Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 33/34 (1899)
Heft: 8

Artikel: Ueber Höhenmessungen und Höhenänderungen
Autor: Messerschmitt, J.B.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-21383

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Neue Berliner Kauf- und Warenhäuser.

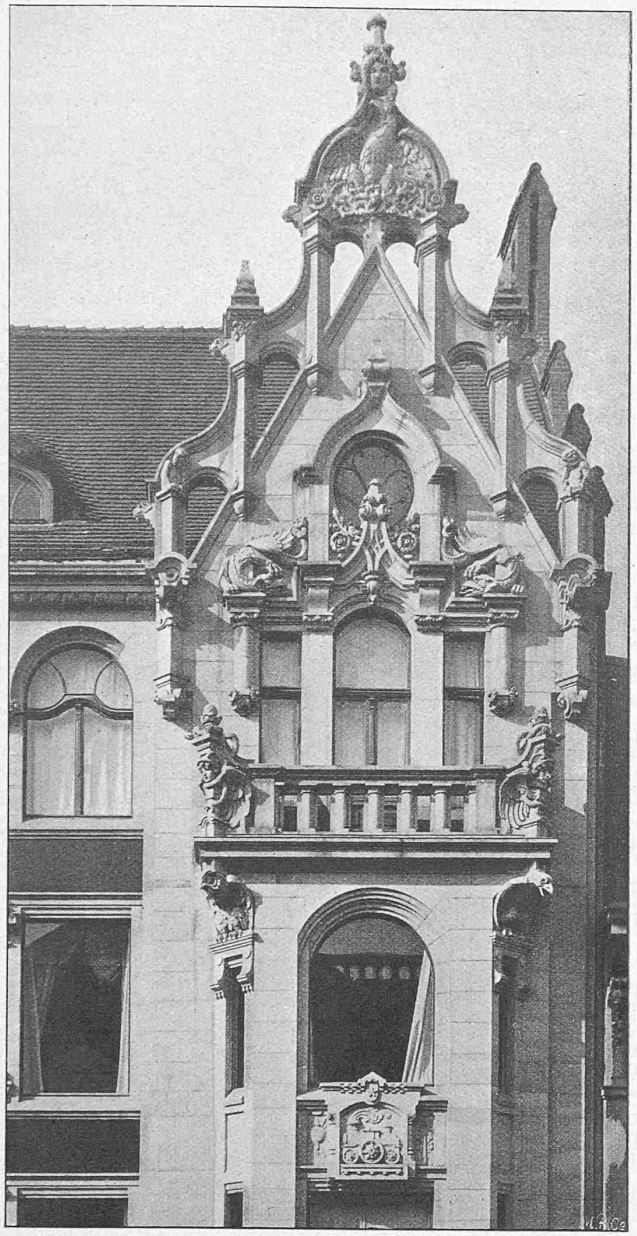


Fig. 2. **Haus Löwenberg, Leipziger-Strasse 114.**
Architekt: *H. A. Krause* in Berlin.

sprach nicht ganz dieser Forderung, aber immerhin besser als die Skizze in B. B. Abb. 136 es zeigt. Ausserdem hatte dieser Bau zum ersten Male einen grossen Schaugiebel zu auffälliger, fernsichtbarer Kennzeichnung des Gebäudes auf-

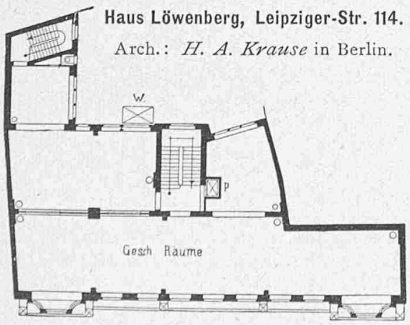


Fig. 4. Grundriss vom II. Obergeschoss 1:500.

zuweisen, — ein Motiv, das ebenfalls später vielfach, u. a. bei dem von *Alterthum & Zadek* (Krause) errichteten Gebäude „Spittelmarkt 16—17“ (Schweiz. Bztg. 1899 Bd. XXXIII Nr. 8) glücklichste Verwendung fand. Bei letzterem Gebäude trat denn auch in klarster Form das fernerhin häufig verwendete Motiv auf: der Ausbildung des obersten Geschosses zu einer gleichachsig geteilten Bogengalerie „als obere *Verspannung* der hochgeführten Pfeiler“.

Bemerkenswert ist, dass bei Fertigstellung des „Equitable“ und des letztgenannten Gebäudes diese Bauwerke als der Ausdruck eines wilden Realismus bezeichnet wurden. — *So wandeln sich die Ansichten!*

Architekt *H. A. Krause*, der bei dem letztgenannten Bau die künstlerische Leitung hatte, erbaute 1894/95 das „*Haus Loewenberg*“, Leipzigerstrasse 114 (Fig. 1—4 und Tafel).

Das, in den oberen Stockwerken lediglich zu dem grossen Möbel- und Dekorationsgeschäft der Hausbesitzer bestimmte Geschäftshaus enthält im Kellergeschoss Lagerräume, im Erdgeschoss rechts der Durchfahrt drei, von der Strasse aus zugängliche Einzelläden, und links einen solchen, zwei Pfeilerjoche umfassenden, in Verbindung mit weitern Läden und Lagerräumen im I. Stock für ein Grosswäschegeschäft, welche die linken Joche ganz, von dem mittleren zwei Drittel einnehmen. Die Räume weiter rechts sind wie die oberen Stockwerke der Firma Loewenberg vorbehalten und dienen zur Möbel- und Dekorations-Ausstellung, grösstenteils in Zimmer- bezw. Saalanordnnng. Aus letzterem Umstande ergab sich die Notwendigkeit von Frontpfeilern in Breiten und Verteilung, wie sie durchweg bei Wohnhäusern üblich sind.

Zur Abminderung der lastenden Erscheinung dieser Pfeiler über den nur wagrecht abgedeckten grossen Oeffnungen der untern Geschosse ist hier zu ähnlichem Mittel, wie in gleichen Fällen durchweg Zuflucht genommen worden; es ist ein kräftiger Balkon in Höhe des II. Stockes ausgekragt, der als Träger des Firmenschildes dient, und ausserdem sind die Pfeiler durch fortlaufende Schriftbänder in Höhe der obern Stockwerksdecken durchschnitten.

Die den strengsten Anforderungen angepasste Grundrissanlage erlaubte nicht, das Durchfahrtsportal in das Schema des Frontaufbaues einzugliedern. Wie das ja auch schon bei mittelalterlichen und Renaissancebauten geschehen, ist dasselbe daher frei in die Jochöffnung eingestellt, einerseits an einen Pfeiler angelehnt, anderseits auf einem Säulchen ruhend. Das Detail ist durchweg auf Silhouettewirkung berechnet und klingt damit vielfach an Formen der Holzbearbeitung an, aber es hat den Sinn für bewegte Formen geweckt. Leider hat sich in Bezug auf das schöne Portal die ideale Voraussicht des Architekten nicht bewährt: dasselbe ist jetzt bis zur Unkenntlichkeit verdeckt mit einem Transparentschild, ankündigend: „*Rex'sche Weine*“.

(Forts. folgt.)

Ueber Höhenmessungen und Höhenänderungen.

Von Dr. *J. B. Messerschmitt* in Hamburg.

I.

Sobald es sich um die genaue Ermittelung von Höhen handelt, kommen nur die beiden seit Alters her bekannten Methoden der trigonometrischen und der geometrischen (Nivellement) Höhenmessungen in Betracht, deren Ausbildung allerdings erst infolge Verfeinerung der dazu nötigen Instrumente der neueren Zeit vorbehalten war. Das barometrische Höhenmessen, welches in unbekannten Gegenden, trotz seiner gerade dann erst recht anhaftenden Mängel bei der Reduktion, von unschätzbarem Werte ist, kann für diese Zwecke nicht verwendet werden, während es für kleinere Aufnahmen u. dgl. immerhin recht gute Dienste leistet.

Das genaueste Verfahren, worauf wohl zuerst G. Hagen (Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Berlin 1837) aufmerksam machte, ist das Nivellieren. Ueber die bei Feinnivellements (Präcisions-Nivellements) verwendeten Beobachtungs- und Rechnungsmethoden kann, abgesehen von den bekannten Werken, wie Stampfer, Lallemand u. s. w., auf einen früher in dieser Zeitschrift erschienenen Artikel („Das schweizerische Präcisions-Nivellement“, Bd. XIX Nr. 7—9 1892) und auf eine neue Publikation (M. Rosenmund, Anleitung für die Ausführung der geodätischen Arbeiten der Landesvermessung, Bern 1898) verwiesen werden, an welch letzterem Orte unter der Mitwirkung des Herrn Dr. Hilfiker diese Methoden klar und deutlich behandelt sind.

Was die eigentlichen Nivellier-Instrumente anbelangt, so sind seit längerer Zeit keine wesentlichen Aenderungen daran vorgenommen worden[1]), es handelte sich höchstens um leichtere Modifikationen oder Bequemlichkeitsvorrichtungen beim Beobachten, wie namentlich um solche, die Libellen vom Okular aus ablesen zu können, was durch Spiegel oder Prismen in einfacher Weise bewerkstelligt werden kann. In letzterem Falle wird besonders auch die Parallachse beim Ablesen der Blasenenden vermieden, da ein seitliches Sehen ganz unmöglich wird.

Von grösserer Bedeutung und besonders im Gebirge von Wichtigkeit ist die Konstanz der Lattenlängen, welcher man in der ersten Zeit, in welcher die Feinnivellements ausgeführt wurden, ein zu grosses Vertrauen schenkte. Während allerdings der Einfluss der Temperatur auf die hölzernen Massstäbe, wegen des geringen Temperaturkoefficienten des Holzes (er beträgt etwa 0,009 *mm* pro Meter und Celsiusgrad) vernachlässigt werden kann, haben neuere Untersuchungen gezeigt, dass die Feuchtigkeit der Luft Längenänderungen hervorruft, welche durchaus nicht so klein sind[2]), dass sie vernachlässigt werden können, weshalb eine stetige Ueberwachung und Kontrolle der Lattenlängen im Felde notwendig ist. Man benützt daher entweder jetzt sog. Kompensations-Latten, besonders in Frankreich, bei welchen die Vergleichsvorrichtungen mit den Latten fest verbunden sind, oder man nimmt metallene Kontrollmasstäbe ins Feld mit, um die Latten möglichst oft damit vergleichen zu können.

Welch grosse Unterschiede bei der Vernachlässigung dieser Korrektion eintreten, kann man aus der Durchsicht älterer Messungsreihen leicht erkennen. Nähere Angaben über diesen Gegenstand habe ich in dem Aufsatze „Ueber die Veränderlichkeit der Nivellier-Latten", Schweiz. Bauztg. Bd. XXIII Nr. 5 u. 6 1894 gegeben.

Das Nivellieren geschieht bekanntlich am besten aus der Mitte, d. h. die Latte wird vor- und rückwärts in möglichst gleicher Entfernung vom Instrument aufgestellt. Früher nahm man die Zielweiten zu 50, ja bis über 100 *m*. Auf diese grossen Entfernungen kann man aber nur bei ganz guter Beschaffenheit der Luft genau und sicher beobachten, so dass man täglich nur wenige Stunden, am frühen Morgen und späten Nachmittag, zur Verfügung hatte, weshalb man jetzt nur noch selten solche grosse Zielweiten nimmt. Nach den Angaben des Herrn Dr. Hilfiker ist es am günstigsten, Zielweiten von 20—30 *m* zu nehmen, bei welchen man den ganzen Tag arbeiten kann und trotz des öfteren Standwechsels des Instrumentes ebenso sicher und dabei doch noch rascher als früher vorwärtskommt. Um nun auf diese kurzen Distanzen genau ablesen zu können, liess er, da die Centimeter im Gesichtsfeld sehr gross erscheinen, auch bei seinen Latten mit Vorteil eine Millimetereinteilung anbringen. Er erreicht dadurch und durch die beständige Kontrolle der Lattenlängen auch im gebirgigen Terrain eine ähnliche Genauigkeit, wie sie sonst nur im flachen Lande erhalten wird.

Beim Nivellieren mit grossen Zielweiten spielt auch die terrestrische Refraktion mit herein und kann unter ungünstigen Umständen ziemlich starke Beträge erlangen. Um aber eine allgemeine giltige Formel aufstellen zu können, mit welcher stets der Einfluss der Refraktion berechnet werden könnte, müsste man das Gesetz kennen, mit welcher sich die Luftdichte längs der Visierlinie ändert. Da beim Nivellieren diese immer sehr nahe am Boden verläuft, lässt sich keine allgemein giltige Lösung aufstellen, wohl aber gelang es Ch. Lallemand („Note sur l'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique", Verhandlungen der internationalen Erdmessung zu Lausanne 1896, Annexe B. III), für einige specielle Fälle eine angenäherte Lösung und damit auch einen Einblick in diese bis jetzt noch wenig untersuchte Materie zu geben.

Bezeichnet man mit E die Korrektion, welche an dem Höhenunterschied $D = h_3 - h_1$ zweier Wechselpunkte, also an der Differenz zwischen dem Rückblick h_3 und dem Vorblick h_1 beim Nivellieren anzubringen ist, so erhält Lallemand den Ausdruck:

$$E = -\,0^m,00108\,\frac{B}{0^m,76}\,\frac{t_3 - t_1}{(1+\alpha\Theta)^2}\,\frac{L^2}{D}\left\{\frac{\mu - \frac{1}{2}\log(1-\delta^2)}{\log\frac{1+\delta}{1-\delta}} - \frac{1}{2\delta}\right\},$$

worin bedeuten: $\frac{D}{L}$ die als konstant vorausgesetzte Horizontalneigung der nivellierten Linie bei der Entfernung der beiden Lattenstände gleich L, B den Luftdruck in Metern, $\mu = 0{,}434$ (Modul der gemeinen Logarithmen), α den Wärmeausdehnungs-Koefficienten der Luft, Θ die mittlere Lufttemperatur und b und c zwei Konstanten, welche in dem nach Marcet aufgestellten Ausdruck für die Lufttemperatur in der Höhe h über dem Boden vorkommen, wonach $t = a + b \log (h + c)$ ist.

Zur Erleichterung der Rechnung dieses komplicierten Ausdruckes giebt er ein einfaches Verfahren an, wie man die betreffende Korrektion mittels eines neuartigen Diagramms (Abakus) auf graphischem Wege bestimmen kann.

Beispielsweise findet er für Lattenentfernungen von 150 *m*, entsprechend den Zielweiten von 75 *m*, unter der Annahme, dass die Lufttemperatur 0,10, 1,60 und 3,10 *m* über dem Boden $+\,0^0,3$, $+\,1^0,8$ und $2^0,2$ ist, (welche Zahlen gelegentlichen Messungen entnommen sind), für das Maximum der Korrektion wegen Refraktion 0,63 *mm*, sodass darnach etwa 4 *mm* für den Kilometerfehler zu befürchten wäre, während er bei den gewöhnlichen Messungen nur etwa 0,8 bis 1 *mm* beträgt. Mit der Verkleinerung der Entfernung der Latten geht aber diese Zahl rasch zurück. Bei 60 *m* Zielweiten reduciert sich der oben angegebene Betrag schon um 40%. Es zeigen somit auch diese Untersuchungen, dass kurze Distanzen für das Erzielen grosser Genauigkeit beim Nivellieren vorteilhafter sind, als grössere Entfernungen. Auch wird dann immer die Refraktion unabhängig von der Instrumenthöhe über dem Boden.

Nicht in allen Fällen aber ist das Nivellieren möglich, z. B. im Gebirge oder nach Inseln im Meere in der Nähe der Küsten, wo man dann das trigonometrische Verfahren anwenden muss, welches in der Messung von Höhenwinkeln bezw. von Zenithdistanzen des betreffenden Objektes besteht. So lange man nur auf ganz kurze Distanzen misst, wie bei manchen topographischen Aufnahmen, wo dieses Verfahren viel verwendet wird, kann man meist von der Krümmung der Erde und auch von der Refraktion absehen, oder sich wenigstens dafür eines mittleren Wertes bedienen. Bezeichnet d die Entfernung und z die Zenithdistanz des anvisierten Punktes vom Instrument, so hat man für kleine Entfernungen einfach die Höhe

$$h = d \,.\, \operatorname{ctg} z.$$

Die Erdkrümmung wird bei den Höhenmessungen aber schon bei sehr kurzen Entfernungen von etwa 500 *m* merklich, ebenso wird dann immer mehr und mehr die Refraktion von Bedeutung. Nach deren Berücksichtigung erhält man die folgende Formel:

$$h = d\left(1 + \frac{h' + h''}{2R}\right)\operatorname{ctg}\left[z - \frac{1-k}{2R\sin 1''}\,d\right]$$
$$= d\left(1 + \frac{h' + h''}{2R}\right)\operatorname{ctg} z + \frac{1-k}{2R}\,d^2,$$

worin h' und h'' die Meereshöhen der beiden Punkte, Beobachtungsort und anvisierten Punkt, R den mittleren Erdradius und k den Refraktionskoefficienten bedeuten. Unter Einführung eines mittleren Wertes von $k = 0{,}13$ wird obige Formel:

$$h = d\,[1 + 0{,}000000078\,4\,(h' + h'')]\operatorname{ctg} z + 0{,}000000068\,2\,d^2.$$

Wie viele Untersuchungen und Beobachtungen gezeigt haben, ist der Koefficient k nicht konstant. In grösseren

[1]) In den letzten Jahren haben Goulier und C. A. Vogler Versuche gemacht, die Genauigkeit der Instrumente zu erhöhen, indem sie nach Art des Kathetometers verschiebbare Nivellierfernrohre konstruierten. Vergl. Verhandl. der internat. Erdmess. Berlin 1895, Band II S. 311.

[2]) Neuere Untersuchungen darüber hat Stadthagen in «Wiedemanns Annalen der Physik und Chemie» 1897 Bd. LXI S. 208—224 veröffentlicht. Die älteren von Goulier sollen demnächst publiziert werden, siehe: Verhandlungen der internationalen Erdmessung zu Berlin 1895 S. 86.

Reihen sind Unterschiede gefunden worden, die sich zwischen 0,10 und 0,168 bewegen, während man bei einzelnen Reihen noch viel grössere Schwankungen, von — 0,11 bis + 0,60, beobachtet hat.

Sobald daher Höhenmessungen auf etwas grössere Entfernungen vorgenommen werden müssen, hat man ganz besondere Vorsichtsmassregeln zu beachten. Zur besseren Elimination der Refraktion beobachtet man dann gleichzeitig und gegenseitig. Dann fällt dafür das k heraus und es wird die Formel

$$h = d\left(1+\frac{h'+h''}{2R}\right)\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(z'-z).$$

In Wirklichkeit fällt aber auch in diesem Falle die Refraktion nicht ganz heraus, da die Lichtstrahlen von beiden Punkten zu einander im allgemeinen nicht in der gleichen Linie verlaufen, sondern nur den Anfangs- und den Endpunkt mit einander gemein haben, wodurch ganz beträchtliche Differenzen auftreten können.

Die Bestimmung der Höhe von Helgoland und einiger Nordsee-Inseln, welche neuerdings veröffentlicht worden sind, zeigen dieses wiederum in auffälliger Weise.[1])

Von den beiden Festlandspunkten Cuxhaven und Schilling wurde zunächst die Höhe der Inseln Wangeroog und Neuwerk ermittelt, welche sich in einer Entfernung von 12,0 bezw. 12,8 *km* von den betreffenden, selbst an das allgemeine Präcisionsnivellement angeschlossenen Festlandspunkten befinden. Von diesen beiden Inseln aus, deren gegenseitige Entfernung 41,7 *km* beträgt, wurde dann die Höhe von Helgoland aus gegenseitigen und gleichzeitigen Messungen bestimmt. Dabei sind die Entfernungen Wangeroog-Helgoland 43,6 *km* und Neuwerk-Helgoland 49,8 *km*.

Bei den Beobachtungen fanden grosse Universal-Instrumente mit fein geteilten Kreisen Verwendung. Bei gutem Wetter wurden Refraktions-Beobachtungen zu Sonnenaufgang angestellt, dann setzten die eigentlichen Höhenmessungen etwa von 10 Uhr morgens bis 5 Uhr nachmittags ein, von welcher Zeit an stündlich bis zum folgenden Morgen neue Refraktions-Messungen folgten. Selbstverständlich wurden die Instrumente gewechselt, ebenso wechselten die Beobachter ihre gegenseitigen Standpunkte unter einander. Ferner wurden auch alle möglichen Vorsichtsmassregeln getroffen, um möglichst gleichzeitig zu beobachten u. s. w. Trotz eines sehr grossen Aufwandes von Zeit und Mühe bleiben aber noch recht beträchtliche Unterschiede in den einzelnen Messungen übrig. So schwanken die Tagesmittel der Höhenunterschiede

für Wangeroog-Neuwerk	zwischen	0,5	und	7,5 *m*
„ Wangeroog-Helgoland	„	24,5	„	27,5 *m*
„ Neuwerk-Helgoland	„	21,9	„	25,3 *m*

Nach Ausscheidung einiger minderwertiger Reihen, bei welchen die Heliotropenlichter schlecht zu sehen waren, fand man:

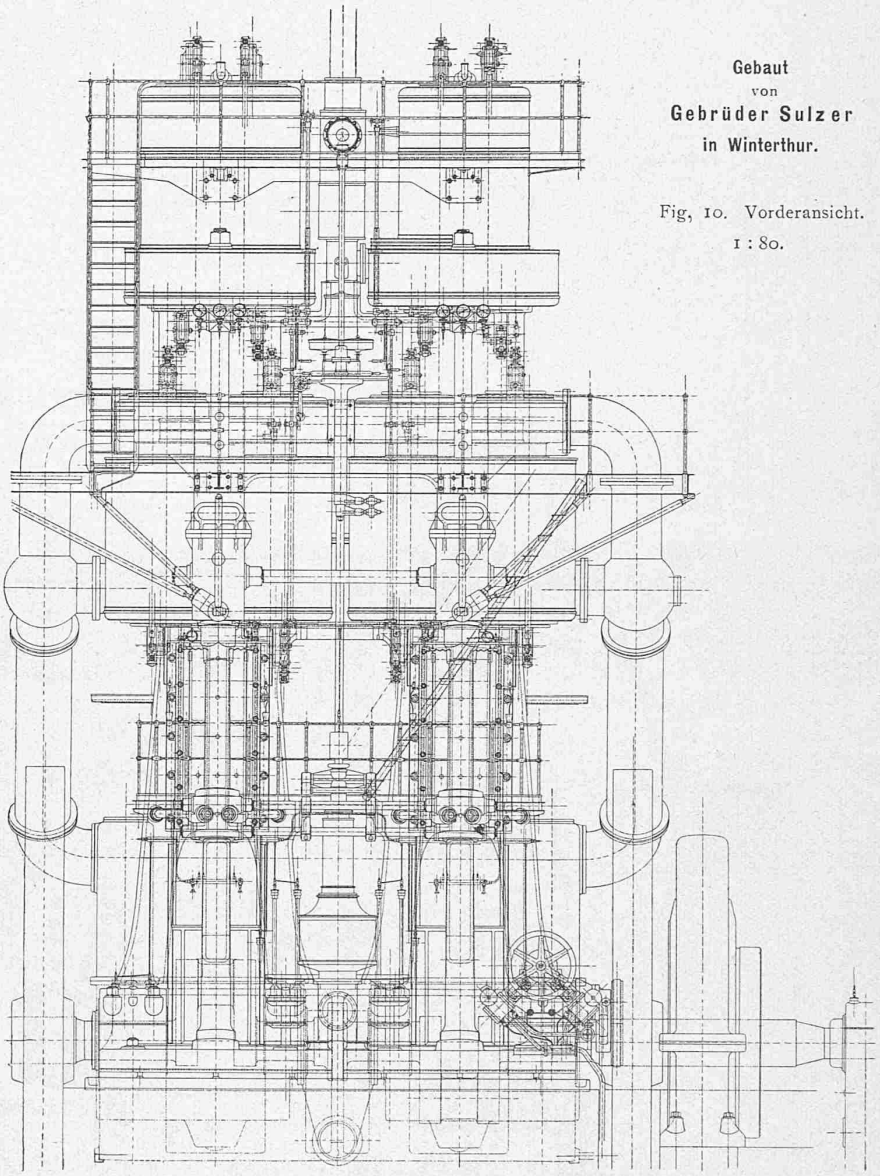
$$\begin{aligned} \text{N-W} &= 1^m,348 \pm 0^m,150 \\ \text{H-W} &= 25\ ,154 \pm 0\ ,145 \\ \text{H-N} &= 23\ ,330 \pm 0\ ,338 \end{aligned}$$

[1]) Zenithdistanzen zur Bestimmung der Höhenlage der Nordsee-Inseln Helgoland, Neuwerk und Wangeroog, sowie des Leuchtturmes auf Roter Sand über den Festlandspunkten Cuxhaven und Schilling. Veröffentlichung des k. preuss. geod. Inst. Berlin 1895.

Eine weitere Diskussion aller Beobachtungen ergab schliesslich die Höhe des Beobachtungspunktes von Helgoland einmal von Wangeroog aus zu 56,973 *m* und das andere Mal von Neuwerk aus zu 56,908 *m*, im Mittel also etwa zu 59,96 *m* über N. N. (Normal-Null).

Trotz der ziemlich guten Uebereinstimmung der beiden Werte ist die Unsicherheit in der Höhe doch noch sehr gross, da den beiden einzelnen Angaben ein mittlerer Fehler von etwa 1/4 Meter anhaftet, also das Mittel nicht viel genauer wird. Für die Untersuchungen, welche Unterschiede in der mittleren Meereshöhe zwischen dem Festlande (Cuxhaven) und der Inselstation (Helgoland) vorhanden sind, sollte man aber eine grössere Genauigkeit haben. Unter Annahme gleicher Höhen der Mittelwasser zu Cuxhaven und Helgoland findet man die Höhe des Beobachtungspunktes auf Helgoland zu 57,280 *m*, also etwa 0,3 *m* grösser als aus den trigonometrischen Messungen folgt, d. h. um so viel wäre das Meer bei Helgoland tiefer, als bei Cuxhaven. Der Wert liegt aber nicht viel ausserhalb der Sicherheitsgrenze der trigonometrischen Messungen, kann also nicht als sicher verbürgt werden. Man kann nur soviel sagen, dass die Höhe des Meeresspiegels an beiden Orten wenig verschieden ist. (Forts. folgt.)

Die 3000-pferd. vertikalen Ventildampfmaschinen mit dreifacher Expansion.



Gebaut
von
Gebrüder Sulzer
in Winterthur.

Fig, 10. Vorderansicht.
1 : 80.