Ueber die Bestimmung der Meereshöhen in der Schweiz

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

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **21/22 (1893)**

Heft 5

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-18098

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Ueber die Bestimmung der Meereshöhen in der Schweiz. — Bank in Schaffhausen. — Scherkraftskurve des schweiz. Normalbelastungszuges. — Miscellanea: Marskanäle. Schweizerische Eisenbahnen. — Nekrologie: † Mr. Farmer. — Konkurrenzen: Synagoge in Königsberg. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittelung.

Hiezu eine Beilage: Bank in Schaffhausen, Architekt: Professor Albert Müller, Direktor des Gewerbemuseums in Zürich.

Ueber die Bestimmung der Meereshöhen in der Schweiz.

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

Die grosse Genauigkeit, welche Bourdalouë bei dem französischen Nivellement (Nivellement général de la France, Bourges 1864) in den fünfziger Jahren erreichte, war von entscheidendem Einfluss auf den Fortgang der Höhenmessungen in der Schweiz, indem hierdurch der Präsident der eidg. hypsometrischen Kommission, Prof. Ch. Dufour in Morges, 1863 das Departement des Innern veranlasste, den Höhenverhältnissen neue Aufmerksamkeit zu schenken. Nachdem dieses bei dem Chef des topographischen Bureaus, dem General G. H. Dufour in Genf, dem Ober-Ingenieur H. H. Denzler in Bern und dem Professor A. Mousson in Zürich Gutachten darüber eingeholt hatte, welche sich zustimmend äusserten, übergab Herr Bundesrat Schenk 1864 diese ganze Angelegenheit der schweiz. geodätischen Kommission zur Ausführung (R. Wolf, Geschichte der Vermessungen in der Schweiz, Zürich 1879, Seite 311). Diese führte dann ein Präcisions-Nivellement durch, das sich auf eine Länge von über 2600 *km* erstreckt, wobei die Höhen von mehr als 2300 Punkten, von welchen 258 Höhenmarken erster Ordnung sind, ermittelt wurden. Als Ausgangspunkt wurde hierbei die Bronzeplatte der Pierre du Niton (Neptun) gewählt. Es ist dies ein erratischer Block in der Nähe des östlichen Ufers im Hafen von Genf, der um 2—3 *m* über den Seespiegel hervorragt.

Um die Meereshöhen zu erhalten, wurde gleichzeitig von der Schweiz bei der Kommission für die mitteleuropäische Gradmessung angeregt, auch in andern Ländern genaue Höhenmessungen mit Ableitung des mittleren Standes des Meeresspiegels vorzunehmen, was um so bereitwilligere Aufnahme fand, als auch von anderer Seite durch den Geheimen Obersteuerrat Hügel in Darmstadt ähnliche Vorschläge gemacht wurden.

Die Ergebnisse der schweizerischen Höhenverhältnisse sind unter dem Titel „Nivellement de Précision de la Suisse, exécuté par la Commission géodésique fédérale, Bâle et Genève, Livr. I—X, 1867—1891" veröffentlicht. Zur weiteren Orientierung sei noch auf die beiden Aufsätze: „A. von Steiger, Das schweizerische Präcisions-Nivellement" in der Zeitschrift „Eisenbahn", Bd. VI, Nr. 20—23, 1877 und „J. B. Messerschmitt, Das schweizerische Präcisions-Nivellement" in der „Schweiz. Bauzeitung", Bd. XIX, Nr. 7—9, 1892, verwiesen.

Es stellt sich nach dem schweizerischen Präcisions-Nivellement der mittlere Fehler der Höhendifferenz zweier um 1 *km* entfernter Punkte auf $\pm 4{,}3$ *mm*, was in Anbetracht der grossen zu überwindenden Höhenunterschiede als genügend betrachtet werden muss. Zur Veranschaulichung der erzielten Genauigkeit der Höhe über die Pierre du Niton sollen die mittleren Fehler von einigen der hauptsächlichen Verbindungspunkte mit den Nivellements der benachbarten Staaten angeführt werden. Man erhält für:

Station.	*Meereshöhe*	*mittlerer Fehler.*
Morteau im Jura	772 *m*	± 45 *mm.*
Basel (Rheinpegel)	244 „	± 50 „
Fussach am Bodensee	397 „	± 57 „
Martinsbruck im Engadin	1034 „	± 73 „
Bellinzona	228 „	± 74 „
Chiasso	233 „	± 80 „

Alle Höhen in der Schweiz sind von der Pierre du Niton in Genf aus gemessen; um nun die Meereshöhen zu erhalten, genügt es, diese für die Pierre du Niton abzuleiten.

Zuvor aber ist noch anzugeben, auf welche Weise die Meereshöhen überhaupt erhalten werden. Um das Mittelwasser des Meeres an einer bestimmten Küste zu ermitteln, sind Pegelbeobachtungen notwendig, welche jetzt meist durch Registriervorrichtungen erhalten werden (Mareographen, Medimaremeter).

Für die Ableitungen eines genauen Mittels müssen natürlich fortlaufende Beobachtungen von einem mehrjährigen Zeitraum vorliegen.

Da, wie schon angedeutet, genaue Höhenmessungen mittelst Präcisions-Nivellements in das Programm der europäischen Gradmessung, jetzt internationalen Erdmessung, aufgenommen wurden, haben die meisten europäischen Staaten, welche an das Meer grenzen, die Feststellung des mittleren Meeresniveaus für möglichst viele Punkte der Küsten sich angelegen sein lassen. Verbindet man nun diese unter sich durch Präcisions-Nivellements, so kann man daraus deren Unterschiede und eine mittlere Meereshöhe ableiten.

Die Ermittelung dieser Unterschiede und die Feststellung eines geeigneten, allen Staaten gemeinsamen Mittelstandes des Meeres, von welchem aus als Nullpunkt die Meereshöhen gezählt werden sollen, ist eine der Aufgaben, welche die internationale Erdmessung zu lösen hat. Da bis jetzt die Entscheidung darüber noch nicht gefallen ist, so möge hier kurz der Stand der Frage Erwähnung finden.

Während man aus den älteren Messungen ziemlich grosse Unterschiede bis zu 1 *m* zwischen den Mittelwassern der einzelnen Meere, ja an der Küste desselben Meeres fand, haben die neueren Messungen, wie Herr Ch. Lallemand zeigte, die Differenzen auf wenige Centimeter verringert. (Verhandlungen der Konferenz der permanenten Kommission der internationalen Erdmessung in Freiburg i. B. 1890, Seite 185 ff.)

So findet er aus den vorläufig bekannten Messungen die folgenden grössten Unterschiede an der europäischen Küste, indem das Mittelwasser von Marseille als Ausgangspunkt genommen wird. Zum Vergleich sind auch die älteren Werte beigefügt.

	ältere Messungen.	*neuere Messungen.*
Adriatisches Meer	+ 42 *cm*;	von + 2 bis — 8 *cm.*
Mittelländisches Meer, ital. u. franz. Küste	von + 1 bis + 42 *cm*;	„ + 3 „ — 6 „
Atlantischer Ocean, franz. Küste	„ + 8 „ +110 „	„ +15 „ —20 „
Kanal	„ +41 „ + 97 „	„ 0 „ + 5 „
Nordsee	„ +66 „ + 74 „	„ + 7 „ —16 „
Ostsee, deutsche Küste	„ +68 „ + 89 „	„ — 1 „ — 9 „

Unabhängig hievon war Herr von Kalmár zu ähnlichen Resultaten gelangt, welche er in derselben Freiburger Versammlung (l. c. Seite 102) vorlegte, die sich wie folgt zusammenfassen lassen: „Nach Berücksichtigung der numerischen Beträge der sphäroidischen und anderen kleinen Nivellements-Korrektionen, scheint es zweifellos zu sein, dass die Europa umspülenden Meere ein und derselben Niveaufläche (Geoidfläche) angehören. Diejenigen kleinen Unterschiede, welche die die Meere verbindenden Nivellements nach Anbringung der sphäroidischen Korrektion noch ergeben, fallen teils innerhalb der unvermeidlichen Fehlergrenzen, teils dürften sie von lokalen Strömungen und Stauungen herrühren, oder aber auf annormale Schwere-Verhältnisse längs der betreffenden Nivellements-Linie, also auf die Form des Geoids, zurückzuführen sein."

Es drängt sich beim Anblick der neueren Resultate sofort die Frage auf, in wie weit können diese Zahlen als reell angesehen werden, bezw. wie gross ist die Genauigkeit, mit welcher diese Höhendifferenzen gemessen werden können. Hierüber geben die Arbeiten des Centralbureaus der internationalen Erdmessung Auskunft. (Verhandlungen

der permanenten Kommission der internationalen Erdmessung zu Florenz 1891, Seite 148.)

In seinem Berichte „Le Zéro des altitudes" giebt Herr Helmert die folgenden Resultate.

Aus 250 Polygonen, deren Längenausdehnung über 120000 *km* betragen, welche die Nivellements in Holland, Belgien, Frankreich, Schweiz, Norditalien, Oesterreich und Deutschland bilden, wurden 48 Polygone ausgewählt, welche die hauptsächlichsten direkten und wichtigsten diagonalen Verbindungen zwischen der nördlichen und südlichen Küste dieser Länder sind. Aus den Schlussfehlern dieser Polygone, deren mittlere Länge 852 *km* beträgt, wurde der verhältnissmäsig grosse mittlere Kilometerfehler der Nivellements zu ± 4,42 *mm* abgeleitet, welche Zahl im allgemeinen weit den aus dem Unterschiede eines zweifachen Nivellements derselben Strecke abgeleiteten Fehler überschreitet. Besser noch giebt man aber für das europäische Nivellement den mittleren Fehler einer Polygonalseite von rund 100 *km* Länge an, der sich auf ± 44 *mm* stellt, was auf den Kilometer berechnet immer noch einen ziemlich grossen Wert giebt. Dies zeigt, dass hierbei noch gewisse systematische Fehler vorhanden sind. Doch ist die Verteilung eine solche, dass man sie wie zufällige behandeln kann.

Die Berechnung dieser 48 Höhenpolygone ergab, dass das adriatische Meer um etwa 13 *cm* tiefer als die Ostsee, Nordsee und der Kanal liegt; aber es finden sich auch längs derselben Küste im Norden und Süden Unterschiede von der gleichen Grösse. Hiebei erhält man den mittleren Fehler des Unterschiedes aus der kürzesten Nivellementslinie zwischen dem Norden und Süden vor der Ausgleichung zu ± 18 *cm*, nach der Ausgleichung noch zu ± 9 *cm*. Aus der allgemeinen Ausgleichung selbst aber folgt der obige Höhenunterschied von 13 *cm* mit einem mittleren Fehler von ± 6 *cm*. Der mittlere Fehler ist demzufolge stets so gross, dass der ermittelte Höhenunterschied zwischen den beiden Küsten nicht mit Sicherheit als reell angesehen werden kann.

Wie man sieht, haben diese Untersuchungen die früheren Ergebnisse von Lallemand und von Kalmár bestätigt, nämlich, dass die Mittelwasserhöhen der verschiedenen in Frage kommenden Meere längs der europäischen Festlandsküste zwar kein ganz gleichmässiges Niveau bilden, dass aber auch die Höhenunterschiede für dieselben Meere dieselben Grössen erreichen, wie die Unterschiede der verschiedenen Meere im Mittel gegen einander.

Herr Börsch bestätigte diese Resultate in seinem Berichte auf der zehnten allgemeinen Versammlung der internationalen Erdmessung zu Brüssel im September 1892. Für die Höhe der Pierre du Niton, der schweiz. Fundamental-Höhenmarke giebt er die nachstehenden Werte und zwar sind die Resultate auf verschiedenen Wegen abgeleitet; nämlich durch eine erste Ausgleichung unter der Annahme gleicher Gewichte (Genauigkeit) für alle Linien der in Betracht kommenden Nivellements; durch eine zweite und dritte Ausgleichung unter Zugrundlegung geeignet gewählter Gewichte nach der Güte der einzelnen Strecken. Es variiert nämlich die Sicherheit der gemessenen Höhenunterschiede zweier um ein Kilometer entfernter Höhenmarken zwischen ± 0,7 *mm* (in Holland) bis ± 6 *mm* (im Gebirge). Er fand darnach die Höhe der Pierre du Niton über das Mittelwasser in Amsterdam:

I.	Ausgleichung	373, 571 *m*.
II.	„	538 „
III.	„	740 „

Für die Höhe des Mittelwassers von Marseille über das von Amsterdam findet man bzw. — 0,168, — 0,245 und + 0,069 *m*; woraus also für die Höhe der Pierre du Niton über das Mittelwasser von Marseille folgt:

I.	Ausgleichung	373, 739 *m*.
II.	„	783 „
III.	„	671 „

Als Unsicherheit dieser Höhe über das Mittelwasser in Marseille oder Genua findet man:

1. nach direktem Nivellement ± 120 *mm*.
2. nach der Ausgleichung ± 60 „

Man hat hiernach, wenn man die nach den verschiedenen Methoden erhaltenen Werte als gleichberechtigt ansieht, für die Höhe der schweiz. Fundamental-Höhenmarke, der Pierre du Niton

373,73 *m*

über das Mittelwasser des Meeres bei Marseille.

In der 9. Lieferung des schweiz. Präcisions-Nivellements habe ich dafür aus drei Anschlusspunkten mit dem franz. Nivellement 373,68 *m* abgeleitet, welcher Wert, besonders mit Berücksichtigung des oben abgeleiteten mittleren Fehlers von ± 6 *cm* gut mit dem neu abgeleiteten übereinstimmt.

Auf der letzten Konferenz in Brüssel 1892 wurde die Wahl eines gemeinschaftlichen Nullpunktes der Höhenpunkte für Europa noch nicht getroffen und somit auch die Entscheidung über den Vorschlag des Centralbureaus der internationalen Erdmessung, nach welchem jedes Land seine Höhen von dem ihm zunächst liegenden Meere aus nehmen soll, für später verschoben, um darüber an Hand von neugesammeltem Material noch weitere Studien anstellen zu können.

Es ist daher für die Schweiz noch nicht der Zeitpunkt gekommen, in welchem sie die Frage über die Zählungsweise ihrer Meereshöhen endgültig entscheiden könnte. Immerhin betragen die bis jetzt gefundenen Anschlussdifferenzen mit den Nivellements der benachbarten Länder, besonders wenn man auf die sogenannten orthometrischen Reduktionen, d. i. die Korrektion der Höhen auf wirkliche vertikale Distanzen über dem Meereshorizont, Rücksicht nimmt, nur noch wenige Centimeter, wenn die betreffenden Länder für ihre Höhen ihr besonderes Mittelwasser als Ausgangspunkt nehmen. Bis zur Entscheidung der Wahl eines einheitlichen Nullpunkts der Höhen in Europa wird man somit als Meereshöhe der Pierre du Niton über das Mittelwasser des Meeres bei Marseille 373,73 *m* betrachten können.

Für dieselbe Höhe war nach dem älteren französischen Nivellement von Bourdalouë aus vier Anschlusspunkten in Genf, La Cure, Morteau und St. Ludwig 374,07 *m*, also um 34 *cm* höher, gefunden worden. (Nivellement de Précision de la Suisse. Livr. II, S. 147.)

Am wichtigsten jedoch ist der Wert, welcher in die offizielle schweiz. Kartographie übergegangen ist. Den vom eidg. topographischen Bureau herausgegebenen Karten (Dufour-Atlas und Siegfried-Karten) liegt die Meereshöhe der Pierre du Niton bei Genf von 376,86 *m* zu Grunde. Diese Höhe war nach Eschmann „Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen der Schweiz", 1840, S. 91 aus trigonometrischen Höhenmessungen abgeleitet worden. Es wären demzufolge alle auf jenen Karten angegebenen Höhen um 3,13 *m* zu verringern. Es versteht sich von selbst, dass auch nach der definitiven Regelung der Meereshöhen in der Schweiz eine Aenderung in den Karten, um Irrtümer zu vermeiden, nicht erwünscht ist; besonders da ja auf denselben angegeben ist, welche Höhe der Pierre du Niton, des Nullpunktes des schweiz. hypsometrischen Netzes, zu Grunde liegt, so dass man stets die richtige Aenderung leicht vornehmen kann.

Bank in Schaffhausen.

(Mit einer Tafel.)

An der Stelle, wo früher der Gasthof zum Schwert stand, an der Ecke von Poststrasse und Schwertplatz, wurde das neue Bankgebäude errichtet. Die erst aus neuerer Zeit stammende Poststrasse verbindet den Bahnhof mit dem Innern der durch ihre Erkerbauten, bemalten Façaden, Brunnen, Portale und Türme so charakteristischen und malerischen Rheinstadt. Das erste dieser Monumente, denen wir auf dem Schwertplatze begegnen, ist der auf unserm Bilde noch sichtbare „Mohrenbrunnen" aus spät-gotischer Zeit. Weiter nach rechts gewahrt man den „vierröhrigen Brunnen" mit seinem flotten Standbilde, den Frohnwagturm, die Herrenstube, den Gasthof zum Schwanen und