ZEITSCHRIFT
DES
VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE.

Band XXXIV. Sonnabend, den 15. November 1890. No. 46.

Inhalt:

Die Beleuchtung der unteren Ems und der Leuchtturm bei Campen. Von C. Riensberg (hierzu Taf. XXXVII) . 1193
Wellblech und Wellblechkonstruktionen. Von A. Böllinger 1197
Unterirdische elektrische Leitungsanlagen. Von R. Rühlmann (Schluss) 1203
Textilindustrie: Maschinen zum Abhaspeln, Wiegen und Knäuelwickeln. Von E. Müller 1207
Kölner B.-V.: Haftpflichtgefahr der deutschen Industriellen und Erörterung der Novelle zur Gewerbeordnung . . . 1210
Verein für Eisenbahnkunde 1213
Patentbericht: No. 53458, 53372, 53714, 53265, 53028, 53488, 53474, 53490, 53477, 53327, 53323, 53448, 53461, 53225, 53175, 53370, 53479, 53280 1213
Zuschriften an die Redaktion: Fortschritte auf dem Gebiete des Gleisbaues 1215
Vermischtes: Entwurf eines Gesetzes betreffend den Schutz von Gebrauchsmustern. — Internationale Versammlung von Ingenieuren in Chicago im Jahre 1893 — Preisbewerb betreffend die Ausbildung des Bau- bezw. des Maschinentechnikers 1216
Angelegenheiten des Vereines: Die XXXI. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure am 18., 19. und 20. August zu Halle a/S. (Fortsetzung) 1216

(hierzu Tafel XXXVII)

Die Beleuchtung der unteren Ems und der Leuchtturm bei Campen.

Von **C. Riensberg** in Sterkrade.

(Vorgetragen in der März-Sitzung des Bezirksvereines an der niederen Ruhr.)

(hierzu Tafel XXXVII)

Die hohe Bedeutung, welche Emden in früheren Zeiten als See- und Handelsstadt besafs, war zu Anfang dieses Jahrhunderts fast vollständig geschwunden; die damalige Hannoversche Regierung that nur wenig für die Wiederbelebung des Handels und Verkehrs an der Emsmündung. Vor der Hafenmündung lagerten sich Schlick- und Sandbänke, sodass der Hafen nur für kleinere Schiffe zugänglich blieb.

Erst die preufsische Regierung begann in den letzten Jahrzehnten den Hafen von Emden umzubauen. Durch Anbringen von Kammerschleusen wurde der offene Hafen in einen geschlossenen mit 7 m Tiefgang verwandelt, der ein ungehindertes Beladen und Entladen gröfserer Schiffe bei dem Wechsel von Ebbe und Flut ermöglichte, und wurde verhindert, dass der bei eintretender Flut mitgerissene Schlamm in dem Hafen sich absetzte. Sodann wurde eine Korrektion der Ems vorgenommen, ihr Fahrwasser der Hafeneinfahrt näher gelegt. Jetzt blieb noch die schwierige Aufgabe zu lösen übrig, eine sichere Fahrstrafse zu schaffen, welche auch zur Nachtzeit und bei jedem Wetter — namentlich gröfseren Schiffen — durch die Emsmündung die Ein- und Ausfahrt gestattete. Die holländische und die preufsische Regierung hatten gleiches Interesse an einer befriedigenden Lösung dieser Aufgabe und übernahmen ihre Ausführung gemeinschaftlich.

Auf der Konferenz am 1. März 1883 wurde vereinbart, folgende Leitfeuer anzulegen, die eine bestimmte Fahrstrafse genau festlegten:

1.	auf	Borkum	einen	Leuchtturm	2.	Gröfse	von	32 m	Höhe	und	16	Seemeilen Sichtweite
2.	»	Rottum	»	»	3.	»	»	25 »	»	»	14,7	» »
3.	bei	Campen	»	»	1.	»	»	66 »	»	»	20	» »
4.	»	Pilsum	»	»	4.	»	»	15 »	»	»	12,4	» »
5.	»	Watum	»	»	4.	»	»	20 »	»	»	13,6	» »
6.	»	Delfzyl	»	»	4.	»	»	15 »	»	»	12,4	» »

Es wurde beschlossen, die Fahrstrafse (Fig. 1) den Schiffern stets durch ein festes weifses Licht kenntlich zu machen. Seitlich der Fahrstrafse sind nur Blinke der Leuchtfeuer bemerkbar, und zwar in ungrader Anzahl während einer Minute an der einen und in gerader Anzahl an der anderen Seite. Die zeitweise Verdunklung wird durch eingestellte Otter'sche Blenden hervorgerufen, deren Flügel durch ein Uhrwerk geschlossen und geöffnet werden. Diese Anordnung gewährt aufserdem den Vorteil, dass im Falle einer Verlegung der Fahrstrafse es nur erforderlich ist, die Lage der Blenden zu ändern.

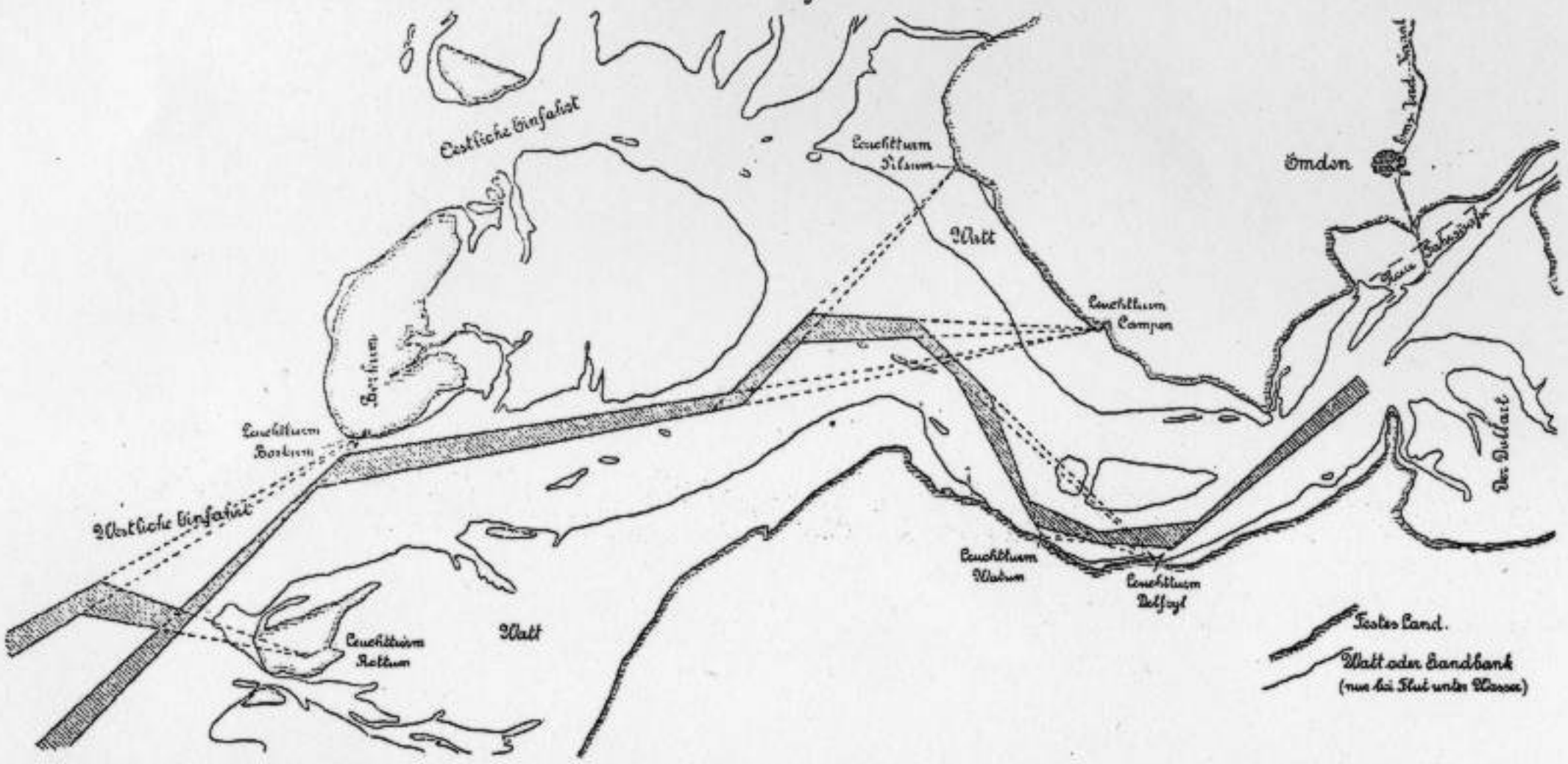
Einfahrende Schiffe halten zunächst auf den Borkumer Turm, bis sie das Licht von Rottum zu Gesicht bekommen, fahren auf dieses zu, bis sie in den zweiten Strahl des Borkumer Feuers gelangen. In der Nähe der Insel trifft sie ein Strahl des Campener Feuers; die Schiffe verfolgen dieses und dann nach einander das Leitfeuer von Pilsum, den zweiten Strahl des Leuchtturms zu Campen, den zweiten Strahl von Delfzyl, den ersten Strahl von Watum, den ersten Strahl von Delfzyl, den zweiten Strahl von Watum und zuletzt den dritten Strahl des Leuchtfeuers Delfzyl. Unfern der Emdener Schleuse können die Schiffe vor Anker gehen.

Sämmtliche Türme sind jetzt fertiggestellt und werden voraussichtlich noch in diesem Jahre dem Verkehr übergeben.

Nach Ausführung dieser Anlagen ist zu hoffen, dass Emden später seine hohe Bedeutung als Handelsstadt wieder erlangen wird. Ein gewaltiger Aufschwung in Handel und Verkehr wird eintreten, wenn noch die letzte Aufgabe gelöst und eine Wasserstrafse nach dem Rheine hergestellt sein wird. Die Industriebezirke von Rheinland und Westfalen werden dann der billigen Verfrachtung wegen vielfach Emden als Hafen für ihren Transitverkehr ansehen, zum grofsen Vorteil für deutsche Industrie und deutschen Handel.

Wie schon vorher erwähnt, ist der gröfste Turm, welcher an der Emsmündung ausgeführt wurde, der »Leuchtturm Campen.« Seine eigenartige Bauart ist bemerkenswert genug, um auch das Interesse weiterer Kreise hervorzurufen.

Fig. 1.



Im März des Jahres 1888 wurden verschiedene gröfsere Werke Deutschlands seitens der Wasserbauinspektion Emden aufgefordert, ein Angebot auf Lieferung und Aufstellung der Eisenkonstruktion des Campener Leuchtturmes einzureichen. Der Ausschreibung waren 4 verschiedene Entwürfe beigegeben, und den Anbietern war es überlassen, einen dieser Entwürfe für die Ausführung zu wählen, unter Darlegung der Gründe, welche für diese Wahl ausschlaggebend gewesen wären. Im ersten Entwurf war als Konstruktionsmaterial Gusseisen angenommen. Die Ausführung war in der bekannten Weise durchgeführt worden, welche sich bei vielen Leuchttürmen in Deutschland und Holland bewährt hat. Der Verband des Turmes liegt allein in der Ummantelung. Durch das grofse Gewicht des Bauwerkes wird zwar eine bedeutende Standsicherheit desselben erzielt, gleichzeitig aber auch eine grofse Kopfschwere bedingt. Infolge der starken Abmessungen des Mantels werden die Formänderungen des Bauwerkes bei heftigem Winde verhältnismäfsig gering sein. Dieser Entwurf lag bei der Ausschreibung so vollständig durchgearbeitet vor, dass seitens der Anbieter nur die Preise einzuschreiben waren. Bei den übrigen drei Entwürfen war als Konstruktionsmaterial Schmiedeeisen gewählt. Bei einem dieser Entwürfe war der ganze Turm mit Blech ummantelt. Die Versteifung des Turmes lag hauptsächlich in 6 Radialebenen. Die ganze Konstruktion wird natürlich leichter als bei einem gusseisernen Turm. Infolgedessen hat der Oberbau etwas geringere Stabilität, aber auch geringere Kopfschwere. Die beiden anderen Entwürfe zeigten übereinstimmend einen mit Blech ummantelten mittleren Cylinder, welcher die Wendeltreppe und im Innern derselben einen Aufzugsschacht enthielt. Die Versteifung des Turmes war durch äufseres Gitterwerk erzielt. Durch die Anordnung dieses Gitterwerkes unterschieden sich die beiden letztgenannten Türme. Während bei dem später zur Ausführung gelangten Entwurf der mittlere Cylinder durch drei mächtige Streben gestützt wurde, die in den Kanten einer dreiseitigen Pyramide lagen und unter sich durch Diagonal- und Horizontalsteifen verbunden waren, war bei dem vierten Entwurfe diese Verstrebung in eine gröfsere Anzahl kleinerer, handlicherer Teile aufgelöst, wodurch die Klarheit der Kräfteverteilung und somit die Sicherheit der statischen Berechnung wesentlich vermindert wurde. Bei den beiden letztgenannten Entwürfen ist die dem Winde sich darbietende Angriffsfläche gegenüber den ersten beiden nur gering: infolgedessen wird die Konstruktion leicht aber auch weniger standsicher. Die drei Entwürfe, bei welchen als Konstruktionsmaterial Schmiedeeisen vorgesehen war, lagen der Ausschreibung nur in schematischen Darstellungen bei. Anerbietungen auf diese Entwürfe sollten durch Zeichnungen und Erläuterungen begleitet sein, aus welchen die Einzelkonstruktionen, die gewählten Profile, die Anschlüsse usw. ersehen werden konnten, und ferner war eine Massenberechnung beizugeben, welche dem Preisangebote zu grunde zu legen war.

Aussicht auf den Zuschlag hatte dasjenige Angebot, welches für den gegebenen Fall als das geeignetste und zugleich in Erwägung aller in betracht kommenden Umstände als das preiswürdigste erachtet wurde. Diese Umstände bestehen in folgenden Punkten:

1. In den technischen Vorzügen bezw. Nachteilen der einzelnen Bauweisen einerseits in Hinsicht auf die Bequemlichkeit und gute Beleuchtung der Aufgänge, andererseits in Hinsicht nicht nur auf die Sicherheit, Haltbarkeit und Dauerhaftigkeit, sondern auch auf die Steifigkeit der Konstruktion (Einschränkungen der Schwankungen bei heftigem Winde).

2. In dem mit der Gesammtausführung des Bauwerkes einschliefslich des Fundamentes verbundenen Kostenbetrage.

3. In der von den Anbietern verlangten Frist zur Vollendung der zu übernehmenden Arbeiten und Lieferungen.

Die Verwendung von Schmiedeeisen sollte, wohl in Rücksicht auf die Erfahrungen, welche mit gusseisernen Leuchttürmen vorliegen, nur für den Fall zugelassen werden, dass hierdurch eine erhebliche Ersparnis der Gesammtkosten erzielt werden konnte. Der Berechnung dieser Gesammtkosten sollten folgende Angaben zu grunde gelegt werden:

1. Die Kosten der Laterne, d. h. der über Ordinate $58{,}50$ liegenden Konstruktionsteile, sind für alle Entwürfe gleich grofs.

2. Die Kosten der Fundirung sind bei Entwurf 1 am geringsten. Diesen Betrag überschreitet

der Entwurf	2	um	17 bis 19000 ℳ.
»	3	»	13 bis 15000 »
»	4	»	25 bis 30000 »

Die Bergbau- und Hütten-Aktiengesellschaft »Gutehoffnungshütte« in Oberhausen a/Ruhr reichte im März des Jahres 1888 ein Angebot mit den geforderten Zeichnungen und Berechnungen unter Zugrundelegung des dritten Entwurfes ein, bei welchem, wie oben ausgeführt, nur der mittlere Treppenschacht ummantelt ist, während die Windverstrebung im wesentlichen aus 3 Ecksäulen gebildet wird. Die Gesichtspunkte, welche dazu führten, gerade diese Anordnung für das Angebot zu wählen, waren die folgenden:

Zunächst ist zu erwägen, dass bei einem Leuchtturm, welcher aus Gusseisen hergestellt ist, letzteres, wie die Rechnungen ergeben, nicht ausschliefslich auf Druck, sondern

bei starkem Sturm auch auf Zug beansprucht wird. Aufserdem ist infolge der Verbindung der einzelnen Platten durch innere Rippen die Uebertragung des Zuges keine zentrale, so dass also gleichzeitig in den Flanschen wie in den Platten selbst Biegungsspannungen auftreten. Bei dieser Art der Beanspruchung kann Gusseisen nicht als durchaus zuverlässiges Konstruktionsmaterial angesehen werden, und verdient jedenfalls die Verwendung gewalzten Eisens den Vorzug. Die Schwankungen eines schmiedeeisernen Turmes bei starkem Sturm sind allerdings, wenn der Turm vollständig ummantelt ist, also die Angriffsfläche des Windes die nämliche wie bei einem gusseisernen Turme ist, gröfser als bei letzterem. Wird hingegen von einer vollen Ummantelung abgesehen und damit die Fläche, welche sich dem Winde darbietet, in dem Mafse verkleinert, wie es bei der in Rede stehenden Anordnung möglich ist, so ergiebt sich, wie eine Berechnung zeigt, dass die Schwankungen des Turmes geringer als bei Verwendung von Gusseisen ausfallen. Für das Fortlassen der vollen Ummantelung spricht aufserdem die dadurch erzielte Materialersparnis, welche nicht nur durch das Fortlassen des Mantels selbst, sondern insbesondere dadurch bedingt wird, dass infolge des geringeren Winddruckes die Verstrebung wesentlich leichter gehalten werden kann. Die Wahl zwischen dem dritten und vierten Entwurf wurde zu gunsten des dritten Entwurfes entschieden, da bei letzterem die Wirkung der Kräfte klarer und durchsichtiger, die Berechnung also zuverlässiger ist; auch die geringeren Fundirungskosten fielen zu gunsten des dritten Entwurfes in die Wagschaale.

Auf grund dieses Angebotes, welches um einen namhaften Betrag niedriger war, als ein gleichzeitig eingegangenes Gebot auf Ausführung des Leuchtturmes in Gusseisen, wurde der »Gutehoffnungshütte« der Zuschlag erteilt.

Fundirung: Der Boden für die Fundamente der Pfeiler und des Schachtes ist, wie schon aus dem im Voranschlage angegebenen Ueberpreise zu erkennen war, ein sehr ungünstiger (s. Fig. 2 und 4 Taf. XXXVII). Bis auf etwa 14 m findet sich fast ausschliefslich angeschwemmter Schlick, eine zähe Masse, die wie weicher Lehm dem Druck leicht nachgiebt. Durch diesen wurden eiserne Brunnenschlingen getrieben, auf welche das Mauerwerk sich aufsetzte. Die Schlingen hatten für die 3 Pfeiler 5,75 m, für den Schacht 4 m Dmr. Der im Innern dieser gemauerten Ringe befindliche Schlick wurde durch Baggern herausgehoben. Bei etwa 14 m Tiefe zeigte sich fester Sandboden. Durch Winddruck und Eigengewicht wird dieser mit noch nicht 1 kg/qcm belastet.

Die Ringe wurden im Innern ausbetonirt. Dort, wo die eisernen Rundanker angreifen, wurde ein Schacht freigelassen, um die Verankerungsteile jederzeit untersuchen zu können. Der Zug in der Verankerung eines Pfeilers beträgt etwa 135 t.

Wie aus der Zeichnung, Fig. 5 bis 9 Taf. XXXVII, ersichtlich, wird dieser — nur bei einem Orkane auftretende — Zug eines Pfeilers durch eine mit der Turmkonstruktion vernietete Grundplatte und durch eine Stahlplatte auf 4 Stück Anker von je 100 mm Dmr. übertragen. Diese sind 8 m lang und unten mit je 2 I-Eisen N.-P. 50 verbunden, welche beiderseitig eingemauert sind. In beiden Stahlplatten sind ovale Löcher angebracht, um ein Verschieben bei Temperaturwechsel zu ermöglichen. Der mittlere Schacht ist fest mit dem Fundament verbunden, so dass bei Temperaturwechsel die drei Ecksäulen gleichmäfsige Verschiebungen auf ihren Unterlagen auszuführen haben. Bei etwa 26 t Spannung in den Schachtankern wird voraussichtlich ein Gleiten eintreten

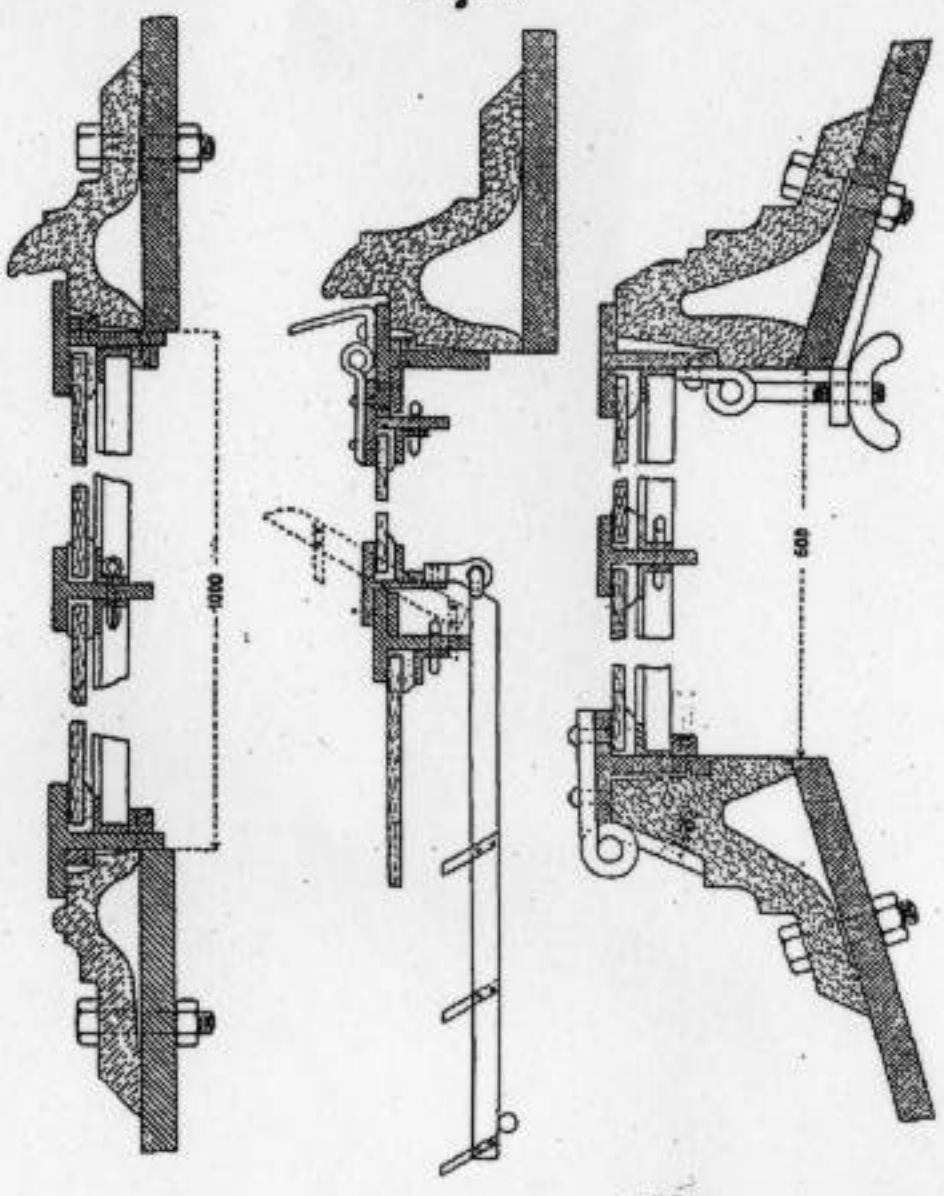
Der Windverband liegt ausschliefslich in den Flächen einer dreiseitigen Pyramide. Der Schacht ist nur insoweit mit diesem verbunden, dass er den auf ihn entfallenden Winddruck auf die Knotenpunkte des Windverbandes überträgt. Aufserdem sind an ihm die Diagonalen durch eine horizontale Verbindung in der Mitte gehalten, um gröfsere Schwankungen derselben zu vermeiden. Der Schacht bildet also keinen Bestandteil des Windverbandes.

Von gröfster Bedeutung war natürlich die Ausbildung des Querschnittes der Hauptsäulen. Es schien in erster Linie geboten, in Rücksicht auf die zerstörende Einwirkung der besonders bei Sturm mit Seewasserteilchen erfüllten Luft, ausschliefslich offene, für die Besichtigung und den Anstrich in allen Punkten zugängliche Querschnitte zu verwenden. Sie sollten einfache Anschlüsse der in verschiedenen Ebenen liegenden Horizontal-, Diagonal- und Querverbände gestatten, ohne das Material allzuviel abbiegen oder verkröpfen zu müssen; und schliefslich musste die Querschnittsausbildung die Anordnung von Universalstöfsen gestatten, da es sowohl in Rücksicht auf die Kosten wie auf die Güte der Arbeit empfehlenswert erschien, die Nietung auf der Baustelle nach Thunlichkeit einzuschränken. Die Erfüllung der letzteren Forderung machte besondere Schwierigkeiten, da die Querschnitte der Säulen in der Nähe des Fufses eine Fläche von je 800 qcm besitzen mussten. Die Anwendung röhrenförmiger Querschnitte, welche sich allerdings theoretisch am vorteilhaftesten gestalten, schien von vornherein ausgeschlossen, da sie im Inneren nur schwer zugänglich gewesen sein würden und die Anschlüsse und Verbindungen sich nicht in einfacher Weise hätten herstellen lassen. Die für die Hauptstreben gewählte Ausbildung ist aus den Fig. 10 bis 12 auf Taf. XXXVII zu erkennen. Die Streben bestehen aus 2 Blechwänden, welche aufsen mit 4, in den unteren Stockwerken mit 8 Winkeleisen verstärkt sind; die Verbindung der beiden Wände ist durch Gitterwerk aus Winkeleisen hergestellt. Wie aus den Zeichnungen zu erkennen, lassen sich bei dieser Ausbildung alle Anschlüsse sowie die Gesammtstöfse an den Knotenpunkten in einfachster Weise bewirken. Die Stöfse wurden nach der bekannten Schwedler'schen Anordnung konstruirt. Bei Bemessung der Stärken der Stofslaschen waren folgende Gesichtspunkte mafsgebend:

Der Unterschied der Beanspruchung zweier auf einander folgenden Pfostenstücke wird durch Vermittlung der Knotenbleche, an welche die Diagonalen anschliefsen, in die Säulen übertragen. Da diese Knotenbleche zur Hälfte an die obere, zur Hälfte an die untere Säule angenietet sind, müssen die Stofslaschen genügen, um die mittere Spannung beider Säulenstücke zu übertragen. Hiernach sind die Laschenbleche und Laschenwinkel berechnet. Da aber die beiden Knotenbleche zum Anschlusse der Diagonalen selbst zur Verlaschung des Stofses beitragen, jedoch nicht mit in Rechnung gezogen sind, so ist in jedem Stofs ein Ueberschuss von Sicherheit vorhanden.

Die diagonalen Verbindungen des Windverbandes sind steif aus zwei auf einander genieteten ⌴-Eisen ausgeführt worden. Um in den Stegen an den Anschlussstellen eine zu grofse Pressung der Nietlochwandungen zu vermeiden, wurde in

Fig. 2.



jedes der beiden -Eisen ein 8 mm starkes Flacheisen gelegt und dieses vor der Anschlussstelle durch 4 Niete mit dem Stege verbunden. Um ferner bei vorkommenden Schwankungen der Diagonalen deren schädlichen Einfluss auf die Nietverbindungen zu vermindern, sind Futterstücke vor den Anschlussstellen zwischen die ⊔-Eisen gelegt, welche etwa auftretende Schubspannungen aufzunehmen im stande sind. Die horizontalen Verbindungen bestehen aus 4 Winkeleisen, die durch diagonal gelegte Flacheisen verbunden sind. Die gröfsten zulässigen Inanspruchnahmen betragen für die

Pfosten	Druck	400	kg/qcm
diagonalen Verbindungen . .	Zug	700	»
horizontalen » . .	Druck	400	»
Schachtanker	Zug	600	»

Fig. 3.

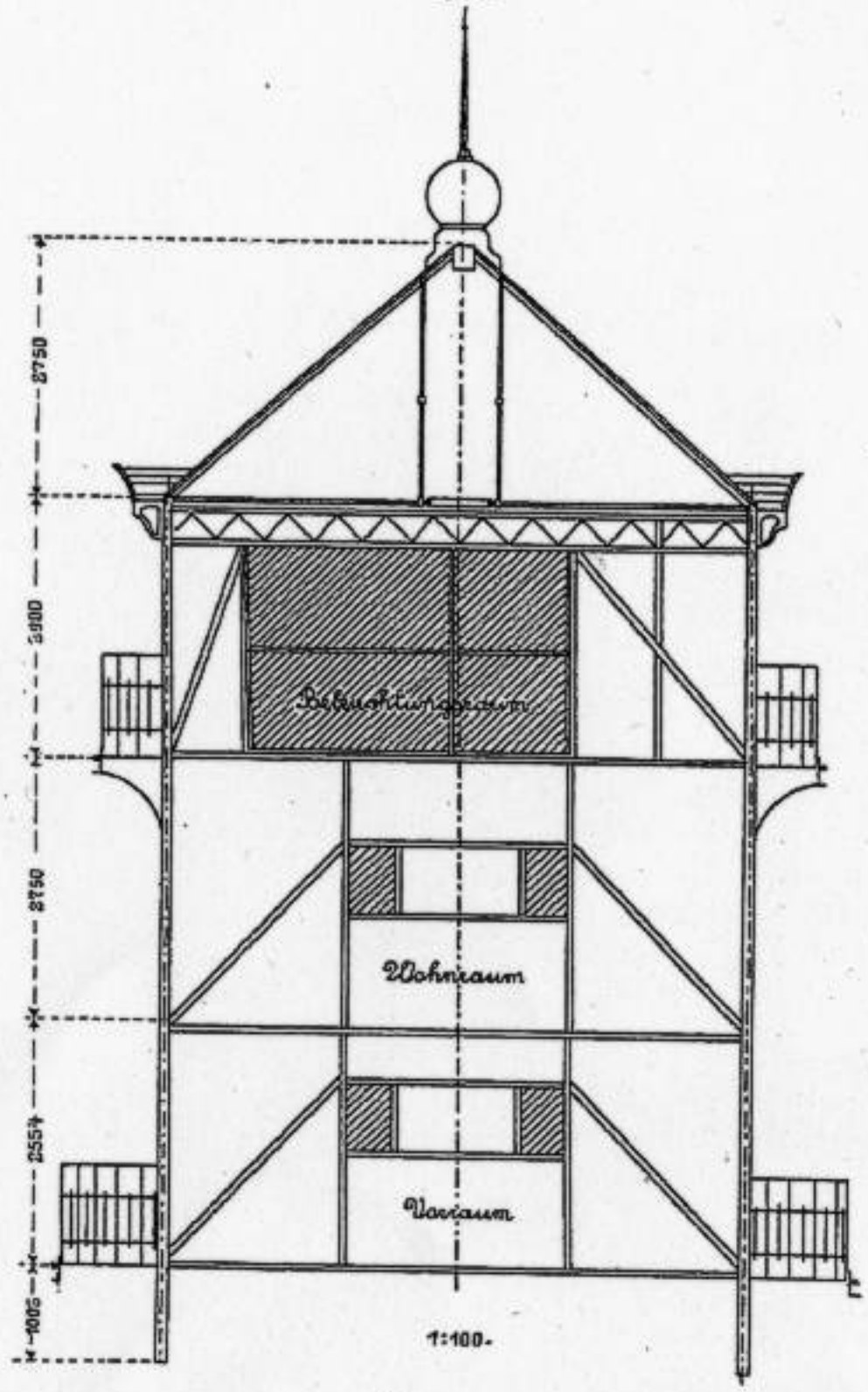


Fig. 5.

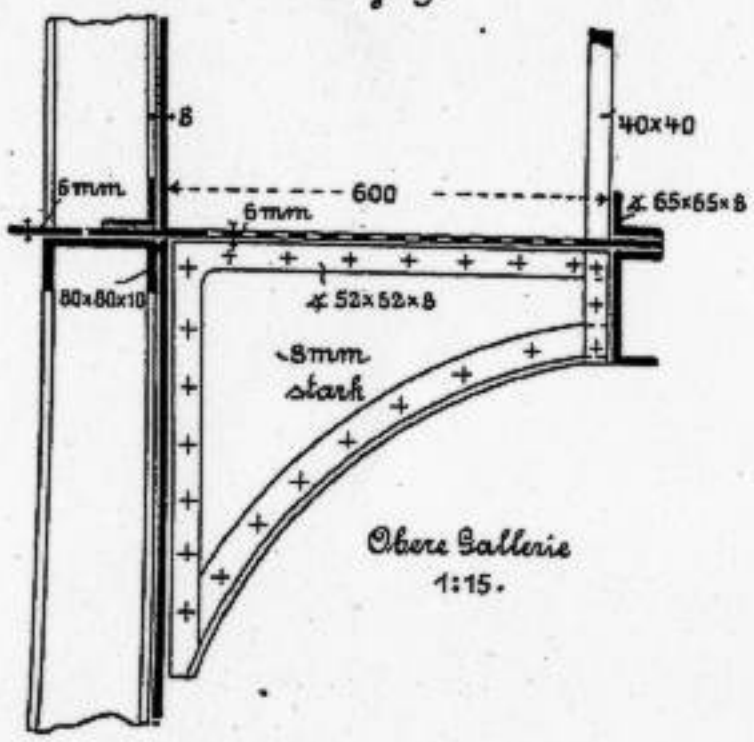


Fig. 4.

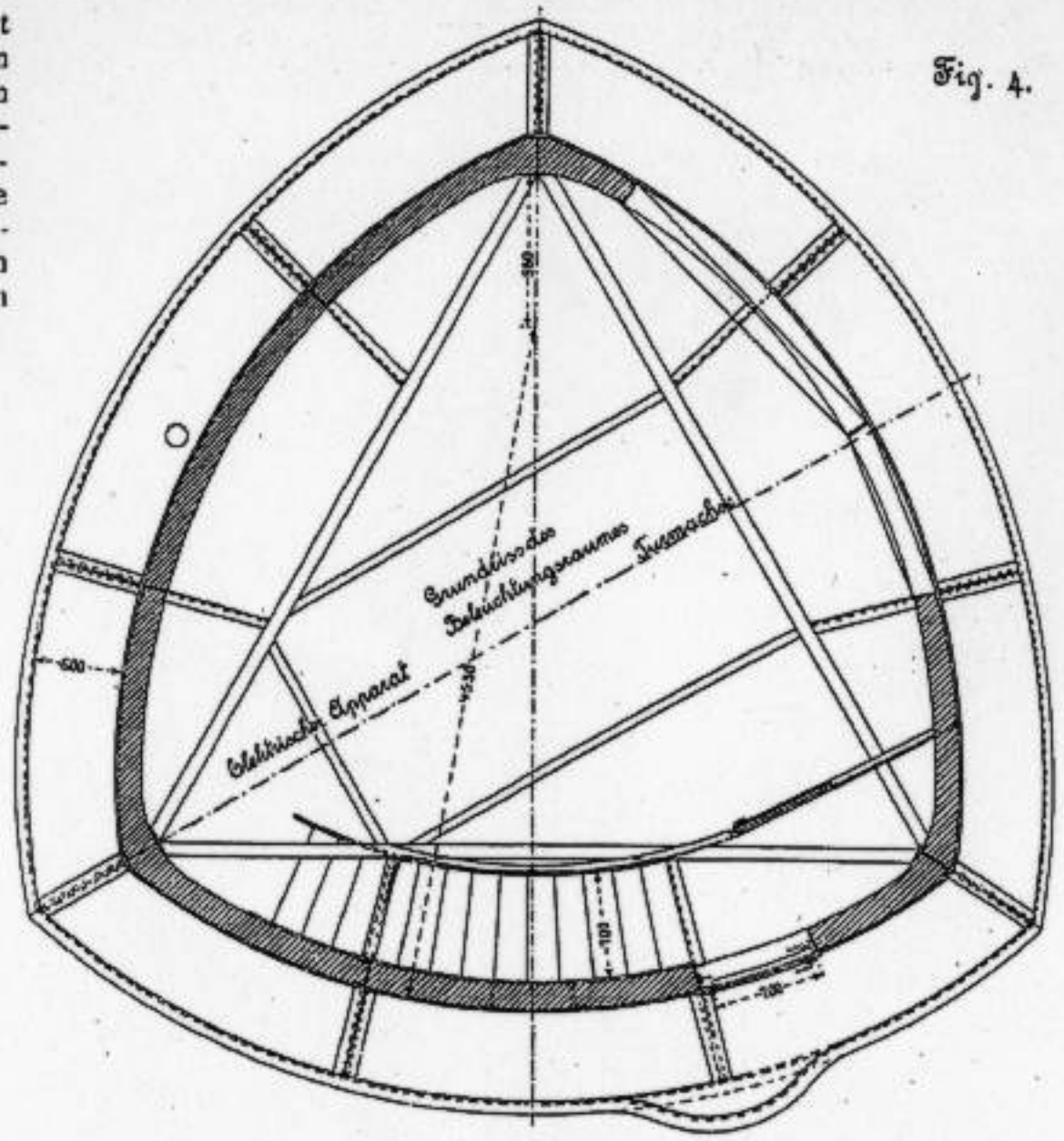


Fig. 6.

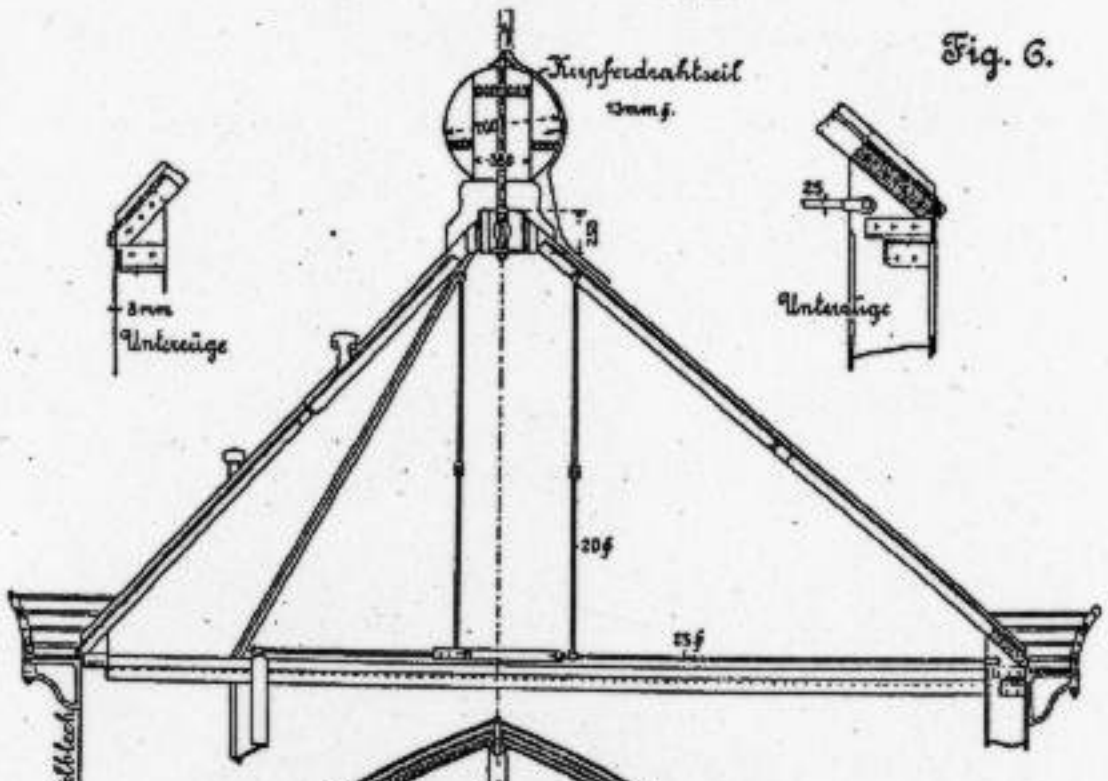


Fig. 7.

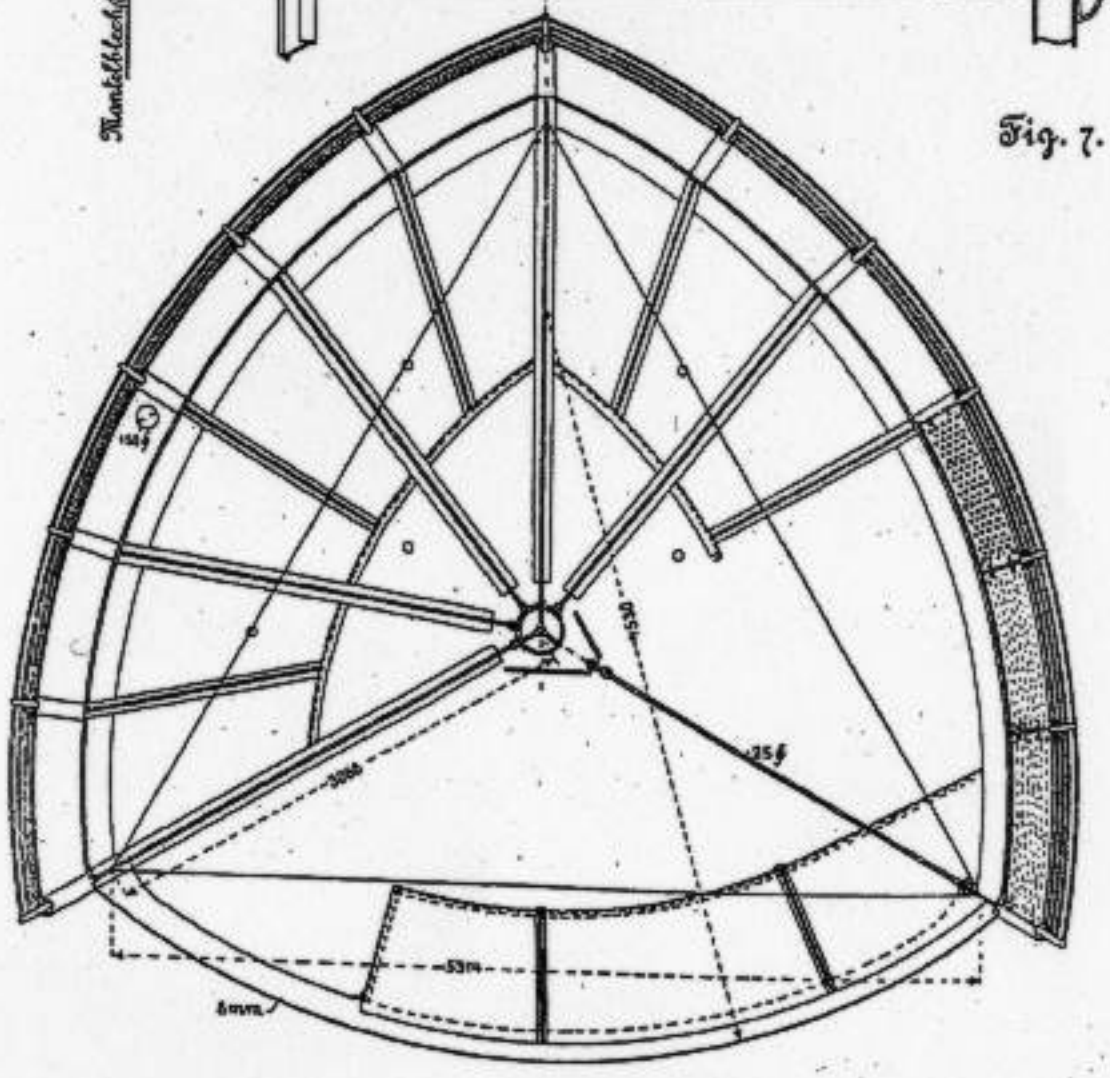
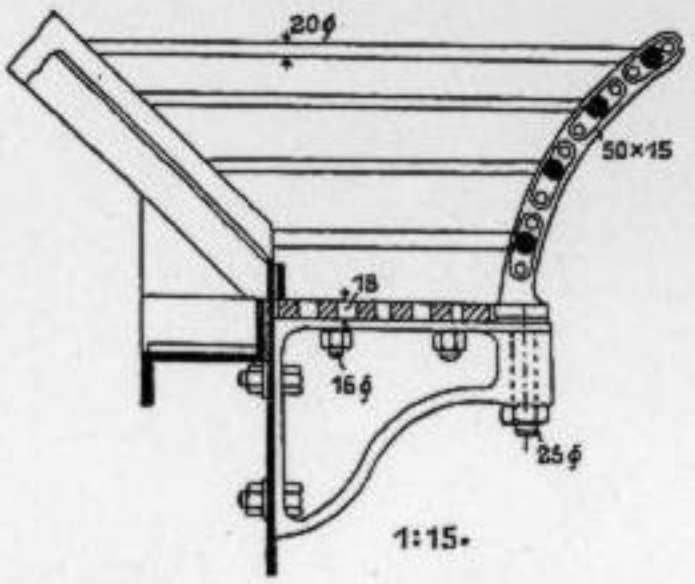


Fig. 8.



Bei der Berechnung der Einzelspannungen wurde angenommen, dass der Wind eine Stofskraft von 330 kg/qcm normal getroffener Fläche ausüben könne; aufserdem wurden für das Gitterwerk sämmtliche Konstruktionsteile, auch die durch andere Teile verdeckten, als voll getroffen angesehen. Infolge dieser sehr ungünstigen Annahme und der sehr geringen Beanspruchung ist auch bei starkem Orkane die Schwankung in den oberen Teilen verhältnismäfsig gering. Bei heftigem Sturme waren nur unbedeutende Bewegungen zu verspüren.

Der Schacht hat einen lichten Durchmesser von 2,5 m. Die Stärke der Wandung wechselt zwischen 12 und 8 mm. In jedem Felde des Windverbandes sind am Schachte 2 besonders starke Ringversteifungen angebracht zur Aufnahme der durch die horizontalen Anker übertragenen Kräfte. Zur Beleuchtung der Aufgänge dienen 21 Stück Fenster, auf deren Konstruktion besondere Aufmerksamkeit verwendet wurde, um dichten Schluss zu erzielen. Die Fensterrahmen haben, wie aus Fig. 2 zu ersehen ist, zu diesem Zwecke an allen Stellen doppelten Anschlag erhalten, und schlagen nach aufsen, um durch den Winddruck Dichtung zu bewirken. Die Scheiben mussten, um die Kittfalze dauernd dicht zu halten, gegen einen inneren Rahmen gelegt werden, welcher, da das Auswechseln der Scheiben von aufsen Schwierigkeiten bietet, von innen gegen die Sprossen gelegt und durch Stifte gehalten wurde. Aus Fig. 2 ist diese Ausbildung in ihren Einzelheiten zu ersehen.

In dem Schacht befindet sich eine Spindel von 700 mm Dmr., durch welche ein Aufzug kleinere Gegenstände bis 600 kg Gewicht in den Vorraum der Laterne schaffen kann. Um die Spindel läuft eine Wendeltreppe, welche mit 308 Stufen zum Vorraum führt; weitere 12 Stufen führen zu einem kleinen, heizbaren Wohnraum (Fig. 3). Ueber diesem befindet sich der Beleuchtungsraum. Hier steht ein elektrisch betriebener Fresnel'scher Beleuchtungsapparat (Fig. 4), dessen gesammelte Lichtstrahlen eine Stärke von etwa 6500 Normalkerzen besitzen. Wie schon in der Einleitung angegeben, sendet dieser Apparat zwei feste weifse Strahlen und seitlich derselben Blinke der See zu.

Um zu verhüten, dass die Strahlen gebrochen werden oder die Gläser anlaufen, ist für genügende Lüftung Sorge getragen. Am Boden sind 17 Lufteinlässe, am Dach ein grofser Kugel- und 9 kleinere Kappenventilatoren angebracht. Die ganze Laterne ist mit einem 8 mm starken Blechmantel umgeben und wird in den unteren beiden Räumen mit Torfsteinen ausgemauert. Um die Laterne führen in der Höhe des Vorraumes und des Beleuchtungsraumes zwei Gallerien, die mit Lochblechen abgedeckt sind. Auf der oberen Gallerie (Fig. 5) ist ein etwa 12 qm grofses weitmaschiges Netz angebracht, zum Schutze der Fensterscheiben gegen anfliegende, durch das grelle Licht geblendete Vögel. Die Abdeckung des Daches, Fig. 6, 7 u. 8, besteht aus 2 mm starken Kupfertafeln, welche mit Messingschrauben auf den Sparren befestigt sind.

Zur Leitung des Blitzableiters wurde die Eisenkonstruktion selbst nicht benutzt, vielmehr wurde die Auffangstange mit der 1 qm grofsen kupfernen Grundplatte durch ein 13 mm starkes Kupferdrahtseil verbunden.

Die Montage der Eisenteile war ursprünglich in folgender Weise geplant. Auf den horizontalen Streben eines Feldes sollte eine feste Rüstung von etwa 15 m Höhe aufgestellt werden, welche die Höhe des zunächst zu montirenden Stockwerkes überragte. Auf der oberen Plattform dieses Gerüstes waren Laufkrane angeordnet, mit deren Hilfe die z. T. 10000 kg schweren Stücke gehoben und eingebaut werden sollten. Auf den oberen Horizontalverbindungen des fertig verschraubten, neu aufgestellten Stockwerkes sollte eine zweite Rüstung in ähnlicher Weise aufgebaut werden, deren unterer Teil so anzuordnen war, dass er nicht durch die oberen Teile der ersten Rüstung behindert wurde. Während dann ein weiteres Stockwerk mit Hilfe dieses zweiten Gerüstes montirt wurde, sollte die erste Rüstung abgebrochen und umgezimmert werden, um hiernach als Rüstung für das folgende Stockwerk zu dienen. Das Aufstellen der Gerüste war aber bei dem zeitweilig auftretenden heftigen Sturme sehr schwierig; in den oberen Stockwerken, die nur geringe Grundfläche boten, beinahe unmöglich, zum mindesten aber mit grofsen Gefahren verbunden. Infolge dessen wurde in dieser Weise nur ein Stockwerk aufgestellt. Zur Montage der folgenden wurden ein oder zwei Masten (Rundhölzer) auf die Eisenkonstruktion gestellt und diese an der Spitze vom Boden aus durch Seile gehalten Die Masten trugen Flaschenzüge, deren Drahtseile durch am Boden stehende Krane angezogen wurden. Die Montage ging in dieser Weise leicht und flott von statten und erforderte den verhältnismäfsig kurzen Zeitraum von 5 Monaten.

Das Gesammtgewicht der Eisenkonstruktion des Turmes einschliefslich der Fundamentanker und der Laterne beträgt etwa 300000 kg. Der Leuchtturm wird voraussichtlich noch in diesem Jahre in Betrieb gesetzt werden.