

Ueber die Niveau-Differenz des mittelländischen und des atlantischen Meeres längs den französischen Küsten

Autor(en): **Schinz, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): - **(1864)**

Heft 566-567

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-318752>

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.

Nr. 566 u. 567.

Dr. Em. Schinz.

Ueber die Niveau-Differenz des mittelländischen und des atlantischen Meeres längs den französischen Küsten.

(Vortrag vom 5. März 1864.)

Herr Prof. E. Plantamour in Genf theilt in einer Schrift „Hauteur du lac de Genève au-dessus de la Méditerranée et au-dessus de l'Océan“ zwei Briefe des Ingénieur des Ponts et chaussées Herrn Michel an Herrn Oberst Burnier in Morges mit.

Aus diesen geht hervor, dass die neueren Nivellements, die sich den Verkehrswegen entlang über ganz Frankreich erstrecken, nach den competenten Urtheilen der ersten Ingenieure eine Genauigkeit besitzen, die in der Gränze von 3^{cm} oder 1 Zoll eingeschlossen ist, dass ihnen zufolge das Niveauzeichen der Pierre à Niton (nach der neuesten Bestimmung von Herrn Oberst Burnier um 1,^m69 über dem mittleren Niveau des Genfer See's) um 374,^m052 über dem Niveau des mittelländischen Meeres bei Marseille steht, so dass das mittlere Niveau des Genfersee's um 372,^m362 überm Mittelmeer steht.

Durch dasselbe Nivellement hat sich das schon seit vielen Jahren festgestellte Ergebniss, dass das mittlere Niveau des atlantischen Meeres längs der französischen Küste um 0,^m80 höher liegt, als das Mittelmeer bei Marseille, vollkommen bestätigt, und zugleich hat sich die Verschiedenheit des mittleren Niveaus in den

verschiedenen atlantischen Häfen als eine über allen Zweifel erhabene Thatsache herausgestellt.

Es ist nämlich die Höhe, n , des mittleren Meeresniveau's über dem Mittelmeer bei Marseille am grössten: für Brest, $n = 1,^m022$, für Cancale (im innersten Theile der Bucht von St. Malo), $n = 1,^m097$, und für Port Lauenay (im Hintergrunde der tiefen Bucht, die sich von der Rhede von Brest gegen Chataulin hinzieht), $n = 1,^m205$, während sie für La Rochelle auf $n = 0,^m400$, für Havre sogar ausnahmsweise auf $n = 0,^m211$ herabsteigt.

Von Herrn Ingenieur Denzler wurde in der Sitzung der bern. naturforsch. Gesellschaft vom 6. Februar diese Ungleichheit der Niveaus sowohl aus theoretischen Gründen, als auch weil er den französischen Nivellements keine so grosse Genauigkeit zuerkannte, in Zweifel gezogen (vgl. pag. 84 dieses Bandes der Mittheilungen).

Herr E. Plantamour sucht diese Ungleichheit, deren Feststellung er dagegen einen hohen Grad von Sicherheit — wie ich glaube — mit vollem Rechte zuerkennt, durch die Anziehung der Continente zu erklären, indem sich z. B. für das den Pyrenäen näher liegende Bayonne ein höheres Meeresniveau zeigt, als für das einer ausgedehnten Niederung angehörige Arcachon.

Er hält es daher für wahrscheinlich, dass das Mittelmeer, obschon sein Niveau nur sehr geringen Schwankungen unterworfen ist, dennoch in Folge der verschiedenen Ablenkung der Vertikalen durch die Anziehung des Festlandes ähnliche Niveaudifferenzen zeigen würde, und empfiehlt demnach genaue Messungen (Nivellements) nicht nur zwischen den ähnlich liegenden Städten Cette und Marseille, wo die Differenz in der That nur auf $0,^m013$ steigt, sondern z. B. zwischen Port-Vendre nächst der spanischen und der Riviera an der italienischen Grenze.

Herr Ingenieur Denzler bemerkte dagegen mit Recht, dass die, stets die grösste Genauigkeit darbietenden, Nivellements (sowie übrigens auch die Triangulation) von der Anziehung des Festlandes beinahe ebenso sehr afficirt werden müssen, wie das natürliche, im Gleichgewicht befindliche Niveau des Meeres selbst, namentlich insofern das Nivellement den Meeresküsten entlang stattfindet.

Wir können also in der That kein besseres Nivellir-Instrument zur Ermittlung der in gleichem Niveau liegenden Punkte längs der Küste eines fluthlosen Meeres anwenden, als die Oberfläche dieses Meeres selbst.

Es kann demnach auch die durch das Nivellement der Verkehrswege ermittelte Differenz im mittleren Niveau des Meeres der Seehäfen der französischen Küste des atlantischen Meeres **auf keine Weise** der Attraction der Continente zugeschrieben werden.

Ich glaube, dass man von der Differenz des mittleren Meeresniveau's in verschiedenen Häfen derselben Küste auf anderem Wege genügende Rechenschaft geben kann, und stelle zu diesem Ende mit dem von Herrn Michel mitgetheilten Verzeichniss der mittleren Meereshöhen, n , der verschiedenen atlantischen Häfen über dem Niveau des Mittelmeeres bei Marseille, die Angaben über die mittlere Fluthhöhe, h ,*) und die Hafenzzeit, z , zusammen, die ich dem *Annuaire du Bureau des longitudes* für 1864 entnehme. — d ist die Zeitdifferenz,

*) h ist die halbe Differenz zwischen den Höhen der Fluth und der Ebbe, welche im Durchschnitt für diejenigen Syzygien würden beobachtet worden sein, für welche Sonne und Mond im Aequator und in ihrer mittleren Entfernung von der Erde sich befinden.

um welche wir z für jeden Hafen vermindern müssen, um alle Zeitangaben in der nämlichen (Pariser) Zeit zu erhalten.

No.		n	h	z	d
1	Entrée de l' Adour	—	1,40 ^m	—	—
		0,856 ^m	—	4,5 ^{h m}	15 ^m
2	Bayonne	0,856	—	4,5	15
3	Arcachon	0,600	1,95	—	—
4	„ rade de la tête de Buch près de la chapelle d'Arcachon	—	—	4,45	14
		—	—	4, 8	14
5	„ endehors, près de la barre du bassin	—	—	4, 8	14
6	Gironde. Tour de Cordouan	—	2,35	3,53	14
7	„ Royan	—	—	4, 1	13
8	„ Bordeaux	—	—	7,45	12
9	Pertuis de Maumusson	—	—	3,30	14
10	L'Isle d'Oleron (au Chateau)	—	—	4, 0	14
11	L'Isle d'Aix	—	—	3,37	14
12	Rochefort (sur la Charente)	0,993	—	3,48	13
13	La Rochelle	0,400	2,67	—	—
14	Les Sables d'Olonne	0,589	—	—	—
15	Loire. L'embouchure	—	—	3,45	18
16	„ St-Nazaire	0,747	2,68	—	—
17	„ Le Croisic	—	2,50	—	—
18	La Roche-Bernard	—	—	4,30	19
19	Port-Louis	—	2,35	—	—
20	L'Orient (le port)	0,990	2,24	3,32	23
21	Audierne	—	2,00	—	—
22	Brest	1,022	3,21	3,46	27
23	Port Launay (Arrond. Chataulin)	—	—	—	—
		1,205	—	—	—
24	Morlaix	—	—	5,15	24

No.	n	h	z	d
25 Ile Bréhat	—	5,01 ^m	—	—
26 St-Malo	0,945 ^m	5,68	6,10 ^{h m}	17 ^m
27 Cancale	1,097	—	—	—
28 Mont St-Michel	—	—	6,30	15
29 Granville	0,890	6,15	—	—
30 Les Écrehoux	—	5,13	—	—
31 Jersey	—	—	6,25	18
32 Guernsey	—	—	6,28	20
33 Cherbourg	0,895	2,82	7,58	16
34 Barfleur	—	2,82	—	—
35 La Hougue	—	3,04	8,48	16
36 Carentan	0,857	—	—	—
37 Port en Bessin (Bayeux)	—	3,20	—	—
38 Entrée de l'Orne (Caen)	—	3,65	—	—
39 Honfleur	—	—	9,30	8
40 Le Havre	0,211	3,57	9,53	9
41 Fécamp	—	3,86	—	—
42 Dieppe	0,579	4,40	11, 8	5
43 Cayeux (Somme)	—	4,58	—	—
44 Boulogne	0,836	3,96	11,26	3
45 Calais	0,753	3,12	11,49	2
46 Dunkerque	0,776	2,68	12,13	0
Mittel	0,802	3,347	—	—

Unter den Werthen von n, die wir für 19 atlantische Häfen Frankreichs kennen, sind:

I. eilfe, welche über dem mittleren Werthe $n = 0,^{m}80$ stehen. Für sechs der betreffenden Häfen kennen wir auch die Fluthhöhen h; das arithmetische Mittel aus diesen ist: $h = 4,^{m}01$.

II. Acht von den 19 gegebenen Werthen von n stehen unter dem mittleren Werthe derselben. Für sieben

unter diesen kennen wir die Fluthhöhen h ; das arithmetische Mittel aus ihnen ist: $h = 3,^m01$.

Das arithmetische Mittel aus sämtlichen 13 Fluthhöhen, die wir für die hier zunächst betrachteten 19 Häfen kennen, ist $3,^m47$. — Für die in unserer ersten Tabelle angegebenen 26 Fluthhöhen ist das arithmetische Mittel $3,^m347$. — Noch kleiner würde dasselbe, wenn wir es aus den Fluthhöhen einer noch grösseren Zahl von Punkten ableiten könnten, die über die ganze Küsten-Entwicklung nahe gleichmässig vertheilt wären.

Wir wollen daher diejenigen als hohe Fluthhöhen betrachten, welche über $3,^m20$, und hingegen diejenigen als kleine Fluthhöhen bezeichnen, welche unter diesem Werthe stehen.

Wir finden dann in der Gruppe I.

- 4 Häfen, für welche h als hoch angegeben ist,
- 2 Häfen, für welche h mit Sicherheit ebenfalls als hoch angenommen werden kann,
- 3 Häfen, für welche h unbestimmt ist und
- 2 Häfen, für welche h klein ist.

Für die Gruppe II. dagegen finden wir

- 5 Häfen, für welche h klein ist,
- 1 Hafen, für welchen es mit Sicherheit als klein angenommen werden kann,
- 2 Häfen, für welche h gross ist.

Es ist also nicht nur das arithmetische Mittel der für die Gruppe I constatirten Fluthhöhen grösser, als dasjenige aus den constatirten Fluthhöhen der Gruppe II, sondern es ist auch die Zahl der Häfen mit hoher Fluthhöhe für die Gruppe I, und dagegen die Zahl der Häfen mit kleiner Fluthhöhe für die Gruppe II im entschiedenen Uebergewicht.

Es ist ferner die Lage und die Gestalt eines See-

hafens von wesentlichem Einfluss auf das durch die Beobachtung sich ergebende mittlere Niveau n des Meeres in dem betreffenden Seehafen.

Durch die Verengung der von der Fluthwelle einzuschlagenden Bahn wird nämlich nicht nur der Wellenberg — d. h. die Erhebung der Fluth über das Gleichgewichts-Niveau für das fluthenlos gedachte Meer — höher als er ohne diese Verengung geworden wäre, sondern es wird auch das Abfliessen der durch die Fluth herbeigeführten Gewässer dadurch erschwert und somit die Tiefe des Fluthwellenthals vermindert, d. h. das Niveau der Ebbe wird höher, als es ohne die Verengung des Wasserweges — bei gleicher Fluthhöhe h — geworden wäre.

Das arithmetische Mittel aus den Niveau's von Ebbe und Fluth — d. h. die Grösse n — muss demnach, *ceteris paribus*, um so grösser sein, je mehr der betreffende Hafen sich im Hintergrunde einer engen und tiefen Bucht, oder eines im Meere mündenden, durch die Fluth sich stauenden Flusses befindet. — In unserer Tabelle für die Gruppe I. haben wir diese Beschaffenheit der Lage mit b bezeichnet, mit bb , wenn dieselbe in ausgezeichnetem Grade vorhanden ist.

Ebenso wird die Erhebung des Fluthwellenberges und zugleich — wenn auch in geringerem Grade — die Verminderung der Tiefe des Fluthwellenthals befördert, also der Werth von n erhöht: im Innern einer weit geöffneten Bai [B], welche, mit ihren Armen eine gewaltige Wasserfläche umfassend, alle Theile der eintretenden Fluthwelle in ihrem Hintergrunde zu vereinigen strebt, zugleich aber an ihren Ufern den ungeschwächten Anprall der Fluthwelle empfängt, deren Geschwindigkeit durch keine starke Verengung gehemmt wird.

Eine ähnliche Wirkung zur Erhöhung des Fluthwellenberges finden wir in der allmählichen Verengung des brittischen Canals. — Derselbe zeigt denn auch in der That eine mit der allmählichen Verengung fast gleichen Schritt haltende Vermehrung der Fluthhöhe h (vgl. No. 36 bis 43). — Da aber im Canal beim Zurücktreten der Gewässer dieselben nicht nur, wie bei den Buchten und Baien [b und B] in der retrograden, sondern auch in der fortschreitenden Richtung abfliessen können, so wird hier das Wellenthal der Ebbe um so tiefer, 1) je grösser die benachbarte, zur Aufnahme des abfliessenden Wassers sich anbietende Wasserfläche, die für Havre ein Maximum wird, und 2) je länger die hiefür verwendete Zeitdauer ist. — So zeigt sich, dass bei den hohen Canalfluthen, z. B. in Havre und Boulogne, die Zeit, während welcher sich die Ebbe bildet, die also von dem Momente des höchsten Wasserstands bis zu demjenigen des niedrigsten verstreicht, gleich $7^h 16^m 5$, d. h. um volle 2 Stunden und 8 Minuten grösser ist, als die Zeit des Steigens von der Ebbe zur Fluth (von nur $5^h 8^m 5$), während dagegen für Brest diese entsprechende Differenz nur 16 Minuten beträgt. (Vgl. Annuaire du bureau des longitudes für 1855.)

Durch diese Vertiefung des Fluthwellenthals wird aber das mittlere Niveau n vermindert, und es erklärt sich hieraus die Thatsache, dass — trotz hoher Fluthhöhen h — die Canal-Häfen, besonders Havre und Dieppe sowie auch Calais, nur kleine Werthe von n zeigen.

Es zeigt sich diese Vertiefung des Fluthwellenthals in Folge des erleichterten Wasserabflusses — und damit eine Erniedrigung des Werthes von n — im Allgemeinen überall da, wo die benachbarten Ufer eine gegen das

Meer *convexe* Gestalt annehmen, was wir in der Tabelle mit *c* bezeichnet haben; sowie auch in denjenigen Häfen, welche überhaupt nicht im Innern von Buchten oder Baien, sondern in unmittelbarer Nähe des offenen Meeres liegen [o].

Für die Gruppe I. haben wir in der letzten Vertikal-Columne nur diejenigen Merkmale für die Lage und Gestalt eines Hafens [b und B] notirt, welche einer Erhöhung des Werthes von *n* günstig. in der Gruppe II. aber nur diejenigen [o und c], welche einer Verminderung von *n* günstig sind, während beziehungsweise die ungünstigen Merkmale, sowie die nicht entsprechenden Fluthhöhen in der vorletzten Columne mit [*] bezeichnet worden sind. — Die fehlenden Angaben über die Fluthhöhen wurden durch [—] ersetzt, welches Zeichen verstärkt wurde [—], wo man aus der Vergleichung mit benachbarten Localitäten zu dem Schluss berechtigt war, dass die Fluthhöhe *h* des betreffenden Hafens für die I. Gruppe eine hohe, für die IIte aber eine niedrige sei.

		I. G r u p p e.			
No.		n	h	h	
2	Bayonne	0,836 ^m	—	—	B b
12	Rochefort	0,993	—	—	bb
20	L'Orient	0,990	2,24	*	bb
{ 23	Port-Launay	1,205	—	—	bbb
{ 22	Brest	1,022	3,21	3,21	B
{ 26	St-Malo	0,945	5,68	5,68	BB
{ 27	Cancale	1,097	—	—	BBb
{ 29	Granville	0,890	6,15	6,15	B
33	Cherbourg	0,895	2,82	*	b
36	Carentan	0,857	—	—	bb
44	Boulogne	0,836	3,96	3,96	*
	Mittel	0,962	4,01		

II. Gruppe.

No.		n	h	h	
3	Arcachon	0,600 ^m	1,95	1,95	*
13	La Rochelle	0,400	2,67	2,67	o c
14	Les Sables d'Olonne	0,589	—	—	oo c
16	St-Nazaire	0,747	2,68	2,68	o
40	Le Havre	0,211	3,57	*	oo c
	Dieppe	0,579	4,40	*	oo
45	Calais	0,752	3,12	3,12	oo c
46	Dunkerque	0,776	2,68	2,68	oo
Mittel		0,582	3,01		

Selbst für den Fall, dass wir uns die Erdrinde ohne Erhebungen und somit von einem gleichmässig tiefen Meere bedeckt denken, würde — z. B. für einen Punkt des zwischen den Wendekreisen befindlichen Meeres — das Mittel aus den beiden Niveau's der Ebbe und der Fluth, welches wir sein dynamisches Niveau nennen wollen, höher sein als sein statisches Niveau. Als solches bezeichnen wir nämlich dasjenige ideale und seinem Begriff nach constante Meeresniveau, welches bloss durch die Erdattraction und die als Folge der stetigen Rotation auftretende Fliehkraft hervorgebracht würde, falls keine flutherzeugende Attraction des Mondes und der Sonne gegen das Wasser des Meeres stattfände. — In der That wäre auch auf der gleichförmig vom Meere bedeckten Erde derjenige Theil der Meeresfläche, auf dem sich das Wasser erhebt, stets kleiner als derjenige, welcher das für jene Erhebung erforderliche Wasser hergibt.

Die Fluth würde sich also sogar in diesem supponirten Falle mehr über das statische Niveau erheben, als sich die Ebbe unter dasselbe herabsenkte.

Etwas Aehnliches findet statt, wenn in Folge der Erhebung der Continente die Ebbe und Fluth eines Meeres von derjenigen, welche direct durch die Attraction der flutherregenden Gestirne erzeugt wird, abgeleitet ist, wie diejenige Fluthwelle, welche aus dem, im Süden von Africa nach Westen ziehenden Haupt-Fluthenstrom sich nordwärts nach dem atlantischen Meere hin abzweigt. — So wie der sie erzeugende Wellenberg des Haupt-Fluthenstroms (wenn man eine hunderte von Meilen lange und breite und nur wenige Decimeter hohe Erhebung des Wassers so nennen darf) eine kleinere Breite hat, als das nach 6 Stunden an seine Stelle tretende Wellenthal, so wird auch der nach Norden fortschreitende Wellenberg der abgeleiteten Fluth eine geringere Breite haben, als das ihm folgende Wellenthal, und die Tiefe des letztern unter dem statischen Niveau ist daher auch hier kleiner als die Höhe des Wellenbergs über demselben.

Aber in weit höherem Grade findet diese Differenz da statt, wo die freie Entwicklung der Fluthwellenbewegung durch eine Verengung des Strombettes oder gar durch ihren Eintritt in eine Bai oder eine engere Bucht gehemmt wird, so wie überhaupt in der Nähe der Küsten, wo die Fluth sich weit höher erhebt als auf offenem Meer, so dass zwar wohl im Allgemeinen auch eine um so tiefere Ebbe auf dieselbe folgt, die Tiefe der letzteren jedoch stets hinter der Höhe der ersteren zurückbleibt, da jede auf die Küste geworfene Fluthwelle einen bedeutenden Theil ihrer lebendigen Kraft einbüsst und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Fluthwelle stets bei Hochwasser grösser ist als bei eintretender Ebbe.

Während sich nun die Häfen der I. Gruppe, die

sämmtlich ein hohes Niveau, n , haben, theils vorherrschend durch eine hohe Fluthhöhe, h , auszeichnen, theils durch ihre Lage im Hintergrunde tiefeinschneidender Buchten oder Flussmündungen oder aber einer weit geöffneten Bai (wodurch meist auch die relativ höhere Fluthhöhe bedingt wird); finden wir die Häfen der II. Gruppe, die sämmtlich ein kleines Niveau n haben, dadurch ausgezeichnet, dass sie entweder überhaupt nur kleine Fluthhöhen, h , aufweisen, oder aber dadurch, dass sie theils nicht im Innern von Buchten, sondern in der Nähe des offenen Meeres, theils sogar an Stellen liegen, welche vielmehr eine convexe Krümmung gegen das Meer zeigen.

Die Betrachtung unserer Tabelle, welche für die beiden Gruppen die Fluthhöhen und die Merkmale der Lage und Gestalt der Häfen zusammenstellt, rechtfertigt demnach in ganz befriedigender Weise die Verschiedenheit der beobachteten Niveaus unter sich.

Allein die gleiche Anschauungsweise rechtfertigt auch die Thatsache, dass überhaupt das mittlere Niveau der französischen Häfen an dem fluthenreichen atlantischen Meere höher erscheint als dasjenige des fluthenlosen Mittelmeeres bei Marseille.

In der That ist Alles, was bisher zur theoretischen Begründung oder Verification einer statischen Niveaudifferenz zwischen dem atlantischen Ocean und dem Mittelmeer (d. h. einer solchen, die nicht eine Folge der Fluthen ist) angeführt wurde, — als: höherer Salzgehalt des Mittelmeeres, Differenz des mittleren Barometerstandes, Strömung in der sie verbindenden Meerenge — theils bestritten, theils völlig ungenügend, um eine auf $0,^m80$ steigende Differenz zu erklären.

Die dynamische Differenz dagegen erscheint als

eine theoretische Nothwendigkeit und wird sich zwischen allen fluthlosen und Fluthen zulassenden Meeren, sowie in verschiedenen Küstenpunkten desselben Meeres in Folge seiner Fluthen stets zeigen.

Es scheint mir daher die Ansicht Boden zu gewinnen, **dass die Niveau-Differenz des atlantischen und des Mittelmeeres überhaupt keine reelle, sondern nur eine scheinbare ist**, welche daher rührt, dass in allen Häfen an der ganzen atlantischen Küste Frankreichs die Fluth sich stets höher über das Niveau des Gleichgewichts der Gewässer erhebt, als die Ebbe unter dasselbe herabsinkt, wodurch sich das (aus der Beobachtung der Maxima und Minima als arithmetisches Mittel abgeleitete) mittlere Niveau sowohl für jeden einzelnen Hafen, als auch für das Mittel aus sämtlichen Häfen zu hoch herausstellt.

Wenn diese Ansicht die richtige ist, so muss dasjenige mittlere Meeresniveau, das aus den zur Zeit der Quadraturen eintretenden Ebbe- und Fluthhöhen abgeleitet wird, niedriger sein als dasjenige, das die bisher vorzugsweise in Betracht gezogenen Fluthen zur Zeit der Syzygien ergeben. — Ebenso muss die Bestimmung des mittleren Niveaus an stark vortretenden Vorgebirgen — wo man freilich keine Seehäfen findet — sich dem wahren statischen Niveau mehr nähern, als das für die Tiefe der Buchten (die Bai-fluthen) gewonnene.

Auch die trigonometrische Bestimmung, welche Corabœuf durch eine über die Pyrenäen gelegte Dreieckskette vornahm, führte ihn zu dem Schluss, dass eine Niveau-Differenz des biscayischen Busens und des Mittelmeeres nicht existire. — Seine Messung, deren Genauigkeit diejenige eines directen Nivellements freilich nicht erreichen konnte, schloss sich aber nicht an die Höhe

eines am Ufer stehenden Pegels an, sondern an das Niveau des offenen Meeres, wie es von einer Bergspitze aus an der Grenze des Horizonts gesehen wurde, in einer Stelle also, die immerhin viele Meilen vom Ufer entfernt war. — Das dynamische mittlere Niveau dieser Stelle konnte sich demnach in der That nicht so viel über das statische Niveau erheben, als diess an den Küsten der Fall ist. — Dieses Ergebniss bildet also eine Stütze der von uns vertretenen Ansicht, ohne mit dem neuesten Nivellement in Widerspruch zu stehen.

Das Mittelmeer erscheint sonach als ein ausgedehntes, von der Natur dargebotenes, vorzügliches **Linnimeter**, das die Schwankungen im Niveau der Meere ausgleicht und ihre wahre statische Höhe in kürzester Zeit und mit grosser Sicherheit feststellt.

Ich kann daher nicht umhin — entgegen der von Hrn. Prof. Plantamour und Hrn. Ingenieur Denzler ausgesprochenen Meinung — die Ansicht der französischen *Ingénieurs géographes* zu theilen, dass das Mittelmeer nicht nur für die Schweiz, sondern für Europa (sowie übrigens für die alte Welt überhaupt) als das richtige und gemeinsame Normal- und Fundamental-Niveau der Höhenbestimmungen sich darbiete.

Für die Schweiz vollends kommen zu dem angeführten allgemeinen noch zwei für sie speciell geltende Gründe hinzu, die bei solchen Fragen den Charakter eines entscheidenden Princips haben:

I. Den einen finde ich in der Thatsache, dass mehr als 4 Fünftheile des Umfanges der Schweiz von Staaten begrenzt sind, die entweder, wie Oestreich und Italien, durchaus auf das Mittelmeer als Basis ihrer Höhenbestimmungen angewiesen sind, oder die, wie Frankreich,

die Wahl haben zwischen beiden Merren und die, bei dieser Wahl für das Mittelmeer sich entscheidend, mit vorzüglichen (Triangulations- und) Nivellirungs-Arbeiten vorangegangen*) sind, während die Schweiz auf der

*) Seit 2 $\frac{1}{2}$ Jahrhunderten sind in verschiedenen Ländern, vorzüglich aber in Frankreich, grosse trigonometrische Vermessungen unternommen worden, welche das Verdienst dieser Nation um die geometrische Kenntniss ihres eigenen Landes sowohl als um diejenige der Erde auf die erste Stufe erheben, und welche nicht wenig dazu beigetragen haben, Frankreich während längerer Zeit par excellence zum Sitze der exacten Wissenschaften zu machen.

Nachdem Willebrord Snellius 1615 die trigonometrische Vermessung einer grösseren Distanz gelehrt hatte, verdanken wir:

1) 1669—71 der französischen Academie die Anregung zu der Gradmessung von Picard zwischen Paris und Amiens, deren zum ersten Male der Wahrheit nahe kommendes Resultat bekanntlich Newton ermuthigte, seine Untersuchungen über die allgemeine Gravitation wieder aufzunehmen.

2) Durch den franz. Minister Colbert unterstützt, unternahmen 1683 J. Dominique Cassini und De La Hire eine neue grosse Landesvermessung, welche, vorzüglich durch Colberts Tod unterbrochen, erst 1700 durch Jac. Cassini und den jüngeren de La Hire wieder aufgenommen, und 1718 vollendet wurde, und sich durch ganz Frankreich bereits von Dunkerque bis Collioure über 6 $^{\circ}$ 19' erstreckte. Das Stück nördlich von Paris ergab für die Länge eines Breitegrades 56960^{tois.}, also mehr als dasjenige südlich von Paris, für das sich 57097^{tois.} als Gradlänge ergaben. — Diess bildete den berühmten Widerspruch gegen die von Huyghens und Newton vertheidigte und durch Richers Pendelbeobachtung in Cayenne (1672) bestätigte Abplattung der Erde an den Polen. — Dieses rief

3) die abermals von Frankreich ausgehende grossartige Erdvermessung hervor, die

1735 — 45 durch Bouguer und La Condamine in Peru und

1736 u. 37 durch Maupertuis und Clairaut in Lappland

ausgeführt, die Theorie der Abplattung jeden Widerspruch überwinden machte.

4) 1740 verificirte Cassini de Thury (Enkel Dominic Cassini's) mit Lacaille die früheren Arbeiten und brachte die grosse Karte Frankreichs nahezu zur Vollendung, die 5 Jahre nach seinem 1784 erfolgten

kurzen nördlichen Grenzlinie mit 3 kleineren Staaten zusammenstösst, deren Gebiet nirgends bis zum Meere sich erstreckt, und deren bisherige Vermessungs-Arbeiten ohnehin keinen sicheren Anhaltspunkt darbieten.

II. Den andern entnehme ich einer Bemerkung, welche Hr. Ingenieur Denzler selbst gemacht hat.

Nicht nur ist es in der That das Mittelmeer, und das ebenfalls fluthlose, mit ihm zusammenhängende und durch genaue Nivellements leicht mit demselben zu vergleichende schwarze Meer, welches ausser dem Rhein alle unsere Flüsse aufnimmt: Donau-Inn, Tessin und Rhone — und letztere 2 nach kürzestem Laufe, der ein genaues Nivellement bis in unsere Berge hinein unge-

Tode dessen Sohn in 124 Blättern der National-Versammlung vorgelegt hat.

Doch blieb der Stachel einer mangelnden Uebereinstimmung der franz. Triangulation im Norden und Süden. So kam

5) unter dem Vorwande, die neue Maass-Einheit zu bestimmen, im III. Jahre der Republik, 1795, der Beschluss einer grossen neuen Gradmessung zu Stande, die schon

1792 von Delambre und Mechain begonnen, sich von Dünkirchen bis Barcellona über 9^o 40' erstreckte.

6) 1806 wurde von Biot und Arago ihre Verlängerung bis Formentera unternommen, wodurch die ganze Länge des gemessenen Bogens auf 12^o 22' gebracht wurde.

7) Die neueste französische Triangulation ist die

1818—24 unter Coraboeuf ausgeführte, an welche sich endlich

8) die erst 1860 beschlossene Nivellirung entlang den Verkehrsstrassen anschliesst, die sich, mehr durch technische Zwecke veranlasst, dennoch wiederum zur Grundlage von neuen theoretischen Gesichtspunkten gestaltet.

Gedenken wir noch der Messungen von La Caille am Cap, Le Maire's in Rom und der chinesischen unter Père Thomas, so müssen wir anerkennen, dass seit 2 Jahrhunderten die französischen Geometer und die Regierungen Frankreichs in Bezug auf ihre Beharrlichkeit und die Opfer, die sie den terrestrischen Messungen gewidmet haben, unbedingt den ersten Rang einnehmen.