

Paper-ID: VGI_190610



Zur Frage der Vereinheitlichung der Ausgangspunkte der Präzisionsnivelements

Hans Löschner ¹

¹ *k. k. Statthaltereii-Ingenieur, Graz*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **4** (7–8), S. 89–101

1906

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Loeschner_VGI_190610,  
Title = {Zur Frage der Vereinheitlichung der Ausgangspunkte der Präzisionsnivelements},  
Author = {Löschner, Hans},  
Journal = {{Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen},  
Pages = {89--101},  
Number = {7--8},  
Year = {1906},  
Volume = {4}  
}
```



ÖSTERREICHISCHE Zeitschrift für Vermessungswesen

ORGAN DES VEREINES
DER ÖSTERR. K. K. VERMESSUNGSBEAMTEN.

Herausgeber und Verleger:
VEREIN DER ÖSTERR. K. K. VERMESSUNGSBEAMTEN.

Redaktion und Administration: Wien, III ² , Kegelgasse 29, Parterre, T. 2. K. k. Österr. Postsparkassen-Schock- und Charling-Verkehr Nr. 824.175.	Erscheint am 1. jeden Monats. Jährlich 24 Nummern in 12 Doppelheften. Preis: 12 Kronen für Nichtmitglieder.	Expedition und Inseratenaufnahme durch die Buchdruckerei J. Wladarz (vorm. Haase) Baden bei Wien, Pfarrgasse 9.
--	---	---

Nr. 7-8.

Wien, am 1. April 1906.

IV. Jahrgang.

Inhalt: Zur Frage der Vereinheitlichung der Ausgangspunkte der Präzisionsnivellements. Von Dr. Hans Löschner, k. k. Statthalterei-Ingenieur. — Zur Grundbuchs-Enquete. — Über die Anfertigung von Katastralplänen durch autorisierte Zivil-Ingenieure. Von Ingenieur S. Kornmann. — Neuer Winkel-auftragsapparat. Von Agrarinspektor M. Riebel. — Aus dem Abgeordnetenhaus. — Offene Anfrage. — Vereinsnachrichten. — Kleine Mitteilungen. — Literarischer Monatsbericht. — Bücher-Einlauf. — Bücherspende. — Patent-Liste — Stellenausschreibungen. — Personalien. — Nachruf. — Brief- und Fragekasten. — Druckfehler-Berichtigung.

Nachdruck der Original-Artikel nur mit Einverständnis
der Redaktion gestattet.

Zur Frage der Vereinheitlichung der Ausgangspunkte der Präzisionsnivellements.

Zu einem Vortrage zusammengestellt von Dr. Hans Löschner, k. k. Statthalterei-Ingenieur.

Die mathematische Figur der Erde, das Geoid, ist bekanntlich jene Niveaufläche, welche die Oberfläche des Wassers eines mit dem Meere zusammenhängenden, die Erde bedeckenden Netzes von Kanälen bilden würde, wobei aber das Meer in relativer Ruhe gegen den Erdkörper, also ohne Strömungen und ohne die Einwirkungen der Anziehungen von Sonne und Mond (Ebbe und Flut) unter konstantem, überall gleichem Luftdruck an der Meeresoberfläche bei Windstille gedacht wird.¹⁾ Dabei ist also vorausgesetzt, daß diese ruhende, normale Meeresoberfläche ein Teil einer geschlossenen analytischen Fläche ist, die dann jene Berechnungsfläche bestimmt, auf welche die geodätischen Punkthbestimmungen bezogen werden. Hiernach gibt die normale Meeresfläche die natürliche Ausgangsfläche — das Nullniveau — für die Zählung aller Meeres- oder absoluten Höhen.

Da die Geoidform zur Zeit noch nicht erforscht ist, so bleibt für die Vergleichung der Meereshöhen verschiedener Kontinente und Inseln eine Unsicherheit bestehen. Für einen bestimmten Kontinent aber, wie z. B. Europa, entstehen drei Aufgaben.

¹⁾ Börsch, Berechnung geodätischer Koordinaten, S. 30 etc.

1. aus der physischen Meeresfläche die normale Meeresfläche, die Gleichgewichtslage längs der Küstenlinie abzuleiten;

2. die so erhaltenen Normalwasserstände durch Präzisionsnivellements aufeinander zu beziehen und zu vergleichen;

3. nach den Ergebnissen dieser Untersuchungen eine exakte Definition für die europäische Höhenzählung einzuführen und, wenn möglich, einen einheitlichen europäischen Nullhorizont zu bestimmen und den Anschluß der bis dahin verwendeten abweichenden Höhenzählungen zu ermöglichen.¹⁾

Diese drei Aufgaben erscheinen schon vorgezeichnet durch den Beschluß der ersten Generalkonferenz der mitteleuropäischen Gradmessungs-Kommission vom Jahre 1864:

Das Höhennetz jedes Landes ist auf einen einzigen, solid versicherten Nullpunkt (*zéro normal*²⁾ zu beziehen. Alle diese Nullpunkte sollen durch Nivellements erster Ordnung miteinander verbunden werden. Die mittleren Höhen der verschiedenen Meere sollen in einer möglichst großen Anzahl von Häfen und, wo es angeht, mittelst registrierender Apparate (Flutmesser, Mareographen) bestimmt werden; die Nullpunkte dieser Pegel (Wasserstandszeiger) sind in das Höhennetz erster Ordnung einzubeziehen. Je nach dem Resultate dieser Messungen wird später der für ganz Europa gültige Nullpunkt (*zéro international*) der absoluten Höhen bestimmt werden.³⁾

Für Österreich-Ungarn, wo die Ausführung der Präzisionsnivellements im Jahre 1873 begonnen worden ist, gilt die Höhenmarke beim selbstregistrierenden Flutmesser im Finanzwachgebäude am Molo Sartorio in Triest als Ausgangspunkt der Präzisionsnivellierungen.⁴⁾ Die Höhe dieser Marke über dem Mittelwasser beträgt nach Ermittlung des Prof. Dr. Farolfi in Triest 3,3520 *m*. Hiezu muß aber ausdrücklich bemerkt werden, daß diese Höhe im Jahre 1872 nach nur einjährigen Beobachtungen der Wasserstände des Meeres bestimmt worden ist.⁵⁾ 609 Hochwasser- und 614 Niederwasserstände, reduziert auf den normalen Barometerstand, lieferten das Beobachtungsmaterial. Die Angabe des mittleren Meeresniveaus dürfte auf 1 oder 2 *cm* richtig sein.⁶⁾

Es dient somit die Niveaufäche durch den 3,3520 *m* vertikal unter der Höhenmarke in Triest gelegenen Punkt als Ausgangsniveau der Höhenangaben in Österreich-Ungarn.

In Deutschland wählte man als «Normal-Null» einen Punkt, 37 *m* unter einem Pfeiler auf der Berliner Sternwarte; in Italien das Mittelwasser des Mittel-

¹⁾ Reinhertz in Lueger's Lexikon, VI., S. 332.

²⁾ vgl. Intern. Erdmessung 1893 (publ. 1894) p. 124.

³⁾ vgl. Generalbericht über die mitteleuropäische Gradmessung 1864 (publ. 1865) S. 41, Zeitschr. f. Verm.-wesen 1889, S. 74; Wolf, Handb. d. Astron. 1892 III, S. 220; Intern. Erdmessung 1893 (publ. 1894), S. 124 u. 125.

⁴⁾ Mitteilungen des militär-geograph. Institutes, XIX, (1889), S. 172

⁵⁾ Intern. Erdmessung 1903 (publ. 1904) I, S. 219; Mitteilungen des milit. geogr. Instit. XXII, S. 121; im Jahrgange XIX dieser Mitteilungen S. 172 wird das Jahr 1875 (?) als Beobachtungsjahr angegeben

⁶⁾ Mitteilungen des milit. geogr. Instit. XIX (1889), S. 172 und XXII (1902), S. 124

ländischen Meeres bei Genua; in Spanien das Mittelwasser des Mittelmeeres von Alicante; in Portugal das Mittelwasser des Ozeans bei Cascaes; in Frankreich das Mittelwasser des Mittelmeeres bei Marseille; in Belgien das Mittelwasser der Nordsee bei Ostende; in Holland die etwa 0,14 *m* über dem Mittelwasser gelegene Fluthöhe der Nordsee im Hafen von Amsterdam; in Rußland das Mittelwasser der Ostsee bei Kronstadt und in der Schweiz die Höhe von Pierre du Niton in Genf.¹⁾

Was nun die genaue Bestimmung der normalen Meeresfläche anbelangt, so sind hiezu langjährige Beobachtungen der Wasserstände an den selbstregistrierenden Flutmessern (Mareographen) erforderlich. Ein solcher Apparat besteht im wesentlichen aus einem Schwimmer, der sich auf der Oberfläche des Wassers hält und mit welchem ein Schreibstift mittelst eines Stabes verbunden ist. Der Schreibstift macht die Hebungen und Senkungen des Wasserspiegels mit und verzeichnet sie auf einer mit einem Uhrwerk verbundenen Trommel.

Damit die Aufzeichnungen nicht durch die Wellen beeinflusst werden, befindet sich der Schwimmer in einem Brunnen, welcher mit dem Meere gewöhnlich nur durch eine enge Röhre oder durch kleine Öffnungen in Verbindung ist; die kurzen Wellen verlieren hierdurch ihren Einfluß auf den Schwimmer.

Abb. 1 gibt eine Skizze des Flutmessers, welcher im Oktober 1902 im Hafen von Ragusa, 500 *km* von Triest entfernt, aufgestellt worden ist, um aus seinen Beobachtungsergebnissen eine Kontrolle für die Ergebnisse des in der österr.-ungar. Monarchie auf eine Länge von über 20.000 *km* (den halben Umfang des Erdmeridiankreises) ausgeführten Präzisionsnivellements zu erhalten.²⁾

Der Schwimmer besteht aus einem 20 *cm* hohen, kupfernen Zylinder, dessen Basis einen Durchmesser von 30 *cm* hat. Er bewegt sich in einem eisernen Rohr RR von 40 *cm* Durchmesser und 2 *m* Höhe, welches auf einem immer unter Wasser befindlichen, soliden Fundamente aufsteht. Nahe dem unteren Ende des Eisenrohres ist eine Kupferplatte BB eingesetzt. Das Meerwasser dringt durch 13, acht Millimeter große Löcher am unteren Rande der Eisenröhre ein und gelangt durch zwei ebenso große Löcher in der Kupferplatte BB zum Schwimmer. Letztere Öffnungen können durch zwei in Führungen gehende Stangen gedrosselt oder durch vollständiges Hindurchstoßen dieser Stangen auch gereinigt werden.

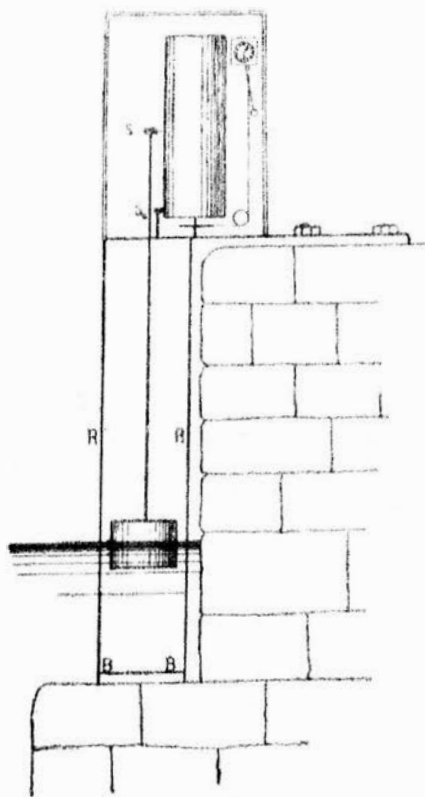


Abb. 1

¹⁾ vgl. Intern. Erdmessung 1892 (publ. 1893), S. 552; Zeitschr. f. Verm.-wesen 1891, S. 14.

²⁾ Mitteilungen des milit.-geogr. Instit. XXI, S. 121—138; Intern. Erdmessung 1903 (publ. 1904) I, S. 219.

Auf der oberen Fläche des Schwimmers ist die 1,9 m lange messingene Schreibstange befestigt. s ist der Schreibstift am Ende der Schreibstange; s_0 der auf der Grundplatte des Walzengestellés in unveränderlicher Höhe montierte Schreibstift zur Verzeichnung der Abszissenlinie während der Drehung der Trommel.

Die für jeden Flutmesser sehr wichtige Bestimmung der Entfernung der schreibenden Bleistiftspitze von der Wasseroberfläche, auf welcher sich der Schwimmer befindet, d. h. die Bestimmung der Länge L der Schreibstange (Abb. 2) erfolgt täglich unter Zuhilfenahme eines in die Eisenröhre zu senkenden Tauchmaßstabes, dessen oberer Queranschlag mit der Höhe der, auf der Schreibtrommel verzeichneten Abszissenaxe korrespondiert.

$$(L = t + y)$$

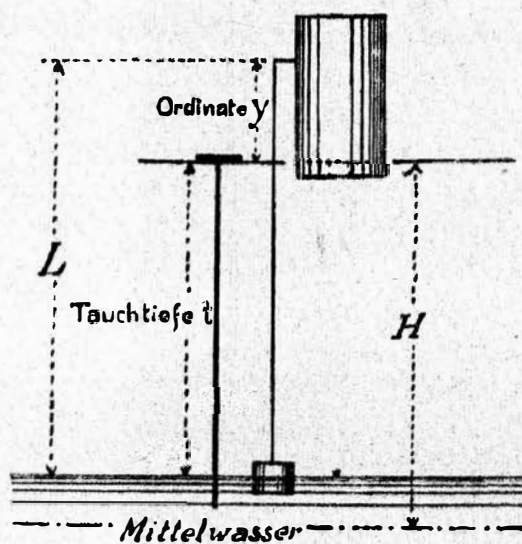


Abb. 2.

Ergibt sich schließlich aus den Aufzeichnungen des Flutmessers die Höhe h des Mittelwassers über der Abszissenlinie, und ist L als Länge der Schreibstange bekannt, so folgt die gesuchte Höhe H der Abszissenlinie über dem Mittelwasser mit $H = L - h$.

Es ist naheliegend, daß die Wahl des Aufstellungsortes für einen Flutmesser keine leichte Aufgabe bildet: Handelt es sich doch darum, einen Ort ausfindig zu machen, an welchem die durch äußere Kräfte (wie z. B. durch den Wind, durch Meeresströmungen, durch das aus Flüssen ausströmende Wasser, durch die Verschiedenheit des Luftdruckes u. s. w.) bewirkten Störungen der Meeresoberfläche möglichst klein sind.

Ragusa zeigt nun in dieser Beziehung große Vorzüge: das Meer ist offen und tief; erst in größerer Entfernung von der Küste merkt man eine schwache, nordwestlich gerichtete Strömung. In der Nähe von Ragusa mündet außer kleinen Schlundflüssen kein bedeutender Fluß. Von den Winden kommt nur der SO-Wind, der Scirocco in Betracht, die übrigen Winde werden zum größten Teil durch die dalmatinischen Gebirge abgehalten. Die Fluterscheinung äußert sich relativ gering und sehr regelmäßig; der Unterschied zwischen Hoch-

und Niederwasser beträgt gewöhnlich nur 40—50 *cm*, es ist daher der Flutmesser so konstruiert, daß er die Bewegung des Wasserspiegels in natürlicher Größe wiedergibt. Die im Hafen entstehenden sog. stehenden Wellen, Seeschwankungen oder Seiches sind (wahrscheinlich wegen der Kleinheit des Hafens) nur sehr klein, kaum einige Zentimeter hoch und dauern meist nur etwas über 3 Minuten, sie beeinflussen daher den Verlauf der Gezeiten in keiner Weise. Schließlich konnte der Flutmesser, der sich in einem stets bewachten Teile des Hafens befindet, unter die Leitung und Aufsicht eines Fachmannes, des Professors der nautischen Schule, Anton Riboli, gestellt werden. Den Beobachtungen des letzteren verdankt man auch die Erkenntnis, daß die Wirkung der stehenden Wellen durch entsprechende Drosselung des Wasserzullusses in dem Apparat, ohne Beeinträchtigung seiner Funktion, fast ganz beseitigt wird.

Der günstigen Lage von Ragusa entspricht auch die sehr einfache Anordnung der Verbindung zwischen dem offenen Meere und dem Schachte des Marcographen.

Eine weitläufigere Verbindung findet sich bei dem seit 1882 bestehenden Flutmesser von Nizza, der in Abb. 3 skizziert ist.¹⁾ Das Meerwasser wird hier auf dem Wege zum Brunnen des Schwimmers durch zahlreiche Öffnungen von 2 bis 3 *cm* Durchmesser zur möglichst Brechung des Wellenschlages gedrosselt.

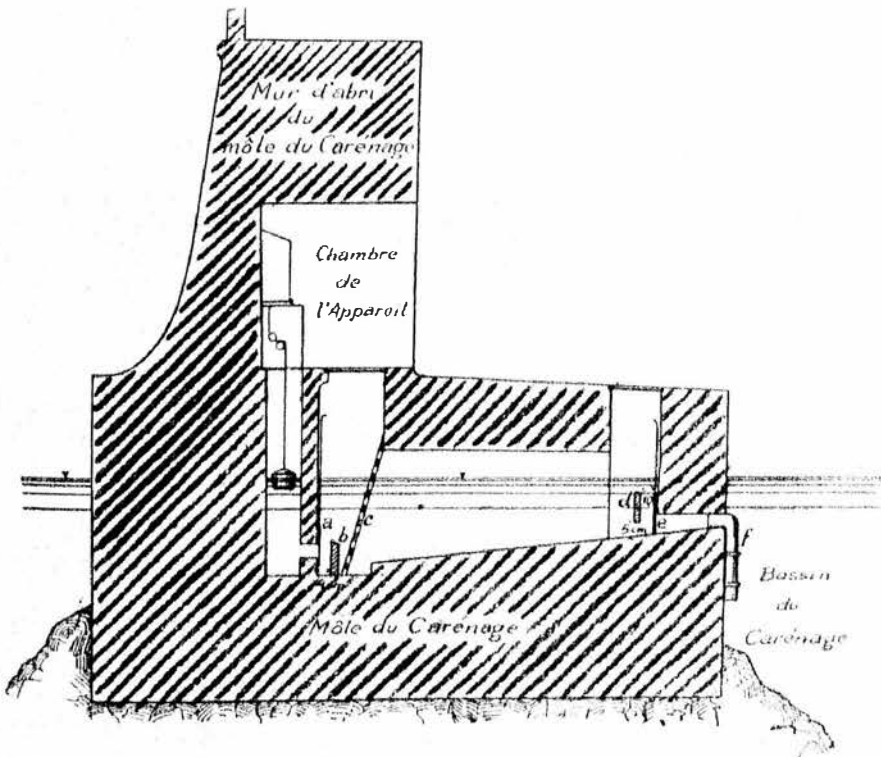


Abb. 3.

In der Abbildung bezeichnet *a* einen beweglichen Schieber (*vanne mobile*), der aus einer, mit einer Stange verbundenen, 3 *mm* dicken, 30 *cm* langen und 50 *cm* hohen Eisenplatte besteht und zahlreiche Löcher von 2 *cm* Durchmesser besitzt.

¹⁾ Intern. Erdmessung 1883 (publ. 1884), S. 233, Ann. V, S. 5 und Tafel III.

b ist ein fester Holzansatz (vanne fixe) von 3 cm Stärke, 50 cm Länge und 25 cm Höhe, welcher 4 $\frac{1}{2}$ cm vom beweglichen Schieber a absteht.

c ist eine große, bewegliche Holzplatte (vanne mobile) von 5 cm Stärke, 50 cm Länge und 2 m Höhe mit regelmäßig angeordneten Löchern von 3 cm Durchmesser.

d bezeichnet eine feste, 5 cm starke, 50 cm lange und 25 cm hohe Holzplatte (vanne fixe), deren Unterkante 5 cm vom Boden des Verbindungskauales absteht.

e ist ein, gleichartig wie der unter (a) angeführte Schieber gearbeiteter, beweglicher Schieber (vanne mobile) und

f ist ein eisernes Einlaßrohr.

Um sich von den Störungen der Meeresoberfläche möglichst frei zu machen, wäre es allerdings am zweckmäßigsten, den Flutmesser auf einer kleinen Insel im offenen Meere, von der Küste weit entfernt, aufzustellen; doch kann eine solche Insel durch ein Nivellement nicht erreicht werden. Dagegen hat Betocchi während der allgem. Konferenz der Intern. Erdmessung i. J. 1883 darauf aufmerksam gemacht, daß die Brunnen der, in italienischen Häfen angebrachten Mareographen durch weitgehende Leitungen mit dem offenen Meere kommunizieren, und daß diese Kommunikationen von besonderem Werte sind. Hiezu erklärte v. Helmholtz, daß die allzuheftigen Bewegungen des Schwimmers leicht vermieden werden können, wenn die Kommunikation des Brunnens mit dem offenen Meere, wie schon vielerorts üblich, durch eine enge Röhre bewerkstelligt wird, deren Diameter im Verhältnisse zum Brunnen so zu wählen ist, daß Wellenbewegungen von 20 bis 30 Sekunden Zeitdauer auf den Schwimmer nicht in merklichem Maße einwirken. Allzu enge Kommunikationsröhren würden die Aufzeichnungen des Mareographen verspätet eintreten lassen und gewisse, rasch auftretende, sehr charakteristische Schwankungen gar nicht oder nur sehr schwach andeuten. Betocchi erwähnte übrigens auch die bei den italienischen Apparaten angebrachten, zur Regulierung verstellbaren Diaphragmen, welche in den weiten Kommunikationsröhren kurz dauernde Störungen, wie solche z. B. durch Wellen bedingt sind, auffangen.¹⁾

Die Firma Siemens & Halske hat über Wunsch des Hydrographischen Amtes der kaiserlich deutschen Marine in Kiel und auf der Insel Wangeroog je einen elektrisch registrierenden Flutmesser aufgestellt, der das Heben und Senken des Wasserspiegels in größerer Entfernung von der Küste, wo das Meer eine beträchtlichere Tiefe hat, registriert. Die Apparate geben von 10 zu 10 Minuten die Höhe des Wasserspiegels auf einen Zentimeter genau. Bei jenem von Wangeroog befindet sich das Standrohr mit dem Schwimmerapparat auf einem Pfahlrost und durch eine eiserne Pyramide gehalten in 1,5 km Entfernung von der Küste.²⁾

¹⁾ Intern. Erdmessung 1883 (publ. 1884), S. 65—67. Über die Konstruktion von Mareographen vgl. auch: «Der selbstregistrierende Pegel zu Travemünde», Zeitschr. f. Instr.-kunde 1887, S. 7 und «Der selbstregistrierende Flutmesser von R. Fueß», Zeitschr. f. Instr.-kunde 1887, S. 243.

²⁾ Zeitschr. f. Instr.-kunde 1884, S. 95—99 und S. 425.

Eine Übersicht über die Orte und das Entstehungsjahr der Flutmesser geben die Veröffentlichungen der Internationalen Erdmessung vom Jahre 1883 (Ann. V p. 2–7).

Über die Ermittlung der Höhe des Mittelwassers aus den Aufzeichnungen eines Mareographen sei folgendes bemerkt:

Wenn die für ein Zeitintervall $(t_2 - t_1)$ gültige Wasserstandslinie durch $f(x)$ ausgedrückt wird, so ergibt sich die Gleichgewichtslage h_m des Wasserspiegels innerhalb dieser Profilläche nach der Gleichung:

$$h_m = \int_{t_2}^{t_1} f(x) dx : (t_2 - t_1)$$

Man ermittelt dementsprechend mit einem Planimeter die Fläche zwischen Abszissenlinie, Endordinaten und Flutkurve und verwandelt sie in ein Rechteck mit der Abszissenlinie als Basis; die Höhe dieses Rechteckes gibt die gesuchte Mittelwasserhöhe für den betreffenden Tag.

Wird nun die Flutkurve in großem Maßstab verzeichnet, wie dies beispielsweise beim Flutmesser in Ragusa, wo die Wasserstandsschwankungen in natürlicher Größe angegeben werden, geschieht, so wird diese Methode umständlich. Für Ragusa ermittelt man daher die Höhe des Mittelwassers durch Berechnung des Mittels der Ordinatenlängen in den 24 Stundenpunkten eines Tages.

Wohl nur zur Kontrolle dient das Mittel aus den höchsten und tiefsten Wasserständen, welches erfahrungsgemäß in Ragusa bis auf 1 bis 3 mm mit dem nach erster Methode berechneten Mittelwerte übereinstimmt.¹⁾

Die Internationale Erdmessung hat ausdrücklich darauf hingewiesen, daß im allgemeinen bei der Bestimmung eines Mittelwassers nicht einfach das Mittel zwischen den Höchst- und Niederstwasserständen genommen werden darf.²⁾

Was die Dauer der für die Bestimmung des Mittelwassers eines Ozeans notwendigen Beobachtungen betrifft, so kommen hierbei die beiden Ursachen der Meeresbewegung, die astronomischen und die meteorologischen, in Betracht. Die ersteren erzeugen die Gezeiten mit Höhen bis zu 15–20 m und Perioden, deren längste Dauer (jene der Umlaufzeit der Knoten der Mondbahn) von 18 Jahren ist. Die meteorologischen Ursachen erzeugen Wellen bis zu 5–6 m Höhe und andererseits Senkungen bis 0,8 m, welche die Höhenmittel eines Tages beeinflussen. Um daher durch Pegelbeobachtungen eine richtige Mittelhöhe zu erhalten, muß die Dauer der Beobachtungen auf eine oder mehrere Perioden astronomischer und meteorologischer Art erstreckt werden. Rein astronomisch betrachtet könnte die Dauer der Pegelbeobachtungen auf 9 Jahre beschränkt werden; das Mittel wäre dann auf einige Millimeter sicher. Größere Schwierigkeiten bieten dagegen die atmosphärischen Einflüsse, wie Luftdruck und Winde; hier ist es unmöglich, eine bestimmte Dauer der Beobachtungen anzugeben. Um diese möglichst zu kürzen, hat man begonnen, für solche Einflüsse empirische Formeln aufzustellen.³⁾

¹⁾ Mitteilungen des milit.-geogr. Instit. XXII (1902) S. 134

²⁾ Intern. Erdmesung 1883, S. 66 und Ann. V p. 10 (Bericht von Banney)

³⁾ Zeitschr. f. Verm.-wesen 1891, S. 11; vgl. auch Zeitschr. f. Instr.-kunde 1884, S. 425.

Jedenfalls ist es zweckmäßig, die Beobachtungen der Mareographen auf viele Jahre auszudehnen. Deshalb fand auch der Vorschlag Hirsch's während der allgemeinen Konferenz der Intern. Erdmessung im Jahre 1883, sich mit dreijährigen mareographischen Beobachtungen zur Ermittlung des mittleren Meeresniveaus zu begnügen, keinen Anklang.¹⁾

Den neueren Mareographen sind zur rascheren Ableitung und zur Hebung der Genauigkeit des Endergebnisses nebst den üblichen graphischen Registrierwerken auch selbsttätige Integrierwerke beigegeben worden. Beim Apparate von F. H. Reitz ist eine rotierende Scheibe mit Integrierrolle zur Verwendung gekommen, so daß das Mittelwasser für ein bestimmtes Zeitintervall sich unmittelbar bestimmt nach:

$$h_m = \frac{c \cdot (a_2 - a_1)}{t}$$

worin C die Konstante des Apparates, a_2 und a_1 die Rollenablesungen zu Beginn und Ende des Zeitabschnittes mit der Sekundenzahl t bedeutet. Liest man also z. B. die Angaben des Apparates in Zeiträumen von 8 Tagen ab, so erhält man das mittlere Niveau für 8 Tage; liest man täglich ab, so erhält man die mittlere Höhe für je 24 Stunden. Nach diesem Prinzip sind seit etwa zwei Jahrzehnten Flutmesser in Hamburg, Helgoland, Cadix und Marseille in Tätigkeit. Für den Apparat in Cadix ist der mittlere Fehler der täglichen Mittelwasserangabe zu $\pm 0,2$ mm berechnet worden, eine Genauigkeit, welche bishin bei keinem Flutmesser erreicht werden konnte. (Die bedeutenden Kosten, die mit der Anschaffung, Aufstellung und Bedienung dieses Apparates verbunden sind, dürften allerdings nicht für alle Fälle gerechtfertigt sein. Bei der Bestimmung des mittleren Meeresniveaus handelt es sich insbesondere um eine große Anzahl von Beobachtungen, welche sich auf eine lange Reihe von Jahren erstrecken und da kommt es — ähnlich wie bei oftmals wiederholten geodätischen Winkelmessungen — nicht so sehr auf geringere Feinheit der Einzelbeobachtungen an. Das Endergebnis erhält immerhin einen geringen mittleren Fehler. Es ist daher im allgemeinen besser, weniger genaue Apparate an vielen Küstenpunkten aufzustellen, als sich mit sehr feinen Apparaten an wenigen Orten zu begnügen.²⁾)

Ein eigenartiges Prinzip der Mittelwasserangabe findet sich beim selbsttätigen Universalpegel, System Seibt-Fuess, angewendet. Ein solcher wurde zu Swinemünde, nach der im Jahre 1887 durch Feuer hervorgerufenen Zerstörung des früheren selbstregistrierenden Pegels aufgestellt. Zur selbsttätigen Integration der Wasserstandsfläche dient ein Pendelintegrierwerk. Das zusammengesetzte Pendel trägt ein verschiebbares Metallstück, dessen Bewegungen den Hebungen und Senkungen des Meeresspiegels entsprechen; die Bewegung des Pendels wird daher bei steigendem Wasser beschleunigt, bei sinkendem Wasser verlangsamt. Die Übertragung der Schwimmerbewegung auf das Pendelwerk geschieht nun in der Weise, daß die Differenzen je zweier aufeinander folgender Wasserstände proportional sind den entsprechenden Differenzen der zugehörigen Anzahl der

¹⁾ Intern. Erdmessung 1883 (publ. 1884), S. 64 und Ann. IV, p. 19.

²⁾ Vgl. Zeitschr. f. Instrum.-kunde 1885, S. 165.

Pendelschläge für einen bestimmten Zeitraum z . Der auf den Nullpunkt des Apparates bezogene mittlere Wasserstand (h_m) in Meter ergibt sich dann für einen solchen Zeitraum von (z) Minuten aus der, an einem Zählwerk abgelesenen Summe der zugehörigen Pendelschläge (s) nach der einfachen, die Konstanten C_1 und C_2 des Apparates berücksichtigenden Formel:¹⁾

$$h_m = \frac{(s)}{C_1 \cdot (z)} - C_2$$

Eine besondere Art von Mareograph ist der von Lallemand angegebene, in Frankreich mehrfach angewendete Medimaremeter. In einem wasserdichten, vertikal aufgestellten, an seinem unteren Ende durch eine poröse Wand geschlossenen Rohr ergibt sich derselbe mittlere Wasserstand wie außerhalb, nur zeigen Amplitude und Phase der Wasserstandsbewegung eine bestimmte Reduktion («amplitude réduite»; «retard dans la phase»). Die Wasserhöhe in dem ca. 2 cm weiten Rohre wird unmittelbar mittelst Sondiermaßstabes gemessen und in Diagrammen dargestellt. Das Mittelwasser kann nach einer für einen bestimmten Apparat gültigen Formel abgeleitet werden.²⁾

Im Jahre 1896 hat Mechaniker R. Fuchs nach den Angaben des Prof. Dr. W. Seibt einen selbsttätigen Druckluft- (pneumatischen) Pegel konstruiert, bei welchem die Änderungen des Wasserstandes durch die in einer engen Luftleitung entstehenden Druckänderungen auf ein Manometer übertragen und registriert werden.³⁾

Was nun die Vergleichung der Mittelwasserstände verschiedener Meere betrifft, so basiert dieselbe auf den Ergebnissen der Präzisionsnivelllements, welche mit allen erforderlichen Reduktionen, namentlich auch mit der orthometrischen Verbesserung versehen sind.

Die Durchführung dieser Untersuchung für die Europa umspülenden Meere ist seit Gründung der mitteleuropäischen Gradmessung 1864 eine wichtige Aufgabe derselben gewesen; nur führte sie anfangs zu unrichtigen Schlüssen, weil einerseits größere Messungsfehler vorhanden waren, andererseits aber — und dies ist die wichtigere Ursache — die orthometrische Reduktion vernachlässigt war. Letztere kann eben recht bedeutend werden; sie ist z. B. für den kürzesten Weg von Basel bis Domo d' Ossola (in der Schweiz): $\pm 103 \text{ mm}$; von Santander bis Alicante (in Spanien): $\pm 339 \text{ mm}$ und von Santander bis Cadix: $\pm 390 \text{ mm}$.⁴⁾

Daß deshalb der Unterschied zwischen der älteren und neueren Bestimmung des Höhenunterschiedes der Meere oft ziemlich bedeutend ist, geht aus folgenden Angaben Lallemand's, 1890, hervor:⁵⁾

¹⁾ Zeitschr. f. Instrum.-kunde 1891, S. 360 und 1895, S. 193; vgl. auch Zeitschr. f. Instrum.-kunde 1894, S. 41.

²⁾ Intern. Erdmessung 1887 (publ. 1888), Ann. V e, p. 3 und 6; vgl. auch Zeitschr. f. Verm.-wesen 1888, S. 139.

³⁾ Zentralblatt der Bauverwaltung 1896, S. 202. — In der Beilage A II der Intern. Erdmessung 1889 (publ. 1890) sind die bis 1889 an den Küsten des kontinentalen Europa errichteten 94 Mareographen verzeichnet.

⁴⁾ Intern. Erdmessung 1892 (publ. 1893), S. 548 und 549.

⁵⁾ Intern. Erdmessung 1890 (publ. 1891), p. 183 (Ann. C II); vgl. auch Zeitschr. f. Verm.-wesen 1891, S. 14; Europäische Gradmessung 1875 (1876), S. 49; desgl. 1883 (1884), S. 271 und 284.

Meer	Beobachtungsort	Höhenunterschied gegen Mittelwasser von Marseille	
		ältere Bestimmung	neuere Bestimmung
Adriatisches Meer	Triest	+ 42	+ 2
"	Venedig	—	— 5
Mittelländisches Meer	Marseille (Nullpunkt der Vergleichung)	+ 7	0
Atlantischer Ozean	Brest	+ 110	+ 2
La Manche	Cherbourg	+ 97	+ 5
Nordsee	Ostende	+ 68	— 16
"	Amsterdam	+ 74	— 1
"	Cuxhafen	+ 66	— 3
Ostsee	Travemünde	+ 68	— 9
"	Warnemünde	+ 74	— 4
"	Swinemünde	+ 86	— 2

Ich schließe daran einige Angaben aus der Vergleichung der Mittelwasser nach Dr. A. Börsch, 1892:¹⁾

Meer	Ort	Beobachtungs-Dauer	Mittl. Fehler der Bestimmung des Mittelwassers	Mittelwasserhöhe über dem Mittelwasser in Amsterdam		
				I. Aus-gleichung	II. Aus-gleichung	III. Aus-gleichung
Adriatisches Meer	Triest (Mareograph)	—	cm ± 1,0	cm — 9,5	cm — 19,7	cm —
"	Venedig (Mareograph)	1872/74	—	— 14,9	— 26,2	—
Mittelländisches Meer	Marseille (Mareograph)	1885/90	± 0,4	— 16,8	— 24,5	+ 6,9
Atlantischer Ozean	Brest (Mareograph)	—	—	— 3,8	—	+ 11,9
La Manche	Cherbourg (Mareograph)	—	—	+ 0,7	—	+ 15,0
Nordsee	Ostende (Mareograph)	1878/85	—	— 22,4	— 14,6	— 14,6
"	Amsterdam (Einfacher Skalenpegel)	1701/1871	—	0,0	0,0	0,0
"	Cuxhafen (Einfacher Skalenpegel)	1843/79	± 2,0	+ 7,3	+ 2,1	—
Ostsee	Travemünde (Einfacher Skalenpegel)	1855/86	} ± 0,5	+ 1,8	— 3,8	—
"	Mareograph	1887/88				
"	Warnemünde (Einfacher Skalenpegel)	1856/81	± 1,7	+ 7,2	+ 1,5	—
"	Swinemünde (Einfacher Skalenpegel)	1811/69	} ± 0,5	+ 9,9	+ 4,0	—
"	Mareograph	u. 1888				
		1870/87				

¹⁾ Intern. Erdmessung 1892 (publ. 1893), S. 551; vgl. hierzu Helmert's Angaben in Intern. Erdmessung 1891 (1892), p. 151.

Börsch gibt auch eine Vergleichung der für die europäischen Staaten gültigen Höhennullpunkte, wozu bemerkt wird, daß die Unsicherheiten, mit welchen die zwei nicht am Meere gelegenen Nullpunkte gegen das nächste mittlere Meeresniveau bestimmt sind, nach Börsch die folgenden sind: für Normal-Null in Berlin gegen Mittelwasser in Swinemünde nach der Ausgleichung des Nivellements: $\pm 3,5$ cm; für Pierre du Niton in Genf gegen Mittelwasser in Marseille oder in Genua, gleichfalls nach der Ausgleichung $\pm 6,0$ cm.

Nach den oben vorgebrachten Ergebnissen ist die zuerst angenommene starke Depression des Mittelmeeres gegenüber der Nord- und Ostsee um rund $\frac{3}{4}$ m nicht vorhanden.

Aus einem Berichte M. Ch. Lallemant's vom Jahre 1903¹⁾, wonach an 15 Mareographenstationen der französischen Küste von 1900–1903 regelmäßige Beobachtungen stattgefunden haben, seien folgende Angaben entnommen:

Meer	Ort	Mittelwasser bis 1./1.			Aufstellungszeit des Apparates
		1901	1902	1903	
Mitteländisches Meer	Marseille	0 cm	0 cm	0 cm	1885
»	Nizza	— 6	— 6	— 6	1888
»	Cette	— 3	— 3	— 3	1888
Atlantischer Ozean	Camaret (bei Brest)	— 2	— 2	— 2	1890
»	Biarritz	+20	+20	+19	1889
La Manche	Cherbourg	— 10	— 9	— 10	1891

Nach den bisherigen, einschlägigen Untersuchungen ergibt sich somit:

«Die bisher beobachteten Mittelwasserstände an den Europa umgebenden Meeren scheinen mit einer Genauigkeit von etwa 1 bis 2 mm derselben Niveaufläche anzugehören, wobei aber der Vergleichung selbst noch eine Unsicherheit von gleichem Betrage anhaftet.²⁾ Dementsprechend hat Lallemant schon 1891 ausgesprochen, daß die etwa zwischen den Meeren bestehenden Unterschiede von der gleichen Ordnung sind, wie die Unsicherheit der gegenwärtigen Nivellements; daß somit die Übertragung eines, als internationalen Nullpunkt der Höhen aufzufassenden, mittleren Meeresniveaus an einem bestimmten Punkte nach den verschiedenen Ländern durch das Meer selbst mit ebensoviel, wenn nicht größerer Genauigkeit erhalten werden würde, als durch Vermittlung der bestehenden Nivellements. Es würde daher beim heutigen Zustande der Dinge auch genügen, wenn die verschiedenen Staaten als Ausgangspunkt ihrer Höhen das mittlere Meeresniveau eines stabilen Punktes an ihren Ufern oder desjenigen eines benachbarten Landes wählen.»³⁾

¹⁾ Intern. Erdmessung 1903 (1904), I, p. 179; vgl. hierzu Intern. Erdmessung 1898 (1899), p. 430.

²⁾ Reinbertz in Lueger's Lexikon VI, S. 333.

³⁾ Intern. Erdmessung 1890 (publ. 1891), S. 28 u. 102; desgl. 1891 (1892), S. 95 u. 148.

In diesem Sinne hat auch über Vorschlag des Zentralbureaus die allgemeine Konferenz der Intern. Erdmessung im Jahre 1892 nachfolgendes vorderhand beschlossen:

«Von der Wahl eines gemeinsamen Nullpunktes der Höhen in Europa wird abgesehen. Für die wissenschaftlichen Zwecke der Geodäsie werden die Meereshöhen mit Hilfe von Nivellements nach den benachbarten Küsten des atlantischen Ozeans, des mittelländischen und adriatischen Meeres und der Ostsee abgeleitet, wobei solche Stellen auszuwählen sind, an denen das Mittelwasser voraussichtlich aus theoretischen Gründen oder erfahrungsmäßig keine Anomalien darbietet. Es ist aber andererseits eine fortdauernde Aufgabe eines Zentralbureaus, die Ergebnisse der einzelnen Länder zu sammeln, zu vergleichen und zu verknüpfen, sowie insbesondere die gegenseitige Lage der Spezial-Nullpunkte festzustellen.»¹⁾

Die Vergleichung der Mittelwasserhöhen an naheliegenden Punkten läßt übrigens erkennen, daß für keines der in Frage kommenden Meere von einer Gleichmäßigkeit in seinem Niveau die Rede sein kann. Die Unterschiede der Mittelwasserhöhen für dieselben Meere an verschiedenen Orten erreichen nämlich dieselbe Größe, wie die Unterschiede der verschiedenen Meere gegeneinander im Mittel. Auch sichere Schlüsse über die Stabilität der gegenseitigen Lage von Küste und Meer lassen sich in den meisten Fällen noch nicht ziehen, da die Beobachtungen erst seit viel zu kurzer Zeit angestellt werden. Man kann höchstens behaupten, daß in Swinemünde und Amsterdam im allgemeinen eine ziemliche Konstanz der Mittelwasserhöhen nachgewiesen ist.²⁾

Zum weiteren Studium der Frage des allgemeinen europäischen Höhennullpunktes wurde eine Spezialkommission (Commission du zéro international des Altitudes) eingesetzt.³⁾

Im Jahre 1900 gab M. A. Bouquet de la Grye einen Bericht über Ergebnisse von Flutmesserbeobachtungen. Daraus sei entnommen, daß ein Verbindungs-nivellement der Beobachtungsstationen: Travemünde, Marienleuchte, Wismar, Warnemünde, Arkona, Swinemünde, Kolbergermünde eine von West nach Ost deutlich erkennbare, allmähliche Hebung bis zu 8 *cm* für die dem Zeitraume 1882—1897 entsprechenden Mittelwasserhöhen ergab: man vermutet hierin einen Einfluß des Windes (und vielleicht auch des Luftdruckes).⁴⁾ Bemerkenswert ist dazu, daß vorher Prof. Dr. Seibt die relative Lage der Mittelwässer zu Travemünde, Warnemünde und Swinemünde nach dem Nivellements der Landesaufnahme und des geodätischen Institutes berechnete und hiernach eine gleichartige Hebung fand, nämlich die Angaben:

¹⁾ Intern. Erdmessung 1892 (1893), S. 77 und 550; Vergleichung der Höhen-Nullpunkte: S. 552. Zeitschr. f. Verm.-wesen 1892, S. 642 und 648

²⁾ Intern. Erdmessung 1889, S. 107 und Ann. XXVI a, S. 3; desgl. 1892, S. 549 und Zeitschrift f. Verm.-wesen 1892, S. 645.

³⁾ Intern. Erdmessung 1893 (1894), S. 74 und 132; vgl. auch Zeitschr. f. Verm.-wesen 1893, S. 647.

⁴⁾ Intern. Erdmessung 1900 (1901), II, p. 124

	cm	oder	cm
Ostsee	Travemünde	— 7,5	— 8,1
	Warnemünde	— 2,0	— 2,6
	Swinemünde	— 0	— 0,6

Doch ist der mittlere Fehler jeder dieser Größen mehrere Zentimeter, weshalb innerhalb der Genauigkeit der Messungen bis jetzt kein Unterschied in der Höhenlage der Mittelwässer dieser Orte angeblat ist.¹⁾

Es wird bemerkt, daß während der Verhandlungen der Internationalen Erdmessung die Frage der Wahl eines einheitlichen Nullpunktes der europäischen Höhenzählung oftmals so eingehend behandelt worden ist, daß ihre Lösung sehr nahegerückt schien.²⁾

Nachdem schon frühzeitig ein Küstenpunkt als gemeinsamer Ausgangspunkt der Nivellements in Aussicht genommen worden war, wurde im Jahre 1889 die Frage aufgeworfen, ob nicht ein Punkt im Innern Europas vorzuziehen wäre, um die Länge der Verbindungsnivellements zu kürzen. Dagegen sprach aber der Umstand, daß das Innere der Kontinente geologisch nachweisbaren Veränderungen der Erdkruste, ganz abgesehen von den durch Erdbeben verursachten Veränderungen, merklich ausgesetzt ist, während das Mittelwasser des Ozeans sich viel stabiler zeigt.³⁾

Als zur Wahl des für Europa gültigen Nullpunktes der absoluten Höhen sehr günstig wurde während der Verhandlungen der Internationalen Erdmessung die Nordseeküste bei Amsterdam bezeichnet, weil ihre relative Unveränderlichkeit gegen das Mittelwasser des Meeres dortselbst durch 2 Jahrhunderte hindurch festgestellt ist.⁴⁾

Graz, im Februar 1906.

Zur Grundbuchs-Enquete.

(Fortsetzung.)

II. Welche Uebelstände wurden rücksichtlich der Führung der Grundbücher konstatiert und durch welche Vorkehrungen können diese Uebelstände beseitigt werden? Insbesondere erscheint es der Sicherheit der Führung der Grundbücher wegen nicht geboten, daß die rustikalen Grundstücke einer Gemeinde unbedingt im Grundbuche dieser Gemeinde eingetragen werden? Reichen die gegenwärtigen Anmerkungen auf dem Gutsbestandsblatte über eingehende Veränderungen aus, sind sie lückenhaft oder fehlen sie gänzlich?

¹⁾ Intern. Erdmessung 1889 (1890), Ann. B XXVIa, S. 3; vgl. hierzu den Vorschlag Kalmar's betreffend die Ausführung von Küstennivellements; Intern. Erdmessung 1887 (1888), S. 42—44.

²⁾ vgl. z. B. Intern. Erdmessung 1888 (publ. 1889), S. 39—42.

³⁾ vgl. Intern. Erdmessung 1903 (1904) I, S. 97; Mitteilung von Haid.

⁴⁾ Intern. Erdmessung 1888 (1889), S. 39—42; desgl. 1889 (1890), S. 98; und 1890 (1891), S. 28; Zeitschr. f. Verm.-wesen 1889, S. 74; desgl. 1891, S. 10 und 13; desgl. 1892, S. 645; vgl. auch Zeitschr. f. Verm.-wesen 1898, S. 668.