen

117.
Wirkung
auf
Gebäude.

Fig. 117.

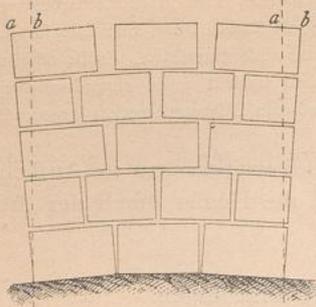


Fig. 118.

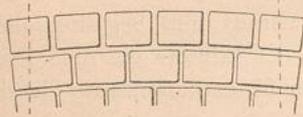
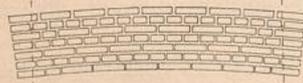


Fig. 119.



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 Fasadensfläche 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 Fasadensmauerwerk 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 stammenden Gufsmauern.

118.
Sicherung
der
Mauern.

Hat man daher unter den Baustoffen die Wahl, so wird man bei Neubauten Béton vorziehen. Thatsächlich haben die Franzosen neuerdings kleinere Militair-Lazarethe in Afrika so construirt. 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 Fasadensmauerwerk 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-

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 sorgfältige Klammerverbindung der Werksteine 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 beabsichtigt war.

Wie sich das Fehlen dieser Sicherung rächt, zeigt die Michaels-Kapelle im Münster zu Aachen sehr deutlich. Hier sind durch verschiedene Erderschütterungen die Quadern sämmtlicher Fensterpfeiler so bedeutend verschoben, dafs die vortretenden Halbfäulen (Dienste) 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 Strebpfeilern verbunden; an Zwischenpunkten werden Eifendübel, 10 cm lang und 2 cm stark, eingelegt. In derselben Schicht werden die einzelnen Quadern durch Eisenklammern, 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 Sturmeisen dient. Letztere Vorichtsmafsregel 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-Hospitals* zu Mascara mit.

119.
Nachträgliche
Sicherung.

Am Nordwestflügel desselben hatte sich die Blendung von der Hintermauerung getrennt. Nun legte man im Aeufseren 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 Voricht 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 Erschütterungen 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 balkentragenden 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 Erschütterungen 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 Geschoffen nothwendig sein.

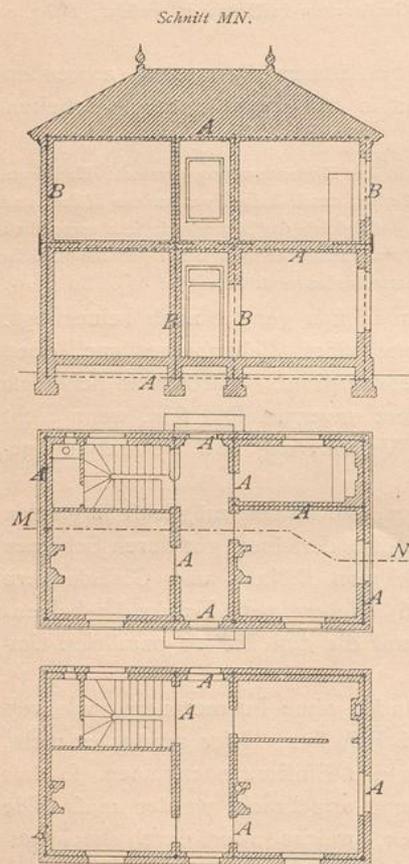
121.
Sicherung
gegen
stärkere Er-
schütterungen.

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 nothwendig erachtet ¹⁵¹⁾.

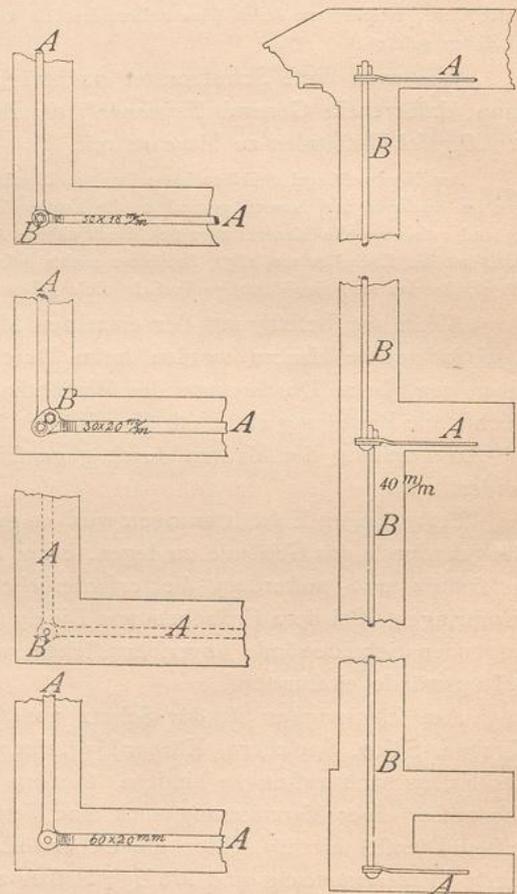
Die Construction ist folgende (Fig. 120 u. 121). In die Lagerfugen der Außen- und Innenmauern sind, wie in Smyrna, Flachschienen *A* (60×20 mm) eingelegt, die erste in das Fundament, die zweite in die Höhe der ersten Balkenlage etc. An den Ecken und an den Kreuzungspunkten greifen diese Schienen über einander und sind mit Oehren 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 Oehre 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 Obergeschofs in der Höhe der Fensterfüße 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 daß 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-Häufern mit einem Geschofs fest, d. h. mit Erd- und Obergeschofs. Construirt sind dieselben in einfachem oder auch in verblendetem Holz-Fachwerk. Letzteres hält sich gut, so lange das Holz gesund bleibt; wenn die Fäulniß beginnt, tritt das Entgegengesetzte ein, wie z. B. beim englischen Consulat-Gebäude.

Noch wirksamere, als Fachwerk, ist der Schrotholz- oder Blockhaus-Bau. Hier hat das Gebäude eigentlich in jeder Höhe eine Ringverankerung; Außen- 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 *Moissant* 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.

Außer den Mauern müssen auch alle übrigen Theile eines Gebäudes möglichst fest construirt 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 construirt 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 Vulkane 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 Erderfütterungen«.

- 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.