

# Ueber Höhenmessungen und Höhenänderungen

Autor(en): **Messerschmitt, J.B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **33/34 (1899)**

Heft 9

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-21385>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Ueber Höhenmessungen und Höhenänderungen. II. — Doppelt wirkender hydraulischer Widder. — Kalksandsteine. — Neue Berliner Kauf- und Warenhäuser. II. — Miscellanea: Fahrgeschwindigkeit englischer Eisenbahnen. Verhandlungen der schweizerischen Bundesversammlung. Bau der Schwurplatz-Brücke in Budapest. Vergrößerung des Widerstandsmomentes durch Verkleinerung des Querschnittes. Stoffe und Tapeten als Mittel zur Verbesserung der Akustik. Die XXVI. Jahres-

versammlung des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern. Zum Studium der Wirkung von Flusskorrektionsbauten. Der Bau des Centralbahnhofes in Hamburg. — Konkurrenzen: Entwürfe für die Neukanalisierung der Stadt Fulda. Neubau des Kinder-Jenner-Spitals in Bern — Zur gefälligen Notiznahme. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein: Cirkular des Central-Komitees; Einladung des Lokal-Komitees in Winterthur. G. e. P.: Stellenvermittlung.

### Neue Berliner Kauf- und Warenhäuser.

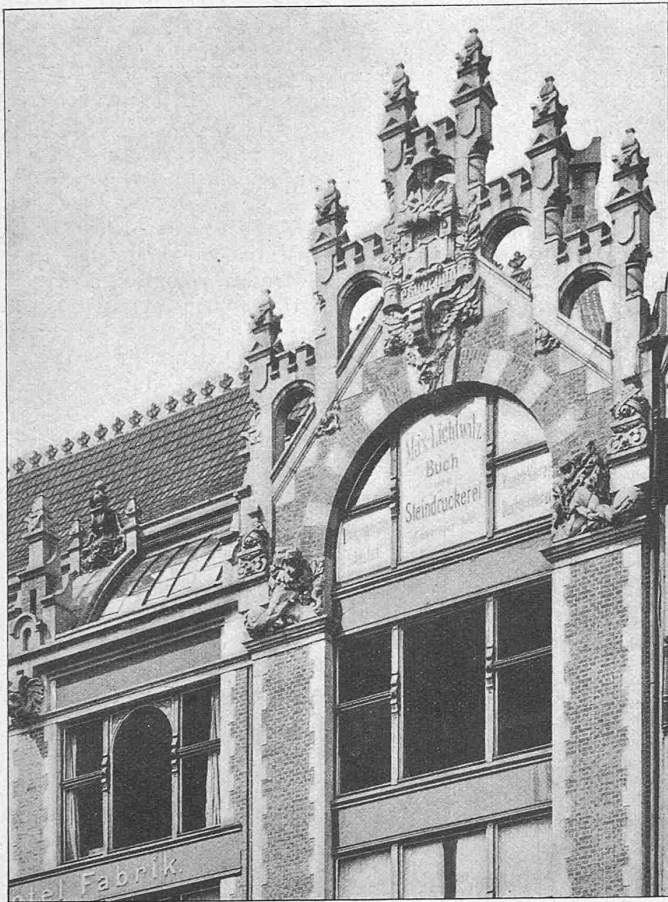


Fig. 6. Haus Prudentia, Hausvoigteiplatz 3—4.

Architekten: Alterthum & Zadeck (Krause) in Berlin.

## Ueber Höhenmessungen und Höhenänderungen.

Von Dr. J. B. Messerschmitt in Hamburg.

### II.

Auf kürzere Entfernung hat Herr General G. Zachariae in Dänemark ein etwas anderes Verfahren mit Vorteil angewendet. In einer ersten Mitteilung<sup>1)</sup> wird die Verbindung des Festland-Nivellements mit dem nördlichen Jütland über dem Limfjord und mit der Insel Fünen über den kleinen Belt angegeben, wobei Entfernungen bis zu fast 1 km vorkommen. In einer zweiten Mitteilung<sup>2)</sup> wird dann das Präcisions-Nivellement über den grossen Belt von der Insel Fünen nach Seeland zwischen Nyborg und Korsör unter Benützung der kleinen Insel Sprogö als Zwischenpunkt im grossen Belt veröffentlicht, wobei direkte Entfernungen von fast 9 km vorkommen.

Die Höhenübertragung über den kleinen Belt geschah an zwei Orten, nämlich zwischen Snoghøj und Bavnegaard an der jütischen Küste einerseits und Kongebro und Munken auf Fünen andererseits. Diese vier Punkte bilden ein Viereck von 3639 m Umfang, die Entfernungen über den Belt waren 883 m bzw. 814 m. Die Höhenunterschiede der beiden

Festlandspunkte bzw. Inselepunkte wurden in der gewöhnlichen Weise nivelliert. Zur Bestimmung der Meereshöhen über dem Belt kamen ebenfalls die Nivellier-Instrumente zur Verwendung und zwar errichtete man an den Endpunkten steinerne Pfeiler, auf welche der grösseren Standfestigkeit halber die Instrumente aufgestellt wurden. Ausserdem waren sie mit feinen Doppellibellen, welche sonst bei astronomischen Breitenbeobachtungen verwendet werden, versehen worden. Die Messungen wurden zu verschiedenen Tageszeiten gegenseitig und gleichzeitig mit Beobachterwechsel ausgeführt. Hierbei stellte man an den Endpunkten besonders sicher befestigte Nivellierlatten ein, deren Entfernung trigonometrisch ermittelt wurde; Instrument und Latte müssen sich in diesem Falle in nahezu gleicher Höhe befinden.

Die Meereshöhen betragen zwischen 9 und 11 m.

Es wurden Reihen von je 15 Einstellungen unter Ablesung beider Libellen ausgeführt, ferner wechselten die beiden Beobachter E. C. Rasmussen und L. Mehrn, so dass im ganzen 24 solche Reihen für jeden Uebergang erhalten wurden.

Es sei mit SK die Höhe von Kongebro über Snoghøj bezeichnet, mit  $j$  die Wirkung der Erdkrümmung, mit I und II die Instrumentalfehler der beiden verwendeten Instrumente, mit  $r$  und  $r'$  der Refraktionseinfluss und mit  $v_i$  und  $v'_i$  alle übrigen noch vorkommenden Fehler, so erhält man die folgenden vier Gleichungen:

$$\begin{aligned} SK &= SK I + I + j - r + v_1 \\ SK &= -KS II - II - j + r + v_2 \\ SK &= SK II + II + j - r' + v'_2 \\ SK &= -KS I - I - j + r' + v'_1 \end{aligned}$$

Bildet man das Mittel aus diesen vier Gleichungen, so erhält man den wahren Höhenunterschied, wenn die Summe der  $v$  gleich 0 ist. Es fand sich

$$\begin{aligned} \text{aus Instrument I} \quad SK &= 144,96 \text{ mm} \quad BM = 657,62 \text{ mm} \\ \text{„ „ II} \quad SK &= 142,34 \text{ mm} \quad BM = 656,79 \text{ mm} \end{aligned}$$

deren Mittelwerte nur einen mittleren Fehler von  $\pm 1,31$  bzw.  $\pm 0,42$  mm haben. Eine weitere Kontrolle erhält man noch, wenn man die Summe der Höhendifferenzen in dem Viereck KMBS bildet, sie ist nur 0,2 mm.

Die Höhenübertragung über den Limfjord wurde in der gleichen Weise ausgeführt bei Oddesund und Aggersund, wobei der Abstand zwischen Latte und Instrument 600 bzw. 316 m betrug. Die Genauigkeit der Messung war ähnlich wie bei den zuerst beschriebenen.

Die Verbindung des Höhennetzes über den grossen Belt wurde durch zwei Methoden ausgeführt und zwar wieder einmal unter Verwendung der Nivellier-Instrumente mit feinen Libellen und Mikrometer-Ablesungen, wobei Sichtweiten von über 8000 m vorhanden waren. Die eine Methode war genau wie oben beschrieben, also gleichzeitige und gegenseitige Messungen mit Beobachterwechsel. Bei der andern Methode wurde der Umstand benutzt, dass die kleine Insel Sprogö in der Mitte des grossen Belt liegt. Hierbei wurden zwei gleich lange Sichtweiten von 8500 m nach den Inseln Fünen und Seeland hergestellt, also ähnlich wie bei gewöhnlichem Nivellier-Verfahren, und dann abwechselnd nach den beiden Punkten eingestellt. Die ersten Messungen führten die Herren Rasmussen und Johannsen zusammen aus, während die letzteren Johannsen allein machte. Es wurden eine sehr grosse Anzahl von Messungen gemacht und auf viele Tage verteilt. Das schliessliche Resultat war für die Höhendifferenz Knudshoved auf Fünen und Højklint auf Seeland

$$\begin{aligned} - 775,2 \pm 5,5 \text{ mm} &\text{ aus den gegenseitigen Messungen,} \\ - 765,4 \pm 7,3 \text{ mm} &\text{ aus den Messungen von der Mitte,} \end{aligned}$$

<sup>1)</sup> Präcisionsnivellementet over Lillebaelt og over Limfjorden. Oversigt over det K. Danske Vid. Selskabs Forhandling 1894, S. 253.

<sup>2)</sup> Präcisionsnivellementet over Store Belt. Oversigt over det K. Danske Vid. Selskabs Forhandling 1898, S. 163.

deren Vereinigung —  $771,7 \pm 4,4 \text{ mm}$  giebt. Die Uebereinstimmung zwischen den beiden Methoden und die erreichte Genauigkeit ist eine vollständig befriedigende.

Diese Messungen können zugleich dazu dienen, zu untersuchen, ob irgend welche Höhendifferenzen des Meeres an jenen Küsten sich nachweisen lassen. Es befinden sich Mareographen zu Slipshaven auf Fünen und zu Korsör auf Seeland. Die Höhenmessungen haben ergeben, dass in Korsör das Mittelwasser um ungefähr  $2 \text{ cm}$  höher steht, als in Slipshaven. Die Differenz ist in guter Uebereinstimmung mit den lokalen Verhältnissen. Da nämlich die Westwinde vorherrschen, muss im Hafen von Korsör das mittlere Niveau des Meeres höher sein, als in Slipshaven (Bucht von Nyborg).

Die zuletzt gemachten Bemerkungen führen unmittelbar zu einer andern Frage, nämlich nach der Höhe der Europa umspülenden Meere überhaupt. Nach den älteren Messungen hatte man zwischen den verschiedenen Meeren und auch längs der Küste des gleichen Meeres Differenzen bis über  $1 \text{ m}$  gefunden.<sup>1)</sup> Abgesehen von lokalen Ursachen, wie konstante Winde, Meeresströmungen, Flussmündungen u. s. w., welche an dem einen und andern Küstenpunkt kleine Höhendifferenzen hervorrufen, sind nach den neueren und genaueren Nivellements alle Europa umspülenden Meere als gleich hoch anzusehen oder mathematisch gesprochen, sie liegen auf der gleichen Niveaufläche, so dass also die alte Annahme von der gleichen Höhe der Meere, welche man auf Grund ungenauer Messungen zu verlassen müssen geglaubt hat, wieder in ihr altes Recht eingesetzt ist.

Die Ausgleichung der Höhennetze von A. Börsch und F. Kühnen „Vergleichung der Mittelwasser der Ostsee und der Nordsee, des Atlantischen Oceans und des Mittelmeeres“ Berlin 1891, ergab, dass das adriatische Meer um etwa  $13 \text{ cm}$  tiefer als die Ostsee und der Kanal liegt. Da aber die Unsicherheit des Resultates  $\pm 6 \text{ cm}$  ist, kann der Unterschied nicht mit Bestimmtheit als reell angesehen werden, um so mehr, als an den Küsten des gleichen Meeres noch grössere Differenzen gefunden werden. Die neuerdings in Russland vollendeten Nivellements zwischen dem schwarzen und asowischen Meere und der Ostsee haben ebenfalls die gleiche Höhe für beide Meere ergeben. (Vénukoff, Sur le Nivellement de précision fait à Russie. Comptes rendus Bd. CXX Seite 181 1895.)

Eine in die Augen springende Bestätigung der gleichen Höhe der Meere hat der Durchstich der Landenge von Suez ergeben, da bekanntlich zwischen dem Roten und dem Mittelländischen Meere keine Meeresströmung stattfindet. Ob diese Gleichheit für alle Meere stattfindet, lässt sich zur Zeit nicht entscheiden, hat aber an Wahrscheinlichkeit sehr gewonnen.

Nach diesen Ergebnissen ist es für Europa wenigstens zur Ermittlung der Meereshöhe eines Ortes ganz gleichgültig, von welchem Meere man ausgeht. Es hängt das Resultat nur mehr von der Entfernung und den etwa sonst noch zu überwindenden Schwierigkeiten bei den Messungen ab. Da man einen mittleren Fehler des Höhenunterschiedes zweier um  $1 \text{ km}$  von einander entfernten Punkte bei nicht zu schwierigem Terrain von  $1 \text{ mm}$  erhält und der Fehler mit der Wurzel aus der zurückgelegten Entfernung wächst, so kann die Höhe eines etwa  $100 \text{ km}$  von der Küste entfernten Punktes auf etwa  $1 \text{ cm}$  genau gemessen werden.

Angesichts der grossen Genauigkeit, welche man jetzt mit den Feinnivellements erlangt, kann man auch mit Erfolg daran gehen, zu untersuchen, ob Höhenänderungen in gewissen Gegenden oder auch auf grösseren Gebieten vorkommen.

Hierzu schienen sich die beiden Präcisionsnivellements in Frankreich zuerst zu eignen. Das erste ist in den fünfziger Jahren unter Bourdaloué ausgeführt worden. (Nivellement général de la France. Bourges 1864.) Es diente

<sup>1)</sup> Vergl. die Zusammenstellung in dem Aufsatz: „Ueber die Bestimmung der Meereshöhen in der Schweiz“, Schweiz. Bauztg. Bd. XXI 1893 Nr. 5.

wegen seiner damals ungeahnten und unerreichten Genauigkeit als Muster für die späteren Feinnivellements. Seit mehreren Jahren wird in Frankreich nun ein neues Präcisionsnivellement ausgeführt. Aus einer ersten Vergleichung der beiderseitigen Resultate glaubte man eine Anzahl stärkerer Abweichungen systematischer Natur zu erkennen und zwar derart, dass von Süden nach Norden fortschreitend zunehmende Senkungen stattgefunden haben. Allein die nähere Untersuchung ergab, dass dieses nicht der Fall ist, und dass alle vorhandenen Differenzen von der grösseren Ungenauigkeit der älteren Messung herrühren.

Aehnliche Untersuchungen, welche ich im schweizerischen Präcisionsnivellement anstellte<sup>1)</sup>, ergaben, dass alle gefundenen Unterschiede der damals zur Verfügung stehenden Messungen durch die Veränderlichkeit der Nivellementlatten erklärt werden müssen.

Dagegen liessen die Nivellements erkennen, dass z. B. durch das Tieferlegen des mittleren Wasserstandes der Juraseen die Höhenmarke an der meteorologischen Säule am Quai zu Neuenburg um  $31 \text{ mm}$  sich gesenkt, also dadurch ein schwaches Abrutschen des Ufers stattgefunden hat. In  $100 \text{ m}$  Entfernung vom Ufer betrug die Senkung der Höhenmarke nur noch  $14 \text{ mm}$ , weiter entfernt konnte nichts mehr nachgewiesen werden.

Einige weitere Senkungen haben sich neuerdings durch die vom eidgen. top. Bureau vorgenommenen Kontroll- und Versicherungs-Nivellements ergeben. So sind von den Herren Straub und Dr. Hilfiker am Bodensee auf der Strecke zwischen Rheineck (an der Mündung des Rheins in der See) über Bregenz nach Lindau 13 Höhenmarken neu einnivelliert worden<sup>2)</sup>. Sämtliche Höhenmarken zeigten Senkungen gegenüber der Höhenmarke Nr. 565 im Bahnhofe von Lindau, deren Stabilität aus verschiedenen Gründen verbürgt zu sein scheint. Die gemessenen Senkungen betragen bei Bregenz etwa  $0,1 \text{ m}$ , bei Fussach, Höchst und Rheineck zwischen  $0,04$  und  $0,05 \text{ m}$ . (Vgl. auch: Die Fixpunkte des schweiz. Präcisions-Nivellements. Lief. 4 1895.)

Aehnliche Senkungen konnten am östlichen Ufer des Genfersees konstatiert werden<sup>3)</sup>. Um das schweizerische Nivellement mit dem französischen sicher zu verbinden, ist 1897 ein Doppelnivellement ausgeführt worden. Nimmt man die Höhenmarke zu Roche als unverändert an, so ergeben sich die folgenden Differenzen:

	Frühere Messungen	Neue Messungen	Differenzen
⊙ 21 Roche	+ 7,838 m	+ 7,838 m	0,0 mm
⊙ 20	+ 8,299 m	+ 8,262 m	- 37 mm
NF 74 Villeneuve	+ 0,734 m	+ 0,695 m	- 39 mm
⊙ 18	+ 2,889 m	+ 2,869 m	- 20 mm
NF 73 Chillon	+ 5,220 m	+ 5,207 m	- 13 mm

Bereits die älteren Messungen 1870 und 1881 zeigen eine solche konstante Differenz und bestätigen daher dieses Sinken.

Für den Luganersee sind ähnliche Höhenänderungen konstatiert. Wegen eines kleinen Senkungsgebietes am Hafen zu Konstanz, deren Wirkung sich bis zum Anfange des Jahrhunderts zurückverfolgen lässt, sei auf die Abhandlung des Herrn M. Haid „Untersuchung der Senkung des Bodensee-Pegels zu Konstanz“, Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogthums Baden 1891, verwiesen.

Alle diese Beispiele beziehen sich auf Gegenden mit aufgeschüttetem Boden in der Nähe grosser Wasserbecken, wo also ein Setzen des Bodens und ein Rutschen der Böschungen von vorneherein nichts ungewöhnliches bietet. (Schluss folgt.)

<sup>1)</sup> Die Veränderlichkeit der Nivellementlatten. Schweiz. Bauztg. Bd. XXIII. 1894. S. 30 u. 39.

<sup>2)</sup> Procès-verbal de la 39<sup>me</sup> Séance de la Commission géodés. suisse 1896. Seite 23.

<sup>3)</sup> Procès-verbal de la 41<sup>me</sup> Séance de la Com. géod. suisse 1898 Seite 26.