

PUBLICATIONS DU BUREAU CENTRAL
DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE
SISMOLOGIE.

VERÖFFENTLICHUNGEN DES ZENTRAL-
BUREAUS DER INTERNATIONALEN SEISMO-
LOGISCHEN ASSOZIATION.

PHYSIQUE DU GLOBE
LABORATOIRE D'ANVERS
1921

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER
DIE BODENUNRUHE
MIT PERIODEN VON $4^s - 10^s$
IN EUROPA.

VON

B. GUTENBERG.

INFOLGE DES KRIEGES, VON DRUCKSCHWIERIGKEITEN UND VERLUST VON KLISCHEES
KONNTE DIESE ARBEIT (1914) ERST 1921 ERSCHEINEN.

STRASSBURG.

1921.

Inhalt.

	Seite
I. Einleitung	I
II. Geschichtliches	I
III. Material und Darstellung	II
IV. Die Periode der Bodenunruhe	
a) Der absolute Wert der Perioden	25
b) Der Zusammenhang zwischen Periode und Amplitude	25
c) Die geographische Lage der Maxima und Minima der Perioden bei verschiedener geographischer Lage der Maximalamplituden und bei verschiedener Wetterlage	27
V. Das Verhältnis der N—S- zur E—W-Komponente bei der Bodenunruhe und das Verhältnis der Horizontal- zur Vertikalkomponente	29
VI. Die jährliche und tägliche Periode der Bodenunruhe	32
VII. Die Ursache der Bodenunruhe	33
a) Beispiele mit vorwiegender Brandung im „Busen von Biskaya“ und an der Bretagne	
1. 25.—27. März 1914	34
2. 12.—13. Dezember 1911	36
3. 7. Februar 1912	37
4. 17. Januar 1912	38
b) Beispiele mit starker Brandung in England und der Nordsee	
5. 6.—18. Januar 1913	39
6. 20.—22. Februar 1908	40
7. 26.—28. Februar 1908	41
8. 2.—3. Dezember 1907	42
9. 7.—11. Dezember 1907	42
10. 29. Februar 1912	43
11. 1.—6. Dezember 1909	44
12. 17.—19. März 1913	46
c) Beispiele mit starker Brandung in Norwegen	
13. 9.—10. Februar 1907	47
14. 27.—29. Oktober 1906	47
15. 2.—9. März 1913	48
16. 6.—9. März 1906	48
17. 7.—10. Dezember 1906	49
18. 3.—11. Februar 1913	49
19. 31. Januar bis 4. Februar 1914	50
20. 1.—5. Januar 1905	52
21. 25. Januar bis 1. Februar 1905	52
d) Die Bodenunruhe an den russischen Stationen	
a) Die Perioden	53
β) Die Amplituden. Beispiele	53
1. 6.—18. Januar 1913	54
2. 3.—11. Februar 1913	55
3. 2.—9. März 1913	55
4. 17.—19. März 1913	55
5. 1. Januar bis 31. März 1914	55

	Seite
e) Beispiele von Somville	58
1. 11.—12. Januar 1913	59
2. 4.—5. November 1911	60
3. 26.—27. November 1912	60
4. 3.—4. Februar 1913	60
5. 5.—6. März 1913	60
6. 2.—9. November 1911 und 5.—10. Februar 1912	60
VIII. Die Fortpflanzung der Bodenunruhe	62
IX. Schluß	65



I. Einleitung.

Die vorliegende Arbeit will Untersuchungen über die Bodenunruhe bringen. Sie beschränkt sich nach zwei Seiten hin. Zunächst soll nur die Bodenunruhe mit Perioden von 4^s — 10^s , von Galitzin „Bodenunruhe I. Art“ genannt, behandelt werden. Außer dieser und den lokalen Störungen unterscheidet man noch die Bodenunruhe mit Perioden von 10^s — 1^m , die „Bodenunruhe II. Art“, für die zuerst Hecker die Reibung des Windes an der Erdoberfläche als Ursache nachgewiesen hat, und die „Bodenunruhe III. Art“, eine unregelmäßige Bewegung mit Perioden von 45^s bis 3^m , zu der auch die zuerst gefundene Bodenunruhe gehörte und die meiner Ansicht nach direkt oder indirekt durch den Frost verursacht wird. Die Bewegung II. Art wurde später von mehreren Seiten untersucht und das Ergebnis Heckers bestätigt. Über die Bodenunruhe III. Art ist mir keine weitere Veröffentlichung bekannt geworden. Sie trug ursprünglich die Bezeichnung „Pulsationen“, die später auf alle Arten der Bodenunruhe übergang. Außerdem sprach man, meist ohne Rücksicht auf die Art der Bewegung, von „Pendelunruhe“ (Láska), „pulsatorischen Oszillationen“ (Schneider), „mikroseismischer Unruhe“ (Schneider), „Bodenunruhe“ (Belar) und „mikroseismischen Bewegungen“. Die letztere Bezeichnung ist wohl am häufigsten in Gebrauch, ist aber nicht charakteristisch für die Erscheinung, da die Fernbebenwellen oder schwache Nahbeben auch „mikroseismische Bewegungen“ hervorrufen; dagegen liegt in dem Ausdruck „Bodenunruhe“ ein Gegensatz zu dem Wort „Erdbeben“. Die von Linke gewählte Bezeichnung „Brandungsbewegung des Erdbodens“ ist wohl zu lang.

Eine zweite Einschränkung wollen wir in bezug auf das Gebiet machen: wir wollen nur die Bodenunruhe in Europa betrachten. Aus diesem Grunde sind auch in der folgenden geschichtlichen Übersicht die Arbeiten, die sich auf andere Erdteile beziehen, nicht erwähnt.

II. Geschichtliches.

I. Vor 1900. Der erste Abschnitt der instrumentellen Erdbebenforschung ist gekennzeichnet durch Apparate, die eine verhältnismäßig geringe Vergrößerung, geringe Registriergeschwindigkeit, große Eigenperiode und keine Dämpfung besaßen. Die Aufzeichnungen dieser Instrumente ließen die sogenannten „Pulsationen“ erkennen, die nur im Winter als sägeartige Einschnitte der Kurven auftraten, Perioden von 2—3 Minuten und darüber besaßen, und von Milne 1885 in Japan, 1885/6 auf der Insel Wight, von E. v. Rebeur-Paschwitz 1892 und in den folgenden Jahren von Ehlert und Gerland in Straßburg beobachtet wurden. Bodenunruhe mit kleinerer Periode war damals wohl höchstens in besonders ausgeprägten Fällen zu finden, da die Instrumente für diese keine genügende Vergrößerung und Registriergeschwindigkeit (vielfach nur $\frac{1}{3}$ mm in der Minute) besaßen.

II. 1900—1906. Sobald man zu Apparaten mit kleinerer Eigenperiode übergang, wurden alle übrigen Arten der Bodenunruhe gefunden. Jeder Forscher diskutierte die auf

seiner Station hauptsächlich vorkommende Art der Bewegung, fast jeder erhielt andere Ergebnisse und trug so zu der verhältnismäßig umfangreichen Literatur bei. Die ersten größeren Untersuchungen, die sich sicher auf die kurzperiodische Bodenunruhe beziehen, veröffentlichten Láska, Omori und Belar in den Verhandlungen der ersten internationalen seismologischen Konferenz zu Straßburg im April 1901.

1. Láska, W., Über die Pendelunruhe. Beitr. z. Geoph., Ergänzungsbd. I, 1902, S. 209 bis 235.

Láska benutzt die Angaben eines dreifachen Horizontalpendels nach Ehlert, das in Lemberg aufgestellt war und im Januar 1901 eine Eigenperiode von 11 Sekunden im Mittel besaß. Daß es sich bei seiner Untersuchung tatsächlich um die kurzperiodische Bodenunruhe handelt, geht aus einer Fußnote hervor (S. 212), wonach er später die Schwingungsdauer der Pendel auf 10^s, 6^s und 3^s brachte, worauf das zweite Pendel die Bodenunruhe „ausgezeichnet“ wiedergab. Auf Grund des im Lemberg gesammelten Materials kam Láska zu dem Ergebnis, „daß das Festland von Skandinavien resp. die über Skandinavien lagernden steilen Minima beim Auftreten dieser Erscheinung eine ganz hervorragende Rolle spielen, während ähnliche Luftdruckverteilung bei einer anderen Lagerung über Europa die . . . Pendel in viel geringerem Maße beeinflusste.“ Er nimmt zur Erklärung dieser Erscheinung an, daß hinreichend steile Gradienten, die die russische Tafel — wie sie Sueß (Antlitz der Erde 1885, Bd. 1, S. 241) genannt hat — etwa um die Gegend des Rigaschen Meerbusens überlagern, „eine Lageänderung derselben verursachen, welche sich auch in Lemberg bemerkbar machen muß. Geht nun gar ein steiles barometrisches Minimum über dieses Gebiet, so wird diese Tafel in quasi elastische Schwingungen geraten, welche eben die Ursache der Pendelunruhe sind. Dieselbe Wirkung wird auch durch steile, stark wechselnde Gradienten hervorgebracht.“ Hiernach „dürfte es nicht schwer sein, die Tatsache zu erklären, daß die Pendelunruhe am häufigsten in den Wintermonaten sich einstellt“. „Von der geologischen Unterlage der Station wird es dann abhängen, ob und in welcher Stärke die Unruhe auftreten wird. Wesentlich ist, daß ein großer Teil des Gradienten und insbesondere das Minimum, über dem Festlande und nicht über dem Meere liege, weil die innere Reibung der Wassermassen die Wirkungen schon in verhältnismäßig kleiner Tiefe vollkommen aufhebt.“

Wir sehen, daß Láska bereits Tatsachen angibt, über die hinaus man bis heute noch nicht weit gekommen ist, und die heute zum Teil noch angezweifelt werden. Aber noch mehr, er sagte sich, daß die Bodenunruhe über größeren Gebieten gleichzeitig auftreten müsse, wenn seine Ansicht richtig sei, und findet dies bestätigt. Er macht im Text folgende Angaben:

„Am 21.—23. Januar [1901] finden wir . . . eine tiefe Depression im Norden Skandi-naviens. . . . Der Maximalunterschied zwischen Maximum und Minimum beträgt 55 mm! . . . Tatsächlich verzeichnen alle Stationen eine ziemlich starke Unruhe, deren Maxima wie folgt sich darstellen:

Lemberg	17 ^h —18 ^h , 10 mm
Triest	17 —18, 11 „
Kremsmünster	15 —16, 15 „
Hamburg	15 —16, 41 „
Straßburg	15 —16, 33 „

Natürlich ist die Stunde nur als Näherungswert der Zeit zu betrachten, da die Zahlen der Millimeter die größten Amplituden der betreffenden Stundenintervalle angeben.

Die Unruhe hält fast bis zu Ende des Monats an. Um Mitternacht zwischen 25. und 26. Januar erreicht sie ein zweites Maximum:

Lemberg	22 ^h —23 ^h , 4 mm
Triest	22 —23 , 10 „
Kremsmünster	23 —24 , 9 „
Hamburg	2 —3 ? , 14 „
Straßburg	23 —24 , 20 „

. . . Die Wetterverhältnisse sind jenen vom 21. bis 23. Januar analog, doch die Differenz zwischen Maximum und Minimum des Barometerstandes beträgt nur 35 mm. . . Die geringere Intensität der Unruhe findet darin ihre Erklärung.“ Nach diesen beiden Fällen kann man „behaupten, daß, wenn eine analoge Situation eintritt, eine ähnliche Folge sich einstellen wird. Die Durchsicht der hiesigen [Lemberger] Beobachtungen während der beiden Winter 1900 und 1901 bestätigt vollkommen diese Ansicht“.

Láska stellt weiterhin die Behauptung auf: „Lokale Winde sind . . . auf gut fundierte . . . Horizontalpendel fast ohne Einfluß.“ Er fand selbst bei Orkanen, welche Kamine umwarfen, nicht die hier behandelte Bodenunruhe.

Der weitere Teil des Vortrages befaßt sich hauptsächlich mit der Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen magnetischen und seismischen Erscheinungen. Als Anhang gibt Láska eine Reihe von Tabellen, in denen sowohl stündliche Maximalwerte wie tägliche Mittelwerte der 5 oben erwähnten Stationen benutzt werden, um das gleichzeitige Wachsen und Abnehmen der Bodenunruhe für mehrere Beobachtungsorte zu zeigen.

Im Verhältnis zu dieser Arbeit, in der Láska erfolgreich fast alle Fragen der Bodenunruhe behandelte, die er auf Grund der damaligen Aufzeichnungen überhaupt untersuchen konnte, traten die übrigen Vorträge der Verhandlungen, soweit sie die Bodenunruhe betreffen, zurück.

2. Belar, A., Erdbebenbeobachtungen an der Laibacher Erdbebenwarte (Wie 1, S. 313 bis 331).

Bei der Einteilung der Aufzeichnungen der Laibacher Warte gibt Belar als Gruppe II b an: „Meteorologische Einflüsse aus der Ferne, wahrscheinlich Sturmwind und Seestürme, welche in der Regel tagelang an den Instrumenten verfolgt werden können.“ Eine zweite Angabe macht er hierüber S. 322:

„Am 10. Februar [1900] zeichnete . . . der Kleinwellenmesser von 8 Uhr früh bis 11 Uhr nachts regelmäßige Störungsbilder, wie solche . . . von orkanartigen örtlichen Winden hervorgerufen werden; nun war aber an diesem Tage die Luft in Laibach nur sehr mäßig bewegt, die Ursache war daher weiter auswärts zu suchen.“ Aus verschiedenen Berichten „geht deutlich hervor, daß am 10. Februar ein großer Teil der Südküste und Westküste von Europa einem heftigen Seegang und Sturmwind ausgesetzt war, welcher sich auch auf die weite Distanz nach Laibach auf den empfindlichen Instrumenten der Warte eingezeichnet hat. In der Tat beobachteten an diesem Tage Sturmwind-Aufzeichnungen auch andere Warten in Europa“. Leider machte Belar damals über seine Vermutungen, die wohl der Wirklichkeit sehr nahe kamen, keine weiteren Angaben.

Eine weitergehende Hypothese stellte Wiechert in den Verhandlungen der 2. internationalen seismologischen Konferenz im Juli 1903 zu Straßburg auf (Beiträge z. Geophysik, Ergänzungsbd. 2, 1904, S. 62). Er vertrat die Ansicht, daß die Bodenunruhe durch die rhythmischen Bewegungen der durch Brandung getroffenen Meeresküste verursacht wird. Er dachte hierbei hauptsächlich an die Brandung an Steilküsten. Auf Anregung von Omori und Wiechert wurde schließlich eine Spezialkommission zur Untersuchung der Bodenunruhe eingesetzt.

3. Mazelle, E., Die mikroseismische Pendelunruhe und ihr Zusammenhang mit Wind und Luftdruck. Mitt. d. Erdbeben-Kommission d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Neue Folge, XV, Wien 1903.

Mazelle benutzte für seine Arbeit die Aufzeichnungen eines dreifachen Rebeur-Ehlert-schen photographisch registrierenden Horizontalpendels zu Triest. Er las die maximale Breite der Kurve, die an ruhigen Tagen 0,9 mm betrug, für die Monate Januar—April und Oktober—Dezember für jede Stunde ab. „Die fünf Sommermonate Mai bis September zeichnen sich durch fast gänzlich fehlendes Fehlen einer mikroseismischen Pendelunruhe aus.“ Hiernach dürften sich wohl seine Untersuchungen tatsächlich auf die kurzperiodische Bodenunruhe bezogen haben. Er fand zunächst eine schwache tägliche Periode, das Maximum der Bewegung war im Januar mittags und trat in den folgenden Monaten immer früher auf. Hierauf wird weiter unten noch näher eingegangen werden. Er untersuchte weiterhin, welche meteorologischen Elemente die Ursache der Bodenunruhe sein könnten und fand an zahlreichen Beispielen für Triest:

Luftdruck. „Ein direkter Zusammenhang zwischen der Pendelunruhe und dem im Beobachtungsorte selbst herrschenden Luftdrucke läßt sich schwer nachweisen.“

Wind. Man ersieht „wohl einen gewissen Parallelismus zwischen beiden Erscheinungen, derart, daß einem stärkeren Winde größere mikroseismische Bewegungen entsprechen, doch kommen immer noch Fälle vor, wo bei großer Windgeschwindigkeit eine sehr schwache Pendelunruhe zu bemerken ist, während andererseits starke Pendelunruhe fast mit Windstille verbunden erscheint“.

Wetterlage. Die Luftdruckminima sind „an mikroseismisch bewegten Tagen mit größerer Wahrscheinlichkeit im Westen, Südwesten und Süden Europas vorzufinden als an mikroseismisch ruhigen Tagen“.

Seegang. Dem Seegang in der Adria kann nur eine sekundäre Rolle zugewiesen werden.

Luftdruckänderung und Luftdruckdifferenz. Es „entspricht in allen Monaten — ohne Ausnahme — jeder Zunahme der mikroseismischen Pendelunruhe auch eine größere Luftdruckänderung [in einem größeren Gebiet Europas. Verf.], doch gibt es umgekehrt Fälle, an welchen bei einer größeren Luftdruckdifferenz nicht immer eine größere mikroseismische Bewegung zu bemerken ist, doch sind an diesen Tagen . . . meistens die Gradienten schwach oder in Abnahme begriffen und die . . . Windstärken zu Triest stets klein“. „Wenn wirklich . . . jede größere Luftdruckänderung eine Bodenbewegung mit sich bringt, so müßte die davon abhängige Pendelunruhe auch an anderen Orten gleichzeitig zur Beobachtung gelangen.“ Mazelle vergleicht daher die Bodenunruhe in Triest mit der in Straßburg und findet für 1899 folgende Maxima der Bewegung (in mm):

		Straßburg	Triest		Straßburg	Triest
I.—3.	I.	20 mm	5.1 mm	3. X.	5 mm	1.3 mm
11.—12.	I.	8 „	2.3 „	20.—21. X.	7 „	1.4 „
	II.	12 „	3.2 „	1. XI.	8 „	2.1 „
4.—5.	II.	20 „	6.8 „	9.—10. XII.	15 „	3.0 „
	II.	20 „	1.4 „	14.—15. XII.	15 „	3.0 „
9.—10.	III.	10 „	3.0 „	19.—21. XII.	10 „	3.2 „
	III.	7 „	2.4 „	24. XII.	8 „	2.6 „
	IV.	20 „	6.4 „	28.—31. XII.	10 „	3.4 „
	IV.	5 „	— „			

„Wir ersehen daraus, daß an allen Tagen, an welchen zu Straßburg Maxima der Pendelunruhe beobachtet wurden, auch gleichzeitig Maxima in Triest stattfinden. . . . Eine einzige Ausnahme bildet . . . der 26. April, . . . doch ist gerade für diesen Tag eine . . . Luftdruckzunahme von 11 mm zu Grisnez“ vorhanden.

Als Anhang gibt Mazelle seine Ablesungen und eine graphische Zusammenstellung derselben mit der Größe der Gradienten und der Luftdruckänderung. Auch in dieser Arbeit sind die Ergebnisse sehr reichhaltig, besonders wenn man die Mängel der benutzten Registrierungen (1899) berücksichtigt.

4. Angenheister, G., Bewegungen nicht seismischen Ursprungs. 1905.

5. Zoeppritz, K., Mikroseismische Bewegungen. 1906.

Beide Abhandlungen, die sich in den „seismischen Registrierungen in Göttingen“ für 1905 bzw. 1906 befinden, suchen die Hypothese von Wiechert zu stützen. Beide halten den ursächlichen Zusammenhang zwischen der Brandung, besonders in Norwegen, und der Göttinger Bodenunruhe für sicher. Zoeppritz erklärt auftretende Fehler durch die willkürliche Schätzung des Seeganges. Er fand fast stets Bodenunruhe, wenn eine Depression vom atlantischen Ozean sich näherte. Beide Arbeiten bringen kein größeres Material.

Den Beschluß der Epoche bildet eine Abhandlung von Belar, die zu den früheren Ergebnissen nichts Bemerkenswertes hinzufügt:

6. Belar, A., Die Bodenunruhe. Beilage zu „Die Erdbebenwarte“, VI, 1. Nov. 1906.

III. Von 1906 ab. Dieser Zeitabschnitt wird eingeleitet durch

7. Hecker, O., Seismometrische Beobachtungen in Potsdam. Veröffentlichungen des Kgl. preuß. geodät. Instituts, 29, 1906.

Wie schon oben erwähnt, war man bis 1906 stets von der Ansicht ausgegangen, es gäbe nur eine Art von Bodenunruhe. Man konnte an den meisten Stationen auch wohl kaum mehrere Arten sicher unterscheiden, da bei der meist geringen Registriergeschwindigkeit eine Periodenmessung an vielen Stationen nicht möglich war. Bei den optisch registrierenden Pendeln (z. B. bei Mazelle (3) ¹⁾) zeigte sich die Bodenunruhe als eine Verdickung der Linie, bei anderen als zu- und abnehmende Schwingungen des ungedämpften Pendels mit Eigenperiode. Dazu kam, daß öfter Teile der Pendel aus irgendwelchen Anlässen in Eigenschwingungen geraten zu sein schienen; Láska z. B. unterschied zwischen „habituellem“ Empfindlichkeit der Pendel und „akzidenteller“ Unruhe ((1) S. 233). Nach und nach wurde nun auf die Ergebnisse Wiecherts hin mehr und mehr Dämpfung eingeführt, so daß der Einfluß der Apparatkonstruktion fast aufgehoben wurde, andererseits stellte Hecker die verschiedenen Arten der Bodenunruhe fest, so daß von nun an tatsächlich der gleiche Gegenstand an den verschiedenen Stationen behandelt und verglichen wurde.

Hecker untersuchte für Potsdam, soweit die hier vorliegende Art der Bewegung in Betracht kommt, die Abhängigkeit der Bodenunruhe von meteorologischen Faktoren. Er fand, daß alle lokalen Elemente (lokale Luftdruckänderung, der lokale Gradient, der lokale Wind, Temperaturänderungen) keinen Einfluß auf die Bewegung besitzen. Auf Grund seines umfangreichen Materials (für 1904 und 1905), das in Tabellen niedergelegt ist, kam er ferner zu dem Ergebnis, daß auch der Seegang keinen großen Einfluß auf die Bewegung besitzt, daß vielmehr große Luftdruckdifferenzen über Europa die Bodenunruhe verursachen. Er schränkte allerdings später dieses Ergebnis ein, da die Aufzeichnungen von Potsdam, die er benutzte, von einem schwach gedämpften älteren Apparate herrührten,

¹⁾ Eingeklammerte Zahlen beziehen sich auf die Literaturangaben in diesem Kapitel.

nämlich einem Horizontalpendel nach v. Rebeur-Paschwitz mit der Dämpfung $\varepsilon = 2\frac{1}{2}$. Für den Winter ergaben sich im Mittel folgende Beziehungen zwischen der Luftdruckdifferenz D über Europa und der Bodenunruhe (B):

D mm	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
B μ	0.4	0.9	0.9	1.8	2.1	3.2	2.8	5.2 ¹⁾	4.0 ¹⁾	10.3 ¹⁾
Fälle	16	49	66	72	67	38	24	19	7	3

Es besteht also in der Tat ein ausgesprochener Parallelismus.

Im September 1907 fand im Haag die I. Generalversammlung der internationalen seismologischen Assoziation statt. Auf dieser wurde auch die Bodenunruhe wieder behandelt. So sprach Klotz die Vermutung aus, daß eine Abhängigkeit der Bodenunruhe von geologischen Verhältnissen vorhanden sei; ferner teilte Wiechert mit, daß er einen Vergleich der Bodenunruhe in Göttingen mit Wellenzählungen, die er an einem Leuchtturm an der norwegischen Küste hatte ausführen lassen, versucht hatte, ohne daß sich ein greifbares Ergebnis gezeigt hätte.

8., 9., 10. Galitzin, Fürst B., Seismometrische Beobachtungen in Pulkowa, 1908; Zweite Mitteilung, 1909; Über mikroseismische Bewegung, 1909. Comptes rend. des séances de la commission sismique permanente, St. Petersburg, III. 1. 1908 bzw. III. 2. 1909 und X. 2. 1909.

Die Arbeiten Galitzins beziehen sich nur zum Teil auf die hier vorliegende Art der Bewegung. Das bedeutendste Ergebnis, das fast gleichzeitig und unabhängig von ihm Schneider für Wien veröffentlichte (II), ist die Beobachtung, daß die Periode der Bewegung im allgemeinen mit der Amplitude wächst.

Auch Galitzin untersuchte den Einfluß von meteorologischen Faktoren auf die Bodenunruhe. Insbesondere ließ er seine Instrumente in einem luftverdünnten Raume arbeiten, ohne daß hierdurch das Ergebnis geändert worden wäre, soweit die kurzperiodische Bewegung in Betracht kommt. Galitzin fand große Bodenunruhe I. Art bei starkem Wind in den nördlichen Gewässern.

11. Schneider, R., Über die pulsatorischen Oszillationen (Mikroseismische Unruhe) des Erdbodens im Winter 1907/1908 in Wien. Mitt. d. Erdbeben-Kommission d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Neue Folge, XXXV, Wien 1909.

Schneider benutzte zu seinen Untersuchungen die Wiener Aufzeichnungen eines 1000 kg-Pendels nach Wiechert, die er für die Monate Dezember 1907 bis Mitte März 1908 dreimal täglich ablas. Wie schon oben erwähnt, stellte auch er sofort den Zusammenhang zwischen der Periode und Amplitude der Bewegung fest. Er fand weiter, daß die Vertikal-komponente in Wien wesentlich kleiner ist, als die horizontale. Auf der Suche nach der Ursache der Bewegung kam er zu der Überzeugung, daß der Hypothese Wiecherts die größte Wahrscheinlichkeit zukommt. Lokaler Luftdruck und lokaler Wind sind nach seinen Beobachtungen bedeutungslos für die Bodenunruhe, dagegen stellte er den Satz auf: „Starke Winde verursachen Zunahme der Oszillationen, aber nur dann, wenn sie gegen die Küste wehen und so einen starken, gegen die Küste gerichteten Seegang verursachen können.“ Er gibt hierfür Beispiele an. Bei der Untersuchung, ob Änderungen des Luftdruckes über Europa einen Einfluß haben, „ergeben sich keine positiven Resultate“. Schneider sucht weiterhin in physikalisch nicht ganz einwandfreier Weise die wahre Bodenbewegung eines Bodenteilchens während einer Minute zu bestimmen und findet, daß zwei Richtungen vorherrschen. Auch für Hamburg und Straßburg kommt er

¹⁾ Diese Zahlen dürften die Mängel des alten Pendels beweisen, da bei dem ganzen benutzten Material 1911—1914 des Wiechertpendels in Potsdam nie Horizontalamplituden von über 4 μ vorkamen.

zu ähnlichen Ergebnissen. Schließlich macht er noch auf die „Schwebungen“ aufmerksam, die in Wien vorwiegend Perioden von 1.0, 1.5, 2.2 und 3.0 Minuten besitzen.

12. Willip, J., Über die mikroseismische Bewegung nach den Aufzeichnungen der Pulkowaer seismischen Station. St. Petersburg, Kais. Akad. d. Wiss. Comptes rend. de la comm. sismique permanente, 3. III. 1910.

Auf Grund eines umfangreichen Materials bestätigt Willip die Ergebnisse des Fürsten Galitzin (8—10). Er findet für Pulkowa Parallelismus zwischen der Bodenunruhe und dem Wind auf den westlichen Gewässern, den er mangels näherer Brandungsangaben benutzt.

13. Gutenberg, B., Die seismische Bodenunruhe. Inauguraldissertation Göttingen 1911; Beitr. z. Geophysik. XI. 1912. (Vorl. Mitteilung: Phys.-Zeitschr. 11. 1910. S. 1184.)

Es wird zunächst das Ergebnis Mazelles, daß an Tagen mit starker Bewegung im Januar ein schwaches Anschwellen der Bewegung um Mittag stattfindet, bestätigt und auch der Zusammenhang zwischen Perioden und Amplituden für Göttingen gefunden. Sodann wird gezeigt, daß bei wachsender Bodenunruhe in Göttingen auch die entsprechenden Werte an anderen Stationen zunehmen. Da diese Tabellen im Rahmen der vorliegenden Arbeit von Interesse sind, sollen sie hier wiedergegeben werden:

Tabelle 1.

Vergleich zwischen den Amplituden A_N verschiedener Stationen und den gleichzeitigen Amplituden in Göttingen (in μ).

Göttingen	0—0.3	0.4—0.6	0.7—1.0	1.1—1.5	1.6—2.0	2.1—5.0
Clausthal	0.00 (41)	0.00 (16)	0.04 (14)	0.23 (10)	0.14 (14)	0.43 (4)
Hamburg	1.5 (252)	5.0 (40)	5.6 (13)	6.0 (10)	9.2 (9)	11.2 (4)
Leipzig	0.29 (537)	0.39 (57)	0.48 (61)	0.51 (50)	0.64 (26)	1.04 (17)
Potsdam	0.2 (181)	0.9 (42)	2.0 (52)	2.0 (42)	2.9 (16)	5.2 (11)
Pulkowa	1.6 (76)	2.1 (9)	2.9 (22)	2.7 (14)	3.5 (12)	3.8 (5)
Upsala	0.23 (64)	0.57 (30)	0.79 (17)	1.09 (16)	1.06 (9)	1.46 (11)
Wien	0.76 (33)	1.23 (7)	1.62 (20)	1.81 (15)	2.67 (10)	3.00 (3)

Tabelle 2.

Vergleich zwischen den Perioden verschiedener Stationen und denen in Göttingen (in Sekunden).

Göttingen	4	5	6	7	8	9
Clausthal	— (0)	6.0 (2)	6.3 (4)	6.4 (12)	7.0 (7)	— (0)
Hamburg	5.2 (48)	5.6 (111)	5.7 (63)	6.0 (16)	6.8 (11)	— (0)
Leipzig	5.3 (37)	5.9 (117)	6.3 (205)	6.4 (101)	7.1 (28)	8.0 (2)
Potsdam	6.5 (2)	6.8 (21)	7.1 (78)	7.5 (62)	8.3 (19)	9.0 (1)
Wien	4.7 (2)	5.2 (18)	6.1 (37)	6.8 (19)	7.6 (11)	— (0)

Tabelle 3.

A_N	Dezember 1907						Dezember 1907				
	6.	7.	8.	9.	10.	11.	20.	21.	22.	23.	24.
Göttingen	0.3*	0.9	0.7*	3.1	0.7	0.2*	1.1	0.7*	1.3	1.3	0.7
Leipzig	0.3*	0.5	0.3*	1.4	1.0	0.3*	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
Potsdam	1.0*	1.5	1.0*	6.0	3.0	—	2.5	1.5*	2.5	2.5	1.5
Wien	1.3*	2.0	1.4*	4.6	2.0	0.6*	2.0	1.4*	1.6	2.0	1.2*

„Hiernach und nach Tabelle 1 folgt . . . , daß die hier vorliegende Bodenunruhe . . . keine lokale Ursache hat.“ Für die weiteren Untersuchungen, die in Tabellenform wiedergegeben wurden, sind die Aufzeichnungen des Göttinger 1200 kg-Pendels nach Wiechert für die Zeit vom 1. III. 1906 bis 28. II. 1910 zugrunde gelegt. Als Ursache der Bodenunruhe kommen hiernach für Göttingen nicht in Betracht: Die Größe der Luftdruckdifferenz über Europa, Luftdruckänderung (lokal und über größeren Gebieten), Geschwindigkeit der Depression, Wind in Göttingen. Dagegen ergab sich, daß in erster Linie bei Depressionen über Skandinavien, weniger ausgeprägt auch bei solchen über Island und der Nordsee, die Bodenunruhe besonders stark war, und daß große Amplituden bei starkem Wind gegen die norwegischen Küsten auftraten. Nach Untersuchung des Einflusses der Brandungen ergibt sich, „daß die Brandung, wie Wiechert vermutete, die Hauptursache der kurzperiodischen Bodenunruhe ist, und daß für Deutschland . . . besonders die Brandung des südlichen Teiles der Westküste von Norwegen in Betracht kommt.

14. Hecker, O., Ergebnisse der Beobachtung der mikroseismischen Bewegungen an den europäischen Stationen an vier Tagen des Winters 1911/12. Mitteilungen des Zentralbureaus der intern. seismol. Assoziation I, 1913, Nr. 2.

In dieser Abhandlung, die ebenso wie (21) zu den Grundlagen der späteren Kapitel der vorliegenden Arbeit gehört, sind „entsprechend dem auf der Konferenz der Intern. Seism. Assoziation in Manchester gefaßten Beschlusse . . . die Ergebnisse der mikroseismischen Beobachtungen von 20 Stationen an 4 Tagen des Winters 1911/12 zusammengefaßt“. Es sind zunächst Angaben über die vorherrschende Schwingungsrichtung gemacht, dann folgen die wertvollen Angaben über die Größe der Bewegung an den verschiedenen Stationen für die 4 Termine von 3 zu 3 Stunden, die durch graphische Darstellung übersichtlich gemacht werden, es folgen dann ein Vergleich zwischen der Unruhe in Eskdalemuir und Messung der Meereswellenhöhe und -Periode an der Ostküste Englands, der aber zu keinem Ergebnis führt, ferner Angaben über den Zusammenhang zwischen Periode und Amplitude der Bewegung, während eine Zusammenstellung der meteorologischen Daten während der ganzen Beobachtungsdauer, die zum Teil in Wetterkarten eingetragen sind, den Schluß der Arbeit bildet.

Wir haben hier die erste Arbeit eines neuen Abschnittes der Forschung über Bodenunruhe vor uns: Nicht mehr eine einzige Station wird betrachtet, sondern die Ergebnisse mehrerer Stationen werden mit allen ihren Einzelheiten benutzt. Die entsprechende Veröffentlichung des folgenden Jahres (21) sowie die vorliegende Arbeit bilden die Fortsetzung hierzu. Die folgenden Abhandlungen gehören noch zur alten Epoche, weswegen von der Einführung einer weiteren Einteilungsgrenze („1906—1914“ bzw. „Von 1915 ab“) abgesehen wurde.

- 15) Meißner, O., Über den Zusammenhang der mikroseismischen Bewegung mit meteorologischen Faktoren. Beitr. z. Geophysik XIII, 1914, S. 204—209.

Meißner benutzt die im Jahre 1913 in Potsdam registrierten mikroseismischen Bewegungen. Er vergleicht zunächst die Größe der Bodenunruhe mit dem Seegang in Skudenes. Es „steigt in der Tat mit zunehmendem Seegang in Skudenes auch die Intensität der mikroseismischen Bewegung in Potsdam, . . . aber wenn auch ein paralleler Gang beider Erscheinungen mit Sicherheit festzustellen ist, so ist doch ein ursächlicher Zusammenhang beider Erscheinungen kaum anzunehmen wegen der sehr großen . . . hervortretenden Streuung“. Hiermit meint Meißner jedenfalls in erster Linie die Fälle, in denen große Bewegung bei kleiner Brandung vorkam. Er findet auch zwischen Wind und Bodenunruhe Parallelismus. „Ein Zusammenhang mit der Größe der Luftdruckdifferenz über Europa ist nicht vorhanden. Was den örtlichen Gradienten des Luftdruckes betrifft, so ist bemerkenswerterweise nicht so sehr seine Größe als seine Richtung von Bedeutung“ (Tabelle 4).

Tabelle 4.

MsB. μ	Richtung des örtlichen Gradienten (Potsdam).								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	unbestimmt
	1.29	0.98	0.60	0.67	0.62	1.33	0.98	1.20	0.60
Zahl der Fälle	54	28	5	3	4	18	20	34	15

Er findet ferner, daß ein Zusammenhang mit der Höhe der isallobarischen Maxima (Gebiet starker positiver Luftdruckänderung) und Minima auf der Nordsee vorhanden ist, dagegen konnte er keinen Zusammenhang mit Frost feststellen. Zum Schluß zeichnet er die mittlere Luftdruckverteilung an 10 Tagen mit starker mikroseismischer Bewegung (im Mittel 2.9μ) und an 10 Tagen ohne solche. Bei fehlender mikroseismischer Bewegung ist schwaches Luftdruckgefälle von Deutschland (768 mm) nach Island (750 mm), die Isobaren laufen parallel der Küste, an Tagen mit starker Bewegung ist im Mittel starkes Luftdruckgefälle von der Schweiz (770 mm) nach dem Meer zwischen Island und Norwegen (740 mm), die Isobaren laufen senkrecht zur Küste.

16. Somville, O., Contribution a l'étude des mouvements microsisimiques, Observatoire Royal de Belgique, Brüssel 1914.

Somville benutzt Aufzeichnungen, die ein 1000 kg-Pendel nach Wiechert in den Monaten Oktober—März 1909—1913 in Uccle geliefert hatte. Er gelangt zu dem Ergebnis, daß auch für Uccle Parallelismus zwischen der Größe des Seegangs in Norwegen und Ost-England einerseits und der Bodenunruhe andererseits vorhanden ist, daß aber auch die Luftdruckdifferenz, die auf einer Kreisfläche um Uccle mit einem Radius von etwa 1300 km vorhanden ist, als Ursache in Betracht kommt. Nach Behandlung von mehreren Beispielen, auf die im Kapitel VI eingegangen werden soll, gelangt er zu dem Ergebnis, daß der Zusammenhang zwischen Brandung und Bodenunruhe nur sekundär und eine Folge der Abhängigkeit der Bodenunruhe von der Luftdruckdifferenz ist. Auch für Hamburg, Göttingen, Potsdam, Pulkowa und Graz sucht er dieses Ergebnis zu bestätigen, wobei er zum Teil auf verschiedene der oben zitierten Arbeiten zurückgreift. Eine Angabe in dem Abschnitt „Göttingen“ bedarf der Richtigstellung. Somville sagt (S. 32):

„Gutenberg reconnaît avoir trouvé aussi quinze cas défavorables a la relation entre les microsismes enregistrés à Goettingue et les vagues des côtes norvégiennes.“

Die entsprechende Stelle lautet (13) S. 29, daß nach Einführung des Wertes $B = \sqrt{\frac{n^2 + 2m^2 + 3s^2}{6}}$ (wobei n, m, s den Seegang von Bodö bzw. Christiansund und Skudenes bedeuten), „wenn man von den zuerst erwähnten drei Tagen absieht, stets bei großem B auch starke, bei kleinem B schwache oder keine Bodenunruhe vorhanden ist“.

Schließlich vergleicht Somville für 2 Perioden von mehreren Tagen die Bodenunruhe an einigen Stationen und sucht die Ergebnisse nach seiner Theorie an Hand von Wetterkarten zu erklären. Auch diese Beispiele werden später zitiert werden.

17., 18. Pechau, Über mikroseismische Bewegung. Physikal. Zeitschr. 15, 1914, S. 415 und 16, 1915, S. 88.

Pechau gibt in der ersten Arbeit eine vorläufige Mitteilung über Untersuchungen, die er in Jena angestellt hat. Er hält die Bodenunruhe für „eine rein lokale Erscheinung, die durch Windwogen hervorgerufen wird“. „Die mikroseismische Bewegung ist von der Temperatur abhängig“, und er weiß nicht, ob er die Veränderungen der Periode und Amplitude im Laufe eines Jahres den „Luftdruckschwankungen allein“ oder auch der „Veränderung der Elastizität der obersten Erdschichten durch Frost“ zuschreiben soll.

In der zweiten Mitteilung beruft er sich auf Somville (16), findet aber, daß schnelle Luftdruckschwankungen die Bodenunruhe hervorrufen.

19., 20. Gutenberg, B., Über mikroseismische Bodenunruhe. Physikal. Zeitschr. 15, 1914, S. 591 und 16, 1915, S. 285.

Die Mitteilungen bilden Erwidern auf die entsprechenden Angaben Pechaus (17, 18), in der ersten wird nochmals darauf hingewiesen, daß bei der Bodenunruhe in Göttingen „extreme Fälle von Brandungen an kleineren Steilküsten (z. B. Bretagne¹⁾, Britische Inseln) sich ebenfalls bemerkbar machen“ (nach (13), S. 31); in der zweiten werden bereits die ersten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit den Figuren 94 bis 102 angegeben und gefolgert: „Eine lokale Ursache kommt jedenfalls als primäre Ursache der . . . mikroseismischen Bodenunruhe nicht in Betracht.“

21. Hecker, O., Ergebnisse der mikroseismischen Bewegungen an den europäischen Stationen während des Winters 1912/13. Mitteilungen des Zentralbureaus der internat. seismol. Assoziation II, 1915, Nr. 1.

Für die Zusammenstellung lag „hauptsächlich die Absicht vor, zu ermitteln, wie sich die Unruhe an einer größeren Reihe besonders bemerkenswerter Tage zu denselben Zeiten verhält“. Die Größe der Amplituden und Perioden ist für 4 Reihen von Tagen zahlenmäßig und graphisch gegeben. Eine Untersuchung der Azimute der Bewegung ergibt im allgemeinen keine vorherrschende Komponente. „Bemerkenswert ist jedoch, daß in Upsala und in Pulkowa die Bewegung stärker in ostwestlicher Richtung ist, während besonders in De Bilt und Cartuja umgekehrt eine stärkere Bewegung in der nordsüdlichen Richtung aufgezeichnet ist.“ Aus einer Übersicht über die Größe der Bodenunruhe an den Stationen, die nach dem Untergrund geordnet sind, ergibt sich, daß weniger die Art des Untergrundes, als die geographische Lage und die geotektonischen Verhältnisse die Stärke der an den einzelnen Stationen auftretenden mikroseismischen Bewegungen beeinflussen.“ Der Zusammenhang der Periode und Amplitude wird für die benutzten Stationen untersucht. „Es fällt sofort auf, daß an den Stationen, an denen die mikroseismische Unruhe besonders groß ist, die Periode durchaus nicht in dem Maße mit dem Anwachsen der Amplitude steigt, wie an den meisten anderen Stationen.“ „Wenn man sich die Amplitude auf den Ausschlag 0 reduziert denkt, so ergibt sich bei Annahme eines linearen Zusammenhangs zwischen Amplitude und Periode . . . , daß die Periode etwa um 5.5^s herum liegt.“

22. Hecker, O., Versuche zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Bodenbewegung bei der mikroseismischen Unruhe. Mitteilungen des Zentralbureaus der internat. seismol. Assoziation II, 1915, Nr. 2.

Es wurde hier zum ersten Male der Versuch gemacht, die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der Bodenunruhe auf kleineren Gebieten festzustellen. Die Vorversuche, die mit zwei gleichen Instrumenten unternommen wurden, ergaben, daß bei einer Entfernung der beiden Instrumente von fast 500 m die Wellen noch fast gleichzeitig mit ihren Einzelheiten auftreten. Auch bei einer Entfernung von 2.4 km ergab sich noch eine große Übereinstimmung der beiden Aufzeichnungen, doch gelang es nicht, Zahlenwerte für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Bodenunruhe anzugeben, da die Bewegung abflaute und diese Untersuchungen an das Auftreten von starken Wellen in einer Komponente gebunden sind.

¹⁾ Im Original steht versehentlich „Normandie“ statt „Bretagne“.

III. Material, Darstellung.

Die Hauptgrundlage für das Material der Bodenunruhe, auf das sich die vorliegende Arbeit stützt, bilden die im vorigen Kapitel erwähnten Zusammenstellungen von Hecker (14, 21), zu denen dann noch Material für den Winter 1913/14 hinzutrat. Eine größere Anzahl von Stationen war um die Aufzeichnungen für die Zeit vom 31. Januar bis 4. Februar und vom 25. bis 28. März 1914 gebeten worden. In den eingesandten Diagrammen habe ich die sechs größten Amplituden innerhalb 5 Minuten vor und nach allen geraden Stunden abgelesen und die wahre Bodenbewegung, die dem Mittel entspricht, berechnet. Die Ergebnisse sind in den Beispielen 1 und 19 für eine Reihe von Zeitpunkten mitgeteilt, die Angabe aller Messungen findet sich in den Tabellen 5 und 6. Für Beispiel 19 wurde für die ungeraden Stunden das Mittel der vorhergehenden und folgenden geraden Stunde benutzt. Im einzelnen ist noch zu bemerken: Bei dem Material 1911/12 und 1912/13 zeigen sich bei den Angaben von Breslau derartige Unterschiede, daß von deren Benutzung abgesehen wurde. Bei dem Material von 1914 wurden die Angaben der Stationen Feldberg (Taunus) und Heidelberg vielfach als unsicher bezeichnet, weil die beiden Komponenten Differenzen zeigen, die wenig Wahrscheinlichkeit besitzen, ebenso die Angaben bei Nördlingen wegen der geringen Größe der Bewegung auf den Bogen und bei Zürich wegen der geringen absoluten Größe. Die Angaben von Neuchâtel, wo geringe Bodenunruhe und eine kleine Vergrößerung ($V = 50$) zusammentrafen, wurden überhaupt nicht benutzt. Bei den Bogen von Makejewka fehlten leider Konstantenangaben. Es sind deswegen die direkten Messungen in Millimetern angegeben. Da die Perioden sich in den beiden untersuchten Zeiträumen nur wenig änderten, ist am Schlusse bei jeder Station unter T die mittlere Periode während des Maximums der Bewegung mitgeteilt.

Bei einer größeren Anzahl von Beispielen ist Material verwandt worden, das Herr Professor Hecker aus den Jahren 1906—1909 gesammelt und für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellt hat. Es handelt sich durchweg um stündliche Ablesungen, wobei jedesmal für eine Reihe von Minuten alle Wellen ausgemessen und die Amplituden ermittelt wurden. Schließlich wurden vereinzelt Zahlenwerte aus Berichten sowie aus früheren Arbeiten benutzt.

Die meteorologischen Angaben sind den Wetterberichten „Der Deutschen Seewarte“, und zwar wenn möglich den Karten entnommen. An Stelle von Angaben über „Brandungen“ wurden die Seegangswerte, wo diese fehlten (z. B. leider seit 1908 bei den englischen Stationen), Windrichtung und -stärke benutzt. Wenn auch wohl der Seegang zu der Brandung in näherer Beziehung steht als der Wind, so sind doch die Angaben über letzteren fast ebenso wertvoll, denn wir kennen seine Richtung, die bei den Seegangsmeldungen fehlt. Aber selbst wenn wir die Größe und Richtung des Seegangs genau wissen, so ist damit noch nicht die Brandung bekannt. Es kommt bei dieser noch darauf an, auf einem wie großen Gebiet, ob schon von fern her (Dünung) oder erst dicht an der Küste der Seegang entstanden ist. Bei der Theorie von Wiechert, die wir untersuchen wollen, ist wesentlich die Energie, die auf die Küste beim Anprall des Meeres übertragen wird. Die Größe dieser Energie hängt ab von dem Umfange des Gebietes, auf dem der Seegang erzeugt wird (Ausdehnung des Sturmes), von der Höhe des Seeganges (Windstärke), der Geschwindigkeit, mit der sich die Wellen fortbewegen, der Richtung, in der sie auf die Küste auftreffen, und deren geographischen und geologischen Beschaffenheit. Bei Flachküsten z. B. geht der größte Teil der Energie durch die Reibung der Brandungswellen am Grunde und bei dem Überschlagen der Wellenkämme verloren; bei Steilküsten wird dagegen fast die ganze Energie der Welle auf einmal beim Anprall auf die Küste übertragen.

Die Angaben über den Seegang sind, wie schon von Zoeppritz betont wurde, mit

Tabelle 5.

Bodenunruhe 31. Januar 0^h bis 4. Februar 0^h 1914 in μ .

Dat.	Zeit	Baku		Belgrad ¹⁾		Budapest		Marseille		Upsala		München	
		N—S	Z	N—S	E—W	N—S	E—W	N—S	E—W	N—S	E—W	N—S	E—W
31.	0	0,7	0,6	0,9	0,8	0,7	0,8	0,5	0,6	1,0	0,8	2,2	1,5
	2	0,7	0,5	0,9	0,8	1,1	0,8	0,5	0,6	1,0	0,8	2,2	1,5
	4	0,9	0,6	1,1	0,8	1,3	1,0	0,5	0,9	0,6	1,0	2,0	1,9
	6	?	?	0,9	0,8	1,5	1,2	0,7	0,9	0,8	1,0	2,0	1,9
	8	0,9	0,7	0,9	0,8	1,5	1,3	0,7	1,2	0,8	1,0	2,0	1,9
	10	0,7	0,6	1,1	0,8	1,5	1,3	1,0	1,2	0,8	1,0	2,4	2,3
	12	0,7	0,5	0,9	0,8	1,3	1,3	1,0	1,2	0,8	1,0	2,4	1,9
	14	?	?	1,4	0,8	0,7	1,0	0,7	1,2	0,8	1,0	2,0	1,9
	16	?	?	1,4	0,8	1,5	1,0	1,5	1,8	0,6	1,0	2,4	2,1
	18	0,7	0,7	1,1	0,7	1,1	1,0	1,0	1,2	0,8	1,4	2,0	2,6
	20	0,7	0,6	1,1	1,1	0,9	1,0	1,0	1,8	1,0	1,4	2,0	2,3
	22	0,9	0,6	1,1	1,1	1,1	1,3	1,0	1,8	1,0	1,8	2,0	1,9
1.	0	1,2	0,8	1,1	0,8	1,3	1,2	1,0	1,8	1,0	1,8	2,0	2,3
	2	1,5	1,0	0,9	1,1	1,3	1,3	1,0	1,8	1,2	1,6	2,0	1,9
	4	1,9	0,9	1,1	1,1	1,7	1,5	1,5	1,8	1,2	1,8	2,0	1,9
	6	?	?	0,9	1,8	1,8	1,7	1,0	1,8	1,4	2,0	2,4	3,0
	8	2,7	1,1	1,4	1,3	2,0	1,7	1,0	1,8	2,0	2,0	4,0	3,8
	10	?	1,0	1,6	1,7	2,6	1,8	1,5	2,4	2,2	2,0	4,0	3,0
	12	?	?	1,6	1,3	2,4	1,7	2,0	2,4	2,2	2,4	4,0	3,8
	14	2,7	1,5	1,4	1,7	2,4	1,8	2,0	2,4	2,4	2,6	4,0	3,8
	16	2,7	1,6	1,4	1,5	1,8	2,0	2,5	2,4	2,4	2,4	4,0	4,2
	18	2,2	1,3	1,4	1,7	1,8	2,0	2,0	2,4	2,4	2,2	4,0	3,4
	20	1,8	1,2	1,1	1,5	1,8	2,0	3,0	3,6	2,2	2,2	3,2	4,2
	22	1,8	1,2	1,1	1,1	2,2	2,1	3,0	3,0	2,0	2,2	4,0	4,2
2.	0	1,8	1,1	1,4	1,1	1,8	1,7	2,5	2,4	1,8	1,8	3,6	4,2
	2	1,9	1,1	1,1	1,5	1,8	1,5	3,5	2,4	1,8	1,8	3,2	3,8
	4	1,9	0,8	1,4	1,3	1,5	1,7	2,5	2,4	1,8	1,8	4,0	3,8
	6	1,5	1,0	1,1	1,1	1,7	1,7	2,5	1,8	2,0	2,0	4,0	3,8
	8	1,9	0,9	0,9	1,3	1,8	1,7	2,0	1,8	2,0	1,8	3,6	2,3
	10	1,9	1,0	1,1	1,1	1,8	1,7	2,0	1,8	?	?	2,8	3,4
	12	1,5	1,1	0,9	0,8	1,8	1,3	1,5	1,2	?	?	3,2	3,4
	14	1,6	1,0	1,1	1,3	1,7	1,5	1,5	1,2	?	?	4,0	3,4
	16	1,5	1,0	0,9	1,7	1,3	1,5	2,0	2,4	?	?	3,2	2,6
	18	1,6	1,0	1,1	1,3	1,3	1,3	1,0	1,8	?	?	2,4	2,6
	20	1,5	1,0	1,4	1,1	1,7	1,3	0,7	1,2	?	?	2,8	2,6
	22	1,5	0,9	1,1	0,8	1,3	1,5	1,0	1,2	?	?	3,6	2,6
3.	0	1,8	0,6	1,4	1,1	1,3	1,3	1,5	1,2	?	?	2,8	1,9
	2	1,6	0,6	1,1	1,1	1,3	1,0	1,0	1,2	?	?	2,0	2,3
	4	1,5	0,9	1,4	0,8	1,1	0,8	1,5	0,9	?	?	2,4	1,9
	6	?	?	0,9	0,8	1,5	1,3	1,0	0,9	?	?	2,4	1,9
	8	?	?	1,4	0,8	1,5	1,0	1,0	1,2	?	?	2,4	2,6
	10	1,6	1,0	1,1	0,6	0,9	1,0	1,0	1,2	1,4	1,4	2,0	1,9
	12	1,5	0,9	0,9	0,6	1,5	1,0	1,5	0,9	1,0	1,2	2,0	1,9
	14	1,6	0,7	0,9	0,8	0,9	1,2	1,0	0,9	1,2	1,2	2,0	1,9
	16	0,9	0,7	1,1	0,6	1,1	1,0	0,5	1,2	1,2	1,0	2,4	1,9
	18	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9	1,0	0,7	1,2	1,0	1,0	2,0	1,7
	20	0,9	0,6	0,7	0,8	0,7	1,0	0,5	0,9	1,2	1,0	2,0	1,5
	22	0,7	0,5	0,7	0,6	0,9	0,7	0,7	0,9	1,2	1,0	2,0	1,9
4.	0	0,7	0,5	0,9	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	1,2	0,8	2,0	1,7
T		5,1	5,0	5,0	5,0	5,9	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	6,9	7,0

¹⁾ Instrumente sehr schwach gedämpft, Amplituden etwas unsicher.

Tabelle 5 (Fortsetzung).

Bodenunruhe 31. Januar 0^h bis 4. Februar 0^h 1914 in μ .

Dat.	Zeit	Graz		Reykjavik		Breslau		Zürich		Göttingen			Lai- bach
		N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	Z	N-S
31.	0	0.4	0.5	10	15	1.1	0.5	0.1	0.1	1.0	1.0	0.6	1.3
	2	0.4	0.5	15	10	0.9	0.6	0.1	0.1	1.0	1.0	0.6	1.3
	4	0.6	0.5	16	14	0.5	0.3	0.1	0.1	1.3	1.3	0.6	1.3
	6	0.4	0.7	14	17	0.7	0.5	0.1	0.1	1.3	1.0	0.9	1.3
	8	0.8	1.0	14	28	0.5	0.3	0.1	0.2	1.0	1.0	0.6	1.3
	10	0.8	1.0	14	23	0.5	0.5	0.1	0.2	1.0	1.0	0.9	1.6
	12	0.6	0.7	21	24	0.7	0.5	0.1	0.2	1.6	1.3	1.2	1.6
	14	1.2	1.0	18	24	0.7	0.3	0.1	0.2	1.3	1.0	1.2	1.6
	16	1.2	1.0	21	28	0.7	0.5	0.1	0.2	1.0	1.0	1.2	1.6
	18	1.2	0.7	21	28	0.9	0.5	0.1	0.3	1.3	1.0	1.2	1.6
	20	0.6	0.7	18	22	0.9	0.6	0.1	0.2	1.0	1.0	0.9	1.3
	22	0.6	0.5	18	22	1.1	0.6	0.1	0.2	1.3	1.0	1.2	1.9
1.	0	0.8	0.5	23	20	1.1	0.6	0.1	0.3	1.3	1.0	1.2	1.6
	2	1.2	0.5	24	20	1.1	0.5	0.1	0.4	1.3	1.6	1.2	1.3
	4	1.2	1.0	23	20	1.1	0.5	0.1	0.3	1.3	2.4	1.2	1.6
	6	1.7	1.0	26	20	1.1	0.9	0.1	0.3	1.8	2.4	1.6	1.9
	8	1.4	1.4	21	25	1.3	1.2	0.1	0.4	1.8	2.1	1.6	2.2
	10	2.5	1.4	24	23	1.4	1.1	0.1	0.4	2.6	2.6	1.9	2.2
	12	2.2	1.9	27	20	1.3	1.2	0.1	0.4	2.6	2.9	2.5	3.8
	14	2.2	1.4	27	20	1.8	1.1	0.1	0.4	2.6	2.6	3.1	2.7
	16	2.5	1.9	34	20	1.6	1.2	0.2	0.5	2.1	2.6	2.8	3.0
	18	2.5	2.4	34	25	1.6	1.2	0.1	0.5	2.6	2.4	2.5	2.7
	20	2.5	2.1	35	35	1.8	1.1	0.2	0.5	2.9	2.4	3.1	4.1
	22	2.8	1.2	30	25	1.8	1.2	0.2	0.6	2.6	2.9	2.8	3.2
2.	0	1.7	1.0	27	27	1.6	1.4	0.1	0.5	2.6	2.9	2.5	4.1
	2	1.7	1.0	31	30	1.6	1.2	0.2	0.6	2.4	2.6	2.2	3.2
	4	2.2	1.0	27	31	1.6	1.4	0.2	0.5	2.1	2.6	3.1	3.0
	6	2.2	1.0	21	30	1.4	1.5	0.2	0.5	2.4	2.4	1.9	3.2
	8	1.9	1.0	26	27	1.3	1.4	0.2	0.4	2.1	2.4	1.9	3.0
	10	1.4	1.0	20	22	1.3	1.2	0.2	0.4	2.1	1.8	1.6	2.7
	12	1.2	1.0	21	27	1.4	1.5	0.2	0.3	1.6	2.1	1.6	2.7
	14	1.2	1.0	21	25	1.3	0.9	0.2	0.3	1.6	1.3	1.6	1.9
	16	1.2	1.2	20	22	1.1	0.9	0.1	0.4	1.3	1.6	1.6	1.9
	18	1.4	1.2	14	20	0.9	0.8	0.1	0.4	1.6	1.3	1.2	2.2
	20	1.2	1.0	15	23	1.4	0.9	0.1	0.3	1.8	1.0	1.2	1.3
	22	0.8	1.0	15	22	1.1	0.9	0.1	0.3	1.8	1.0	1.2	1.9
3.	0	1.2	0.7	15	18	0.9	0.6	0.1	0.3	1.6	1.3	1.2	1.3
	2	0.8	0.7	14	17	1.1	0.8	0.1	0.2	1.6	1.3	1.2	1.3
	4	0.6	0.5	16	18	1.1	1.1	0.1	0.2	1.3	1.0	0.9	1.3
	6	0.8	0.7	11	15	0.9	0.8	0.1	0.2	1.0	1.0	1.2	1.3
	8	1.2	1.0	11	20	0.9	0.8	0.1	0.3	1.0	1.0	1.2	1.1
	10	1.2	1.2	10	13	0.7	0.8	0.1	0.2	1.3	0.8	0.6	1.3
	12	0.8	0.7	11	14	0.5	0.5	0.1	0.3	1.3	1.0	0.9	1.9
	14	0.8	1.0	10	11	0.7	0.6	0.1	0.2	1.0	0.8	0.6	1.3
	16	0.6	0.7	10	13	0.7	0.5	0.1	0.1	1.0	0.8	0.6	1.3
	18	0.4	0.5	7	13	0.4	0.5	0.1	0.1	1.0	1.0	0.9	1.1
	20	0.4	0.2	8	12	0.4	0.3	0.1	0.2	0.8	0.8	0.6	1.3
	22	0.4	0.3	7	5	0.4	0.3	0.1	0.1	0.8	1.0	1.2	1.1
4.	0	0.3	0.2	10	5	0.4	0.3	0.1	0.1	1.0	0.8	0.9	1.1
T		6.4	6.6	6.2	7.0	6.5	6.8	4.8	5.9	6.9	7.0	6.9	7.1

Tabelle 5 (Fortsetzung).

Bodenunruhe vom 31. Januar 0^h bis 4. Februar 0^h 1914 in μ .

Dat.	Zeit	Königsberg		Wien		Straßburg (Wiechert)		Straßburg (Galitzin)			Paris		Uccle	
		N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S ¹⁾	E-W ¹⁾	Z ¹⁾	N-S	E-W	N-S	E-W
31.	0	5.2	7.5	2.7	2.2	3.8	2.2	4.5	4.0	?	1.6	2.0	1.5	1.4
	2	6.0	8.5	1.7	1.7	3.8	2.2	4.5	3.3	?	1.4	2.2	1.6	1.5
	4	4.0	7.5	2.7	1.7	4.3	4.0	4.5	3.5	?	1.9	2.0	1.8	1.5
	6	4.0	7.5	3.3	1.7	4.3	3.1	4.5	3.3	?	2.7	3.2	2.3	1.5
	8	4.0	7.5	2.7	2.2	5.1	3.5	6.0	5.3	?	3.8	2.6	2.3	1.5
	10	6.0	6.5	2.7	2.2	6.0	3.5	4.5	5.3	?	?	?	2.1	1.8
	12	5.2	5.5	2.7	2.2	6.4	3.5	4.5	5.3	?	3.4	3.6	2.3	2.1
	14	4.8	5.5	2.7	2.2	6.8	3.5	6.0	5.3	?	3.1	3.4	2.3	2.3
	16	4.4	7.0	2.7	2.7	6.0	3.1	6.0	5.3	?	4.1	4.1	2.3	1.8
	18	6.0	7.5	2.7	2.7	6.0	3.5	4.5	5.3	2.3	3.6	3.4	2.1	2.1
	20	6.0	10.0	2.7	2.2	4.7	4.0	6.0	7.7	2.5	4.2	3.6	2.3	2.1
	22	7.6	8.0	2.7	2.2	5.5	4.8	6.0	8.5	2.5	3.8	4.3	2.1	1.7
1.	0	6.0	10.0	3.3	2.2	5.5	5.3	6.7	7.0	2.5	3.8	3.6	2.4	2.1
	2	7.2	7.5	2.7	2.2	5.1	5.3	6.7	7.0	2.5	4.6	3.4	2.3	2.4
	4	7.6	10.0	2.7	2.2	4.7	5.3	6.7	8.5	?	5.5	3.6	2.7	2.7
	6	8.8	12.5	4.4	2.7	6.8	5.3	7.5	9.0	?	5.5	4.5	2.8	3.0
	8	10.0	12.5	4.4	3.3	7.2	6.6	6.0	7.7	?	5.5	3.8	3.0	3.0
	10	10.4	12.5	3.9	3.9	7.6	7.5	7.5	7.7	?	5.5	5.1	3.6	3.0
	12	10.4	13.5	5.0	4.4	7.6	7.5	6.7	7.0	?	6.5	5.1	3.6	3.0
	14	10.0	12.5	6.6	5.0	8.1	7.0	6.7	7.0	?	6.8	5.4	3.3	3.4
	16	9.2	13.5	5.5	5.0	8.1	6.6	6.0	8.5	?	7.5	6.1	3.7	3.7
	18	10.0	14.5	5.5	3.9	8.1	6.2	7.5	8.5	?	7.5	5.8	4.2	3.7
	20	10.0	15.0	5.5	3.3	6.8	7.9	6.0	7.7	5.0	6.8	5.5	4.5	4.2
	22	9.6	13.5	5.0	3.9	7.6	7.9	6.0	7.7	5.0	7.2	6.7	4.0	3.7
2.	0	8.4	12.0	5.5	3.3	7.2	7.9	6.7	10.0	5.5	8.0	6.0	4.2	3.7
	2	10.4	12.0	5.5	2.7	8.5	6.6	8.3	9.0	4.7	6.5	7.4	4.2	3.7
	4	8.4	12.5	6.1	3.9	9.4	8.8	6.7	9.7	4.7	6.5	6.0	3.7	3.1
	6	7.2	12.5	6.1	3.3	8.1	7.9	7.5	9.7	4.7	5.5	5.8	3.7	3.1
	8	7.6	11.5	5.0	3.3	7.2	8.8	8.3	9.7	4.3	5.5	4.4	4.5	3.6
	10	6.8	10.0	4.4	3.9	7.6	6.6	7.5	9.7	3.7	5.5	5.1	4.0	3.0
	12	6.8	10.5	4.4	3.9	7.2	8.8	6.7	7.0	3.3	6.1	5.1	3.9	2.7
	14	6.8	10.5	4.4	3.3	7.2	6.6	6.0	6.5	2.7	5.5	5.1	3.6	2.4
	16	5.5	9.0	3.3	2.7	7.2	6.6	5.3	6.5	3.3	5.5	5.0	3.9	2.3
	18	6.4	10.0	3.3	2.7	6.4	5.7	6.0	6.0	3.3	5.5	4.1	3.0	2.3
	20	8.0	10.0	3.9	2.7	6.0	4.8	6.0	5.2	2.5	4.4	5.1	3.0	1.8
	22	9.6	12.5	4.4	3.3	5.5	4.4	5.3	6.5	2.5	4.3	4.0	2.8	2.3
3.	0	8.0	10.0	3.9	2.7	6.4	4.8	6.0	6.0	2.5	3.6	3.2	2.3	2.3
	2	8.4	9.0	3.3	2.2	6.0	4.4	5.3	6.0	2.5	3.4	3.1	2.5	2.3
	4	8.0	11.0	2.7	2.7	6.4	4.4	6.0	6.5	?	3.8	3.5	2.5	2.3
	6	8.0	10.0	2.7	3.3	6.0	3.5	6.0	6.0	?	4.2	3.6	2.3	1.8
	8	7.2	12.0	3.3	3.3	6.4	6.2	5.3	5.3	2.5	3.4	3.4	2.5	1.8
	10	6.4	10.0	2.7	2.7	6.8	4.4	4.5	4.5	2.0	3.6	3.7	2.1	1.6
	12	4.8	8.0	2.7	2.7	6.8	4.4	5.3	4.0	2.1	4.6	3.7	1.8	1.0
	14	5.6	6.5	2.7	2.7	6.0	4.0	5.3	4.5	2.0	3.4	2.7	2.3	2.1
	16	4.4	6.5	2.7	2.7	5.5	4.0	3.7	3.5	?	3.0	3.1	1.6	1.6
	18	4.8	6.0	2.7	2.7	4.7	3.1	5.3	4.0	?	1.9	2.7	1.5	1.5
	20	4.0	7.5	2.7	2.7	4.7	2.6	4.5	4.0	?	2.5	2.7	1.5	1.5
	22	3.2	7.0	2.7	2.7	4.2	2.2	4.5	4.0	?	2.3	2.7	1.4	1.4
4.	0	4.0	4.5	2.2	2.2	3.8	2.2	4.5	3.5	?	1.9	2.4	1.4	1.4
T		5.9	5.3	6.2	5.8	6.7	6.3	6.9	7.0	7.0	6.2	6.2	7.0	6.9

1) Am 30. I. 1914 in Tätigkeit gesetzt.

Tabelle 5 (Fortsetzung).

Bodenunruhe vom 31. Januar 0^h bis 4. Februar 0^h 1914 in μ .

Dat.	Zeit	Bochum			De Bilt		Aachen		Heidelberg		Potsdam		Jena	
		N-S	E-W	Z ¹⁾	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W
31.	0	1.4	1.3	0.6	2.5	1.7	2.0	0.9	0.6	0.6	1.5	0.8	0.7	0.4
	2	1.2	0.7	0.9	3.3	2.2	2.0	0.9	0.6	0.9	1.5	1.3	0.8	0.4
	4	1.2	0.8	0.8	4.5	2.7	1.6	0.9	1.2	1.3	1.5	1.3	0.8	0.7
	6	2.1	1.1	0.8	5.5	4.5	2.4	1.8	0.6	0.9	1.5	1.3	0.8	1.0
	8	2.1	1.7	0.6	5.5	4.5	2.0	1.8	0.6	1.3	1.8	1.3	0.8	1.0
	10	2.1	1.1	0.6	5.5	4.5	2.4	2.2	0.6	0.6	1.8	2.1	1.0	0.7
	12	2.1	1.3	0.9	6.5	4.5	2.0	1.3	0.6	1.3	1.8	1.9	0.8	0.7
	14	2.1	1.3	0.9	8.0	5.8	2.0	1.8	0.6	1.3	1.5	2.1	0.8	1.0
	16	2.1	1.3	0.8	5.5	3.6	2.4	1.3	1.2	2.2	1.8	1.9	1.2	1.0
	18	1.6	1.3	0.6	6.5	4.5	2.0	1.8	1.9	2.8	1.7	1.3	0.8	0.7
	20	1.9	1.7	0.9	4.5	4.0	2.4	2.2	1.9	3.2	1.7	0.8	1.0	0.7
	22	1.9	1.5	1.4	5.5	3.6	2.0	1.3	1.9	3.2	1.8	0.8	0.8	1.0
1.	0	1.9	1.9	1.0	7.5	2.2	2.0	1.8	2.5	3.2	1.7	1.0	1.0	0.7
	2	2.1	1.5	1.3	7.5	2.7	2.0	1.3	2.5	3.9	1.7	1.3	0.8	0.7
	4	2.1	1.7	1.2	8.0	2.7	2.0	2.2	3.1	5.2	1.8	0.8	1.3	1.0
	6	2.3	1.7	1.0	5.5	4.5	2.4	1.8	2.5	4.5	1.8	1.5	1.3	1.7
	8	2.3	2.1	1.0	5.5	5.4	2.8	2.2	2.5	3.9	2.2	1.3	1.3	1.5
	10	2.3	1.7	1.4	8.0	6.8	3.2	2.2	2.5	6.5	2.6	2.1	1.7	1.9
	12	2.8	2.1	1.8	8.0	4.5	2.8	2.2	2.5	2.2	2.2	2.1	1.7	1.7
	14	2.1	2.1	2.8	6.5	5.8	3.6	2.2	3.1	3.2	2.0	2.1	1.7	1.9
	16	2.3	2.9	(4 1/2)	5.5	6.8	3.6	2.6	2.5	3.9	2.2	2.3	1.7	1.9
	18	2.6	3.4	3.2	7.5	5.8	3.2	2.6	1.9	4.5	1.8	1.9	1.8	2.0
	20	2.6	2.1	2.8	5.5	5.4	3.2	3.5	2.5	3.2	2.0	2.3	1.7	1.9
	22	2.3	2.1	2.8	5.5	4.5	3.2	2.6	1.9	3.2	2.0	2.1	1.7	1.9
2.	0	2.6	3.4	2.8	5.5	4.5	2.8	2.2	1.9	3.2	1.8	1.7	1.7	1.9
	2	2.8	2.3	2.8	4.5	4.1	2.8	2.6	1.9	3.2	1.7	1.3	1.5	1.5
	4	2.8	2.1	2.5	7.5	5.4	3.2	2.6	1.2	3.9	1.7	1.3	1.3	1.5
	6	2.8	2.9	2.1	11.0	6.8	4.0	3.1	1.9	3.2	2.0	2.1	1.5	1.7
	8	2.8	2.5	2.1	8.0	7.2	3.2	3.5	2.5	3.2	2.6	2.1	1.7	1.7
	10	2.1	1.9	2.1	6.5	4.5	3.6	3.1	1.9	3.2	2.0	2.1	1.3	1.5
	12	2.1	2.1	2.5	8.0	6.8	3.6	2.6	1.2	3.2	2.2	1.9	1.6	1.7
	14	2.1	1.7	2.1	8.0	5.8	2.8	2.6	1.2	3.2	2.0	2.1	1.2	1.5
	16	2.6	1.9	1.4	11.0	6.3	3.6	2.2	1.2	3.2	1.7	1.9	1.0	1.5
	18	2.3	1.7	1.3	8.0	4.5	2.4	1.8	1.2	2.8	2.0	1.9	0.7	1.3
	20	1.9	1.7	1.2	7.0	5.0	2.4	1.8	1.2	2.2	1.8	2.1	0.8	1.0
	22	1.9	1.7	1.2	8.0	5.4	2.0	1.8	0.6	1.3	1.1	1.9	0.7	1.0
3.	0	1.6	1.9	1.0	7.0	4.5	2.0	1.8	0.6	0.9	1.5	1.7	0.7	0.7
	2	1.6	1.3	1.0	6.5	3.6	2.0	0.9	0.6	0.9	1.5	1.9	0.7	0.7
	4	1.4	1.1	0.8	6.5	4.1	2.4	0.9	0.6	0.6	1.5	1.7	0.7	0.7
	6	1.2	1.7	1.0	6.0	4.5	2.0	1.3	0.6	0.6	1.7	1.7	1.3	1.0
	8	1.4	1.5	0.8	6.5	5.8	2.0	1.3	0.6	1.3	1.7	2.1	1.3	0.7
	10	1.4	1.1	0.8	6.0	4.5	2.0	1.3	0.6	1.3	1.8	1.9	0.7	1.1
	12	1.4	1.1	0.8	5.0	4.5	?	0.9	0.6	0.6	1.8	1.9	0.8	0.7
	14	1.4	1.1	0.8	3.8	5.4	?	1.3	0.6	0.6	1.8	2.1	1.0	0.6
	16	0.9	0.8	0.8	4.5	3.6	?	0.9	0.6	0.3	1.7	1.5	0.7	0.6
	18	0.9	0.8	0.8	5.5	2.7	?	0.9	0.6	0.6	1.8	1.7	0.8	1.1
	20	0.9	1.1	0.6	4.5	2.7	?	0.9	1.2	0.3	0.9	1.3	0.8	0.7
	22	0.9	0.8	0.6	3.8	2.2	?	0.4	0.6	0.9	0.7	1.3	0.7	0.6
4.	0	0.9	1.1	0.6	3.8	2.2	?	0.2	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
T		6.0	6.3	6.1	6.0	6.0	6.9	7.0	7.0	6.9	5.9	6.0	6.8	7.1

¹⁾ Eigenperiode des Pendels zeitweise erheblich überschritten.

Tabelle 5 (Fortsetzung).

Bodenunruhe vom 31. Januar o^h bis 4. Februar o^h 1914 in μ .

Dat.	Zeit	Feldberg (Taunus)		Czernowitz		Triest		Nörd- lingen	Besançon		Clermont- Ferrand	
		N—S	E—W	N—S	E—W	N—S	E—W	?	N—S	E—W	N—S	E—W
31.	0	0.2	1.1	0.6	1.0	0.3	0.4	0.5	I	I	I	1½
	2	0.2	0.8	0.5	1.5	0.5	0.4	0.5	I	I	1½	1½
	4	0.0	0.6	0.5	1.0	0.3	0.4	0.5	I	I	I	1½
	6	0.2	0.5	1.0	1.5	0.6	0.6	0.5	I	I	I	1½
	8	0.2	0.8	1.8	1.5	0.6	0.8	0.5	I	I	I	2
	10	0.3	0.6	1.8	1.3	0.5	0.6	0.7	I	1½	1½	2
	12	0.4	0.6	1.3	1.0	0.6	0.6	1.0	1½	1½	1½	2
	14	0.3	0.6	1.0	1.3	0.5	0.6	1.2	2	1½	1½	2
	16	0.2	1.1	1.3	1.0	0.6	0.6	1.4	1½	1½	2	2
	18	0.2	0.8	1.5	1.0	0.8	0.6	1.0	1½	1½	1½	2
	20	0.0	0.6	1.5	1.3	0.6	0.6	1.2	2	1½	1½	2
	22	0.0	0.6	1.3	1.3	0.8	0.6	1.4	1½	I	1½	2½
I.	0	0.2	0.8	1.5	1.3	0.8	0.8	1.4	I	1½	2	2½
	2	0.1	1.1	1.5	1.8	0.8	0.8	1.4	1½	1½	2	2½
	4	0.1	1.1	2.0	1.8	1.0	1.0	1.4	2	1½	2	2½
	6	0.1	1.1	2.5	2.5	1.1	1.0	1.4	2	1½	3	3
	8	0.1	1.1	2.5	2.8	0.8	1.6	1.4	2½	1½	3	3
	10	0.1	1.7	2.8	3.0	1.0	1.6	1.6	2½	2	3	2½
	12	0.55	2.2	3.0	2.8	1.4	1.8	1.6	3	2	3½	3½
	14	0.2	1.9	3.0	2.5	1.1	1.8	1.8	3½	1½	3	4
	16	0.2	1.9	3.0	2.5	1.2	1.4	1.8	3½	2	3½	5
	18	0.3	1.7	2.8	2.5	1.4	1.6	?	2½	?	3½	5
	20	0.2	1.4	2.8	2.3	1.2	1.6	?	3	2½	4½	4½
	22	0.1	1.4	2.3	2.5	1.4	1.6	?	2½	3	3	4
2.	0	0.1	1.4	2.0	2.3	1.4	1.6	?	2	2½	4½	4
	2	0.1	1.1	2.3	2.0	1.4	1.8	?	2½	2	3	4½
	4	0.1	0.8	2.0	2.0	1.2	1.6	?	2½	2	3½	4
	6	0.0	1.4	2.3	2.3	1.2	1.4	?	2½	2	4½	4½
	8	0.1	1.4	?	?	1.4	1.2	1.0	2½	2	4	4
	10	0.1	1.7	2.5	2.5	1.1	1.0	1.2	3	I	3	5
	12	0.2	1.7	2.3	2.3	1.1	1.0	1.0	3	I	2½	3
	14	0.2	1.4	2.3	2.3	0.8	0.8	1.0	2	1½	2½	3
	16	0.2	1.4	2.3	2.5	0.8	1.2	1.0	2½	1½	3½	4
	18	0.2	0.8	2.5	2.5	1.0	0.6	1.0	2	I	2½	4½
	20	0.2	1.4	2.3	2.0	0.8	0.6	0.7	1½	I	3	4
	22	0.2	1.4	2.0	2.3	0.8	0.8	0.7	2	I	2½	4
3.	0	0.2	1.1	2.0	1.5	0.6	0.8	0.7	2	I	2½	4
	2	0.2	1.4	1.5	2.0	0.8	0.6	0.7	1½	I	2	3
	4	0.2	1.4	2.0	2.0	0.5	0.6	0.7	1½	I	2	3
	6	0.2	1.1	2.0	2.0	0.6	0.6	0.5	1½	1½	2	3
	8	0.2	0.8	1.5	2.0	0.3	0.6	0.5	1½	I	2	3
	10	0.2	0.7	1.5	2.3	0.3	0.6	0.3	1½	1½	1½	2½
	12	0.2	0.6	1.5	2.0	0.5	0.4	0.3	1½	I	2	2
	14	0.2	0.6	1.3	1.8	0.5	0.4	0.7	1½	1½	1½	2
	16	0.2	0.8	1.5	1.8	0.5	0.6	0.5	1½	I	1½	2
	18	0.2	0.6	1.5	1.5	0.2	0.2	0.7	1½	½	1½	2
	20	0.2	0.8	1.0	1.3	0.2	0.2	0.5	I	I	1½	1½
	22	0.2	0.8	1.0	1.3	0.3	0.3	0.7	1½	½	I	1½
4.	0	0.2	0.6	1.0	1.0	0.2	0.2	0.5	1½	½	I	1½
T		6.5	6.4	6.1	6.0	6.0	6.0	(6½)	6.5	6.0	5.6	6.0

Tabelle 5 (Fortsetzung).

Bodenunruhe vom 31. Januar 1914 0^h bis 4. Februar 1914 0^h in μ .

Dat.	Zeit	Cartuja		Pulkovo			Eskdalemuir			Makejewka ¹⁾		
		ENE-WSW	NNW-SSE	N-S	E-W	Z	N-S	E-W	Z ¹⁾	N-S	E-W	Z
31.	0	1½	1.3	1.7	1.8	2.0	2.4	2.5	3¼	1.2	1.5	1.8
	2	1	1.3	1.7	1.8	2.0	2.7	2.8	4	1.0	2.0	1.8
	4	1½	1.3	1.7	1.4	2.0	2.7	3.4	4½	1.0	1.5	1.5
	6	1	1.3	1.7	1.4	2.0	3.2	3.4	4	1.0	1.5	1.5
	8	1	?	1.5	1.8	2.0	3.2	4.7	5	0.6	1.1	1.5
	10	1½	1.8	1.4	1.4	1.6	4.0	3.4	4	1.0	2.0	1.5
	12	1½	1.3	1.4	1.4	1.8	4.0	4.1	?	1.2	1.5	1.5
	14	1	1.3	1.4	2.8	2.0	3.2	3.4	4.5	1.0	1.4	1.3
	16	1½	1.3	1.7	2.1	2.4	3.5	4.1	4.0	0.7	1.1	1.5
	18	1½	1.3	1.4	2.5	2.6	4.7	3.4	6	?	1.4	2.0
	20	1½	1.8	1.7	1.8	2.6	3.5	3.4	5½	?	1.2	1.8
	22	1½	1.3	1.7	2.1	2.0	4.0	4.8	5	?	1.1	1.8
1.	0	1½	1.8	1.9	2.1	3.0	3.2	3.4	5	?	1.7	1.8
	2	1½	1.8	1.9	2.9	3.0	4.5	4.1	5½	?	1.7	2.5
	4	1½	2.4	2.0	3.0	3.3	4.8	3.6	6	?	2.0	2.7
	6	1½	2.4	2.4	3.2	3.9	4.0	4.6	7	?	2.5	?
	8	1½	?	3.1	4.8	4.7	4.8	4.6	7½	?	?	?
	10	2	1.8	3.4	5.0	5.5	6.3	5.5	9	?	?	?
	12	2	1.8	3.4	3.9	5.5	5½	4¾	8	?	?	?
	14	2	2.4	3.8	3.9	5.5	8¾	6½	11	?	?	?
	16	1½	2.4	3.4	4.5	5.5	8½	7¼	10	?	?	?
	18	2½	2.4	3.8	3.6	3.9	7	7¼	9½	2.5	3.5	?
	20	2	2.4	3.1	3.9	4.3	7	7¼	8½	2.5	3.5	?
	22	2½	2.4	2.4	3.2	3.5	6¼	6½	8	2.0	4.2	?
2.	0	2½	2.4	2.7	3.2	3.5	7	5½	9	2.0	3.0	?
	2	2½	2.4	2.4	2.8	3.1	5½	6½	7½	2.0	2.7	1.7
	4	2	1.8	2.7	2.8	3.5	6¼	5½	8½	1.6	2.2	?
	6	2	2.4	3.1	3.2	3.9	5½	5½	8½	1.6	2.5	2.5
	8	1½	?	2.7	2.5	3.5	4¾	4¾	10	1.0	2.5	2.3
	10	2½	1.8	2.4	2.5	3.5	4¾	4¾	8	1.0	?	2.7
	12	3	1.8	2.4	2.3	3.1	?	?	6½	1.0	?	2.7
	14	2	1.8	2.4	2.1	3.1	?	?	6½	1.0	?	?
	16	2	1.8	2.4	2.3	3.1	5.5	4.8	7	1.0	?	?
	18	4	2.4	1.7	2.5	3.8	4.8	4.1	6	1.0	2.0	?
	20	3½	2.4	2.0	2.1	2.4	4.0	4.8	5½	1.1	2.5	?
	22	3	3.0	2.6	2.8	3.1	4.0	4.8	6	1.1	2.0	?
3.	0	3½	2.4	2.0	2.7	2.8	3.5	3.4	5½	1.0	2.5	?
	2	3½	3.0	2.4	2.8	3.1	4.0	5.5	5½	1.0	2.3	?
	4	3½	2.4	2.0	2.5	2.9	3.5	4.1	5½	1.0	2.5	?
	6	3½	3.0	2.4	2.7	2.5	4.0	3.4	4½	1.0	2.0	?
	8	3	?	2.0	2.8	3.1	4.0	3.4	?	1.0	1.4	?
	10	2½	2.4	1.7	2.1	2.8	3.2	4.1	5	1.2	?	?
	12	2½	1.8	1.5	1.8	2.0	3.2	3.4	?	1.0	?	?
	14	2	1.8	1.4	1.8	2.0	3.2	3.4	3½	1.0	?	?
	16	2	1.8	1.4	1.8	2.0	3.2	2.5	3½	1.0	?	?
	18	2	1.3	1.4	1.6	1.6	3.2	2.5	3¼	1.0	1.1	?
	20	1½	1.3	1.4	1.4	2.0	2.7	2.8	3¼	1.0	1.3	?
	22	1½	1.3	1.4	1.4	1.6	3.2	2.5	3¼	0.8	1.5	?
4.	0	1½	1.3	1.0	1.4	2.0	2.7	1.5	2¾	0.7	1.5	?
T		5.5	5.0	5.9	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	?

¹⁾ Diagrammablesungen in mm.

Tabelle 6.

Bodenunruhe vom 25. März 1914 0^h bis 28. März 1914 0^h in μ .

Dat.	Zeit	Paris		Dieden-	Pulkovo			Czernowitz		Triest		Feld-	Potsdam		Lai-
		N-S	E-W	hofen	N-S	E-W	Z	N-S	E-W	N-S	E-W	E-W	N-S	E-W	N-S
25.	0	1.7	1.7	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.5
	2	1.4	1.4	1.1	0.5	0.5	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0.3	0.4	0.4	0.7
	4	1.7	1.7	1.3	0.3	0.5	0.8	0.4	0.4	0.2	0.1	0.3	0.8	0.6	0.8
	6	1.9	1.7	1.1	0.3	0.5	0.6	0.8	0.3	0.2	0.1	0.6	1.1	0.6	1.1
	8	1.9	1.9	?	0.5	0.5	0.6	1.1	0.5	0.2	0.1	0.6	1.5	0.8	1.1
	10	2.4	1.7	?	0.5	0.5	0.8	1.1	0.5	0.2	0.2	0.6	1.5	0.6	1.2
	12	3.1	2.8	1.6	0.5	0.5	0.6	1.1	0.5	0.4	0.4	0.3	1.9	0.8	1.3
	14	2.4	2.1	1.3	0.5	0.5	0.8	1.4	0.5	0.5	0.3	0.6	1.9	1.3	1.5
	16	2.8	2.6	1.6	0.5	0.5	0.6	1.6	0.5	0.4	0.4	0.6	1.9	1.7	1.5
	18	2.6	3.5	2.1	0.5	0.4	0.6	1.1	0.8	0.5	0.5	0.4	1.5	1.0	1.3
	20	2.8	3.5	1.8	0.5	0.5	0.8	1.1	0.5	0.5	0.4	0.3	1.5	1.0	1.5
	22	3.0	3.5	2.1	0.7	0.7	1.0	1.4	0.5	0.5	0.9	0.4	1.3	1.0	1.5
26.	0	3.5	3.5	2.6	0.7	0.9	0.8	0.8	0.5	0.7	1.1	0.4	1.1	1.0	1.5
	2	4.5	4.5	2.6	0.7	0.9	1.0	1.1	0.8	1.0	1.3	0.9	1.5	1.0	1.6
	4	5.2	4.5	2.6	1.0	0.9	1.0	1.1	0.8	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0	1.8
	6	6.0	5.5	3.1	0.8	1.1	1.2	1.4	1.1	0.9	1.1	2.0	1.9	1.9	2.7
	8	4.9	4.9	3.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.7	1.9	1.7	2.7
	10	4.9	5.5	3.7	0.8	0.9	1.2	1.4	1.4	0.9	0.9	1.4	1.9	1.9	2.2
	12	5.2	5.2	3.7	1.0	1.1	1.2	1.6	1.1	0.9	1.1	1.4	1.9	2.1	1.8
	14	5.2	5.2	5.2	0.7	0.7	1.2	1.6	1.1	0.9	0.9	1.1	1.7	1.9	2.4
	16	4.5	5.2	5.2	0.7	0.7	0.8	1.4	1.1	1.0	1.1	1.1	1.9	2.1	1.5
	18	4.2	4.5	5.2	0.7	0.7	0.6	1.6	0.8	0.9	0.9	0.5	1.9	1.3	1.9
	20	3.5	4.2	3.1	0.5	0.5	0.6	1.1	0.8	0.9	0.7	0.4	1.7	1.7	1.6
	22	3.5	3.5	2.6	0.5	0.4	0.8	0.8	0.5	0.7	0.9	0.4	1.3	1.3	1.3
27.	0	3.1	3.8	2.6	0.3	0.7	0.6	0.5	1.1	0.7	0.9	0.3	1.0	0.8	1.8
	2	2.8	?	2.9	0.3	0.4	0.4	?	?	0.7	0.7	0.3	1.0	?	?
	4	3.1	2.4	2.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.7	0.7	0.3	0.8	0.8	1.3
	6	2.3	2.6	2.9	0.5	0.7	0.6	0.8	0.4	0.7	0.4	0.6	1.3	0.8	1.3
	8	2.1	2.6	2.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.2	0.2	0.6	1.9	1.5	1.3
	10	1.9	2.3	1.3	0.5	0.4	0.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.3	1.9	1.7	0.9
	12	1.9	2.3	2.6	0.3	0.4	0.6	0.8	0.5	0.2	0.1	0.3	1.1	1.0	1.1
	14	1.9	2.4	1.6	0.3	0.4	0.6	0.8	0.4	0.2	0.2	0.1	1.5	1.0	1.1
	16	1.9	2.1	1.6	0.3	0.4	0.4	0.8	0.5	0.2	0.2	0.2	1.7	1.0	1.1
	18	1.7	2.1	2.1	0.5	0.5	0.4	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	1.1	0.6	1.1
	20	1.7	1.9	1.8	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.2	0.1	0.2	0.6	0.4	0.8
	22	1.7	1.4	1.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	?	0.6	0.6	0.8
28.	0	1.6	1.7	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.1	0.1	?	0.4	0.4	0.8
T		6.0	6.0	6.0	5.9	6.0	5.9	6.8	6.7	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.4

Tabelle 6 (Fortsetzung).

Bodenunruhe vom 25. März 1914 0^h bis 28. März 1914 0^h in μ .

Dat.	Zeit	Uccle		Besançon		Königsberg		München		Straßburg (Wiechert)		Straßburg (Galitzin)		
		N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	Z
25.	0	1.3	1.2	½	½	1.2	2.5	0.6	0.8	3	2½	2¾	2¾	1¼
	2	1.0	1.0	½	½	1.6	2.5	0.8	1.0	2½	1¼	2¾	2¾	1¼
	4	1.0	1.3	I	½	1.6	2.5	1.8	1.4	3	2½	3	2¾	1½
	6	1.3	1.3	¾	¾	2.0	2.5	1.8	1.8	4	2½	3	2¾	1½
	8	1.5	1.3	¾	¾	2.0	2.5	1.6	1.6	3½	2¾	3¼	3	1½
	10	?	1.3	I	¾	2.0	2.8	1.8	1.6	4	4½	3	3¼	1½
	12	1.5	1.3	I	½	2.0	2.5	1.8	1.8	4¼	.3	4½	3¼	1¾
	14	?	?	I	¾	2.0	3.5	2.0	1.8	4¼	2¾	4½	3	1¾
	16	?	?	I	¾	2.0	2.5	2.0	2.0	4¼	3	3¾	3¾	1¾
	18	1.5	1.6	I	I	2.0	2.7	2.0	1.8	4¼	3	4½	3	2
	20	2.0	1.6	I	I	2.0	3.0	2.0	2.0	4¼	3	4½	3¾	2¼
	22	1.6	1.8	1½	I	2.0	2.5	2.4	2.0	4½	3½	4¾	3¼	2½
26.	0	2.5	2.0	1½	1½	2.2	4.0	2.4	2.8	4¼	4¾	5	6	3
	2	2.6	2.2	2	1½	2.0	3.5	2.6	3.2	6½	6	6½	4½	3½
	4	3.2	2.2	2½	1½	2.4	3.0	2.8	3.6	8½	5¾	6½	3¾	3¾
	6	3.5	2.5	2½	I	2.8	3.5	3.6	3.2	7¼	7	6½	6¾	4
	8	2.5	3.2	2	3	2.8	3.5	4.0	3.6	7¼	7	6½	6¾	3½
	10	?	?	2	2½	2.8	2.8	3.2	4.0	7¼	6	7	6¾	4
	12	2.9	2.9	2	2½	2.8	2.8	3.6	3.6	7¼	6	6½	6¾	3¾
	14	2.9	2.9	2	2	2.0	3.0	3.2	3.6	6¾	6	5¾	4¼	4
	16	2.8	2.2	2	1½	2.0	3.0	4.0	3.2	6	5¼	5¾	4½	3
	18	2.6	2.2	1½	1½	2.8	2.8	3.2	2.8	6½	4½	5	3¾	2½
	20	2.2	1.6	2	I	2.6	3.0	2.0	2.8	6½	5¼	5	4½	2½
	22	2.5	1.9	2	I	2.0	2.8	2.4	2.4	5½	4¾	5	4½	2¾
27.	0	2.3	1.6	1½	¾	1.8	2.5	2.6	2.2	6	4½	5¼	3¾	2½
	2	?	?	1½	¾	1.4	2.5	2.0	2.0	4½	4½	4½	3¾	?
	4	1.5	1.5	I	1½	1.8	2.8	2.2	2.0	4½	3	4½	4¼	2
	6	1.6	1.6	1½	I	2.0	2.3	2.2	2.0	5½	4½	4	3¾	2
	8	1.5	1.3	I	I	2.0	2.3	2.0	2.0	4½	3	3¾	3	2
	10	1.2	1.2	I	I	?	?	1.6	1.6	3½	3	3	2¼	2
	12	1.2	1.3	I	½	2.0	2.5	1.8	1.8	2½	2¾	2¾	2¼	1½
	14	0.9	0.9	I	¾	1.6	2.5	1.2	1.4	3	2¾	3	2¾	1½
	16	0.9	0.9	¾	¾	2.0	2.5	1.6	1.6	3¾	2¾	3	3	1¼
	18	0.9	0.9	¾	½	1.6	2.5	1.6	1.4	3	2½	3¼	3	1½
	20	0.9	0.7	½	¾	1.8	2.5	1.0	1.4	3	2½	2¾	3	1½
	22	1.0	0.6	½	½	2.0	2.5	1.4	1.0	2½	2¾	3	3	1¼
28.	0	0.9	0.7	½	½	2.2	2.0	1.0	1.0	2½	2½	2¾	3	1¼
T		6.8	6.6	6.0	6.0	5.7	5.1	6.4	6.9	6.0	6.0	6.4	6.4	6.7

Maximum in Nördlingen etwa 1 μ .

Tabelle 6 (Fortsetzung).
Bodenunruhe vom 25. März 1914 0^h bis 28. März 1914 0^h in μ .

Dat.	Zeit	Jena		Aachen		Bochum			Clermont-Ferrand		Zürich	Cartuja	
		N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	Z ¹⁾	N-S	E-W	E-W	ENE-WSW	NNW-SSE
25.	0	0.3	0.8	0.8	0.4	?	?	0.5	1	1	0.1	1½	1½
	2	0.3	0.8	0.8	0.8	?	?	0.6	1	1	0.1	1½	1½
	4	0.4	0.6	1.0	0.8	?	?	0.9	1	1	0.1	1½	1½
	6	0.4	1.0	1.0	0.8	?	?	1.0	1	1	0.1	2	1½
	8	0.4	1.5	1.2	0.8	0.9	1.1	0.7	1	1½	0.1	1½	2
	10	0.5	1.7	1.2	1.0	1.1	1.1	0.7	1½	1½	0.1	2½	2
	12	0.5	1.7	1.7	1.0	1.1	1.1	1.1	1½	1½	0.1	?	1½
	14	0.9	1.9	2.1	1.2	1.4	1.1	0.7	2	3	0.1	?	2
	16	0.7	1.7	2.1	1.2	1.8	1.1	1.1	2½	3½	0.2	2	2
	18	1.4	1.2	1.9	1.7	1.8	1.8	1.1	2	2½	0.1	2½	2½
20	1.2	1.0	1.7	1.7	1.4	1.8	1.4	2	2	0.2	2½	3	
22	0.9	1.0	1.9	1.9	2.3	1.6	1.4	2½	2½	0.3	2½	3	
26.	0	0.9	1.0	1.9	1.9	2.3	2.3	1.4	2	2	0.2	3	2½
	2	0.9	1.0	2.1	1.9	2.3	2.3	1.8	2½	2½	0.3	3	2
	4	1.4	1.0	2.3	1.7	2.3	2.3	1.8	2½	2½	0.4	3	2½
	6	1.1	1.7	2.5	2.1	2.5	2.5	2.3	3	3	0.3	3	3½
	8	1.6	2.1	2.5	2.5	2.3	2.3	1.4	4	4	0.4	2½	3
	10	1.6	2.1	2.5	2.5	2.0	2.5	2.3	4½	4	0.4	2½	2½
	12	1.6	1.9	2.5	2.1	2.0	2.3	1.4	3½	4	0.4	3½	2½
	14	1.4	1.9	2.3	2.1	2.3	2.3	1.4	2	3½	0.4	3	2½
	16	1.2	1.7	2.1	2.3	2.3	2.5	1.4	3	2½	0.4	2	3
	18	0.9	1.7	2.1	2.3	2.3	2.3	2.3	3	2½	0.4	2½	3
20	0.7	1.7	1.9	2.1	2.3	1.8	2.3	2½	2½	0.4	2½	2½	
22	0.9	1.2	2.1	1.5	2.3	1.6	2.3	2½	3	0.4	2½	2½	
27.	0	0.7	1.5	1.7	1.2	1.8	1.8	1.4	2½	4	0.4	2	2½
	2	?	?	?	?	1.6	1.6	1.1	2½	3½	0.3	?	1½
	4	0.5	1.0	1.2	1.2	1.1	1.6	1.2	3½	2½	0.3	1½	1½
	6	0.7	0.8	1.7	1.0	1.4	1.6	1.5	2½	2½	?	1	1½
	8	0.4	0.8	1.7	1.0	1.4	1.6	1.2	3	2	?	1	1½
	10	0.4	0.8	?	—	0.9	1.1	0.8	2	1½	?	1½	1
	12	0.4	0.6	1.7	1.7	0.9	0.9	0.8	1½	1½	?	1	1
	14	0.5	0.8	1.7	1.2	0.9	0.9	0.7	1½	?	?	1½	1
	16	0.5	0.8	1.2	1.0	1.1	1.1	0.6	1½	?	?	1½	1
	18	0.4	0.4	1.2	0.8	1.1	0.9	0.8	1½	?	?	1	1
20	0.2	0.2	1.7	0.6	1.1	0.9	0.6	1½	?	?	1	1	
22	0.3	0.2	1.7	0.6	0.9	0.9	0.6	1½	?	?	½	1	
28.	0	0.2	0.3	1.0	0.4	0.7	0.7	0.4	1½	?	?	½	½
T		6.9	6.8	6.0	6.0	5.9	6.0	6.0	5.8	5.9	6.0	6.0	6.0

1) Eigenperiode des Pendels überschritten.

Tabelle 6 (Fortsetzung).
Bodenunruhe vom 25. März 1914 0^h bis 28. März 1914 0^h in μ .

Dat.	Zeit	Budapest		Marseille		Upsala		Neapel ¹⁾		De Bilt		Göttingen			
		N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	Z	
25.	0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.9	0.8	2.8	2.5	0.5	0.3	0.3	
	2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.9	1.3	2.8	1.5	0.5	0.4	0.3	
	4	0.4	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2	1.9	0.8	2.8	2.5	0.5	0.3	0.5	
	6	0.4	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2	2.5	1.3	2.8	3.2	0.8	0.5	0.3	
	8	0.4	0.5	0.7	0.5	0.2	0.2	2.8	1.7	2.8	2.7	0.8	0.5	0.5	
	10	0.4	0.5	0.7	0.5	0.2	0.2	2.8	2.5	3.2	3.2	1.1	0.5	0.7	
		12	0.6	0.5	0.8	0.7	0.2	0.2	3.8	3.4	1.5	2.5	1.3	1.1	0.7
		14	0.6	0.6	1.0	1.2	0.2	0.2	3.8	3.1	3.2	3.8	1.1	0.9	1.0
		16	0.6	0.5	1.0	0.8	0.2	0.2	5.7	3.8	2.8	3.8	1.1	1.1	1.0
		18	0.8	0.5	1.0	0.8	0.2	0.3	6.2	5.0	3.7	2.7	1.3	1.1	1.0
	20	0.8	0.6	1.5	0.8	0.2	0.3	4.1	3.8	3.7	2.7	1.1	1.1	1.2	
	22	0.8	0.9	1.5	1.2	0.2	0.3	5.6	3.8	4.1	2.7	1.3	1.3	1.4	
26.	0	0.8	0.8	1.5	1.2	0.2	0.3	3.8	3.1	4 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	1.8	1.3	1.7	
	2	1.0	0.6	2.0	1.2	0.3	0.4	3.8	3.8	4 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{3}{4}$	2.1	1.8	1.4	
	4	1.1	0.8	2.0	1.8	0.3	0.4	3.8	3.8	4 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{2}$	2.4	2.3	2.4	
	6	1.3	0.9	2.0	1.8	0.3	0.4	3.8	3.1	4 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{2}$	2.4	2.6	2.4	
	8	1.3	1.2	3.0	3.0	0.4	0.6	3.8	3.8	6	4 $\frac{1}{2}$	2.1	2.1	1.7	
	10	1.5	1.2	2.6	3.0	0.4	0.6	5.0	3.8	8	6 $\frac{1}{2}$	2.1	2.1	1.4	
		12	1.7	1.4	3.0	3.0	0.4	0.4	6.3	5.0	5 $\frac{1}{4}$	5	2.1	1.8	2.1
		14	1.5	1.2	2.0	3.6	0.4	0.4	6.3	8.1	4 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{1}{2}$	1.8	1.8	1.7
		16	1.3	1.2	2.0	4.2	0.4	0.3	8.1	8.1	5 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{2}$	1.8	1.3	1.4
		18	1.3	1.1	3.5	4.2	0.4	0.3	8.7	7.5	6	5	1.6	1.3	1.4
	20	1.1	1.2	4.0	4.2	0.3	0.2	8.7	9.8	5 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{4}$	1.6	1.1	1.4	
	22	1.0	0.9	3.2	4.2	0.3	0.2	9.4	8.1	4 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{4}$	2.1	1.1	1.0	
27.	0	1.0	1.1	3.5	4.2	0.2	0.2	10.0	9.4	5 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{3}{4}$	1.1	0.8	0.7	
	2	?	0.9	3.0	3.6	0.2	0.2	9.4	10.0	5 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{3}{4}$?	?	1.0	
	4	1.1	0.8	3.5	3.0	0.2	0.1	8.1	8.7	4 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	0.8	1.1	1.0	
	6	1.0	0.6	3.6	3.5	0.2	0.1	8.1	8.1	3 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{4}$	0.8	0.8	1.0	
	8	1.0	0.8	2.5	3.0	0.1	0.1	8.1	7.5	2 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{3}{4}$	1.1	0.8	0.7	
	10	0.8	?	2.5	3.0	0.1	0.1	8.7	8.9	3 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$	0.5	0.5	0.5	
		12	0.8	?	2.5	3.0	0.1	0.1	8.1	7.5	3.2	2.8	0.8	0.4	0.5
		14	0.8	?	2.4	2.5	0.1	0.1	6.9	6.3	2.8	2.5	0.5	0.4	0.7
		16	0.4	?	2.0	1.8	0.2	0.1	6.3	6.3	2.8	3.8	0.8	0.3	0.7
		18	0.4	?	2.0	1.8	0.1	0.1	7.5	7.5	3.2	3.5	0.5	0.3	0.5
	20	0.6	?	1.5	1.2	0.1	0.1	8.1	8.1	3.2	2.5	0.8	0.1	0.5	
	22	0.4	?	1.5	1.8	0.1	0.1	9.4	6.3	2.8	2.5	0.5	0.3	0.3	
28.	0	0.8	?	1.0	1.2	0.1	0.1	7.5	5.0	2.8	2.0	0.5	0.3	0.5	
T		6.0	5.7	5.1	5.0	5.0	5.0	4.1	4.0	6.0	6.0	6.1	6.0	6.0	

¹⁾ Instrumente erst kurz in Tätigkeit.

Tabelle 6 (Fortsetzung).
Bodenunruhe vom 25. März 1914 0^h bis 28. März 1914 0^h in μ .

Dat.	Zeit	Graz		Breslau		Wien		Reykjavik		Belgrad ¹⁾	
		N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W	N-S	E-W
25.	0	0.3	0.5	0.2	0.2	0.8	0.6	7	10	0.3	0.2
	2	0.6	0.5	0.2	0.2	0.8	0.6	7	10	0.3	0.3
	4	0.3	0.2	0.2	0.2	1.4	0.6	9	11	0.2	0.2
	6	0.4	0.3	0.2	0.2	1.7	1.4	7	11	0.2	0.2
	8	0.4	0.3	0.2	0.2	1.7	1.4	7	14	0.4	0.2
	10	0.4	0.2	0.2	0.2	1.7	1.1	7	13	0.6	0.2
	12	0.4	0.3	0.2	0.2	2.2	1.4	10	14	0.7	0.2
	14	0.6	0.3	0.2	0.2	2.5	1.9	7	10	0.2	0.2
	16	0.6	0.3	0.2	0.2	2.2	2.5	7	10	0.3	0.3
	18	0.6	0.3	0.2	0.2	2.2	1.7	9	10	0.2	0.3
20	0.6	0.5	0.3	0.3	2.2	1.4	7	10	0.4	0.4	
22	0.8	0.5	0.3	0.4	2.8	1.7	12	10	0.7	0.8	
26.	0	0.8	0.5	0.5	0.7	2.5	1.9	12	18	1.8	1.0
	2	0.8	0.5	0.8	0.7	2.8	2.5	12	15	1.4	0.8
	4	1.1	0.7	0.8	1.0	3.3	2.5	13	24	1.1	0.6
	6	1.4	0.7	0.9	0.9	3.9	3.1	15	25	0.9	0.4
	8	1.4	1.0	1.0	0.9	3.9	3.1	9	20	0.4	0.4
	10	1.4	1.0	0.9	0.9	3.3	3.3	12	23	0.7	0.4
	12	1.1	1.2	0.8	0.7	3.6	3.1	13	25	0.4	0.4
	14	1.1	1.0	0.6	0.9	3.3	2.5	16	25	1.1	0.8
	16	1.1	1.0	0.8	0.7	2.8	2.2	15	25	0.7	0.4
	18	1.1	0.7	0.6	0.9	2.8	2.5	9	25	0.7	0.4
20	0.8	0.5	0.6	0.9	2.8	2.5	9	25	0.6	0.8	
22	0.6	0.5	0.6	0.7	2.8	2.2	12	13	0.9	0.8	
27.	0	0.6	0.3	0.4	0.4	2.5	2.2	9	15	0.9	1.0
	2	?	?	?	0.4	?	?	10	12	1.1	1.0
	4	0.4	0.3	0.3	0.3	2.8	2.5	9	8	1.1	1.0
	6	0.4	0.3	0.3	0.3	2.5	2.5	7	10	1.6	0.8
	8	0.4	0.3	0.3	0.4	2.2	2.2	7	11	1.5	0.4
	10	0.6	0.3	0.4	0.3	2.8	2.2	7	8	1.6	1.2
	12	0.6	0.3	0.3	0.3	2.2	2.2	4	6	0.7	0.8
	14	0.4	0.3	0.3	0.3	2.2	1.9	4	7	0.9	1.0
	16	0.6	0.2	0.2	0.2	1.9	1.9	3½	6	1.1	1.0
	18	0.3	0.2	0.2	0.2	2.8	1.7	3	7	0.7	1.0
20	0.3	0.2	0.2	0.2	1.4	1.4	3	5	0.7	1.0	
22	0.3	0.2	0.2	0.2	1.4	1.1	3	6	1.1	0.8	
28.	0	0.3	0.2	0.2	0.2	1.4	1.4	3	5	1.1	1.1
T		6.2	6.9	6.0	6.0	6.0	6.0	5.8	5.2	5.0	5.0

1) Dämpfung sehr schwach.

Tabelle 6 (Fortsetzung).
Bodenunruhe vom 25. März 1914 0^h bis 28. März 1914 0^h in μ .

Dat.	Zeit	Baku			Makejewka ¹⁾			Eskdalemuir		
		N—S	E—W	Z	N—S	E—W	Z	N—S	E—W	Z ¹⁾
25.	0	0.7	0.8	0.5	?	?	0.5	1½	1	2
	2	0.9	0.8	0.5	?	?	0.5	2	1½	2½
	4	0.7	0.6	0.5	?	?	0.4	1½	1	2¼
	6	?	?	?	?	?	0.5	1½	1½	2½
	8	0.9	0.8	?	0.5	0.6	0.5	1	1	2
	10	0.9	0.6	?	0.5	0.7	0.5	1½	1½	3
	12	0.9	0.8	0.5	0.5	0.7	0.5	2½	2½	3
	14	0.9	0.8	0.6	0.5	0.7	0.5	2½	2½	3
	16	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	2½	2½	3½
	18	0.9	0.8	0.5	0.5	0.8	?	2½	2¾	3½
20	0.9	0.8	0.5	0.6	0.7	?	2¾	3¼	3½	
22	1.0	0.9	0.6	0.6	0.8	?	3¼	3¼	5	
26.	0	1.2	0.9	0.5	0.6	0.7	?	3¼	3¼	5½
	2	1.2	0.9	0.5	0.6	1.0	?	3¼	4	5½
	4	1.2	0.9	0.5	0.7	1.1	?	4	4	5
	6	1.0	0.9	?	0.8	1.2	?	4¾	4½	5½
	8	1.0	1.0	0.5	0.9	1.0	1.0	4¾	5¼	5½
	10	1.0	1.2	0.5	0.8	1.0	1.0	4	5	5
12	1.2	0.9	0.5	0.6	0.9	1.0	3¾	3¾	5	
14	1.0	0.9	0.5	0.7	1.0	1.1	4	4½	5	
16	1.0	0.8	0.6	0.6	0.8	0.8	4¾	4½	5½	
18	0.9	0.8	0.5	0.6	1.0	1.0	3¾	3¾	5½	
20	0.7	0.8	0.5	0.6	0.7	0.9	4	4	4½	
22	0.9	0.6	0.6	0.5	0.6	0.9	4½	3¾	3	
27.	0	0.5	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7	3¼	2¾	4
	2	?	?	?	?	?	?	?	?	3
	4	0.9	0.8	0.5	0.5	0.7	0.6	3¼	3¼	3
	6	?	?	?	0.5	0.6	?	2¾	2	3
	8	0.9	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	2½	2	3½
	10	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	2	2	2½
12	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	2	2	2¼	
14	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	2½	2½	2¼	
16	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	1½	1½	?	
18	0.7	0.6	?	0.5	0.5	0.5	1½	2½	?	
20	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	2	2	?	
22	0.7	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	2	2	2½	
28.	0	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	1½	1½	2
T		5.1	5.0	5.0	6.0	6.0	5.4	6.0	6.0	6.0

¹⁾ Diagrammablesung in mm.

recht bedeutenden Mängeln behaftet. Sie sind zunächst Schätzungen nach einer neunteiligen Skala und besitzen als solche psychologische Fehler, wie alle Schätzungen physikalischer Natur. Bei lang andauernder relativer Ruhe wird selbst bei vorhandenen Marken ein mittlerer Seegang höher geschätzt, als bei vorangegangener längerer Unruhe. Es ist auch nicht möglich, von den Angaben einer Station Schlüsse auf die einer anderen zu ziehen, da die Stationen weit auseinander liegen und die Übergänge in den Seegangswerten sehr schroff sein können. Bei Betrachtungen über die Brandungen wird man daher außer dem Seegang die Wetterlage, Windrichtung und -stärke mit berücksichtigen müssen.

Außer in Tabellen wurden die Zahlenwerte vielfach in Karten eingetragen. Tabelle 7 und Figur 1 geben die Namen und Lage aller hierfür in Betracht kommenden Stationen.

Tabelle 7.

1. Stationen mit Angaben über Bodenunruhe.

1. Reykjavik	13. Potsdam	25. Triest
2. Upsala	14. Breslau	26. Laibach
3. Pulkovo	15. Königsberg	27. Graz
4. Eskdalemuir	16. Paris	28. Wien
5. Uccle	17. Clermont-Ferrand	29. Budapest
6. De Bilt	18. Diedenhofen	30. Czernowitz
7. Aachen	19. Besançon	31. Makejewka
8. Bochum	20. Straßburg	32. Cartuja
9. Feldberg (Tanus) (21. Heidelberg	33. Marseille
10. Hamburg	22. Zürich	34. Neapel
11. Göttingen	23. Nördlingen	35. Belgrad
12. Jena	24. München	36. Baku.

2. Stationen mit Angaben über Seegang oder Wind.

25. Triest	47. Helgoland	58. Portlandbill
37. Westmanö	48. Helder	59. Grisnez
38. Vardö	49. Vlissingen	60. Cherbourg
39. Bodö	50. Yarmouth	61. St. Mathieu
40. Christiansund	51. Shields	62. Ile d'Aix
41. Skudenes	52. Aberdeen	63. Biarritz
42. Skagen	53. Stornoway	64. Coruña
43. Hanstholm	54. Malinhead	65. Sicié
44. Swinemünde	55. Valentia	66. Nizza
45. Rügenwaldermünde	56. Holyhead	67. Livorno
46. Memel	57. Scilly	

Soweit nichts anderes vermerkt ist, beziehen sich die Angaben über Bodenunruhe auf die Horizontalkomponente A_H (in μ), und es wurde gesetzt: $A_H^2 = A_N^2 + A_S^2$. War nur eine Komponente vorhanden, so wurde $A_H = 1.4 A_E = 1.4 A_N$ als Annäherung benutzt.

Es ist mir am Schlusse dieses Kapitels eine Pflicht, Herrn Geheimrat Hecker für die Überlassung seiner zahlreichen Zahlenangaben sowie für die mühevollte Auswahl und Übersendung des von mir gewünschten Materials von Straßburg nach Sennelager, wo die Arbeit niedergeschrieben wurde, zu danken.

IV. Die Perioden der Bodenunruhe.

a) Der absolute Wert der Perioden.

Die Untersuchung der Größe der Perioden der Bodenunruhe begann mit der zweiten Epoche im Jahre 1906. Die in den Arbeiten angegebenen Zahlen sind aber nicht vergleichbar, da sie aus verschiedenen Zeiträumen stammen, außer dem Material von Hecker für mehrere Stationen 1911/12 und 1912/13 [(14), S. 23 und (21) S. 11/12]. Tabelle 8 zeigt diese Werte.

Tabelle 8.

Periode der Bodenunruhe an einzelnen Tagen 1911/13.

	1911/12	1912/13	Mittel		1911/12	1912/13	Mittel
Upsala	5.6	5.6	5.6	Aachen	6.8	7.5	7.2
Pulkovo	5.7	6.2	6.0	Heidelberg	6.6	7.7	7.2
Eskdalemuir	6.3	7.0	6.7	Straßburg	6.1	6.3	6.2
Hamburg	6.4	7.0	6.7	Paris	6.3	6.5	6.4
Potsdam	6.3	6.8	6.6	Wien	6.6	7.2	6.9
De Bilt	5.7	5.8	5.8	München	6.6	7.1	6.9
Göttingen	6.6	6.8	6.7	Graz	6.8	7.6	7.2
Uccle	5.9	7.1	6.5	Triest	6.2	7.9	7.1
Jena	6.6	7.3	7.0	Cartuja	6.5	6.9	6.7
Bochum	6.8	7.7	7.3	Reykjavik	—	5.8	(5.6)

Man sieht, daß im zweiten Winter die Werte mehr oder minder größer sind als im ersten, und daß die Mittel 1911/13 jedenfalls gute relative Werte, vielleicht sogar die mittleren Perioden im Winter für die einzelnen Stationen angeben. Sie sind in Figur 2 eingetragen. Man erkennt deutlich, daß sich ein Gebiet mit hohen Perioden von Westdeutschland nach Österreich zieht, während im Norden niedrige Werte vorherrschen.

b) Der Zusammenhang zwischen Periode und Amplitude.

Wie wir schon in Kapitel II sahen, haben alle neueren Untersuchungen ein Anwachsen der Periode mit der Amplitude ergeben, doch schon Hecker [(21) S. 12] betont, daß dieses Anwachsen durchaus nicht gleichmäßig an allen Stationen erfolgt. Untersucht man die einzelnen Fälle 1913, für die Hecker (21) das Material zusammengestellt hat, näher (Tabelle 9), so ergibt sich, daß durchaus nicht immer einem Maximum der Amplitude ein Maximum der Periode entspricht. Gleich bei dem ersten Beispiel, 6.—18. I. 1913, zeigen alle Beobachtungsorte am 12. I. außergewöhnlich heftige Bewegung, die schnell abnimmt, am 14. I. ein Minimum und am 16. I. ein zweites Maximum erreicht, das jedoch nur rund $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ der Höchstwerte vom 12. I. beträgt. Die Perioden dagegen steigen vom 12. ab, stellenweise mit vorübergehender schwacher Abnahme, weiter an und erreichen ihr Hauptmaximum, das vielfach den Wert vom 12. um eine Sekunde und mehr übersteigt, erst am 16. Das absolute Minimum der Perioden liegt fast überall am 10., an dem die Amplituden etwa die Mittelwerte des behandelten Zeitabschnittes besitzen. Andererseits stimmen die Änderungen der Perioden und Amplituden vom 2.—9. III. 1913 gut überein. In Figur 3 ist für diesen Zeitraum die Größe der Perioden eingetragen, am linken Rande befinden sich an jeder Kurve eine Angabe über die Größe der Periode am 2. III. 13, am rechten Rande der Name der Station. Bei den Ordinaten entspricht jeder Zwischenraum zwischen zwei Linien einer Sekunde, die Abszissenachsen zweier

Tabelle 9.

Benutzer Zeitraum	Zeitpunkt des Amplituden-		Zeitpunkt des Perioden-	
	Maximums	Minimums	Maximums	Minimums
1913 6.—18. Januar	12. I. (stark ausgeprägt)	7. I. 14. I. (stark ausgeprägt)	8. I. (gut ausgeprägt) 12. I. (nicht überall, schwach)	7. I. (nicht überall, schwach) 10. I. (gut ausgeprägt) 15. I. (nicht überall, schwach)
1913 3.—11. Februar	4. II. (meist bedeutend)	6. II. (meist gut ausgeprägt)	4. und 5. II. (vielfach unbedeutend)	6. II. (schwach)
	7. II. (schwach)	9. II. (meist schwach)	7. II. (schwach)	8. II. (vielfach gut ausgeprägt)
	10. II. (meist ausgeprägt)		10. II. (meist ausgeprägt)	
1913 2.—9. März	5. u. 6. III. (stark ausgeprägt)		5. u. 6. III. (stark ausgeprägt)	
1913 17.—19. März	Am 17. u. 19. III. meist gleich, nur in De Bilt und Reykjavik erheblich höher am 19. III.	18. III. (nicht überall, schwach)	Vielfach starke Ab- nahme vom 17. zum 18., dann zum 19. unverändert	

aufeinander folgenden Kurven sind der größeren Übersichtlichkeit halber um 1 Sekunde gegeneinander verschoben. Auf jeder Kurve ist die Periode, die zu dem Amplitudenmaximum gehört, durch ein • gekennzeichnet, und man sieht, daß fast überall die größten Perioden den größten Amplituden entsprechen. Umgekehrt ist es wieder vom 17.—19. III. 1913, hier fällt vielfach die Periode vom 17. zum 18. stark und bleibt dann unverändert, während die

Amplituden am 19. in De Bilt und Reykjavik erheblich größer, sonst etwa gerade so groß wie am 17. sind. Wir finden also: Im allgemeinen wachsen an allen Stationen die Perioden mit den Amplituden, doch geschieht dies weder gleichmäßig noch ausnahmslos.

Die benutzten Beispiele, z. B. Figur 3, zeigen auch die Richtigkeit des Ergebnisses von Hecker (21, S. 12 und Figur 4 daselbst), daß an den Stationen mit großer Unruhe (Reykjavik, De Bilt, Straßburg) die Änderung der Periode selbst dann gering ist, wenn die Amplitude sich stark ändert.

c) Die geographische Lage der Maxima und Minima der Perioden bei verschiedener geographischer Lage der Maximalamplituden und bei verschiedener Wetterlage.

Figur 2 zeigte uns, daß im Mittel ein Gebiet hoher Perioden sich von der südlichen Nordsee zum Adriatischen Meer zieht. Es fragt sich nun, ob dies stets der Fall ist, oder ob das Mittel durch Überlagerung mehrerer Typen von Periodenverteilung zufällig entstanden ist. Wir wollen deswegen die Periodengrößen in 3 Klassen von Fällen je nach der Lage der größten Amplituden untersuchen.

I. Die größten Amplituden liegen über Frankreich und Süddeutschland:

13. Dezember 1911 (Figur 4): Die größten Perioden (5.8^s und mehr) sind in Paris, Straßburg, Potsdam und Göttingen zu finden, die kleinsten Perioden im Norden und im Süden. Die Verteilung ist ähnlich wie im Mittel, nur im Gebiet der größten Amplituden sind die Perioden ein wenig größer.

7. Februar 1912 (Figur 5): Die Verteilung entspricht etwa dem Mittel, doch sind alle Perioden etwas kleiner.

17. Januar 1912: Eskdalemuir, das große Amplituden aufweist, zeigt auch eine relativ höhere Periode wie im Mittel, sonst liegen die Werte relativ ähnlich wie im Mittel (Übergangsfall zu II).

26. März 1914: Die Verhältnisse liegen ähnlich wie im Mittel. Die größten Perioden (Mittel von 24 Stunden) haben Jena und Czernowitz (6.7), Laibach, Graz und Uccle (6.5), München (6.4) und Straßburg (6.3), die kleinsten Neapel (3.7), Upsala, Belgrad und Marseille (5.0), Königsberg (5.4) und Reykjavik (5.5).

Die größten absoluten Perioden (Mittel von N—S und E—W) und Amplituden (Reykjavik ausgeschlossen) in den vier besprochenen Fällen sind:

13. Dez. 1911, 7 ^h :	6.2 ^s (Paris und Potsdam)	bzw. 8.2 μ (Paris).
7. Febr. 1912, 16 ^h :	7.2 ^s (Bochum)	„ 8.6 μ (Paris).
17. Jan. 1912, 16 ^h :	8.0 ^s (Breslau)	„ 9.0 μ (Eskdalemuir).
26. März 1914 (Maximum von A _H)	6.9 ^s (Czernowitz, Uccle u. Jena)	„ 8.5 μ (Straßburg).

Die kleinsten Perioden sind:

13. Dez. 1911, 7 ^h :	4.6 ^s (Pulkovo).
7. Febr. 1912, 16 ^h :	5.2 ^s (Pulkovo und Upsala).
17. Jan. 1912, 16 ^h :	6.8 ^s (Straßburg).
26. März 1914 (Maximum von A _H)	4.1 ^s (Neapel).
	5.0 ^s (Upsala, Belgrad, Marseille).

II. Die größten Amplituden liegen über England, Holland, Nordwestdeutschland:

12. Januar 1913 (Figur 6): Die Verteilung der Perioden ist relativ fast genau wie im Mittel, nur in Pulkovo ist die Periode etwas größer.

16. Januar 1913 (Figur 7): Die Verteilung ist relativ ähnlich wie am 12.

17. März 1913 (Figur 8): Die Lage der größten und kleinsten Perioden ist ähnlich wie im Mittel, nur sind die Unterschiede bedeutend größer. Cartuja gibt eine außergewöhnlich kleine Periode (3.8^s) an.

9. Januar 1913: Das Gebiet der hohen Perioden erstreckt sich etwas weiter nach Norden als im Mittel, sonst ist die Verteilung wie dort. Für das Mittel am

29. Februar 1912: gilt das gleiche.

17. Januar 1912, 16^h: Ist schon oben unter I behandelt (Übergangsfall).

Die größten Perioden und Amplituden (Reykjavik ausgeschlossen) sind am:

12. Januar	1913:	8.9 ^s (Heidelberg) bzw. 20.3 μ (De Bilt).
16. „	1913:	9.7 ^s (Aachen) „ 12.9 μ (De Bilt).
17. „	1913:	{ 10.0 ^s (Makejewka) } „ 9.0 μ (De Bilt).
		{ 9.2 ^s (Aachen) }
17. März	1913:	8.0 ^s (Bochum) „ 9.1 μ (De Bilt).
19. „	1913:	6.6 ^s (Bochum) „ 16.9 μ (De Bilt).
9. Januar	1913:	7.6 ^s (Heidelberg) „ 11.3 μ (De Bilt).
29. Februar	1912:	7.4 ^s (Göttingen) „ 9.3 μ (Eskdalemuir).
17. Januar	1912 (16 ^h):	8.0 ^s (Breslau) „ 9.0 μ (Eskdalemuir).
17. „	1912 (1 ^h):	8.8 ^s (Aachen) „ 8.7 μ (Eskdalemuir).

Die kleinsten Perioden sind am:

12. Januar	1913:	{ 6.0 ^s (Reykjavik).
		{ 6.2 ^s (Upsala).
16. „	1913:	{ 5.5 ^s (Reykjavik).
		{ 7.0 ^s (Upsala).
12. März	1913:	{ 3.8 ^s (Cartuja).
		{ 4.5 ^s (Pulkovo).
9. Januar	1913:	5.0 ^s (Upsala).
29. Februar	1912:	5.6 ^s (Pulkovo und Upsala).
17. Januar	1912:	6.8 ^s (Straßburg).

III. Die größten Amplituden liegen im nördlichen Deutschland, Upsala und Pulkovo haben relativ große Amplituden.

4. Februar 1913 (Figur 9): Das Gebiet der großen Perioden erstreckt sich weiter nach Nordwesten als im Mittel.

8. Februar 1913 (Figur 10): Pulkovo und Upsala, die relativ sehr große Amplituden haben, zeigen auch die größten Perioden. Sonst ist die Verteilung ähnlich wie im Mittel.

6. März 1913: Auch hier besitzen Pulkovo und Upsala relativ außergewöhnlich hohe Amplituden. Das Gebiet hoher Perioden reicht im Nordosten weiter als im Mittel, Potsdam und Pulkovo haben die größten Periodenwerte, Upsala dagegen zeigt den zweitkleinsten. Sonst liegen die Werte relativ ähnlich wie im Mittel.

2. Februar 1914: Eine wesentliche Abweichung der Periodenextreme von der mittleren Lage ist nicht vorhanden.

Die größten Werte der Perioden und Amplituden (Reykjavik ausgeschlossen) sind am:

4. Februar	1913:	8 ^s .9 (Triest) bzw. 14.3 μ (Hamburg).
8. „	1913:	8 ^s .2 (Pulkovo) „ 12.5 μ (De Bilt).
6. März	1913:	9 ^s .0 (Potsdam) „ 17.7 μ (Hamburg).
2. Februar	1914:	7 ^s .1 (Lai bach) „ 15 μ (Königsberg).
11. „	1913:	7 ^s .8 (Bochum) „ 7.1 μ (Hamburg).

4. März 1913: 7.4^s (Jena) bzw. 6.9 μ (Hamburg).
 8. „ 1913: 7.6^s (Bochum) „ 5.8 μ (Hamburg).

Die kleinsten Werte der Perioden sind am:

4. Februar 1913: 6.3^s (Upsala).
 8. „ 1913: 4.9^s (De Bilt).
 6. März 1913: $\left\{ \begin{array}{l} 5.6^s \text{ (Reykjavik).} \\ 6.3^s \text{ (Upsala).} \end{array} \right.$
 2. Februar 1914: 5.0^s (Upsala, Belgrad).
 11. „ 1913: $\left\{ \begin{array}{l} 5.5^s \text{ (Reykjavik).} \\ 6.0^s \text{ (Upsala, Potsdam, De Bilt).} \end{array} \right.$
 4. März 1913: 4.7^s (Upsala).
 8. „ 1913: 4.7^s (Upsala).

Überblicken wir nun diese Ergebnisse, so finden wir: Das Gebiet der größten bzw. der kleinsten Perioden liegt in jedem der betrachteten Fälle ähnlich wie im Mittel (Figur 2), doch finden wir an einzelnen Tagen eine geringe Verschiebung der hohen Periodenwerte nach der Gegend der relativ hohen Amplituden hin.

Da die oben benutzten drei Klassen der Lage des Amplitudenmaximums gleichzeitig drei Witterungsklassen entsprechen, wie später gezeigt werden soll (Klasse I: Seegang im Busen von Biskaya groß, II: Seegang in Westengland oder Nordsee groß, III: Seegang in Norwegen groß), so gilt also ein ähnlicher Satz wie der obige für die Wetterlage:

Die Lage des Gebietes mit hohen Perioden wird durch die Wetterlage nicht erheblich beeinflusst.

Zum Schluß kann man noch die Absolutwerte der Perioden betrachten, die in den oben angegebenen Fällen durch den größten und kleinsten Periodenwert charakterisiert sind. Hier scheinen die Perioden bei starken Amplituden über Frankreich (Seegang Biskaya groß) etwas kleiner zu sein als sonst, doch läßt sich ein sicheres Ergebnis nicht angeben, da einmal hierfür das Material zu gering ist und dann auch in den erwähnten Fällen die größten Amplituden in Paris erheblich kleiner sind als die größten Amplituden in den anderen Klassen.

Hiernach muß auch die Frage noch offen bleiben, inwieweit die Perioden mit Eigenschwingungen der Erdrinde zusammenhängen und welchen Einfluß die Ursache der Bewegung auf die Größe der Perioden besitzt. Auch der Untergrund scheint hierbei eine Rolle zu spielen.

V. Das Verhältnis der N—S- zur E—W-Komponente und das Verhältnis der Horizontal- zur Vertikalkomponente bei der Bodenunruhe.

Die ersten Untersuchungen über das Verhältnis der Komponenten bei der Bodenunruhe hat Hecker (14), (21) angestellt; er fand, „daß im allgemeinen die mikroseismische Bewegung in allen Azimuten ziemlich gleich stark auftritt“ und „daß in Upsala und Pulkovo die Bewegung stärker in ostwestlicher Richtung ist, während besonders in De Bilt und Cartuja umgekehrt eine stärkere Bewegung in der nordsüdlichen Richtung aufgezeichnet ist“. Hierzu muß bemerkt werden, daß Cartuja sowohl bei der Einsendung der Aufzeichnungen für die süddeutschen Beben 1911 und 1913 wie auch für das Bodenunruhematerial für 1914 als Richtung der Pendel „ENE—WSW und NNW—SSE“ angab. Die Beobachtungen von Cartuja kommen also für diesen Abschnitt leider nicht in Betracht, obwohl sie für die Zusammenstellung von Hecker als Werte der Bodenunruhe in der N—S- und E—W-Komponente eingeschickt waren. Hecker fand ferner, daß an einzelnen Stationen zeitliche stetige Änderungen des Azimuts der Bodenunruhe vorkamen.

Für die Untersuchung der Frage, ob stets in gewissen Gebieten eine Komponente der Bewegung vorherrscht, wurde in Tabelle 10 für das Material 1914 das Verhältnis $A_N : A_E$ für alle Tage 8^h gebildet. Man sieht, daß an gewissen Stationen nur Werte kleiner als 1, an anderen fast nur solche größer als 1 vorkommen. Trägt man die Mittel in eine Karte ein, so ergibt sich eine systematische Lagerung der Werte, die aber nicht sehr starke Extreme enthält, so daß sie nicht sehr sicher ist, zumal die Werte der Konstanten bei den einzelnen Stationen eingehen. Es wurden deswegen in Tabelle 11 auch die Mittelwerte der einzelnen Zeitabschnitte, die Hecker (14), (21) untersucht hat, mit eingetragen. Die Anordnung in der Tabelle geschah ähnlich wie oben bei den Perioden in 3 Abteilungen je nach der Lage

Tabelle 10 (1914).

Ort	$A_N : A_E$ 8 ^h				Mittel 31. I.—3. II.	$A_N : A_E$ 8 ^h			Mittel 25.—27. III.
	31. I.	1. II.	2. II.	3. II.		25. III.	26. III.	27. III.	
Baku	—	—	—	—	—	1.1	1.0	1.5	1.2
Pulkovo	0.8	0.7	1.1	0.7	0.8	1.0	0.9	1.0	1.0
Besançon	1.0	1.7	1.3	1.5	1.4	1.0	0.7	1.0	0.9
Clermont	0.5	1.0	1.0	0.7	0.8	0.7	1.0	1.5	1.1
Czernowitz	1.2	0.9	1.0	0.8	1.0	2.2	1.0	1.2	1.4
Triest	0.8	0.5	1.0	0.5	0.7	(2.0)	0.9	(1.0)	(1.0)
Aachen	1.1	1.3	0.9	1.5	1.2	1.5	1.0	1.7	1.4
Potsdam	1.4	1.6	1.2	0.8	1.2	1.9	1.1	1.2	1.4
Jena	0.8	0.9	1.0	1.9	1.1	0.3	0.8	0.5	0.5
Straßburg (Wiechert) .	1.5	1.1	0.8	1.0	1.1	1.3	1.0	1.5	1.3
„ (Galitzin)	1.2	0.8	0.8	1.0	1.0	1.1	1.0	1.2	1.1
Paris	1.5	1.4	1.2	1.0	1.3	1.0	1.0	0.8	0.9
Graz	0.8	1.0	1.9	1.2	1.2	1.3	1.4	1.3	1.3
Reykjavik	0.5	0.8	1.0	0.6	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5
Breslau	1.7	1.1	0.9	1.1	1.2	—	(1.1)	(0.8)	(1.0)
Göttingen	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.6	1.0	1.4	1.3
München	1.0	1.0	1.6	0.9	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0
Königsberg	0.5	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8
Wien	1.2	1.3	1.5	1.0	1.2	1.0	1.2	2.0	1.4
Uccle	1.5	0.9	1.3	1.4	1.3	1.2	0.8	1.2	1.1
Bochum	1.2	1.1	1.1	0.9	1.1	0.8	1.0	0.9	0.9
De Bilt	1.2	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.3	1.0	1.1
Budapest	1.1	1.2	1.1	1.5	1.2	0.8	1.1	1.3	1.1
Marseille	0.6	0.6	1.1	0.9	0.8	0.9	1.0	1.2	1.0
Upsala	0.6	1.0	1.1	1.0	0.9	1.0	0.7	1.0	0.9
Eskdalemuir	0.7	1.1	1.0	1.2	1.0	1.0	0.9	1.2	1.0
Irkutsk (6 ^h)	1.1	1.2	1.4	1.0	1.2	1.0	—	—	(1.0)
Ekaterinenburg (6 ^h) .	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	1.0	0.6	0.7	0.8
Tiflis (6 ^h)	—	1.4	1.3	0.8	1.2	—	1.1	1.2	1.2

der Maxima der Bewegung bzw. der Wetterlage. Die Mittel der drei Abteilungen in den Spalten 5, 9 und 13 unterscheiden sich nicht innerhalb der Beobachtungsfehler. Hiernach ist tatsächlich die größere Abweichung des Wertes $A_N : A_E$ von 1, die an den meisten Stationen auftritt, reell und unabhängig von der Wetterlage. Für Göttingen liegen für die N—S- und E—W-Komponente Mittelwerte über 4 Jahre vor. Dort war im Mittel [(13), S. 5]: $A_N = 0.367 \mu$ (1351 Fälle), $A_E = 0.306 \mu$ (1358 Fälle), also $A_N : A_E = 1.2$, während die obige Tabelle 1.1 ergibt. — In Figur 11 sind die Mittelwerte $A_N : A_E$ eingetragen. Jena zeigt eine auffallend kleine Zahl, sonst ist im mittleren Europa, etwa längs des 50. Breite-

Tabelle II.

Ort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	12./13. Dez. 1911	7. Febr. 1912	25.-27. März 1914	17. Jan. 1912	M I-4	29. Febr. 1912	6.-18. Jan. 1913	17.-19. März 1913	M 6-8	2.-9. März 1913	3.-11. Febr. 1913	31. I. bis 3. II. 1914	M 10-12	Mit- tel
Baku	—	—	1.2	—	1.2	—	0.8	—	0.8	0.9	0.9	—	0.9	1.0
Pulkovo	0.9	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8
Besaçon	—	—	0.9	—	0.9	—	—	—	—	—	—	1.4	1.4	1.2
Clermont	—	—	1.1	—	1.1	—	—	—	—	—	—	0.8	0.8	0.9
Czernowitz	—	—	1.4	—	1.4	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.2
Triest	1.2	0.9	(1.0)	1.0	1.0	0.9	0.8	—	0.9	1.0	0.8	0.7	0.8	0.9
Aachen	1.4	1.5	1.4	1.2	1.4	1.3	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2
Potsdam	2.7	1.6	1.4	2.0	1.9	1.8	1.2	—	1.5	—	1.2	1.2	1.2	1.6
Jena	1.0	0.8	0.5	0.7	0.8	0.6	0.9	0.5	0.7	0.8	0.6	1.1	0.8	0.8
Straßburg	1.3	1.0	1.2	1.4	1.2	1.1	1.0	1.2	1.1	1.3	1.0	1.1	1.1	1.2
Paris	1.1	1.2	0.9	1.0	1.0	1.1	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.3	1.1	1.1
Graz	1.0	1.0	1.3	0.9	1.1	1.2	0.9	—	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1
Reykjavik	—	—	0.5	—	0.5	—	—	—	—	—	—	0.7	0.7	0.6
Breslau	—	—	(1.0)	—	(1.0)	—	—	—	—	—	—	1.2	1.2	1.2
Göttingen	0.9	1.5	1.3	0.8	1.1	0.8	—	—	0.8	—	—	1.0	1.0	1.1
München	1.2	1.1	1.0	1.1	1.1	0.9	0.9	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1
Königsberg	—	—	0.8	—	0.8	—	—	—	—	—	—	0.7	0.7	0.7
Wien	1.3	1.2	1.4	1.1	1.3	1.3	1.1	1.2	1.1	1.4	1.3	1.2	1.3	1.3
Uccle	1.5	1.2	1.1	—	1.3	1.4	1.0	1.1	1.2	1.1	1.3	1.3	1.2	1.2
Bochum	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0
De Bilt	1.7	1.9	1.1	1.2	1.5	2.0	1.6	1.2	1.6	1.4	1.6	1.1	1.4	1.5
Budapest	—	—	1.1	—	1.1	—	—	—	—	—	—	1.2	1.2	1.2
Marseille	—	—	1.0	—	1.0	—	—	—	—	—	—	0.8	0.8	0.9
Upsala	1.0	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.7	0.5	0.7	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8
Eskdalemuir	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—	1.0	—	—	1.0	1.0	1.0
Irkutsk	—	—	(1.0)	—	(1.0)	—	0.9	1.0	1.0	1.0	1.3	1.2	1.2	1.1
Makejewka	—	—	—	—	—	—	1.0	—	1.0	1.2	—	—	1.2	1.1
Hamburg	1.2	1.0	—	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	—	1.0	1.0
Heidelberg	—	—	—	—	—	—	1.0	1.3	1.1	1.2	1.2	—	1.2	1.2
Ekaterinenburg	—	—	0.8	—	0.8	—	—	—	—	—	—	0.7	0.7	0.7
Tiflis	—	—	1.2	—	1.2	—	1.0	—	1.0	1.0	0.8	1.2	1.0	1.0

grades, $A_N > A_E$, im Norden und Süden $A_E > A_N$, und zwar scheint dies stets so zu sein, gleichgültig, wo die Ursache der Bewegung liegt.

Das Verhältnis der horizontalen zur vertikalen Komponente ist noch nicht genauer untersucht worden; Zoeppritz (5) gab an, daß in Göttingen die Vertikalbewegung etwa von der gleichen Größenordnung ist wie die Horizontalbewegung, und in einzelnen Fällen sei dort $A_H : A_Z$ zwischen 3 : 1 und $1/2 : 1$. Schneider (11) fand in der Zeit kurz nach Aufstellung des Vertikalpendels in Wien 2μ als Maximum für A_Z , gleichzeitig war $A_N = 6-8 \mu$, also etwa $A_H : A_Z = 5 : 1$. Für Göttingen fand ich (13) als 4jähriges Mittel (etwa 1350 Fälle) $A_H = 0.48$, $A_Z = 0.28$, also $A_H : A_Z = 1.7$.

Bei dem Material für 1914 befanden sich 7 Stationen, die brauchbare Aufzeichnungen bzw. gedruckte Angaben von Vertikalkomponenten lieferten: Baku (Galitzin), Pulkovo (Galitzin), Straßburg (Galitzin), Göttingen (Wiechert), Bochum (Wiechert; schwach gedämpft, Angaben daher unsicher), Ekaterinenburg und Tiflis. Die Straßburger Pendel waren erst kurz vor Beginn der ersten Beobachtungsreihe in Betrieb genommen, so daß die Aufzeichnungen des Z-Pendels noch zeitweise gestört waren. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 12 und 13 zusammengestellt, und zwar wurden stets die Messungen für die Zeiten

Tabelle 12.

$A_H : A_Z$, 31. Januar—2. Februar 1914.

	31. I.		1. II.		2. II.		3. II.		Mittel
Göttingen	2.2	1.5	1.9	1.3	1.6	1.6	1.7	1.3	1.6
Pulkovo	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1
Straßburg	—	(3.7)	(3.9)	(1.9)	2.7	3.0	3.3	(3.4)	3.0
Baku	1.8	1.8	2.6	2.3	2.6	2.2	2.9	2.2	2.3*
Bochum	—	2.9	2.5	1.3	1.6	1.9	2.3	2.0	2.1
Ekaterinenburg . .	0.9	1.2	0.9	0.9	1.2	1.1	0.9	0.9	1.0
Tiflis	1.3	1.3	1.6	1.6	1.2	—	1.4	—	1.4

Tabelle 13.

$A_H : A_Z$, 25.—27. März 1914.

	25. III.		26. III.		27. III.		Mittel
Göttingen	2.0	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.6
Pulkovo	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.1
Straßburg	2.9	2.8	2.4	2.4	2.7	2.9	2.7
Baku	2.1	2.3	3.0	2.4	1.9	1.9	2.3
Bochum	—	2.0	1.9	1.8	1.7	2.0	1.9
Ekaterinenburg . .	1.3	1.4	0.9	1.1	1.1	1.0	1.1
Tiflis	—	(3 ¹ / ₂)	2.4	2.4	3	2 ¹ / ₂	2 ³ / ₄

0^h, 2^h, 4^h, 6^h, 8^h, 10^h und 12^h—22^h zu je einem Mittel zusammengefaßt. Tabelle 12 und 13 sowie das obengenannte Mittel $A_H : A_Z = 1.7$ für Göttingen stimmen bis auf die Werte bei Tiflis, wo die Amplituden im März sehr gering und daher unsicher sind, gut miteinander überein. Über die Unterschiede bei den einzelnen Stationen kann man natürlich infolge des geringen Materials nichts sagen, doch scheint aus der Gleichheit der entsprechenden Werte in den Tabellen hervorzugehen, daß weder die absolute Größe der Amplituden noch die Wetterlage von Einfluß auf das Verhältnis $A_H : A_Z$ ist.

VI. Die jährliche und tägliche Periode der Bodenunruhe.

Schon in den ersten Untersuchungen über die Bodenunruhe war man sich darüber klar, daß ein Zusammenhang mit irgendwelchen meteorologischen Verhältnissen vorhanden sei, denn überall wurde eine ausgesprochene jährliche Periode mit einem Maximum im Winter, einem Minimum im Sommer festgestellt. Es würde zu weit führen, wenn all das hierüber veröffentlichte Material hier zusammengestellt würde.

Auch die tägliche Periode, die von Mazelle (3) für Triest gefunden wurde, ist schon erwähnt worden. Das Maximum der Bewegung tritt dort im Januar zwischen 13—14^h auf

Tabelle 14.

Tägliche Periode der Bodenunruhe im Januar.

	0 ^h	3 ^h	6 ^h	9 ^h	12 ^h	15 ^h	18 ^h	21 ^h
Göttingen	0.32	0.31	0.32	0.32	0.34	0.32	0.29*	0.29*
Triest	0.32	0.30	0.27*	0.30	0.29	0.34	0.32	0.32

und verschiebt sich jeden folgenden Monat um einige Stunden früher. Nach Abzug der 0,9 mm Kurvenbreite (S. 2) ergeben sich die Zahlen, die in Tabelle 14 eingetragen sind (mm auf den Registrierungen); die für Göttingen angegebenen Werte sind $\frac{4}{10}$ der Mittel für 1908/09. (Nach (13) S. 6.) Man sieht, daß mit Rücksicht auf die Ablesefehler, die selbst durch die Mittelbildung nicht ganz ausgeglichen werden, in beiden Fällen keine tägliche Periode mit Sicherheit behauptet werden kann. Ein schwaches Maximum scheint dagegen an beiden Stationen an Tagen mit großer Bewegung um die Mittagszeit vorhanden zu sein.

VII. Die Ursache der Bodenunruhe.

Ehe wir nun selbst die Ursache der Bewegung suchen, wollen wir nochmals kurz zusammenstellen, was an den einzelnen Stationen als Ursache angegeben wurde:

Lemberg (1): Steile Minima über Skandinavien mit ihren steilen Gradienten über der Gegend des Rigaschen Busens versetzen die russische Tafel in Schwingungen.

Laibach (2): Wahrscheinlich Sturmwind und Seestürme in der Ferne.

Triest (3): Große Luftdruckänderungen in Europa.

Göttingen (4), (5), (13), (19), (20): Brandung in Südnorwegen, in Ausnahmefällen auch in Westengland.

Potsdam (7), (15): Luftdruckdifferenz über Europa bzw. Einfluß der Art der Luftdruckverteilung.

Pulkovo (8), (9), (10), (12): Starker Wind in den nördlichen bzw. westlichen Gewässern.

Wien (11): Starke Winde gegen die Westküste Europas (Brandung).

Uccle (16): Große Luftdruckdifferenz auf einem größeren Gebiet um die Station.

Wir haben ferner gesehen, daß die meisten der neueren Arbeiten über Bodenunruhe das Ergebnis hatten, daß stärkere Bodenunruhe über größeren Gebieten Europas gleichzeitig auftritt. Es liegt nun die Vermutung nahe, daß das Maximum der Bewegung in der Nähe des Hauptwirkungsgebietes ihrer Ursache liegt. Diese Annahme ist durchaus nicht selbstverständlich, denn wir wissen, daß die Größe der Bodenunruhe sicher durch den Untergrund der Beobachtungsstation mit beeinflußt wird. Es wäre demnach zunächst dieser Einfluß zu untersuchen. Hecker hat diese Frage zuerst in größerem Umfange behandelt (21) und fand, daß „weniger die Art des Untergrundes, als die geographische Lage und die geotektonischen Verhältnisse die Stärke der an den Stationen auftretenden mikroseismischen Bewegungen beeinflussen“. Ihm fiel auf, „daß die ungefähr in derselben Breite liegenden Stationen Paris, Straßburg, München und Wien eine erheblich stärkere mikroseismische Bewegung aufweisen, als sämtliche nördlicher gelegene Stationen mit Ausnahme von De Bilt und Hamburg auf dem Kontinent und Eskdalemuir in Schottland, bei denen die Meeresnähe von starkem Einfluß zu sein scheint“.

Um das neue Material des Jahres 1914 voll ausnutzen zu können, bildete ich einerseits für jede Station das Mittel der Maxima am 1. II. 14 und 26. III. 14, andererseits das Mittel der in (14) und (21) angegebenen Maximalwerte für die 10 dort benutzten Zeitintervalle von 1911—1913. Es ergab sich, daß sich im Durchschnitt die ersteren Werte zu den letzteren wie 1 : 1.2 verhielten. Deswegen teilte ich diese durch 1.2 und mittelte bei den schon für 1911—1913 benutzten Beobachtungsorten die so erhaltenen Zahlen mit denen für 1914. Tabelle 15 gibt diese Werte. Man sieht, daß bei den Stationen, bei denen für 1911/13 und für 1914 Zahlenangaben vorhanden sind, die Werte für 1914 durchweg nicht viel vom Mittel abweichen, und man begeht sicher keinen großen Fehler, wenn man bei den Stationen,

Tabelle 15.
Relativwerte der Bodenunruhe:

	1911/13	1914	Mittel		1911/13	1914	Mittel
Upsala	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	Uccle	3 ¹ / ₂	3 ³ / ₄	3 ¹ / ₂
Eskdalemuir	6 ³ / ₄	6	6 ¹ / ₂	Paris	7 ¹ / ₄	6 ³ / ₄	7
Pulkovo	2 ¹ / ₄	2 ³ / ₄	2 ¹ / ₂	Straßburg	7 ¹ / ₂	8	8
De Bilt	7 ³ / ₄	8	8	München	4 ³ / ₄	4	4 ¹ / ₂
Aachen	4	3	3 ¹ / ₂	Wien	4 ¹ / ₂	4 ³ / ₄	4 ¹ / ₂
Bochum	3 ³ / ₄	2 ³ / ₄	3 ¹ / ₄	Graz	2 ¹ / ₄	2	2
Göttingen	2 ³ / ₄	2 ³ / ₄	2 ³ / ₄	Triest	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂
Potsdam	2 ¹ / ₂	2 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	Cartuja	4	3 ¹ / ₂	3 ³ / ₄
Jena	3 ¹ / ₂	2	2 ³ / ₄	Hamburg	8 ¹ / ₂	—	8 ¹ / ₂
Heidelberg	3 ¹ / ₂	—	3 ¹ / ₂				

für die nur Angaben von 1914 vorhanden sind, die Werte für 1914 als „Relativwerte“ für die Größe der Bodenunruhe benutzt. In Figur 12 sind diese „Relativwerte“ (für die oben angegebenen Stationen die „Mittel“) eingetragen. Man sieht, daß eine systematische Lagerung der Werte vorhanden ist. Die in der Nähe des Meeres liegenden Stationen haben durchschnittlich stärkere Bewegung als die im Binnenlande liegenden. Erheblich größere Bewegung, als man zunächst erwarten sollte, besitzen Königsberg, Straßburg, München und Wien, kleinere Upsala und Zürich. Auf den möglichen Einfluß des Untergrundes hierbei soll später nochmals kurz zurückgekommen werden. Nach unseren Vermutungen eingangs dieses Kapitels wäre also die Ursache der Bodenunruhe an der Westküste Europas zu suchen. Bei der Untersuchung einzelner Fälle findet man dann folgenden Hauptsatz:

Die Höchstwerte der Bodenunruhe treten in der Nähe der Stelle der Westküste Europas auf, die zu dem betreffenden Zeitpunkt die größte Brandung besitzt. Steilküstenbrandung ist auf größeren Gebieten wirksam als Flachküstenbrandung.

Dieser Satz soll durch die folgenden Beispiele bestätigt werden. Er enthält fast alle für die einzelnen Stationen aufgestellten Hypothesen, wie ein Vergleich mit der Zusammenstellung Seite 33 ergibt.

a) Beispiele mit vorwiegender Brandung im „Busen von Biskaya“¹⁾ und an der Bretagne.

1.) 25.—27. März 1914. Die von Herrn Dr. Mainka bearbeitete Übersicht über den Verlauf der Stärke der Bodenunruhe, die an der Kaiserlichen Hauptstation in Straßburg zur Aufzeichnung gelangte, zeigt auf dem Blatt für den Monat März 1914 vom 25.—27. ein vorübergehendes starkes Ansteigen der Bewegung, ohne daß eine der mit eingetragenen Seegangskurven (Skudenes, Borkum, Helgoland, Grisnez, Ile d'Aix) außergewöhnlich hohe Werte erreicht (Maximum: V in Ile d'Aix). Ich hielt daher diesen Zeitabschnitt für besonders geeignet für eine genauere Untersuchung.

Noch vor Ausbruch des Krieges wurde das eingegangene Beobachtungsmaterial ausgemessen. Um bei der Verwertung der Meßergebnisse den Einfluß des Untergrundes zu eliminieren und zugleich das Ausbreiten der Bewegung verfolgen zu können, wurden die erhaltenen Amplitudenwerte, die von 0^h am 25. III. bis 0^h am 28. III. für alle geraden Stunden bestimmt waren, in % des bei der betreffenden Station in dem genannten Zeitraum vorkommenden Maximums ausgedrückt, und die hierbei erhaltenen Zahlen in Karten eingetragen

¹⁾ Unter „Busen von Biskaya“ ist der Einfachheit halber stets der Teil des Atlantischen Ozeans verstanden, der zwischen Spanien und der Südhälfte der französischen Westküste liegt.

analog wie in den später besprochenen Figuren 94 bis 102. Ähnlich wie dort ergaben sich zu jedem Zeitpunkt Gebiete relativ hoher Bewegung. Am 26. in den Vormittagsstunden hatte eine Zone etwa längs des 50. Breitengrades ihre Maximalbewegung. Etwa um 10^h dehnte sich dieses Gebiet nach Norden aus, im Süden blieb die Bewegung meist unter 75% (Belgrad 40%, Triest 57%, Neapel 46%). In den folgenden Stunden wiesen nur einige Stellen Deutschlands und Frankreichs relativ hohe Werte auf, um 16^h noch Paris, Diedenhofen, Aachen, Bochum und Potsdam, dagegen stieg um diese Zeit die Bewegung in Marseille und Neapel, wo die Höchstwerte erst zu Beginn des 27. erreicht wurden, während sie an fast allen übrigen Stationen am 26. zwischen 8^h und 10^h vormittags auftraten.

Diese Methode zeigte wohl zuerst, daß zwischen der Größe der Bodenunruhe selbst, nicht nur ihren qualitativen Veränderungen, auf großen Gebieten ein Zusammenhang besteht, sie erwies sich aber für weitere Untersuchungen als unfruchtbar. Der Grund hierfür liegt einmal darin, daß das Maximum der Bewegung, durch das die einzelnen Werte geteilt werden, nicht nur einen auf den Untergrund des Beobachtungsortes bezüglichen Faktor enthält, sondern noch einen weiteren, der durch die Lage der betreffenden Station zu der jeweiligen Ursache der Bewegung zur Zeit des Maximums beeinflusst wird, dann haben außerdem aber auch Zahlen der relativen Bewegung, die von Orten mit schwacher Bewegung während der ganzen untersuchten Zeitspanne herrühren, gleiches Gewicht bei dieser Art der Darstellung wie Orte mit sehr großer Bewegung. So beträgt im vorliegenden Falle das absolute Maximum in Upsala nur 0.4 μ in der N—S-Komponente, 0.6 μ in der E—W-Komponente. Besser als bei der oben beschriebenen Methode ist es, wenn man als Faktoren Zahlen benutzt, die den in Figur 12 mitgeteilten Verhältniszahlen proportional sind. Nach der eingangs aufgestellten Behauptung wäre das absolute Maximum der Bewegung stets in der Nähe der Küste zu erwarten. Wie wir aus Figur 12 sehen, liegt das Gebiet mit den größten Bewegungsmitteln nahe der Küste, demnach wird bei Division durch die Mittelzahlen von Figur 12 nicht nur durch den Untergrundfaktor, sondern auch noch durch einen Faktor dividiert, der mit der mittleren Lage der Ursache der Bewegung zusammenhängt. Immerhin gibt diese Methode mehr Aufschluß über die Lage der Ursache und Ausbreitung der Bewegung wie die oben beschriebene, denn aus den auf diese Weise erhaltenen Zahlen kann man ersehen, wo die Bewegung stärker oder kleiner war als normal und in welchem Maße.

Solange man noch nicht über Faktoren des Untergrundeinflusses verfügt, die auf andere Wege (etwa aus einer größeren Untersuchung über den Einfluß des Untergrundes auf Erdbebenaufzeichnungen) erhalten sind, ist es am vorteilhaftesten, unmittelbar die Angaben über die Brandungen (bzw. über den Wind oder den Seegang) und die wahre Größe der Bodenunruhe zu vergleichen und andere Methoden nur in einzelnen Fällen heranzuziehen, um einzelne Ergebnisse hervorzuheben. Daß die Angaben über den Seegang lange nicht so sicher wie etwa die über den Luftdruck sind, und daß Seegang und Brandung nicht immer parallel gehen, wurde schon erwähnt.

Kehren wir nun zu unserem Beispiel zurück. Die Figuren 13 bis 16 zeigen die Wetterlage: Ein Tiefdruckgebiet, das einige Tage über England und der Nordsee gelegen hatte, zieht plötzlich innerhalb 48 Stunden über Norddeutschland nach den Karpathen. Die Luftdruckdifferenz über Europa und die Gradienten ändern sich nicht erheblich, auch die Luftdruckänderungen sind nicht besonders groß (das Maximum von 10 mm in 12 Stunden kommt während dieser Zeit fast täglich vor). Der Biskayabusen hat während des Vorüberzuges der Depression auf ihrer Südseite stürmische anlandige Winde und starke Brandung, sonst kommen keine großen Werte bei dem Seegang vor.

Am 23. März 1914 lag ein Tiefdruckgebiet mit einem Kern von 740 mm nordwestlich von Irland und schickte Ausläufer nach Norddeutschland. Stürmische Winde herrschten

nirgends. Hochdruckgebiete von etwa 770 mm bzw. 765 mm lagen nordöstlich von Finnland und über Spanien. Im Laufe des 23. und 24. März bewegte sich der Kern tieferen Druckes langsam nach Süden. Figur 13 stellt die Wetterlage am 24. abends 7 Uhr M. E. Z. dar. In der Nacht streckte sich ein flacher Ausläufer der Depression nach Frankreich aus, sonst hat sich die Wetterlage wenig geändert. Figur 17 zeigt die Größe der Bodenunruhe am 25. III. 14 um 0^h Gr. Z. Die meisten Stationen haben schwache Bewegung. Hohe Werte zeigen nur Reykjavik (12 μ), De Bilt (3.8 μ) und Straßburg (4.0 μ) (Minimum am 22. III. mit 2 $\frac{1}{2}$ μ), doch sind diese alle relativ niedrig. Bei den beiden letzteren sowie bei Uccle (1.8 μ), Paris (2.4 μ), Clermont-Ferrand (1.4 μ) und Cartuja (2.3 μ) macht sich schon der Einfluß der Brandung im Biskayabusen geltend. Zwischen 0^h und 8^h (Figur 18) steigt fast überall die Bewegung langsam und bis 14^h (Figur 19) stärker an, da der Einfluß des Gebietes tiefen Druckes auf den Seegang wächst (St. Mathieu meldet um 7^h: S 3, um 13^h: W 5 als Angabe über den Wind). Um 20^h (Figur 14) hat der Kern des Tiefdruckgebietes seine schnelle Wanderung schon begonnen und liegt über dem südlichen Irland. Im Biskayabusen frischt der Wind gegen die Küste weiter auf. Auch die Bodenunruhe wächst im Laufe des Tages, wobei in Eskdalemuir, Paris, Cartuja und Neapel der Betrag von 4 μ überschritten wird, und in der Nacht allgemein weiter, wie die Figuren 20 und 21 zeigen. Am 26. III. um 7 Uhr vormittags ist der Seegang im Biskayabusen, der jetzt auf die Rückseite der Depression gelangt (Figur 15), auf V bis VIII gewachsen, dazu weht der Wind gegen die Küste. Das Tiefdruckgebiet ist etwas flacher geworden und die Luftdruckdifferenzen der einzelnen Orte haben sich kaum geändert. Trotzdem erreicht die Bodenunruhe (Figur 22) jetzt an den meisten Orten ihren Höchstwert für den gewählten Zeitabschnitt. Die besonders großen Werte liegen, abgesehen von Reykjavik, das fast stets ein Mehrfaches der größten Werte der Bodenunruhe für den Kontinent aufweist und das im folgenden in diesem Zusammenhange nicht mehr erwähnt werden soll, in der Nähe des Biskayabusens, wie es nach unserer Behauptung sein soll. Noch deutlicher geht dies aus Figur 23 hervor, in der die absoluten Werte der Bodenunruhe in % der in Figur 12 angegebenen Mittelwerte ausgedrückt sind. Alle Orte in der Nachbarschaft der Küstenstellen mit großem Seegang zeigen auch starke relative Bewegung. Man sieht ferner, daß auch München, Zürich und Graz relativ starke Bodenunruhe bei dieser Brandungsverteilung besitzen. Die geringste relative Bewegung tritt entsprechend den größten Entfernungen von der Störungsquelle in Upsala, Pulkovo, Belgrad, Königsberg, Czernowitz und Baku auf.

Im Laufe des Nachmittags des 27. bewegte sich die Depression über Norddeutschland und breitete sich abends nach Südosten aus, wobei im Biskayabusen noch dauernd stürmische, anlandige Winde herrschten. Die Bodenunruhe (Figuren 24 und 25) nahm im allgemeinen erst wenig, dann etwas stärker ab, wuchs aber auffallend in Marseille und Neapel, woran vielleicht ein lokaler Einfluß des Mittelmeerseegangs schuld ist. Im Laufe der Nacht ging die Bodenunruhe weiter zurück (Figuren 26 und 27). Am 27. lag um 7^h vormittags der Kern des Tiefdruckgebietes an der unteren Donau (Figur 16). Wind und Seegang waren immer noch im Biskayabusen am höchsten, aber niedriger als am vorhergehenden Tage. Im Verlauf des 27. gingen Seegang und Bodenunruhe weiter zurück, und die letzte Figur (28) der Beobachtungsreihe besitzt Ähnlichkeit mit der ersten, nur Neapel hat noch wesentlich stärkere Bewegung.

Das vorliegende Beispiel hat deutlich gezeigt, wie bei zunehmendem Seegang im Busen von Biskaya die Bodenunruhe in der Nähe des Gebietes mit großem Seegang stark, in großer Entfernung von diesem wenig oder sogar kaum merkbar zunahm und beim Abnehmen des Seegangs wieder kleiner wurde. Eine wesentliche Änderung der Luftdruckdifferenzen über größeren Gebieten fand nicht statt.

2.) 12.—13. Dezember 1911. Am 12. Dezember 1911 zeigt die Wetterkarte um 7^h folgendes Bild: Tiefer Druck (730 mm) liegt über Island, hoher Druck über Spanien (765 mm)

und Rußland (über 770 mm). Die Beobachtungsreihe, die der Arbeit (14) von Hecker entnommen ist und Angaben über die Größe der Bodenunruhe von 3 zu 3 Stunden enthält, beginnt um 13^h. Eine wesentliche Änderung der Wetterlage ist zwischen 7^h und 13^h nicht eingetreten. Die Amplituden der Bodenunruhe, die in Figur 30 eingetragen sind, zeigen außer in Cartuja keine großen Werte. Es entspricht dies gut den Seegangsangaben um 7^h und den für 13^h gemeldeten Angaben über die Windverhältnisse. Die Größe der Bodenunruhe in Cartuja ist auch erklärlich, denn über der Pyrenäenhalbinsel scheinen große Gradienten vorhanden zu sein, was aus der Wetterkarte um 18^h hervorgeht, so daß möglicherweise die Brandung an ihrer Südwestküste groß ist. Um 19^h (Figur 31) finden wir schon höhere Werte der Bodenunruhe. Das Hochdruckgebiet über Spanien hat sich zurückgezogen, und in der Nacht tritt ganz plötzlich im Südwesten Englands ein starkes Tiefdruckgebiet auf, so daß am 13. Dezember um 7^h (Figuren 29 und 32) die Stationen an der Südküste Englands „Sturm“ melden, der auch an den Steilküsten der Bretagne bei Seegang VII das Meer gegen die Felsen treibt, während die übrigen Angaben der Wetterkarte ähnlich wie am Tage vorher lauten. Dementsprechend steigt in der Nacht die Bodenunruhe fast überall, und erreicht ähnlich wie im vorigen Falle die größten Werte in Paris, Straßburg, München und Cartuja, obwohl die Wetterlage jetzt vollkommen anders wie dort ist. Im Laufe des Tages und der folgenden Nacht zieht sich das Tiefdruckgebiet nach Nordwesten zurück, wobei es sich auch etwas verflacht, ohne daß im Anfang die Luftdruckdifferenz auf größeren Gebieten sich wesentlich änderte, aber die Bodenunruhe nimmt ab, da der Wind und damit auch die Brandung abflauen (Figuren 33 und 34). Am 14. haben um 7^h nur noch 2 Stationen Seegang V, St. Mathieu und Coruña.

Charakteristisch für diese Beobachtungsreihe ist das Eintreten des Sturmes südwestlich des Kanals (und nach der Wetterlage auch sicher westlich des Biskayabusens) einerseits und das starke Anwachsen der Unruhe in Paris, Straßburg und München andererseits, während im Norden Europas alles ziemlich unverändert bleibt. Wieder ergibt sich (Figur 35), wie im vorigen Beispiele, daß zur Zeit der stärksten Bewegung, am 13. Dezember zwischen 7^h und 10^h, in der Nähe der Störungsquelle durchschnittlich fast 100%, zum Teil noch mehr, der in Figur 12 eingetragenen mittleren Relativwerte der Bodenunruhe erreicht werden, während im Nordosten nur 25% dieser Werte vorhanden sind. Daß in diesem Falle niedrige Zahlen (unter 40%) im Norden näher an der Störungsquelle vorkommen, obwohl diese selbst nördlicher als im vorigen Falle liegt, dürfte wohl in deren geringer Ausdehnung mit begründet sein. Auch die Relativwerte zu den übrigen Beobachtungszeitpunkten stehen in vorzüglicher Übereinstimmung mit der oben aufgestellten Hypothese, doch würde die Veröffentlichung all dieser Figuren sowie der hier ebenfalls nicht mitgeteilten Figuren der Absolutwerte um 16^h, 22^h am 12. XII., 1^h, 4^h usw. am 13. XII. zu weit führen.

3.) 7. Februar 1912. Der Zeitabschnitt vom 5.—8. Februar 1912 ist von Somville behandelt worden und wird auch später (S. 61) besprochen werden, für den 7. Februar ist außerdem von Hecker (14) Material für die Zeit von 1^h bis 22^h in 3stündigen Mitteln angegeben, auf das wir hier eingehen wollen. Figur 39 zeigt die Wetterlage an diesem Tage: Ein Tiefdruckgebiet liegt westlich von Irland, unter seinem Einflusse herrschen an den irischen und südenglischen Küsten stärkere, teilweise anlandige Winde, an der Bretagne finden wir Seegang V. Im Laufe des 7. frischen die Winde auf, und am 8. um 7^h besitzen hohen Seegang (nach Somville):

Malin Head VI, Pembroke VI, Scilly VI, Wick V, Spurn Head V, Cherbourg V;
 St. Mathieu V;
 Skudenes V, Vardö VIII;
 Sicié VI.

Das Beispiel bildet also einen Übergang zu Fall 2, hohe Brandung in England.

Das Verhalten der Bodenunruhe entspricht vollkommen diesen Verhältnissen: Am 7. II. um 1^h Gr. Z. ist nirgends außergewöhnliche Unruhe (Figur 36). Um 7^h (Figur 37) zeigt lediglich Paris einen Wert über 4 μ (4.7 μ), da es der gerade beginnenden höheren Brandung in der Bretagne und in Südengland am nächsten liegt, zwischen 7^h und 13^h folgt überall ein steiler Anstieg der Bewegung, die sich dann bis 19^h wenig ändert. Um diese Zeit (Figur 38) sind überall Wind und Seegang erheblich höher als um 7^h, Paris und Eskdalemuir, die dem Zentrum der Störungsquelle am nächsten liegen, zeigen die höchste Bewegung mit 8.3 μ bzw. 5.6 μ , was sehr gut den Verhältnissen entspricht. Zwischen 19^h und 21^h, wo die Beobachtungsreihe schließt, zeigt nur Cartuja einen stärkeren Anstieg der Bewegung, vielleicht infolge von höheren Brandungen im Südwesten der Pyrenäenhalbinsel, die nach der Wetterlage durchaus möglich sind; fast alle übrigen Stationen besitzen etwas schwächere Bewegung. Jedenfalls steht auch dieses Beispiel vollkommen in Einklang mit unserer Hypothese.

4.) 17. Januar 1912. Sowohl die Bodenunruhe wie die Wetterlage (Figur 40) zeigen in diesem Falle ähnliches Verhalten wie im vorigen. Ein Tiefdruckgebiet liegt etwas nördlicher als im vorigen Falle, starke Brandungen finden sich um 7^h außer im Busen von Biskaya (St. Mathieu V, Biarritz VII, Coruña VIII) noch in Helgoland (V), Skudenes (V) und Sicié (V), starke Winde an der Küste in Lerwick (SE 9), Aberdeen (SE 8), Shields (SE 8) und mehreren anderen englischen Stationen. Die Verhältnisse ändern sich im Laufe des Tages nur wenig, am 18. I. um 7^h Gr. sind hoher Seegang in St. Mathieu (V), Biarritz (VI), Coruña (VIII), ferner in Sicié (V). Starke Winde melden: Lerwick (ESE 9), Malin Head (SSE 8), Stornoway, Aberdeen (je SE 7), Portlandbill (NNE 6), drei weitere E bis SE 5. Dementsprechend ändert sich auch die Bodenunruhe im Laufe des Tages an den meisten Stationen, nur wenig und die Verteilung, wie sie Figur 41 für 7^h Gr. Z. zeigt, gilt auch nahezu für die übrigen Termine. Während im vorigen Falle das Maximum der Bewegung noch in Paris war, haben diesmal Eskdalemuir (9.0 μ) und Paris (8.0 μ) fast gleiche Bodenunruhe. Entsprechend den etwas größeren Brandungen ist auch die Bodenunruhe fast überall etwas größer als am 7. Februar. Wir sehen also wiederum die Richtigkeit unserer Behauptung bestätigt.

Das vorliegende Beispiel könnte ebensogut in dem folgenden wie in diesem Abschnitt behandelt werden, es zeigte sich aber in diesem Falle eine eigenartige Erscheinung, die im vorigen Beispiel ganz ähnlich auftritt: In beiden Fällen erreicht die Bewegung in Potsdam und Jena für einige Stunden außergewöhnlich hohe Werte (Tabelle 16) und nimmt dann wieder erheblich ab, während die Bodenunruhe in Hamburg und Göttingen z. B., die doch verhältnismäßig nicht weit entfernt liegen, keine derartige Abnahme, im ersten Fall nur geringen Anstieg aufweisen. In den Figuren 42 und 43 sind die Relativwerte der Bodenunruhe

Tabelle 16.
Bodenunruhe in μ .

17. I. 1912	1 ^h	4 ^h	7 ^h	10 ^h	13 ^h	16 ^h	19 ^h	22 ^h
Hamburg	5.3	5.2	5.9	6.2	5.7	5.8	5.8	5.1
Göttingen	3.0	2.9	3.1	3.1	3.3	2.9	2.6	3.0
Potsdam	1.6	1.7	3.0	2.8	3.0	3.3	1.7	0.7
Jena	2.5	2.3	4.1	4.3	3.6	4.2	3.1	2.1
7. II. 1912	—	—	7 ^h	10 ^h	13 ^h	16 ^h	19 ^h	22 ^h
Hamburg	—	—	3.4	4.0	4.8	4.8	4.7	4.9
Göttingen	—	—	0.9	1.3	1.9	1.4	1.9	2.1
Potsdam	—	—	1.6	1.9	2.4	2.8	1.2	0.7
Jena	—	—	0.9	1.8	3.1	3.1	2.3	2.1

ähnlich wie in den früheren Beispielen für die Zeit der größten Bewegung in Jena und Potsdam, 17. I. 1912, 16^h Gr. Z. und 7. II. 1912, 16^h Gr. Z. eingetragen. In beiden Fällen zeigt sich nahe der Gegend mit starker Brandung zunächst ein relatives Maximum der Bewegung, dann folgt eine von Norden nach Süden gerichtete Zone mit relativ schwacher Bewegung, während Potsdam, Jena und München wieder relativ starke Bewegung besitzen. Im Nordosten und Südwesten ist die Bewegung wieder relativ schwächer. Aus der Wetterlage, etwa der Luftdruckdifferenz über einem größeren Gebiet, läßt sich diese vorübergehende Erscheinung nicht erklären, denn in beiden Fällen kommen keine großen Änderungen vor, am 17. I. 1912 ändern sich die Isobaren überhaupt kaum. Wenn mehr Material vorläge und insbesondere auch genauer die Faktoren bekannt wären, die vom Untergrund abhängen und an Stelle der „Relativzahlen“ zu setzen wären, ließe sich diese Frage näher untersuchen. Bei einem Teile der übrigen Fälle mit starker Brandung im Südwesten Europas sind derartige sekundäre Maxima in der relativen Größe der Bodenunruhe vielleicht angedeutet, z. B. in der Figur 35 und am 29. II. 1912 (Beispiel 10).

Wir haben jedenfalls gesehen, daß die seither betrachteten Beispiele mit starker Brandung im „Busen von Biskaya“ die absoluten Maxima der Bodenunruhe an den Stationen Paris, Straßburg und bei starken Brandungen im Süden Englands auch in Eskdalemuir zeigen, während die relativen Maxima (relativ in bezug auf die Mittel der Bewegung) im Südwesten und Süden Europas liegen.

b) Beispiele mit starker vorherrschender Brandung in England und in der Nordsee.

5.) 6.—18. Januar 1913. Die Wetterlage am 6. Januar 1913 (Figur 44) ist gekennzeichnet durch große Luftdruckdifferenzen (50 mm), die aber nur vereinzelt starke Winde und Brandung hervorrufen. Nicht den Luftdruckdifferenzen, sondern der Brandung entsprechend ist die Bodenunruhe (Figur 51) im allgemeinen noch gering. Auch am 7. ändern sich Seegang und Bodenunruhe nur wenig, wie man aus (21), Tabelle I ersehen kann, größeren Seegang meldet nur Skudenes (V), während von den 10 englischen Stationen eine „Windstärke 8“, eine „7“ und zwei „5“ angeben. Die größte Bodenunruhe besitzen dementsprechend De Bilt (5.5 μ), Hamburg (3.7 μ), Straßburg (3.5 μ) und Eskdalemuir (2.7 μ). Gleichzeitig beträgt die Luftdruckdifferenz auf der Linie Paris—Eskdalemuir—Island fast 50 mm! Der hohe Gradient nimmt aber in der Nacht vom 7. zum 8. Januar ab, und am 8. um 7^h (Figur 45) beträgt der größte Luftdruckunterschied über Europa nur noch 40 mm. Aber die Bodenunruhe (Figur 52) hat nun zu wachsen begonnen, gleichzeitig mit der Zahl der Stationen, die größeren Seegang bzw. größere Windstärke besitzen. Am 9. nimmt der Wind in England zu, gleichzeitig die Bodenunruhe (Höchstwerte De Bilt 11.3 μ , Hamburg 9.6 μ , Straßburg 9.4 μ , Eskdalemuir 5.8 μ , Paris 5.7 μ). Vom 9. zum 10. ändert sich weder die Wetterlage (Figur 46) noch die Bodenunruhe (Figur 53) erheblich. Paris zeigt entsprechend dem größeren Seegang im Biskayabusen etwas stärkere Bodenunruhe. Am 11. melden 6 englische Stationen Windstärke 7—9, am 12. (Figur 47) nimmt zwar der Sturm in England etwas ab, doch tritt in der Nordsee starker Seegang auf, wie er dort nur selten vorkommt (Helgoland VI, Borkum V). Auch an den übrigen Küsten finden sich, von Skandinavien abgesehen, zum Teil größere Seegangswerte, so daß es durchaus nicht merkwürdig ist, wenn die Bodenunruhe am 12. überall außergewöhnliche Werte erreicht, bis auf Upsala und Pulkovo, wo die Bodenunruhe zwar groß ist, aber nicht in dem Maße wie an den übrigen Stationen. (Figur 54.) (Die in die Figur 54 eingetragenen Angaben über den Seegang an den englischen Küsten sind der Arbeit von Somville S. 21 entnommen.) Figur 55 gibt die Größe der Bodenunruhe, bezogen auf die Relativwerte Figur 12. Sie zeigt durchaus die Anordnung, die nach den Seegangangaben zu erwarten ist, die größten Zahlen liegen nahe der Nordseeküste. Die ganz wenigen vor-

kommenden Unregelmäßigkeiten, z. B. bei Jena (255⁰/₀) und Göttingen (182⁰/₀), lassen sich zwanglos aus der Unsicherheit der Ablesungen erklären; entspricht doch bei beiden Stationen einem Fehler von $\frac{1}{2} \mu$ in der Horizontalkomponente schon ein Unterschied von fast 20⁰/₀ in der Figur.

Am 13. hat sich der Sturm in England fast vollkommen gelegt, die Bodenunruhe geht zurück, und am 14. (Figur 56) erreicht sie ein Minimum, da nur noch im Busen von Biskaya höherer Seegang vorkommt. Die Luftdruckdifferenz hat gegen den vorhergehenden Tag wieder etwas zugenommen (Figur 48). Am 15. nehmen Windstärke in England und Bodenunruhe wieder zu, und am 16. erreicht diese ein zweites Maximum (Figur 57), das aber erheblich hinter dem ersten zurückbleibt, da an der englischen und der Nordseeküste bei weitem nicht der Sturm erreicht wird wie am 12. Januar (Figur 49). In diesem Falle macht sich der Mangel von Seegangsangaben in England besonders bemerkbar. Nach den Windangaben in der nördlichen Nordsee (Lerwick ESE 8, Skudenes ESE 9, Skagen SSE 7, Hanstholm ESE 6) muß man mit großen Brandungen an der Ostküste Englands rechnen. Großen Seegang zeigen außerdem Skudenes (V), St. Mathieu (V), Ile d'Aix (V), Biarritz (VI). Die relativen Angaben der Bodenunruhe (Figur 58) sind insbesondere in der Nordsee bedeutend niedriger als am 12. Bei den südöstlichen und nordöstlichen Stationen ist der Unterschied geringer, entsprechend den recht großen Seegangswerten im Busen von Biskaya bzw. in Südnorwegen. Am 17. Januar geht der Seegang und die Bodenunruhe zurück, ein Teiltief in der südlichen Nordsee verursacht in Grisnez Seegang VII. Die Maxima der Bodenunruhe liegen in De Bilt (9.0 μ), Straßburg (6.5 μ) (unter dem Einfluß der Biskayabrandung) und Hamburg (6.2 μ). Am 18. Januar tritt höherer Seegang nur noch im Busen von Biskaya auf (Figur 50), größere Bodenunruhe zeigen nur noch De Bilt (5.3 μ) und Straßburg (3.9 μ). Ein Teiltiefdruckgebiet, das über der westlichen Ostsee liegt, bleibt ohne Einfluß, da es keinen bedeutenden Seegang hervorruft.

Das Beispiel 5 ist gekennzeichnet durch vorübergehend starke Brandung in England in erster Linie, dann auch an der deutschen Nordseeküste und im Busen von Biskaya einerseits, starkes Anschwellen und Abnahme der Bodenunruhe, besonders in der Nähe der Nordsee andererseits. Das absolute Maximum der Bewegung, das in den Beispielen 1—4 meist in Paris gelegen hatte, befindet sich in diesem Falle in De Bilt.

6.) 20.—22. Februar 1908. Am 20. Februar liegt ein Tiefdruckgebiet von 740 mm über dem Bottnischen Meerbusen, hoher Druck von 773 mm über Spanien und von 760 mm bei Moskau. Das Tiefdruckgebiet verflacht, ein neues Tiefdruckgebiet von 725 mm liegt am 21. bei Island, am 22. mit 720 mm östlich Island und am 23. mit 725 mm im südwestlichen Norwegen. Die Hochdruckgebiete verändern sich wenig. Die maximalen Luftdruckdifferenzen über Europa sind am 20.: 32 mm (Finnland—Hamburg—Spanien), am 21.: 50 mm (Island—Irland—Spanien), am 22.: 55 mm (wie am 21.), am 23.: 45 mm. Die Angaben über die Bodenunruhe sind von Herrn Professor Hecker gesammelt und nach folgendem Schema in μ in Tabellen angegeben:

—	Potsdam	Pulkovo
Göttingen	Jena	Leipzig
Straßburg	München	Wien

Die Bodenunruhe betrug in μ :

	am 20. um 20 ^h :			am 21. um 7 ^h :	
—	0.6	?	—	1.6	?
0.0	?	0.9	0.7	0.3	0.8
(2)	?	?	(3)	?	(1.3)

am 21. um 20 ^h :			am 22. um 7 ^h :		
—	0.6	1.3	—	2.3	?
0.9	0.4	1.9	6.6	1.3	4.5
(9)	?	2.5	(15)	10 ¹ / ₂	6 ¹ / ₂

Hiermit endet die Beobachtungsreihe.

Es meldeten hohen Seegang:

Am 21. um 7^h: Stornoway (V), Biarritz (V), Sicié (V), Coruña (V).

Am 22. um 7^h: Skudenes (V), Stornoway (VII), Malin Head (VII), St. Mathieu (V), Sicié (VII).

Das Anwachsen der Bodenunruhe entspricht also auch hier dem starken Anwachsen des Seegangs in Westengland und Irland, wo auch zum Teil Windstärke 9 herrscht, sowie im südlichen Norwegen und der Bretagne.

7.) 26.—28. Februar 1908. Dieses Beispiel ist dem vorigen ähnlich, das Material ist von dem des vorigen durch eine Lücke von 4 Tagen getrennt. Das Tiefdruckgebiet, das am 23. und 24. Februar bei Norwegen gelegen hatte, sendet am 25. einen starken Ausläufer nach dem Schwarzen Meer hin. Am 26. zeigt sich ein neuer Kern (725 mm) bei Island, hoher Druck von 775 mm und 765 mm liegt über Spanien bzw. Nordostfinnland, getrennt durch eine Furche von 755 mm. Am 27. und 28. zieht das Tiefdruckgebiet langsam nach Südosten und liegt am 29. mit 735 mm über der Nordsee. Die Hochdruckgebiete ändern ihre Lage nur wenig. Die Maximalwerte der Tiefdruckdifferenzen über Europa sind am 26.: 40 mm, am 27.: 40 mm und am 28.: 45 mm.

Die Bödenunruhe betrug in μ nach folgendem Schema:

	Hamburg	Potsdam	Pulkovo		
	Göttingen	Jena	Leipzig		
	Straßburg	München	Wien		
Am 26. II. 1908 um 8 ^h :			um 20 ^h :		
5¹/₂	1.5	0.6	6¹/₂	0.4	0.3
0.8	0.4	1.1	1.3	0.0	1.1
(6)	(¹ / ₂)	1.0	(6)	(0.3)	1.6
Am 27. II. 1908 um 7 ^h :			um 20 ^h :		
14	1.1	0.7	23	0.6	1.9
2.6	0.4	1.7	6.5	2.5	4.8
(10)	(3)	3.1	(12)	(1.0)	4.8
Am 28. II. 1908 um 7 ^h :			Relativwerte um 7 ^h :		
23	2.7	2.8	270	110	110
7.5	2.6	5.6	270	95	?
(14)	(7)	5.6	175	150	120

Hohen Seegang melden:

Am 26.: Stornoway (VI), Malin Head (V), Cherbourg (V), Biarritz (VI), Coruña (VI).

Am 27.: Stornoway (VI), Malin Head (VI), Scilly (V), Biarritz (V), Coruña (VII), Sicié (V).

Am 28.: Skudenes (V), Stornoway (VI), Malin Head (?), Portland Bill (V), Scilly (V), Grisnez (V), Biarritz (V); Coruña (VII) und Sicié (V).

Von den englischen Stationen haben am 27. eine, am 28. mindestens vier eine Windstärke 7—8, meist gegen die Westküste. Leider fehlt gerade an der Westküste an dem letzten Tage die Angabe bei Malin Head, während bei Valencia der Seegangswert nicht mitgeteilt

wird, aber sicher ebenfalls sehr groß ist. Der Gradient beträgt dort 30 mm auf 1000 km bei Wind gegen die Küste.

Trotz der wenigen, zum Teil unsicheren Angaben bestätigt auch dieses Beispiel sehr schön unsere Behauptung. Die Relativwerte der Bodenunruhe sowohl wie die absoluten Zahlen zeigen ihr Maximum am nächsten dem Mittelpunkt der Störungsquelle, und auch der Anstieg erfolgt entsprechend der Zunahme der Brandung.

8.) 2.—3. Dezember 1907. Das Material für die Bodenunruhe dieses Beispiels ist ebenfalls von Herrn Professor Hecker gesammelt worden. Die Wetterlage am 1. Dezember ist folgende: Ein Hochdruckgebiet von 776 mm liegt über Österreich, ein Tiefdruckgebiet von 740 mm ist bei Island erschienen. Am 2. Dezember verlagert sich das Hochdruckgebiet nach dem Schwarzen Meer hin, am 3. Dezember liegt das Tiefdruckgebiet mit 730 mm zwischen Schottland und Island, und am 4. mit 720 mm wieder südwestlich von Island. Höchste Luftdruckdifferenzen: am 2. Dezember 35 mm, am 3. Dezember 35 mm. Tragen wir die Bodenunruhe in das gleiche Schema wie im vorigen Falle ein, so finden wir folgende Amplitudenverteilung (in μ):

Am 2. Dez. 1907 um 7 ^h :		um 20 ^h :		am 3. Dez. um 7 ^h :
5.3 ($1\frac{1}{2}$) (1.1)	8.5 0.6 1.4	14 1.5 1.9		
0.4 0.0 0.7	0.6 0.4 0.6	?	1.3 1.6	
2.8 (0.3) 0.9	4.0 0.4 1.6	13$\frac{1}{2}$ 7	4$\frac{1}{2}$	

Hohen Seegang melden:

Am 2. Dezember: Stornoway (VI). (Alle übrigen Stationen unter V.)

Am 3. Dezember: Skudenes (V), Stornoway (VII), Malin Head (VI), Portland Bill (V), Cherbourg (V), Coruña (VI), entsprechend den starken Winden, die besonders gegen Schottland und Irland wehen.

Wir finden also auch hier eine Bestätigung unserer Ansichten.

9.) 7.—11. Dezember 1907. Das Material, das Herr Professor Hecker hierfür gesammelt hatte, wurde aus gedruckten Katalogen ergänzt. Am 7. liegen Tiefdruckgebiete östlich Island (735 mm) und bei Triest (750 mm), ein Hochdruckgebiet (770 mm) über Spanien. Das Haupttiefdruckgebiet verlagert sich vom 7. zum 8. nach Süden (720 mm westnordwestl. Schottland) und nähert sich am 9. (725 mm) und 10. (730 mm) langsam Schottland, über dessen Nordspitze es am 11. mit 735 mm liegt. Die größten Luftdruckdifferenzen (südlich Island—Spanien) betragen vom 7.—11. Dezember 35 mm, bzw. 45 mm, 40 mm, 35 mm und 35 mm.

Hier wurde folgendes Schema zum Eintragen der Bodenunruheamplituden benutzt:

Hamburg	Potsdam	Upsala	Pulkovo
Göttingen	Jena	Leipzig	—
Straßburg	München	Wien	Budapest

Hiernach ergibt sich folgendes Bild:

Am 7. Dez. um 7 ^h :		Am 8. Dez. um 7 ^h :	
? 2.0 0.7 ?		9.2 1.2 0.7 2.1	
1.2 1.4 0.7 —		1.2 (1) 0.6 —	
8$\frac{1}{2}$? 2.8 ?		8.0 1.2 2.0 2.9	
Am 8. Dez. um 20 ^h :		Am 9. Dez. um 7 ^h :	
14 ? ? 2.1		23 6$\frac{1}{2}$ 1$\frac{1}{2}$ 2.7	
1.9 ? 1.2 —		4$\frac{1}{2}$ 3$\frac{1}{2}$ 4$\frac{1}{2}$ —	
13 3.3 4.2 6.1		20 (20)? 7 6$\frac{1}{2}$	

Am 10. Dez. um 7 ^h :				Am 11. Dez. um 7 ^h :			
?	4 ¹ / ₂	0.7	?	?	0	0.3	?
1.0	(2 ¹ / ₂)	1.4	—	0.3	1/2	0.4	—
14	?	2.8	?	8	?	0.9	?

Tabelle 17 gibt die Stationen mit hohem Seegang (über IV).

Tabelle 17.
Seegang um 7^h Gr. Z., Dezember 1907.

Dezember		7.	8.	9.	10.	11.
Skandinavien	Oxö	—	—	V	—	—
	Skudenes	—	V	V	—	—
England	Stornoway	—	V	V	V	V
	Malin Head	V	—	V	VI	—
	Portland Bill	—	V	VII	VI	VI
	Scilly	—	VI	VII	VI	V
Östliche Nordsee, Kanal	Helgoland	—	—	—	VI	—
	Helder	—	—	VI	—	—
	Cherbourg	—	VI	V	VII	—
	Grisnez	—	V	VI	VI	VII
Biskaya	St. Mathieu	V	V	VI	VI	V
	Biarritz	VII	V	V	VII	V
	Coruña	VII	VI	VIII	VIII	VI

Fassen wir die Ergebnisse dieses Beispiels zusammen, so sehen wir:

Am 7. Dezember: Hoher Seegang im Biskayabusen, starke Unruhe in Straßburg.

Am 8.: Zunehmender Seegang in England und Südnorwegen, abnehmender im Biskayabusen, starke Bodenunruhe in Hamburg und Straßburg, im übrigen meist wenig verändert. Im Laufe des 8. starke Zunahme der Brandungen sowie der Bodenunruhe.

Am 9.: Starker Seegang an allen Küsten außer in Mittel- und Nordnorwegen. Außergewöhnlich starke Bodenunruhe außer in Upsala und Pulkovo.

Am 10.: Abnahme des Seegangs in Südsandinavien und England, Zunahme im Kanal und Biskayabusen. Abnahme der Bodenunruhe, die aber in Straßburg noch sehr groß bleibt (14 μ).

Am 11.: Weitere Abnahme des Seegangs und der Bodenunruhe, die aber entsprechend den immer noch bedeutenden Seegangswerten im Busen von Biskaya in Straßburg 8 μ beträgt. (Wert für Hamburg nicht bekannt.)

Wir finden auch hier eine gute Bestätigung unserer Hypothese. Dieses Beispiel wurde deswegen etwas eingehender behandelt, weil die Verhältnisse am 9. Dezember 1908 mich zuerst auf die Vermutung geführt hatten, daß möglicherweise für Göttingen und den größten Teil Deutschlands nicht nur die Brandung in Norwegen die Ursache der Bodenunruhe sei. Ich hatte (13, S. 29) festgestellt, „daß am 9. Dezember 1907 die Bodenunruhe in ganz Europa vorübergehend groß war“ und hieraus gefolgert: „Doch spielt hierbei möglicherweise der extrem hohe [mittlere] Wert 6 des westbritischen Seegangs mit eine Rolle.“

10.) 29. Februar 1912. Die Wetterlage an diesem Tage zeigt Figur 59. Starke Winde (in der Figur zum Teil nicht eingetragen) wehen gegen die Westküsten Irlands und Schottlands und erzeugen zum Teil ziemlich heftige Bodenunruhe (Figur 60). Im Laufe des Tages nimmt der Sturm im nördlichen Teile Schottlands noch zu, und dementsprechend zeigt um

19^h (Figur 62) Eskdalemuir das Maximum der Bewegung. Auch die Relativwerte um 16^h (Figur 61) bestätigen unsere Theorie. Der hohe relative Wert, der hier zum ersten Male bei Upsala auftritt, rührt davon her, daß ein Teil der norwegischen Küste hohen Seegang hat (um 7^h Gr. Z.: Christiansund VII, um 13^h Skudenes VII, weitere Seegangangaben um 13^h sowie diejenigen um 19^h werden nicht gegeben). Auch bei diesem Beispiel tritt zweimal die schon früher erwähnte Erscheinung auf, daß zeitweise im Westen relativ hohe Bewegung ist, dann ein Gebiet mit sehr niedrigen Werten folgt, während Potsdam und Jena wieder hohe Werte zeigen. Die folgenden Tabellen geben diese Relativwerte nach dem Schema:

			Hamburg			Potsdam			—								
			Göttingen			Jena			Wien								
			Straßburg			München			Graz								
Um 4 ^h			7 ^h			10 ^h			13 ^h			16 ^h			19 ^h		
59	44	—	75	124	—	88	142	—	90	136	—	86	44	—	88	96	—
73	36	80	106	102	106	116	134	124	124	124	98	120	113	113	73	110	115
63	88	70	79	115	105	103	129	125	136	126	120	136	129	105	110	125	90

Um 4^h ist die Bodenunruhe an den Mittelstationen schwach, um 7^h ist sie stark gestiegen, um 10^h zum Teil ganz erheblich höher, um 13^h geht sie wieder zurück, um 16^h ist sie an den Mittelstationen etwas schwächer und um 19^h wieder ausgesprochen stärker. Die großen Unterschiede, besonders bei Potsdam (44—142), lassen sich durch meteorologische Verhältnisse nicht erklären, da sich die Wetterlage nicht erheblich geändert hat. Es wird sich also hierbei wohl um eine Erscheinung handeln, die erst bei der Fortpflanzung der Bewegung entsteht.

11.) 1.—6. Dezember 1909. Der Kern eines Tiefdruckgebietes liegt am 1. Dezember nordöstlich von Schottland (730 mm), mit einem Teilgebiet (740 mm) südlich von Finnland. Am 2. Dezember liegen zwei Kerne von je 735 mm nördlich von Schottland und über Sachsen, am 3. Dezember nur ein Kern mit 710 mm über der Nordsee (Figur 63), am 4. Dezember zwei Kerne mit 720 mm über dem südlichen Norwegen und mit 730 mm über Südengland, am 5. ein Kern mit 725 mm über Südwestnorwegen, am 6. ein Kern mit 735 mm westlich Norwegen und über Südengland. Während der ganzen Zeit liegt hoher Druck von 760—765 mm über Spanien, südlich Italien, am Schwarzen Meer und nördlich davon. Die maximalen Luftdruckdifferenzen sind:

Am 1. Dezember: 35 mm (Norwegen—England—Spanien und Norwegen—Deutschland—Rumänien).

Am 2. Dezember: 30 mm (Sachsen—Frankreich—Spanien).

Am 3. Dezember (Figur 63): 55 mm (Nordsee—Spanien und Nordsee—Upsala—Archangel).

Am 4. Dezember: 40 mm (Norwegen—Ostdeutschland—Schwarzes Meer).

Am 5. Dezember: 35 mm (wie am 4.).

Am 6. Dezember: 30 mm (Südengland—Spanien).

Die Bodenunruhe für diesen Zeitraum ist Berichten entnommen. Die Werte sind nach folgendem Schema für 7^h Gr. Z. in μ angegeben:

Hamburg	—	Upsala
Uccle	Göttingen.	—
Straßburg	—	—

Am 1. Dezember:	2. Dezember:	3. Dezember 1909:
8 — 0.6	7 — 0.6	9^{1/2} — ^{1/2}
1.2 0.6 —	1.6 0.4 —	3 0.5 —
(6) — —	(6) — —	(12) — —
Am 4. Dezember:	5. Dezember:	6. Dezember 1909:
9^{1/2} — ^{1/2}	6 — ^{1/2}	4 — ^{1/2}
1.3 0.4 —	0.4 0.4 —	0.8 0 —
(7) — —	(6) — —	(4) — —

Die Stationen mit hohen Seegangsangaben gehen aus Tabelle 18 hervor.

Tabelle 18.
Seegang um 7^h Gr. Z., Dezember 1909.

Dezember		1.	2.	3.	4.	5.	6.
Skandinavien		—	—	—	—	?	—
Östliche Nordsee, Kanal	Borkum	—	—	V	VII	VI	—
	Helgoland	VI	—	VI	VIII	VI	—
	Vlissingen	—	—	V	—	—	—
	Cherbourg	—	—	V	V	—	—
	Grisnez	VI	VIII	IX	VII	V	—
England (Wind)	Shields	—	—	NW 7	—	—	—
	Malin Head	—	—	NW 5	—	—	—
	Holyhead	—	—	NW 8	—	—	—
	Skegness	—	—	W 9	—	—	—
	Valencia	W 7	—	WNW 7	—	—	—
	Portland Bill	W 5	NW 5	WNW 8	SW 6	—	W 5
	Scilly	SW 5	WSW 6	WSW 6	W 6	—	—
Biskaya	St. Mathieu	V	—	VII	VIII	V	—
	Ile d'Aix	—	V	V	—	—	—
	Biarritz	VII	VIII	VII	VI	VII	—
	Coruña	VIII	VIII	VIII	VIII	VI	VI

Vergleichen wir Bodenunruhe und Seegang, so finden wir im Norden weder großen Seegang noch Wachsen der Bodenunruhe (Upsala). Sonst ist:

Am 1. Dezember: Ziemlich starker Seegang, ziemlich starke Bodenunruhe.

Am 2. Dezember: Bei beiden wenig Änderung.

Am 3. Dezember: Plötzliches Anwachsen des Seegangs und der Bodenunruhe im Westen.

Daß hierbei nicht die gleichen Werte wie am 9. Dezember 1907 erreicht werden, liegt außer an dem Fehlen der norwegischen Brandung wohl zum Teil daran, daß der Sturm in England erst seit kurzer Zeit wirksam ist (am 2. abends besaßen nur 4 Stationen Windstärke über 4), dann herrscht im Gegensatz zu damals an der Westküste Schottlands nur Windstärke 4—5, so daß wahrscheinlich die wirksame Brandung geringer ist als damals.

Am 4. Dezember: Rückgang des Seegangs und der Bodenunruhe.

Am 5. Dezember: Seegang und Bodenunruhe schwächer als am 1. Dezember.

Am 6. Dezember: Weitere Abnahme.

Wir sehen an diesem Beispiel zweierlei: Zunächst scheint aus dem Verhalten der Bodenunruhe in Göttingen hervorzugehen, daß die Nordseebrandung keinen sehr weitgehenden

Einfluß besitzt. Dann sieht man bei dem Betrachten der Wetterkarte (Figur 63) klar, daß die Luftdruckdifferenz weder über einem größeren noch einem kleineren Gebiet um die Station die Bodenunruhe verursacht, denn obwohl erstere für Göttingen wie Upsala Werte erreicht, die nur-sehr selten so groß auftreten, ist die Bodenunruhe an beiden Stationen sowohl absolut wie auch relativ recht schwach.

12.) 17.—19. März 1913. Das Material für diesen Zeitraum wurde der Zusammenstellung in (21) entnommen. Die Wetterkarten (Figuren 64 und 65) zeigen, daß sich ein Tiefdruckgebiet von 740—730 mm von England aus über die Nordsee (am 17. nachm.), Jütland (am 17. abends), Südschweden (18. vorm.) nach dem Bottnischen Meerbusen (19. vorm.) bewegte. Außerdem finden wir am 19. ein neues Tiefdruckgebiet von 715 mm nordwestlich von Irland. Tabelle 19 gibt die Stationen mit starkem Seegang an diesen Tagen.

Tabelle 19.
Seegang, März 1913, 7^h Gr. Z.

März 1913		17.	18.	19.
Skandinavien.		—	—	—
England (Wind)	Stornoway	NNE 6	—	SE 5
	Shields	—	—	S 6
	Malin Head	N 6	—	NW 9
	Holyhead	—	—	NW 7
	Yarmouth	S 5	—	S 6
	Valencia	—	—	WSW 8
	Portland Bill	W 6	—	SW 8
	Scilly	NW 6	—	WNW 7
Östliche Nordsee, Kanal	Borkum	—	VI	—
	Helgoland	—	VII	—
	Grisnez	VII	V	VII
	Cherbourg	VI	—	V
Biskaya	St. Mathieu	VII	V	—
	Biarritz	V	V	—
	Coruña	VII	VII	—

Figur 66 zeigt die Größe der Bodenunruhe an den drei Tagen.

Am 17. März haben wir ziemlich starken Seegang und entsprechende Bodenunruhe.

Am 18. März: Abnahme des Windes in England und der Brandung im Biskayabusen. Zunahme in der Nordsee, dementsprechend Abnahme der Bewegung außer in De Bilt.

Am 19. März: Starke Zunahme der Windstärke in England, Abnahme des Seegangs im Biskayabusen. Dementsprechend starke Zunahme der Bewegung in De Bilt und Eskdalemuir, Zunahme ferner an allen westlichen und südlichen Stationen. Während bei den beiden ersten der Wert vom 17. am 19. stark überschritten wird, wird er an den übrigen im allgemeinen nicht erreicht, da am 19. der Seegang im Biskayabusen im Gegensatz zu den Verhältnissen am 17. nirgends stark ist. Wir können die Verteilung der Bodenunruhe am 19. März 1913 als typisches Beispiel mit der Störungsquelle nur in England ansehen. Dementsprechend liegen auch die Relativwerte der Bodenunruhe, Figur 67, sehr regelmäßig, die größten Werte nahe England (bei De Bilt spielen vielleicht noch lokale Verhältnisse mit), die niedrigen Werte im Süden, Osten und Südosten.

Die benutzte Zusammenstellung (21, S. 4) gibt als Amplitude bei Uccle am 19. den Wert 1.5 μ . Diesem entsprechen 44% als Relativzahl, die zu klein erscheint. Ein Vergleich

mit den Angaben von Somville (16, S. 49) ergab dort $A_N = 2.2 \mu$, $A_E = 2.0 \mu$, also $A_H = 3.0 \mu$. Die dieser Zahl entsprechende Relativzahl von 86⁰/₁₀₀ würde sich sehr gut in die Figur 67 einfügen. Allerdings handelt es sich bei den gedruckten Angaben für Uccle um die größten Wellen in den Hauptgruppen des Tages, so daß der Einheitlichkeit wegen von der Benutzung abgesehen wurde.

Überblicken wir die Ergebnisse der Beispiele, die sich auf hohen Seegang in England beziehen, so sehen wir, daß bei ihnen das Maximum der Bodenunruhe stets in der Nähe von England, entweder in De Bilt oder in Eskdalemuir lag. Es folgen dann die übrigen Stationen im Nordwesten, besonders Hamburg, während die südlicheren (z. B. Paris, Straßburg, München, Wien) geringere Bewegung zeigen, falls die Brandung im Busen von Biskaya keine hohen Werte aufweist. In allen Beispielen dieses Abschnittes bestätigte sich also unsere zu Beginn dieses Kapitels angegebene Behauptung.

c) Beispiele mit starker Brandung in Norwegen.

13.) 9.—10. Februar 1907. Am 9. liegt ein Tiefdruckgebiet mit weniger als 740 mm nordwestlich von Schottland, ein Hochdruckgebiet mit über 780 mm über der Gegend von Moskau. Am 10. liegt der Kern des Tiefdruckgebietes etwas nördlicher mit 730 mm. Die maximalen Luftdruckdifferenzen betragen am 9. Februar 40 mm, am 10. Februar 45 mm.

Hohen Seegang melden:

Am 9. Februar: Skudenes **VII**, Stornoway **V**.

Am 10. Februar: Skudenes **VI**, Malin Head **V**, St. Mathieu **V**.

Das von Herrn Professor Hecker gesammelte Material der Bodenunruhe zeigt für beide Tage ebenfalls keine großen Unterschiede:

	Hamburg	Göttingen	Potsdam	Leipzig		
9. II. 7 ^h :	13 μ	1.8 μ	?	2.2 μ		
10. II. 7 ^h :	14¹/₂ μ	3.2 μ	2.5 μ	1.3 μ		
	Straßburg	Heidelberg	München	Wien	Budapest	
9. II. 7 ^h :	8 μ	0.6 μ	0.7 μ (?)	5 μ	1.6 μ	
10. II. 7 ^h :	?	?	0.1 μ (?)	5 μ	1.8 μ	

Das Beispiel, dessen Material leider zum Teil lückenhaft und unsicher ist, zeigt das Maximum der Bodenunruhe in Hamburg unter dem Einflusse der starken Brandung in Süd-norwegen und einem Teile der englischen Küsten, außerdem am 10. in der Bretagne.

14.) 27.—29. Oktober 1906. Ein Tiefdruckgebiet liegt am 27. mit weniger als 755 mm, am 28. mit weniger als 740 mm und am 29. mit etwa 735 mm nordwestlich von Schottland, ein Hochdruckgebiet mit etwa 780 mm bzw. 775 mm und 770 mm über Rußland. Die maximale Luftdruckdifferenz beträgt also etwa 30—35 mm an allen Tagen.

Hohen Seegang melden:

Am 27. Oktober: Skudenes (**VI**) Christiansund (**V**), Cherbourg (**V**).

Am 28. Oktober: Skudenes (**V**), Christiansund (**V**), Portland Bill (**V**), St. Mathieu (**V**).

Am 29. Oktober: Skudenes (**VII**), Oxö (**V**), Malin Head (**VI**), Portland Bill (**VI**), Scilly (**V**), Helgoland (**V**), Helder (**VI**), Grisnez (**VI**).

Die Bodenunruhe, deren Material ebenfalls von Herrn Professor Hecker früher gesammelt wurde, ist nach folgendem Schema eingetragen:

Hamburg	Potsdam	—
Göttingen	Jena	Leipzig
Straßburg	Wien	Budapest

Sie betrug in μ am:

27. Oktober um 9 ^h :			28. Oktober um 7 ^h :			29. Oktober um 7 ^h :		
12¹/₂	(3 ¹ / ₂)	—	9¹/₂	1.9	—	21	(10)	—
(1.0)	(0.4)	(2 ¹ / ₂)	0.8	1.2	0.5	7¹/₂	3.5	4¹/₄
6	?	?	3.1	?	2.5	13¹/₂	(9)	4¹/₂

Wir finden am 27. Oktober starke Brandung in Südnorwegen, starke Bodenunruhe, besonders im Norden.

Am 28. Oktober: Geringe Abnahme der Brandung in Norwegen und der Bodenunruhe.

Am 29. Oktober: Unter dem Einfluß der sehr starken Brandung in Südnorwegen sowie der starken Brandung in England und der Nordsee: Außergewöhnlich starke Bodenunruhe überall, Maximum im Norden (Hamburg); in Potsdam und Göttingen außergewöhnlich starke Bewegung.

15. 2.—9. März 1913. Während ein Tiefdruckgebiet von Island aus über Skandinavien nach Rußland zog (Figuren 68—71), war die Bodenunruhe vorübergehend außergewöhnlich stark. Am 2. März (Figuren 68 und 72) herrscht bei Beginn der größerer Brandung in Südnorwegen und England mäßige Bodenunruhe; den höchsten Wert zeigt bereits Hamburg. Am 3. und 4. März nimmt die Windgeschwindigkeit und infolge des anlandigen Windes auch sicher die Brandung in Schottland und Irland zu, dementsprechend erreicht auch die Bodenunruhe im Nordwesten größere Werte, besonders in Hamburg und De Bilt (Figur 73). Sie entspricht aber keineswegs der Luftdruckdifferenz von etwa **70** mm, die auf der Strecke Island—Eskdalemuir—Paris—Schweiz vorhanden ist (Figur 69). Mit der Verlagerung des Tiefdruckgebietes nach Osten nimmt der Sturm im nördlichen England und der Seegang in Norwegen zu, und am 5. März (Figur 74) finden wir dementsprechend auch erheblich stärkere Bewegung. Am 6. März liegt das Tiefdruckgebiet dicht an der norwegischen Küste (Figur 77), diese weist daher außergewöhnlich starke Brandung auf, während der Sturm in Schottland abzunehmen beginnt. Die Bodenunruhe (Figur 75) erreicht ihren höchsten Wert in Hamburg, die übrigen Stationen haben kaum mehr als halb so viel Bewegung, außerdem besitzen Upsala, Pulkovo und Göttingen Bewegung, wie sie nur sehr selten dort vorkommt. Figur 76 bestätigt dies, die Relativwerte gruppieren sich ziemlich regelmäßig um das Maximum in Upsala, und wir finden zum ersten Male die niedrigsten Relativwerte im Südwesten und Westen unserer Karte. In der Nacht vom 6. zum 7. März verflacht das Tiefdruckgebiet, und am 7. März um 7^h haben die Brandung in Norwegen und die Bodenunruhe, die wieder mehr unter dem Einfluß der Brandung in Schottland in De Bilt ihr Maximum hat, stark abgenommen (Figur 71). Am 8. März (Figur 71) geht die Bewegung bei abnehmender Brandung weiter zurück, obwohl für mehrere Stationen die Luftdruckunterschiede auf einem Kreis mit 1000 km Radius 40 mm übersteigen, und erreicht am 9. März (Figur 78) ein Minimum unter ähnlichen Verhältnissen wie am 2. Nur im Westen liegen unter dem Einfluß der erneut anwachsenden Windstärke in Schottland die Werte etwas höher als am 8. März, ebenso lokal in Triest (Einfluß der Riviera-Brandung?). Auch an diesem Tage kommen Luftdruckunterschiede bis 50 mm vor.

Dieses Beispiel ist bemerkenswert wegen der andauernd vorhandenen großen Luftdruckunterschiede. Das Maximum der Bewegung, das in Hamburg liegt, fällt zeitlich zusammen mit dem Maximum der Brandung in Norwegen beim Vorüberziehen eines Tiefdruckgebietes über die Küsten im Norden. Gleichzeitig zeigt die Bodenunruhe an den südlich und östlich von Norwegen gelegenen Stationen extrem hohe relative Werte.

16.) 6.—9. März 1906. Für dieses und das folgende Beispiel hat Herr Professor Hecker Material gesammelt. Leider hatten im Jahre 1906 noch die meisten Stationen ungedämpfte Pendel, so daß sich eine eingehende zahlenmäßige Darstellung nicht lohnt. In der Zeit vom

6.—9. März zog ein Tiefdruckgebiet von 720 mm über das nördliche Norwegen, während hoher Druck von 770—775 mm bei Spanien lag. An allen Tagen hatte Norwegen starke Brandung. Am 9. März steigt diese auch an den übrigen Küsten, und es melden hohen Seegang:

Skudenes **V**, Christiansund **VI**; Stornoway **V**, Malin Head **VII**, Portland Bill **V**, Scilly **V**, Borkum **VII**, Helgoland **VI**, Vlissingen **V**, Helder **VII**, Cherbourg **V**, Grisnez **VI**.

Die Bodenunruhe, die am 6. März in Hamburg 6μ , in Göttingen und in Jena $\frac{3}{4} \mu$ betragen hatte (hoher Seegang Christiansund **VI**, St. Mathieu **V**), erreichte nachmittags am 8. und zum Teil im Laufe des 9. ihr Maximum in Hamburg angeblich mit durchschnittlich 30μ (einzelne Wellen 100μ), in Potsdam mit 19μ (?), in Göttingen mit 8μ , in Jena und Leipzig mit je 6μ , während München etwa 12 — 15μ meldete.

17.) Vom 7.—10. Dezember 1906 herrschten ähnliche meteorologische Verhältnisse wie vom 6.—9. März. Am 7. Dezember betrug um 7^h Gr. Z. die Bodenunruhe in Hamburg $8\frac{1}{2} \mu$, in Straßburg 7μ , in Göttingen $\frac{3}{4} \mu$ und in Jena $\frac{1}{3} \mu$ (hoher Seegang: Christiansund **V**, Cherbourg **VII**, Biarritz **VI**) und soll am 9. Dezember ihr Maximum in Hamburg mit 35μ (einzelne Wellen 70μ), in Straßburg, München und Wien mit je 12 — 15μ , in Göttingen mit 8μ , in Leipzig und Jena mit je 4μ erreicht haben. Der Seegang erreichte ebenfalls am 9. Dezember sein Maximum mit folgenden großen Werten an allen Küsten:

Skudenes **V**, Christiansund **VI**, Stornoway **VI**, Malin Head **VI**, Borkum **V**, Helder **VI**, Cherbourg **VI**, Grisnez **VI**.

Die beiden Fälle mit ihrer guten Übereinstimmung untereinander sind ebenfalls im Einklang mit unserer Hypothese.

18.) 3.—11. Februar 1913. Im Nordwesten, vorübergehend auch im Norden, lagert tiefer Druck, der fast während des ganzen Zeitraumes stärkere Brandung in Norwegen und damit große Bodenunruhe an den nördlichen Stationen hervorruft. Die maximale Luftdruckdifferenz schwankt zwischen 40 und 55 mm, doch fällt weder der größte Wert mit dem Maximum noch die geringste Differenz mit dem Minimum der Bodenunruhe zusammen.

Am 3. Februar ruft ein Tiefdruckgebiet von 720 mm, das bei Island liegt (Figur 79), an den schottischen und irischen Küsten starke anlandige Winde hervor, die eine recht hohe Bodenunruhe zur Folge haben (Figur 84). In der Nacht verlagert sich der Kern des tiefen Druckes nach der norwegischen Küste, deren Südhälfte bei stürmischen anlandigen Winden hohe Brandung, nach der Karte **V** und **VIII**, aufweisen muß. Obwohl der Seegang in Schottland wohl etwas abgenommen hat, steigt während des heftigen Anpralls des Meeres an die Steilküste Skandinaviens die Bodenunruhe (Figur 85) und erreicht fast überall ihr Maximum. Die relativen Werte (Figur 86) sind an den nördlichen Stationen bedeutend größer als an den südwestlichen. Am 5. meldet Christiansund bei anlandigem Wind von Stärke **9** einen Seegang **VI**, und ein großer Teil der skandinavischen Küste südlich des Tiefdruckgebietes von 735 mm (Figur 80) hat sicher große Brandung. Die Winde in England sind etwas schwächer geworden, dagegen ist der Seegang im Biskayabusen (**V**, II, **V**, **VI**), allerdings bei ablandigen Winden von der Stärke 1—3, etwas größer geworden. Die Abnahme der norwegischen Brandung überwiegt jedoch, und an fast allen Stationen nimmt die Unruhe ab. Geringe Zunahme zeigen nur Upsala und Pulkovo, die am 5. dem Zentrum des hohen Seegangs etwas näher liegen als am 4., und Upsala besitzt mit 200% entsprechend den Seegangsverhältnissen die größte relative Bewegung. Am 6. Februar hat sich das Tiefdruckgebiet bei Skandinavien weiter verflacht, der Seegang ist stark zurückgegangen, doch ruft ein bei Island neu erschienenenes Tiefdruckgebiet wieder starke Winde in Schottland und Irland hervor, die Bodenunruhe geht etwa auf die Werte vom 3. zurück, und ein Vergleich der Figur 87 für den 6. mit der Figur 84 für den 3. zeigt innerhalb der Beobachtungsfehler meist gleiche Zahlen sowohl bei dem Seegang wie bei der Bodenunruhe.

Am 7. Februar dehnt das neue Tiefdruckgebiet (Figur 81) seinen Einfluß weiter aus, der Seegang an der schottischen und südnorwegischen Küste steigt und verursacht wachsende Bodenunruhe (Figur 88). Das Tiefdruckgebiet schlägt nun aber nicht die gleiche Bahn ein wie am 4., sondern es liegt am 8. als Zunge vor der norwegischen Küste, die zwar hohen Seegang (**V** bzw. **VI**) aufweist, aber nur im Süden anlandigen stärkeren Wind. Dagegen melden jetzt die Nordseestationen Sturm und großen Seegang, infolgedessen befindet sich am 8. das Maximum der Bodenunruhe, die meist ein wenig abgenommen hat, in De Bilt (Figur 89). Die hohen Relativwerte der Bewegung (Maximum ebenfalls in De Bilt) entsprechen in Figur 90, die für den 8. Februar gilt, dem Seegang. Am 9. hat sich über Skandinavien eine flache Schwelle hohen Druckes gebildet, Seegang und Bodenunruhe sind teilweise zurückgegangen (Figuren 82 und 91). Am 10. hat der Seegang abgenommen, dagegen dürfte unter dem Einflusse eines Tiefdruckgebietes westlich von Irland dort etwas höhere Brandung gewesen sein; die Bodenunruhe blieb fast wie am 9. Am 11. Februar wird außer von der Küste Mittelnorwegens nirgends höherer Seegang gemeldet und es ist auch sonst nirgends welcher zu erwarten (Figur 83), infolgedessen ist die Bodenunruhe überall zurückgegangen und nur Hamburg zeigt noch einen Wert über 4μ , nämlich 7.1μ (Figur 92). Bildet man für diesen Tag die Relativwerte (Figur 93), so findet man entsprechend dem höheren Seegang in Mittelnorwegen die höchsten Zahlen in Upsala, Pulkovo und Hamburg. Daß die Werte in diesem Falle etwas unregelmäßig liegen, erklärt sich einfach aus den geringen absoluten Werten und ihren zum Teil recht erheblichen Unsicherheiten.

19.) 31. Januar—4. Februar 1914. Das Material des vorliegenden Zeitraumes hatte zuerst dazu gedient, die Ausbreitung der Bodenunruhe über größeren Gebieten zu verfolgen (20). Ich war damals von der Absicht ausgegangen, den Einfluß des Untergrundes dadurch zu eliminieren, daß ich die Größe der Bewegung an den einzelnen Stationen für alle geraden Stunden in % des Maximums an der betreffenden Station innerhalb des zu untersuchenden Zeitabschnittes ausdrückte und dann für die einzelnen Stunden diese Werte in Karten eintrug. Die bereits früher veröffentlichten Figuren 94—102 sind diesem Material entnommen. Das Hauptergebnis war, daß sich ein ausgesprochenes Gebiet relativ hoher Bewegung ergab, das sich in kurzer Zeit über Europa bewegte, ohne irgendwie den Veränderungen der Wetterlage (Figuren 103—105) zu entsprechen. Wie man sieht, wurden die höchsten Werte der Bewegung zuerst am 1. Februar um 8^h erreicht, und zwar im Osten (Figur 96). Um 12^h und 14^h treten auch an weiter westlich gelegenen Stationen die Maxima auf (Figuren 97 und 98), um 22^h erreicht die Unruhe in fast ganz Deutschland (Figur 99) und am 2. Februar um 0^h (Figur 100) auch im Westen ihre Höchstwerte. Dabei bleibt aber die Bodenunruhe im Osten andauernd sehr hoch. Um 8^h tritt an den Stationen an der Nordsee das Maximum auf (Figur 102), von da an nimmt fast überall die Bewegung ab, und um 0^h am 3. Februar (Figur 102) besitzt außer Cartuja und Paris nur noch der Norden und Osten höhere relative Bewegung. Wie hierbei die Luftdruckverteilung direkt eine Rolle spielen sollte, ist nicht einzusehen. Südlich des 60. Breitengrades zeigt diese überhaupt keine große Veränderung, nördlich davon ziehen Tiefdruckgebiete von Westen nach Osten, also gerade umgekehrt wie das Maximum der Bewegung, mit ihnen zieht auch das Gebiet der größten Luftdruckdifferenz und das der größten Luftdruckänderung, wie der fortlaufende Eintrag der betreffenden Größen in Karten zeigte. Die Erklärung für das Auftreten des relativen Maximums der Bewegung an den Stationen zu den verschiedenen Zeiten ist aber ganz einfach: Am 1. Februar um 8^h etwa lag das Tiefdruckgebiet am günstigsten zur Erzeugung starker Brandung (Seegang **VI** und **VII** bei anlandigen starken Winden) an der norwegischen Küste. Die Bodenunruhe der nordöstlichen Stationen erreichte daher ihr Maximum, blieb aber noch längere Zeit unter dem Einfluß der dauernd starken skandinavischen Brandung sehr groß. Im Laufe des 1. Februar

und in der Nacht vom 1. zum 2. stieg bei anlandigem Wind die Brandung in Schottland, daher trat nun erst unter dem Zusammenwirken der Einflüsse von beiden Brandungsgebieten das Maximum der Bewegung auch an den westlichen Stationen auf, und am 3. Februar, als nur noch Mittelnorwegen bedeutende Brandung besaß, war überall die Bodenunruhe stark zurückgegangen bis auf ein kleineres Gebiet, das etwa 70⁰/₁₀ der Maximalbewegung besaß, im Osten und vielleicht auch im Norden, wo die Angaben von Upsala fehlen, das am 2. um 8^h 76⁰/₁₀, am 3. um 10^h noch 56⁰/₁₀ hatte.

Für den Anfang hat diese Methode gute Dienste geleistet, allerdings mehr nach der negativen als nach der positiven Seite hin, sie zeigte, daß die Ursache sicher nichts mit der Luftdruckdifferenz zu tun hat. Für die weitere Untersuchung wäre sie aber ein Hemmnis geworden, da sie, wie schon erwähnt, den Hauptfaktor, der den Einfluß der Entfernung des Ortes von der Störungsquelle ausdrückt, mit dem Untergrundsfaktor zusammen eliminiert. Doch behandeln wir nun unser Beispiel analog den früheren.

Am 31. Januar 1914 lag ein Tiefdruckgebiet von 720 mm südlich von Island, in der Nacht waren an der Küste Schottlands bei auffrischenden anlandigen Winden jedenfalls stärkere Brandungen entstanden, die Südhälfte der norwegischen Küste befand sich schon in dem Bereich des Tiefdruckeinflusses. Die Bodenunruhe, die am 31. Januar 0^h (Figur 106) nur in Königsberg groß war und in Upsala und Pulkovo relativ hohe Werte zeigte entsprechend der Tatsache, daß Christiansund schon am 30. Seegang VI gemeldet hatte, stieg entsprechend der Zunahme des schottischen Seegangs in der Nacht an (Figur 107). Im Laufe des 31. griff der Einfluß des tiefen Druckes weiter nach Süden (Wetterkarte Figur 103), dementsprechend zeigte die Bodenunruhe am 31. Januar abends (Figur 108) besonders dort größere Werte. In der Nacht verlagerte sich der Kern des Tiefdruckgebietes nach dem nördlichen Norwegen (Wetterkarte 104), die Steilküsten Skandinaviens hatten mehr oder minder anlandigen Sturm, Seegang VI und VII, die Bodenunruhe stieg besonders stark im Nordosten (Figur 109) und erreichte in Königsberg 17 μ . In den frühen Nachmittagstunden trat an den nördlichen Stationen das Maximum der Bewegung ein (Figur 110). Die Relativwerte (Figur 111) sind im Norden und Osten besonders groß, im Südwesten am kleinsten, wie zu erwarten war. In den Abendstunden wuchs unter dem Einflusse des Tiefdruckgebietes bei Island die Windstärke in Schottland und Irland von neuem, so daß im Laufe der Nacht dort sicher wieder starke Brandung entstand, die Bodenunruhe nahm entsprechend in der Nacht (Figuren 112 und 113) an den nordwestlichen Stationen stark zu, und das Maximum lag am 2. Februar um 8^h mit 16¹/₂ μ in De Bilt unter dem gemeinsamen Einfluß der norwegischen und schottischen Brandung. Im Laufe des Nachmittags und in der Nacht vom 2. zum 3. verflachte das Tiefdruckgebiet (Wetterkarte Figur 105), infolgedessen ging die Brandung, besonders in Schottland, zurück, und die Bodenunruhe nahm ab (Figuren 114 und 115). In den Nachmittagstunden verlor sich die starke Brandung mehr und mehr, die Bodenunruhe ging weiter zurück (Figur 116), aber erst am 4. Februar um 0^h wurden ähnliche Werte beobachtet wie zu Beginn der Störung (Figur 117).

Das Material des vorliegenden Beispiels ist erheblich umfangreicher als das der übrigen mit Ausnahme des Beispiels I. Es liegt daher nahe, beide zu vergleichen. In Figur 118 ist das Verhältnis der in beiden Fällen (Werte Februar : Werte März) an den einzelnen Stationen vorkommenden absoluten Maxima eingetragen. Die größten Werte liegen ausgesprochen im Norden, dann im Osten, die niedrigsten im Südwesten, dann auf einer Zunge, die sich nach Südostdeutschland schiebt. Dies Verhältnis entspricht genau den Verhältnissen der Seegangswerte, im einen Fall starke Brandung im Norden, im anderen Fall im Südwesten. Die „Zunge“ niedriger Werte entsteht dadurch, daß die Bodenunruhe an den nahe der Nordsee liegenden Stationen im ersten Falle durch die vorübergehend starke Brandung in Schottland

mit beeinflusst wird, so daß an diesen das Verhältnis größer wird, als es sich bei reiner Brandung in Norwegen ergeben würde.

20.) 1.—5. Januar 1905. Zum Schlusse seien noch die beiden Zeiträume betrachtet, in denen nach den für Upsala herausgegebenen Berichten dort die größte Bodenunruhe herrschte. Wenn auch die Zahlenwerte vielleicht ungenau sind, es ist z. B. nicht ausgeschlossen, daß für Upsala die doppelten Amplituden angegeben sind, so lohnt sich doch schon der relativen Veränderungen wegen eine kurze tabellarische Übersicht.

Tabelle 20 gibt zunächst die Werte für hohen Seegang:

Tabelle 20.

1905 Januar	1.	2.	3.	4.	5.
Skandinavien	V	VI, V	VII, V	VII	—
Westbritannien	—	—	—	V	V
Ostbritannien	—	—	—	—	V
Nordsee u. Kanal	V	—	—	—	V, VII
Biskaya	—	—	—	—	—

Tabelle 21 gibt die Werte für die Bodenunruhe, hierbei bedeutet bei Straßburg und Jena: I = schwach, II = deutlich, III = kräftig.

Tabelle 21.

1905 Januar	1.	2.	3.	4.	5.
Upsala (μ)	$I\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{4}$	7	$8\frac{1}{2}$	3
Göttingen (μ)	$I\frac{1}{2}$	2	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{4}$
Jena	II	I	III	III	II
Straßburg	?	?	<i>I</i>	<i>I</i>	II

Die Wetterlage zeigte fast dauernd ein Tiefdruckgebiet über Norwegen, ein Hochdruckgebiet im Süden oder über Spanien, ähnlich wie in Figur 119, und es war

	am	1.	2.	3.	4.	5. Januar
der höchste Druck	745 mm	735 mm	735 mm	735 mm	735 mm	740 mm
der tiefste Druck	780 mm	770 mm	775 mm	770 mm	770 mm	770 mm
Unterschied	35 mm	35 mm	40 mm	35 mm	35 mm	30 mm

Man sieht deutlich, wie sich an den einzelnen Tagen die Bodenunruhe in erster Linie nach den Nachbarbrandungen richtete, und welchen Einfluß die norwegische Brandung besaß. Am 6. und 7. stieg der Seegang im Westen, in Straßburg trat dementsprechend am 7. sehr starke Bodenunruhe auf, etwa vom vierfachen Betrage wie am 5. Februar.

21.) 25. Januar—1. Februar 1905. Wie im vorigen Beispiel wollen wir zunächst den hohen Seegang und die Bodenunruhe in zwei Tabellen gegenüberstellen (die Angaben für Göttingen sind eigenen Messungen entnommen). Auch hier entsprechen sich die beiden

Tabelle 22 (hoher Seegang).

Januar—Febr. 1905	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	1.
Skandinavien	VI	V	(IV)	V, VII	V, VII, V	VIII	VI, VII	VI, V
Westbritannien	V	—	—	V	V	V	V, VI	VI
Ostengland	—	—	—	—	—	—	—	—
Nordsee u. Kanal	—	V	—	—	V	V	VI, VI, V, V, V	V, V, V
Biskaya	—	—	—	V, VII	—	—	—	—

Tabelle 23 (Bodenunruhe).

Januar—Febr. 1905	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	1.
Upsala	1½	3	4	3	4—10	4—12	3	3
Göttingen	3	1½	4	5	4½	4½	4	4
Jena	II	I	II	III	III	III	III	II
Straßburg	II	II	II	II	I	II	III	III

Tabellen innerhalb der Beobachtungsfehler. Zu den Angaben am 27. ist noch zu bemerken, daß sowohl die nordschottische wie die mittelnorwegische Küste unter steilen Gradienten standen und sicher stellenweise hohen Seegang hatten. Zur Zeit der stärksten Bewegung war die Wetterlage (Figur 120) ähnlich wie im vorigen Beispiele.

Überblicken wir nochmals die Beispiele dieses Abschnittes, so sehen wir, daß das Maximum der Bewegung im Norden und Nordosten lag, solange die Brandung an der skandinavischen Küste vorherrschte. Die höchsten Relativwerte zeigte Upsala, dann Pulkovo, Königsberg und ferner auch die östlichen Stationen, die geringste Relativbewegung fanden wir im Südwesten. Die beiden letzten Beispiele ergaben dann noch, daß die höchste Bodenunruhe im Norden dann auftritt, wenn die ganze norwegische Küste, besonders die Mitte, von starker Brandung bei anlandigen Winden getroffen wird.

Die 21 Beispiele haben unsere Behauptung, daß das Maximum der Bodenunruhe in der Nähe der Stelle mit stärkster Brandung liegt, so klar bestätigt, daß ein Zweifel kaum noch möglich ist. Besonders gute Dienste leisteten die „Relativwerte“, deren Maximum meist an der dem Brandungsmaximum zunächst befindlichen Station lag. Wenn vereinzelt kleinere Unstimmigkeiten auftraten, so liegt dies wohl einmal an Beobachtungsfehlern, dann ist aber der wirkliche Seegang mit der Brandung nicht identisch, noch weniger also der an einzelnen Stellen geschätzte.

d) Die Bodenunruhe an den russischen Stationen.

Das für diesen Abschnitt benutzte Material ist den gedruckten Berichten von Baku, Tiflis, Makejewka, Ekaterinenburg, Pulkovo, Taschkent und Irkutsk sowie den schon in den Beispielen benutzten Ausmessungen der Bodenunruhe in Makejewka, Baku und Pulkovo entnommen.

a) Die Perioden. In Osteuropa und Irkutsk scheint die Änderung der Periode parallel zu der in Westeuropa zu gehen, und der Unterschied zwischen den extremen Werten scheint noch größer zu sein, wie die Beispiele in den zwei Tabellen 24 und 25 zeigen.

β) Die Amplituden. Zu einer vergleichenden Übersicht über die Ausbreitung der Bodenunruhe in Europa und einem Teile von Asien sind in den Tabellen 26 bis 28 die Hori-

Tabelle 24.
Perioden im Januar 1913, 7^h Gr. Z.

Datum	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Cartuja . . .	6.8	7.2	7.6	7.3	8.0	7.4	8.7	8.4	6.9
Aachen . . .	6.8	7.9	8.5	8.5	8.7	8.1	9.5	8.7	7.2
Pulkovo . . .	6.1	7.0	7.5	7.1	7.5	6.2	8.5	9.0	4.9
Makejewka . .	?	?	?	?	?	8.0	9.7	9.5	?
Baku	6.1	7.1	8.0	6.0	—	— ¹⁾	10	— ¹⁾	— ¹⁾
Tiflis	6.5	7.9	8.0	7.0	—	6.5	10.1	—	—
Irkutsk . . .	6.3	7.0	7.8	8.0	6.8	7.6	9.8	9.3	5.0

¹⁾ Anscheinend lokale Bodenunruhe, Periode 4½ bzw. < 3 und 2—3 Sekunden.

Tabelle 25.
Perioden im März 1913, 7^h Gr. Z.

Datum	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	17.	18.	19.
Cartuja . . .	6.0	6.0	6.6	7.4	7.6	7.5	5.0	5.2	3.8 ¹⁾	4.4 ¹⁾	3.9 ¹⁾
Aachen . . .	5.5	5.8	6.9	8.6	8.8	7.8	6.0	5.1	6.0	6.0	6.0
Pulkovo . . .	5.1	5.5	4.9	6.7	8.8	5.1	5.1	4.0	4.5	5.9	5.7
Makejewka . .	?	?	?	?	?	7.0	5.0	5.2	?	?	?
Baku	5.0	< 4.0 ¹⁾	4.0	6 ¹ / ₂	8.3	5 ¹ / ₂	< 3.5 ¹⁾	< 3.5 ¹⁾	5.5	5.5	6.0
Tiflis	?	4.0	—	8.0	9.9	(8)	—	—	—	—	—
Irkutsk . . .	5.0	5.0	5.5	7.5	9.0	5.7	5.0	5.5	5.8	—	5.9

1) Vielleicht lokale Bodenunruhe.

zontalamplituden an verschiedenen Stationen für die drei schon eingehend behandelten Beispiele im Jahre 1913 wiedergegeben, deren Nummern in Klammern beigelegt sind.

1.) (5) 6.—18. Januar 1913. Dieses Beispiel war gekennzeichnet durch vorübergehend starke Brandung in England in erster Linie, dann auch an der deutschen Nordseeküste und im „Busen von Biskaya“. Das Maximum der Bewegung liegt (abgesehen von Reykjavik) am 12. Januar in De Bilt (20 μ). Tabelle 26 gibt die Amplituden für diesen Zeitraum. In Baku scheint öfter lokale Bodenunruhe mit Perioden von 2—4¹/₂ Sekunden aufzutreten. Es wurde in diesem Falle ein * gesetzt. An allen Stationen fällt das Hauptmaximum auf den 12., ein etwas schwächeres auf den 16. In Irkutsk steigt die Bewegung nicht im gleichen Maße wie an den übrigen Stationen.

Tabelle 26.
Bodenunruhe A_H in μ , Januar 1913, 7^h Gr. Z.

Datum	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
Reykjavik . .	3.5	4.7	5.0	10.7	16.0	19.3	30.3	18.0	?	10.0	8.8	6.1	3.3
Eskdalemuir .	2.2	2.7	?	5.8	6.9	9.7	12.7	6.7	3.8	5.4	8.5	3.7	1.9
Cartuja . . .	1.7	1.3	2.6	2.5	2.8	2.4	3.9	3.2	1.4	2.1	3.6	1.7	1.4
Upsala	0.7	0.4	0.8	1.0	0.8	1.3	1.6	0.7	0.4	0.7	1.1	0.5	0.5
Wien	1.8	1.5	3.4	4.5	3.5	7.5	7.9	3.9	2.6	4.3	6.6	3.4	2.0
Pulkovo . . .	1.1	0.6	1.3	1.6	1.1	2.1	3.0	1.5	1.3	1.1	2.8	0.9	0.6
Makejewka . .	1.4	0.6	?	?	?	?	?	?	?	1.4	2.6	1.8	?
Baku	0.7	0.5	?	?	1.0	1.7	2.1	1.1	?	* ¹⁾	1.3	?	?
Tiflis	0	0	0	0.1	0.4	0.8	1.0	0.3	0	0.5	0.6	0.4	0.1
Irkutsk . . .	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.1

1) T = 4¹/₂^s; A_H = 4¹/₂ μ .

Tabelle 27.
Bodenunruhe A_H in μ , Februar 1913, 7^h Gr. Z.

Datum	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Reykjavik . .	20.4	24.3	14.7	7.2	22.7	17.0	33.7	13.7	4.0
Eskdalemuir .	5.8	9.8	7.8	5.8	9.0	5.8	5.3	5.8	1.9
Cartuja . . .	2.2	2.1	2.5	1.8	1.2	1.9	1.0	1.0	1.1
Upsala	1.3	2.6	3.0	2.0	1.3	1.8	1.2	1.4	1.1
Wien	5.2	6.6	5.8	4.9	4.3	3.3	3.5	4.4	1.7
Pulkovo . . .	2.2	3.2	3.9	2.7	2.3	3.3	2.2	2.4	2.1
Baku	1.1	? ¹⁾	?	?	1.5	2.3	1.3	1.6	0.8
Tiflis	0.3	1.2	0.7	0.5	1.1	? ²⁾	0	0	0
Taschkent . .	0.9	1.7	2.1	1.3	1.4	1.5	1.0	1.1	0.8
Irkutsk . . .	0.4	0.6	0.5	0.4	0.2	0.4	0.5	0.4	0.3

1) Um 0^h: 2.0 μ . 2) Um 0^h: 1.0 μ .

2.) (18) 3.—11. Februar 1913. Tiefer Druck im Norden ruft fast während des ganzen Zeitraumes starke Brandung in Norwegen hervor. Maxima der Bewegung liegen am 4. in Hamburg (14.3 μ) und am 8. in De Bilt (12.5 μ). In Tabelle 27 sind die Amplituden angegeben.

Auch hier finden wir wieder innerhalb der Beobachtungsfehler gemeinsames Auftreten der Maxima, so weit dies durch die Lage der stärksten Brandung bedingt ist.

3.) (15) 2.—9. März 1913. Das Maximum der Bewegung, das am 6. mit 17.7 μ in Hamburg liegt, fällt zeitlich zusammen mit dem Maximum der Brandung in Norwegen beim Vorüberziehen eines Tiefdruckgebietes über die Küsten im Norden. Die Zahlenwerte der Amplituden, die in Tabelle 28 zusammengestellt sind, zeigen wieder das Maximum der Bewegung gleichzeitig, auch in Irkutsk ist dieses stark ausgeprägt und tritt in Rußland gleichzeitig mit den nördlichen Stationen des westlichen Europa auf.

Tabelle 28.
Bodenunruhe A_H in μ , März 1913, 7^h Gr. Z.

Datum	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	17.	18.	19.
Reykjavik . .	3.3	?	11.5	14.4	6.3	3.3	4.0	4.3	4.6	3.3	17.8
Eskdalemuir . .	1.9	2.2	3.2	10.5	7.6	4.8	2.5	2.6	3.5	2.2	5.4
Cartuja . . .	0.8	0.8	1.2	2.1	1.6	1.1	1.5	1.4	1.7	1.4	1.2
Upsala	0.8	0.6	1.2	1.8	4.1	1.3	0.9	0.6	1.0	0.9	0.6
Wien	1.1	1.9	2.4	7.4	6.3	3.5	1.8	1.2	2.4	1.5	2.1
Pulkovo	1.0	1.1	1.6	3.0	5.0	2.5	1.7	0.8	1.1	1.1	0.9
Makejewka . .	?	?	?	?	?	2.1	1.1	0.7	?	?	?
Baku	0.3	* 1)	*	1.4	3.1	0.9	?	?	0.9	0.7	0.9
Tiflis	?	0.8 2)	0	0.7	1.3	0.1	0	0	0	0	0
Taschkent . . .	0.5	0.4	0.7	1.1	4.5	0.8	0.5	0.3	0.1	0.3	0.4
Irkutsk	0.1	0.1	0.3	0.5	1.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3

1) Maximum am 3. März um 18^h: $T = 3.75^s$, $A_H = 10 \mu$.

2) Vielleicht lokal (vgl. Baku), $T = 4^s.0$.

4.) (12) 17.—19. März 1913. Während am 17. und 18. März an mehreren Küsten außer der skandinavischen höhere Brandung auftrat, ist der 19. März ein Beispiel für nahezu reine Brandung in England. Das Maximum der Bewegung lag in De Bilt (16.9 μ). Wie die drei letzten Spalten in Tabelle 28 zeigen, ist in diesem Falle ein Einfluß auf die Bodenunruhe in Rußland nicht nachweisbar.

5.) 1. Januar—31. März 1914. Um einen besseren Überblick über das Verhalten der Bodenunruhe an den russischen Stationen zu bekommen, soll im folgenden kurz die Bodenunruhe in Pulkovo, Baku, Tiflis, Ekaterinenburg, Taschkent und Irkutsk mit der Wetterlage verglichen werden. Stellt man die Bodenunruhe an den genannten Stationen in einer Figur zusammen, so ergibt sich, daß alle 6 Stationen übereinstimmend außergewöhnliche Bodenunruhe zeigen am 2./3., 26., 29. Januar sowie am 1./2. Februar. An mehreren Tagen tritt an allen Stationen mittelstarke Bodenunruhe auf, an anderen ist sie überall fast 0. Ausnahmen zeigt einmal Baku, wo mehrfach bei kleinen Perioden (2—4¹/₂ Sekunden) erheblich stärkere Bodenunruhe auftritt wie sonst (in diesen Fällen bis 5 μ , bei großen Perioden nirgends über 3 μ), wo es sich also augenscheinlich um lokale Bodenunruhe handelt, dann tritt in Irkutsk vom 12.—16. Januar (Maximum am 14. über 1 μ), vom 10.—13. Februar (am 11. Maximum über 1 μ) und vom 6.—8. März (Maximum am 7. mit ³/₄ μ) relativ sehr starke Bewegung (bei Perioden von etwa 6^s) auf, ohne daß an den übrigen Stationen solche vorhanden wäre. Die Erklärung dürfte wohl in der Lage von Irkutsk, das von allen Ozeanen um Asien fast gleich weit entfernt ist, zu suchen sein.

Gleich am 1. Januar finden wir ein Tiefdruckgebiet von 745 mm im nördlichen Norwegen, das sich am 2. vertieft und nach Osten verlagert. Am 3. erscheint ein weiteres Tiefdruckgebiet westlich Island, das dann am 4. sich noch vertieft, jedoch verlaufen die Isobaren fast parallel zur norwegischen Küste, so daß nur im äußersten Süden stärkerer anlandiger Wind (W 8) herrscht, sonst Windstärke 2. Die günstigste Lage für starken anlandigen Wind an der ganzen Küste besteht am 2. Januar. Tabelle 29 gibt die Bodenunruhe in diesem Zeitraum. Man sieht, daß die Maxima trotz der räumlich großen Entfernung an allen Stationen

Tabelle 29.
Bodenunruhe A_H in μ , Januar 1914.

Datum Zeit	1.				2.				3.				4.	
	0	6	12	18	0	6	12	18	0	6	12	18	0	6
Pulkovo	2.0	2.0	2.4	4	5 ^{1/2}	5	6 ^{1/2}	5 ^{1/2}	5	3 ^{1/2}	2.5	1.5	1.8	1.4
Ekaterinenburg .	0.8	0.8	0.9	1.7	2.1	2.0	2.1	2.1	1.7	1.4	1.3	0.8	0.6	0.4
Baku	0.6	?	(1.0)	2.1	1.5	1.4	1.4	1.0	1.1	(1.0)	(1.0)	?	(1.0)	0.7
Tiflis	—	0.4 ¹⁾	0.3 ¹⁾	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	?	0.1	0.1	0.1
Taschkent	—	0.5	1.0	2.0	3.5	2.2	1.8	2.2	1.1	1.3	0.7	0.5	—	0.5
Irkutsk	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.7	0.6	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.1

¹⁾ Unter der Annahme $A_H : A_Z = 2$.

gleichzeitig mit der starken Brandung in Norwegen auftreten. Vom 5.—8. besitzt ein Teil der Küste Norwegens stärkere anlandige Winde, die Bodenunruhe in Rußland ist deutlich vorhanden, aber schwach. Vom 10.—15. steht Norwegen unter Hochdruckeinfluß, die Bodenunruhe ist mit Ausnahme des schon erwähnten Maximums in Irkutsk überall 0 oder gerade erkennbar. Vom 15.—23. Januar erzeugt ein Tiefdruckgebiet im hohen Norden mittelstarke anlandige Winde in Norwegen, die Bodenunruhe an den russischen Stationen wird wieder deutlicher. Am 24. erscheint ein starkes Tiefdruckgebiet bei Island, das bei einem Minimum von 725 mm starke Brandung in Norwegen hervorrufen muß. Am 27. und 28. verflacht es, und die Windstärke, die am 25. und 26. den Wert 9 bei westlichen Winden erreicht hatte, ist am 27. und 28. auf 4 im Mittel zurückgegangen. Die Bodenunruhe an den russischen Stationen, die der Brandung entspricht, gibt Tabelle 30.

Tabelle 30.
Bodenunruhe A_H in μ im Januar 1914.

Datum Zeit	24.	25.				26.				27.		28.
	12	0	6	12	18	0	6	12	18	0	12	6
Pulkovo	1.4	2.3	3 ^{1/2}	3 ^{1/2}	3	3 ^{1/2}	4	4	4	3	3	1.1
Ekaterinenburg	0.5	0.7	0.9	1.2	1.4	1.9	1.6	1.4	1.3	0.9	0.8	0.4
Baku	? ¹⁾	?	?	?	(1.1)	(1.0)	(1.0)	0.9	0.7	?	(1.0)	(0.5)
Tiflis	0.1	0.1	0.3	0.2	0.4	0.7	?	0.4	0.4	?	0.2	0.1
Irkutsk	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.7	0.5	0.1	0.1

¹⁾ Lokale Bodenunruhe.

Schon am 28. Januar erschien ein neues Tiefdruckgebiet bei Island, dessen Kern am 29. um 7^h im nördlichen Norwegen lag und an der ganzen Küste anlandigen Sturm hervorrief. Am 30. war es schon wieder verflacht (Windstärke 4 an allen Stationen), und am 31. hatte es seine Wirkung fast ganz verloren. Die Bodenunruhe, deren Aufzeichnung vielfach ge-

stört gewesen zu sein scheint, zeigt ebenfalls überall ihr Maximum am 29. Januar (Tabelle 31). Ein weiteres Tiefdruckgebiet im Norden Norwegens rief dann am 1. und 2. Februar

Tabelle 31.
Bodenunruhe A_H in μ , Januar 1914.

Datum	28.	29.				30.			
Zeit	18 ^h	0	6	12	18	0	6	12	18
Pulkovo . . .	2.0	3 $\frac{1}{2}$	4	—	—	2.5	—	1.9	2.0
Ekaterinenburg	(1.0)	(1.7)	(1.1)	(1.0)	(1.2)	(1.2)	?	0.9	0.9
Baku	?	(1.7)	(2.2)	(1.0)	(1.1)	(1.1)	?	0.9	1.2
Tiflis	0.2	0.5	0.6	0.6	?	0.5	?	0.3	(0.1)
Taschkent . . .	?	1.6	1.7	1.4	0.9	0.8	—	0.6	0.9
Irkutsk	0.2	0.7	0.6	0.6	0.3	0.3	?	0.1	0.1

Tabelle 32.
Bodenunruhe A_H in μ , Januar—Februar 1914.

(Bei Makejewka ist die Ablesung in mm für die E—W-Komponente angegeben, doch dürfte diese proportional der wahren Bodenbewegung sein.)

Datum	31.				1.				2.				3.				4.
Zeit	0	6	12	18	0	6	12	18	0	6	12	18	0	6	12	18	0
Reykjavik . . .	20	23	32	36	31	33	34	42	38	37	35	25	24	18	17	14	11
Eskdalemuir . .	3.5	4.6	5.7	6.0	4.6	6.1	7 $\frac{1}{2}$	10	9	8	(7)	6 $\frac{1}{4}$	4.8	5.2	4.6	4.0	3.1
Cartuja	1.9	1.6	1.9	1.9	2.4	2.9	2.7	3.5	3.5	3.1	3.4	4.7	4.3	4.6	3.1	2.3	1.8
Upsala	1.3	1.2	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	3.3	2.6	2.8	?	?	?	?	1.6	1.4	1.3
Wien	3.5	3.8	3.5	3.5	4.0	5.1	6.8	6.7	6.5	6.8	5.8	4.3	4.7	4.2	3.8	3.8	3.1
Pulkovo	2.5	2.1	2.0	2.8	2.8	3.9	5.2	5.8	4.1	4.5	3.3	3.0	3.4	3.6	2.4	2.1	1.7
Makejewka . . .	1.5	1.5	1.5	1.4	1.7	2.5	?	3.5	3.0	2.5	?	2.0	2.5	2.0	?	1.1	1.5
Ekaterinenburg	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.6	2.1	2.3	1.7	1.7	1.4	1.0	1.2	1.1	0.9	0.8	0.5
Baku	1.0	1.3	1.0	1.0	1.7	(3 $\frac{1}{2}$)	3.8	3.1	2.5	2.1	2.1	2.3	2.5	2.1	2.1	1.3	1.0
Tiflis	0.2	(0.1)	(0.1)	0.3	0.6	0.5	0.7	0.8	0.6	0.6	?	0.4	0.5	0.3	(0.1)	(0.1)	(0.1)
Taschkent . . .	0.8	—	—	0.8	1.3	2.2	2.8	1.4	1.1	1.0	1.2	1.3	1.3	1.1	1.0	0.8	0.6
Irkutsk	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.7	0.6	0.6	0.5	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.1	0.1

die schon genauer untersuchte starke Bodenunruhe hervor, Tabelle 32 zeigt, daß auch hier die russischen Stationen relativ ähnliche Angaben machen wie die übrigen europäischen. Im Februar und März 1914 zeigte sich in Rußland keine relativ sehr starke Bewegung mehr, es trat aber auch kein Fall von anlandigem Sturm an der ganzen norwegischen Küste mehr ein. In der Zeit vom 3. Februar bis 15. Februar lagen die Tiefdruckgebiete meist zwischen Island, Schottland und Norwegen, bei mittleren Brandungen war die Bewegung in Rußland meist deutlich vorhanden. Am 16. zog der tiefe Druck über Norwegen weg, wobei nur die mittlere Küste stärkeren Wind hatte. Die Bodenunruhe war an den 5 Stationen mittel-mäßig, erreichte aber nirgends 1 μ . Vom 17.—26. waren die Verhältnisse ähnlich wie vom 3.—15.: mittlere Winde und sichtbare Bewegung. In den letzten Februartagen herrschte in Norwegen meist Windstille, die Bewegung an den russischen Stationen blieb unter $\frac{1}{4}$ μ . Erst ein flaches Tiefdruckgebiet, das am 3. und 4. März über Norwegen zog, ließ die Bewegung wieder meßbar werden, ebenso ein weiteres Tiefdruckgebiet, das am 7. den Süden Norwegens überschritt und am 6. schon in England stärkeren Wind hervorgerufen hatte (Bodenunruhe in Straßburg 4 μ). Vom 9.—12. März herrschte Ruhe. Vom 13.—21. März war wieder schwache Bewegung (meist unter $\frac{1}{2}$ μ) vorhanden, während mehrere Tiefdruckgebiete in England

starken Wind hervorriefen. Der Seegang in Norwegen war während dieser Zeit überall unter V. In Straßburg betrug die Bodenunruhe während dieser Zeit 4—5^{1/2} μ , sank aber am 22. auf 2^{1/2} μ . Die Bewegung an den russischen Stationen erreichte vom 21.—24. März bei geringer Brandung nirgends ¹/₄ μ . Erst am 25. wurden wieder mittlere Werte erreicht, die in Tabelle 33 mit einigen Zahlen des schon früher besprochenen Materials zusammengestellt sind.

Tabelle 33.

Bodenunruhe A_H in μ , März 1914. (Angaben von Makejewka wie in Tabelle 32.)

Datum Zeit	25.				26.				27.				28.
	0	6	12	18	0	6	12	18	0	6	12	18	0
Reykjavik . .	12	12	14	13	22	29	28	27	17	12	7	7	6
Eskdalemuir .	1.8	2.1	3.5	3.7	4.6	6.6	5.3	5.3	4.2	3.3	2.8	2.8	2.1
Cartuja . . .	2.3	2.6	?	3.9	4.2	5.0	4.6	4.3	3.6	1.9	1.5	1.5	0.8
Upsala	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
Wien	1.0	2.2	2.6	2.7	3.1	5.0	4.8	3.7	3.3	3.5	3.1	3.2	1.9
Pulkovo . . .	0.5	0.6	0.7	0.6	1.1	1.4	1.5	1.0	0.7	0.8	0.5	0.7	0.7
Makejewka . .	?	0.6	0.7	0.8	0.7	1.2	0.9	1.0	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5
Ekaterinenburg	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3
Baku	1.1	(1.0)	1.2	1.2	1.5	1.4	1.5	1.2	0.8	1.1	0.9	0.9	0.9
Tiflis	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3
Irkutsk	0.1	0.1	0.1	0.3	?	?	?	?	?	?	?	?	?

In diesem Falle liegt das Zentrum der Brandung dauernd an dem gleichen Punkt („Busen von Biskaya“), die übrigen Brandungen sind schwach. Die Folge hiervon ist einmal, daß alle Bodenunruhemaxima genau gleichzeitig auftreten, dann ist aber die Bewegung an den nördlichen und östlichen Stationen relativ viel schwächer als an den südlichen.

An den letzten Märztagen blieb die Bodenunruhe in Rußland bei mittleren Windstärken an den westeuropäischen Küsten gerade meßbar.

In allen Fällen tritt das Maximum der Bodenunruhe an den russischen Stationen, auch in Irkutsk, gleichzeitig mit dem Maximum an den westeuropäischen Stationen auf, im übrigen zeigt die Bewegung im Osten den größten Parallelismus mit der Bewegung an den nordwestlichen Stationen, es scheint also die norwegische Brandung den Haupteinfluß auf die „russische Platte“ auszuüben. Bei dieser Gelegenheit sei auch darauf hingewiesen, daß die Bodenunruhe in Reykjavik eher mit der in Eskdalemuir Ähnlichkeit zeigt als mit der in Upsala.

e) Beispiele von Somville (16).

Somville hat in seiner Arbeit (16) seine Ergebnisse zusammengefaßt in die Sätze: „Les vagues de la mer se brisant contre les côtes ne peuvent pas être considérées comme étant la cause première des mouvements microsismiques . . .“ „Pour les observatoires de l'Europe . . . il existe une relation étroite entre les amplitudes des mouvements microsismiques considérées dans leur ensemble et les différences de pression barométrique sur une étendue géographique restreinte ayant respectivement chacune de ces stations pour centre.“ „On constate que très souvent pour un certain nombre des stations, plus rarement pour toutes à la fois, les amplitudes montrent des fluctuations sensiblement parallèles durant un certain nombre de jours consécutifs. Dans tous les cas rencontrés, nous avons toujours constaté que les localités intéressées étaient couvertes par une même dépression atmosphérique et occupaient des positions à peu près analogues par rapport aux lignes isobares.“

Die Ergebnisse Somvilles stimmen also in einem Punkte mit denen der vorliegenden Arbeit überein: Die Bodenunruhe tritt meist auf größeren Gebieten, manchmal an allen Stationen gleichzeitig auf. Während aber Somville dies so erklärt, daß dann über einem größeren Gebiete ähnlicher Verlauf der Isobaren und damit ähnliche Luftdruckdifferenzen herrschen, kamen wir zu dem Ergebnis, daß sich in diesem Falle die Bodenunruhe von einer Quelle aus fortpflanzt, von dem Gebiet hoher Steilküstenbrandung aus.

Zugunsten welcher Hypothese entscheidet nun unser Beobachtungsmaterial? Wir haben gefunden:

1. Daß das Maximum der Bodenunruhe die einzelnen Orte in umgekehrter Reihenfolge erreichen kann, wie die größte Luftdruckdifferenz.

2. Daß das Maximum der Bodenunruhe oft genau gleichzeitig auf einem so großen Gebiet auftritt, z. B. nach Tabelle 26 gleichzeitig in Cartuja, Reykjavik, Pulkovo, Irkutsk und Baku, daß von einer ähnlichen Lage in bezug auf die Luftdruckverteilung keine Rede sein kann.

3. Daß schließlich in Nordeuropa, Osteuropa und Zentralasien (Irkutsk) die Bewegung stets fast auf die Stunde gleichzeitig und höchstens um verhältnismäßig geringe Zeit verschoben gegen Südwesteuropa ihr Maximum erreicht.

Dies alles läßt sich nur erklären, wenn man eine Störungsquelle für die Bodenunruhe in ganz Europa annimmt, die unter Umständen ihre Lage in kurzer Zeit etwas ändert. Ein unmittelbarer Einfluß der Luftdruckdifferenz auf einem großen Kreis mit der Station als Mittelpunkt kommt hiernach nicht in Frage.

Wir haben schließlich bei Betrachtung unserer Beispiele eine ganze Reihe von Fällen gefunden, in denen bei gleichbleibender oder gar abnehmender Luftdruckdifferenz die Bewegung überall stieg.

Somville selbst gibt für Uccle eine ganze Reihe von Beispielen an, in denen seine Hypothese sich bewährt. Dies ist nicht merkwürdig, denn wenn Uccle in einem Gebiet mit großer Luftdruckdifferenz liegt, wird im allgemeinen an den norwegischen oder englischen Küsten Sturm und hohe Brandung herrschen (was übrigens Somville gerade umgekehrt anführt). Wir wollen nun auf die Beispiele Somvilles, soweit er umfangreicheres Zahlenmaterial angibt, näher eingehen.

1.) 11. und 12. Januar 1913 (Premier cas, S. 21). Dieser Fall ist in unserem früher behandelten Beispiel 5 enthalten, wo sich sowohl Angaben über die Wetterlage wie über die Bodenunruhe befinden, die infolge hoher Brandung in Schottland, England, in der Nordsee und in dem Biskayabusen überall außergewöhnlich groß war. Die Luftdruckdifferenz war im Abnehmen, die Zahlenangaben des Seeganges waren am 12. an der englischen Küste etwas geringer als am 11., an dem übrigen Teile der Westküste (außer Skandinavien, wo Ruhe herrschte, der entsprechend Upsala und Pulkovo geringe Bewegung zeigten) höher. Infolge der andauernd heftigen Winde dürfte die Brandung am 12. höher gewesen sein als am 11. Die Bodenunruhe erreichte am 12., abgesehen von den nordöstlichen Stationen, überall sehr hohe Maxima. Somville kann in diesem Falle keine hohen Luftdruckdifferenzen angeben, und so macht er einen flachen Ausläufer tiefen Druckes, der sich mit 750—755 mm von England bis Norditalien erstreckt (bei einem Maximum von 778 mm über Nordschweden) für die starke Bodenunruhe verantwortlich: „Un simple coup d'œil sur les cartes de pression . . . suffit pour se rendre compte de ce que durant la nuit du 11. au 12. janvier, la distribution des isobares a subi des modifications profondes, causées par l'apparition de troubles secondaires intéressants précisément nos régions.“ Also in diesem Falle ist keine große Luftdruckdifferenz die Ursache der Bodenunruhe, sondern das oben erwähnte flache Teiltief. Für die östlichen

Stationen, z. B. Irkutsk, wo die Bodenunruhe auch ein Maximum erreichte, müßte dann noch eine weitere Ursache gesucht werden.

2.) 4.—5. November 1911 (Deuxième cas, S. 22). Bei starkem Seegang in Norwegen und England erreichte die Bodenunruhe in Uccle, außergewöhnlich hohe Werte jedoch nicht ganz so groß wie im Fall 1. Weitere Angaben, insbesondere über die Luftdruckverhältnisse, fehlen bei Somville.

3.) 26.—27. November 1912 (Troisième cas, S. 24). An verschiedenen Küsten herrschte Sturm, außerdem stieg der Seegang in Skudenes am 27. November auf **IX**, den höchsten Wert der Skala. Somville erklärt, dies spreche als Ursache der starken Bodenunruhe (etwa von gleicher Größe wie im vorigen Falle) nicht mit, da der Wind parallel zu den Küsten wehte. Dieser Einwand dürfte kaum stichhaltig sein. Weitere Angaben, z. B. über Luftdruck, sind nicht vorhanden.

4.) 3.—4. Februar 1913 (Quatrième cas, S. 25). Dieser Fall ist schon im Beispiel 18 behandelt worden. Starke Winde wehen gegen die norwegische Küste und erzeugen dort am 4. sicher starke Brandungen (Wind: W 8 bzw. N 9). Ob nun der Seegangswert VIII bei Christiansund, der dem Gradienten sowie der Windstärke N 9 entspricht und in die Karte eingetragen ist, meines Erachtens nach auch mehr Wahrscheinlichkeit besitzt, oder der Wert V, den Somville entsprechend den Zahlenangaben auf der Rückseite der Wetterkarte der deutschen Seewarte benutzt, richtig ist, ist nicht von allzu großer Wichtigkeit, denn der ganzen Wetterlage nach waren an diesem Tage in Norwegen hohe Brandungen vorhanden, die zusammen mit den Brandungen (Seegang V und VI) an allen Teilen der Westküste die hohe Bodenunruhe in Uccle verursacht haben. Auch hier zeigt Somville die Vorteile seiner Hypothese nicht.

5.) 5.—6. März 1913 (Cinquième cas, S. 25). Für diesen Zeitraum ist die Bodenunruhe schon im Beispiel 15 untersucht worden. Im Gegensatz zu der Aussage Somvilles ergab sich eine sehr schöne Übereinstimmung zwischen der Zeit des Maximums der Brandung und der Bodenunruhe. Dagegen wurde darauf hingewiesen, daß in diesem Falle sich die Bodenunruhe vielfach gerade umgekehrt änderte wie die Luftdruckdifferenz über einem Kreis um die Station, über die Somville hier ebenfalls nichts mitteilt.

Auf einige Angaben, die Somville bei Göttingen macht, bin ich schon eingegangen. Es würde zu weit führen, auf all die einzelnen von Somville ohne viel Zahlenmaterial zusammengestellten Fälle einzugehen, nur sei hier nochmals erwähnt, daß Meißner (15) für Potsdam keinen Einfluß der Luftdruckdifferenz gefunden hat.

6.) Zum Schlusse vergleicht Somville die Bodenunruhe vom 2.—9. November 1911 und vom 5.—10. Februar 1912, insbesondere am 5. November und 8. Februar. Bei der Betrachtung der für beide Fälle gezeichneten Figuren ist zu berücksichtigen, daß bei einzelnen Stationen rechts und links die Abszissenachsen verschieden hoch liegen, wodurch die Übersichtlichkeit etwas verringert wird. Der 5. November 1911 wurde schon oben für Uccle erwähnt, der 7. Februar 1912 ist in unserem früheren Beispiel 3 behandelt worden. Vergleicht man den Seegang, so findet man, daß am 8. Februar 1912 weniger hohe Werte vorkommen als am 5. November 1911, auch die Luftdruckdifferenz auf 1300 km ist im ersten Falle stellenweise erheblich kleiner als im zweiten (z. B. über England etwa 30 mm gegenüber 55), während bei den Amplituden nach den Angaben von Somville die Unterschiede geringer zu sein scheinen. Vergleicht man aber die Angaben von Somville für den 7. Februar mit denen von Hecker (14), so findet man, wenn man berücksichtigt, daß Somville für jeden Tag das Mittel aus den Werten für 7^h, 13^h, 19^h genommen hat, daß gerade an den Stationen mit den größten Amplituden, Hamburg, Straßburg, Potsdam, Cartuja, die Angaben bei Somville ganz erheblich höher sind als bei Hecker, und auch auf die Amplituden, die

Hecker für den 7. Februar um 22^h mitteilt, dürften wohl kaum selbst bei stärkerer Zunahme der Bewegung bei diesen Stationen am 8. im Mittel die Zahlenwerte Somvilles gefolgt sein. Dazu zeigte die Bodenunruhe zwischen 19^h und 22^h fast überall Neigung zum Abnehmen (mit Ausnahme von Cartuja). Tabelle 34 gibt die in Betracht kommenden Zahlen.

Tabelle 34.
Amplituden A_H in μ , Februar 1912.

Datum	nach Hecker				n. Somville	n. Hecker	n. Somville	Q
	7.				7.	7.	8.	
Zeit	7 ^h	13 ^h	19 ^h	Mittel	Mittel	22 ^h	Mittel	
Hamburg . . .	3.4	4.8	4.7	4.3	10	4.9	15	0.43
Straßburg . .	—	4.6	5.0	< 4.8	12	4.7	14	0.4
Potsdam . . .	1.6	2.4	1.2	1.6	5.8	0.7	7.4	0.36
Wien	1.6	3.5	3.3	2.8	3.4	3.1	6.4	0.82
Jena	0.9	3.1	2.3	2.1	2.7	2.1	4.9	0.78
Uccle	0.8	2.4	2.5	1.9	2.7	2.1	4.4	0.70
Graz	1.2	1.7	1.7	1.5	1.9	1.4	3.3	0.79
Pulkovo . . .	1.4	1.4	1.6	1.5	1.5	1.8	1.8	1.00
Cartuja . . .	3.5	6.8	6.7	5.7	12.4	10.5	15.2	0.46

Somville scheint allerdings Maximalwellen benutzt zu haben, denn die für Uccle angegebenen Zahlen stimmen mit den Werten überein, die Somville am Schluß seiner Arbeit angegeben hat, qui „représentent la moyenne des demi-amplitudes des plus grandes ondes choisies parmi les principaux groupes enregistrés pendant la journée“. Dann ist aber dieser Unterschied immer noch nicht ganz erklärlich.

Um die Werte Somvilles einigermaßen mit den übrigen vergleichen zu können, wollen wir annehmen, daß sie an allen Tagen mit dem gleichen Faktor Q, der sich in Tabelle 34 als Verhältnis der Werte von Hecker und Somville ergibt, multipliziert werden müssen, um analoge Mittel darzustellen wie die seither von uns benutzten, und wir wollen diese umgerechneten Zahlen einfach als „Bodenunruhe“ für dieses Beispiel bezeichnen. Die Angaben von Cartuja wollen wir jedoch nicht benutzen, da hier der Faktor Q zu klein sein dürfte.

Am 5. Februar nachmittags lag ein Tiefdruckgebiet mit einem Kern von 730 mm südwestlich von Irland, ein Teiltief nördlich von Christiansund, ein Hochdruckgebiet (765 mm) südlich von Moskau. Das Tiefdruckgebiet vertiefte und verlagerte sich dann nach Süden, wo es westlich von Irland langsam flacher wurde (7. II.: 720 mm, 8. II.: 725 mm).

Höhere Werte von Windstärke kommen vor:

Am 5. II. in England, Norwegen, Biskayabusen, nur vereinzelt über 5.

Am 6. II. in England, Norwegen.

Am 7. II. Zunahme, besonders in England.

Am 8. II. werden die höchsten Seegangswerte erreicht, und zwar in Vardö VIII, Skudenes V; in Großbritannien: dreimal VI, dreimal V; in Cherbourg und St. Mathieu V, in Sicié VI.

Tragen wir die Bodenunruhe in folgendes Schema ein:

—	—	—	Pulkovo
Uccle	Hamburg	Jena	Potsdam
Straßburg	—	Wien	Graz

so ergeben sich folgende Tabellen:

5. II.				6. II.				7. II.			
—	—	—	1.1	—	—	—	1.4	—	—	—	1.5
1.4	3.3	1.3	1.4	0.6	2.8	0.8	1.2	1.9	4.3	2.1	1.6
3.6	—	2.3	1.4	2.0	—	1.3	0.5	4.6	—	2.8	1.5
8. II.				9. II.				10. II.			
—	—	—	1.8	—	—	—	1.4	—	—	—	1.2
3.0	6.4	3.8	2.2	2.5	4.2	2.8	2.0	1.8	3.7	1.0	1.5
5.4	—	5.3	2.6	5.0	—	3.5	2.2	3.6	—	2.1	0.8

Diese reduzierten Werte der Bodenunruhe entsprechen recht gut unserer Hypothese. Die Gegenüberstellung Somvilles spricht also weder für seine noch gegen unsere Annahme. Während wir in unseren Beispielen eine ganze Anzahl von Fällen anführen konnten, in denen sich die Bodenunruhe gerade umgekehrt wie die Luftdruckdifferenz auf einem fest umgrenzten Gebiet änderte, ist bei Somville auch nicht ein einziger Fall zu finden, der unserer Hypothese widerspricht.

Daß keine der Hypothesen von Pechau (17, 18) in Betracht kommt, braucht nicht weiter betont zu werden.

Im Verlaufe dieses Kapitels konnten wir also zeigen:

1. Die Ursache der Bodenunruhe liegt in einer Quelle, die ihren Einfluß über ganz Europa und einen großen Teil von Asien erstreckt.
2. Die Quelle, die sich oft nur auf einem kleinen Gebiet befindet, wird zeitweise ohne Lagenveränderung sehr stark und nimmt oft schnell wieder ab. (Das Maximum der Bewegung tritt dann an allen Stationen gleichzeitig auf.)
3. Das Hauptgebiet der Quelle kann unter Umständen in kurzer Zeit über eine größere Fläche wandern. (Das Maximum der Bewegung wird an den einzelnen Stationen in kurzen Zeitabständen erreicht.)
4. Das Maximum der Bodenunruhe liegt in den einzelnen Fällen in der Nähe des Maximums der Brandung, der „Relativwert“ meist zunächst dem Brandungsmaximum.

Die Annahme Wiecherts, daß die Brandung, besonders an Steilküsten, die Ursache der Bodenunruhe ist, genügt den Ergebnissen 1—4. Eine andere Annahme, die auch den Sätzen 1—4 entspricht, wäre z. B. die, daß der Wind an den Küsten selbst die Ursache wäre, doch ist die Annahme Wiecherts natürlich physikalisch viel leichter zu erklären. Eine Verlagerung des tiefen Druckes, etwa vom Meer zum Land, ist in vielen Beispielen nicht vorhanden und kommt daher als Ursache nicht in Betracht.

VIII. Die Fortpflanzung der Bodenunruhe.

Die Brandungswogen schlagen gegen die Küste, und die hierbei übertragene Energie geht zum großen Teil als Bodenunruhe weiter. Schon hier müssen wir einhalten. Schwingt das Land mit Eigenperioden oder sind es erzwungene Schwingungen? Wir wissen nur, daß die Perioden der Brandungswellen in der Nähe der Bodenunruheperiode liegen, die wenigen vorläufigen Daten, die bekannt sind, lassen keinerlei weitere Schlüsse zu. Um brauchbare Resultate zu erhalten, müßten wir die Brandungsperiode an Tagen mit starker Unruhe an

mehreren Punkten der Westküste Europas (mindestens Nordwestecke Spaniens, Bretagne, Südwestspitze Englands, Westküste Irlands, Nordwesten Schottlands und an zwei bis drei Stellen Skandinaviens) kennen. Es wäre dann die Frage zu untersuchen, ob die Periode der Bodenunruhe gleichzeitig mit der Periode der in Frage kommenden Brandung sich ändert, und wie der Zusammenhang gegebenenfalls ist. Andererseits sehen wir, daß das Gebiet der relativ größten Periode (Figur 2) ziemlich unabhängig von der Lage der Störungsquelle ist. Hier kann man vielleicht an einen Einfluß der Eigenperiode der obersten Erdschichten denken. Zur Klärung dieser Frage könnten z. B. genaue Untersuchungen über die Perioden dienen, die bei ein und demselben Beben an verschiedenen Stationen auftreten. Insbesondere wären die Perioden der 1. Vorläufer zu betrachten, die zwar physikalisch wohl wenig mit den Perioden der Bodenunruhe zu tun haben, aber überall von der gleichen Größenordnung sind.

Mit welcher Geschwindigkeit pflanzt sich die Bewegung fort? Hier hat Hecker (22) mit schon besprochenen Versuchen begonnen. Nach seinen Zahlenangaben scheint die Fortpflanzungsgeschwindigkeit über $2\frac{1}{2}$ km/sec zu liegen, doch war Genaueres noch nicht festzustellen.

Auch über die Ursache der Erscheinung, daß im Norden und Süden Europas die E—W-Komponente, in der Mitte die N—S-Komponente vorherrscht (Figur 11), läßt sich ohne nähere Untersuchungen nichts angeben.

Es soll nun die Frage erörtert werden, ob sich von der Störungsquelle aus die Bodenunruhe nach allen Seiten gleichmäßig ausbreitet, (d. h. gleiche relative Bewegung hervorruft.) Da die Ursache der Bewegung drei räumlich getrennte Lagen besitzen kann, wollen wir hier wieder die schon mehrfach benutzte Einteilung vornehmen in Fälle 1. mit vorherrschender Brandung im Biskayabusen (Bretagne), 2. in Schottland, Irland, England und Nordsee, 3. in Norwegen. Bei der Betrachtung der „Relativwerte“ zeigte sich meist ein Gebiet ausgesprochen hoher Zahlen, von dem aus ein starker Abfall stattfand. Wir wollen nun im folgenden sagen, ein Ort besitzt relativ große Bewegung, wenn seine Relativzahl mindestens 75% der höchsten vorkommenden Relativzahl beträgt. In Figur 121 sind die Orte mit hoher Relativbewegung an 7 verschiedenen Tagen eingetragen worden und für jeden Fall ist ein besonderes Zeichen gewählt worden: Bei starkem Einfluß der Brandung 1. (Biskaya) ein Viereck, bei Brandung 2 (England usw.) ein Kreis, bei Brandung 3 (Norwegen) ein Dreieck. Zeigte ein Ort bei derselben Brandung zwei- oder dreimal eine hohe Relativzahl, so wurde das betreffende Zeichen von einer ähnlichen Figur umrahmt. Die benutzten Tage, für die die Relativzahlen in der vorliegenden Arbeit bei den „Beispielen“ angegeben sind, sind folgende:

1.) 26. III. 1914	2.) 12. I. 1913	3.) 6. III. 1913
13. XI. 1911	29. II. 1912	11. II. 1913
		1. II. 1914

Waren an keinem Tage hohe Relativwerte vorhanden, so wurde ein Kreuz gesetzt.

In Figur 121 sind die Grenzen der „hohen Relativbewegung“ in den drei Fällen angegeben. Es fällt sofort die verschiedene Größe der Flächen sowie die zum Teil von Kreisbögen abweichende Form auf. Vergleicht man die Linien mit den tektonischen Hauptlinien Europas, so ergibt sich:

1. Bei vorherrschender Brandung im Biskayabusen (bzw. Bretagne) zeigen hohe relative Bewegung die Stationen Frankreichs, in den Rheingebirgen und der bayerischen Hochebene. Der Rand der norddeutschen Tiefebene, die böhmischen Gebirge und die ungarische Tiefebene bilden die Grenze.

2. Bei vorherrschender Brandung in England ist das Gebiet relativ hoher Bodenunruhe kleiner, die Bewegung verliert sich schneller. Die Grenzen sind unsicher. (Der aus dem Gebiet herausfallenden Kreis bei Upsala am 29. II. 1912 ist S. 44 erklärt).

3. Bei Brandung in Norwegen schwingen Skandinavien und die ganze „russische Platte“ relativ stark, außerdem ein kleiner Teil Nordwestdeutschlands.

Während der Satz 1 infolge der willkürlichen Wahl des Begriffes „hohe relative Bewegung“ etwas zweifelhaft sein dürfte, sind im Falle 3 die Unterschiede so groß, daß hier das Ergebnis bedeutend sicherer ist. Wir finden also die Behauptung von Láška, nach der steile Gradienten im Norden die „russische Tafel“ in Schwingungen versetzen, bestätigt, allerdings ist dieser Zusammenhang nur mittelbar.

Es bleibt nun noch eine Hauptfrage übrig: Wie erklärt sich der große Unterschied in den absoluten Werten der Bodenunruhe an den einzelnen Stationen? Den Haupteinfluß hat wohl die Lage der Station zur Störungsquelle, also die Entfernung von der Küste, an der in dem betreffenden Falle die vorwiegend wirksame Brandung vorhanden ist. Weiterhin kommt in Betracht, wie die Station zu dem „tektonisch mit der Brandungsstelle zusammengehörigen Gebiet“ im Sinne der Figur 121 liegt. Es kann ferner möglich sein, daß die Periode der Bodenunruhe an den verschiedenen Stationen mehr oder weniger nahe an der Eigenperiode oder einem ihrer Vielfachen der schwingenden Erdschicht ist, auch lokale geologische Verhältnisse können mitspielen, wie Bruchlinien, die ja auch sonst für die Größe von sich fortpflanzenden Erdbebenwellen von Bedeutung sind. Schließlich kommt noch der Untergrund der Station in Betracht. Tabelle 35 enthält die „Relativzahlen“ der Bodenunruhe geordnet nach dem Untergrund.

Tabelle 35.

Schotter:	{	Straßburg	8	Kalkstein:	{	Göttingen	2 ³ / ₄
		München	4 ¹ / ₂			Uccle	3 ¹ / ₂
		Laibach	3			Paris	7
Ton:	Graz	2	Cartuja			3 ³ / ₄	
			Besançon			3	
			Marseille			4	
Sandstein:	{	Jena	2 ³ / ₄	Alluvium	{	De Bilt	8
		Aachen	3 ¹ / ₂			Budapest	2
		Heidelberg	3 ¹ / ₂	Sand:	Potsdam	2 ¹ / ₂	
		Triest	1 ¹ / ₂				
		Zürich	1 ¹ / ₂				
Fels (Quarzit):	Feldberg (Taunus)	(2)	Lehm (Kiesel):	Bochum	3 ¹ / ₄		
Urgestein:	Upsala	1 ¹ / ₂	Tonige Lößsedimente:	Belgrad	(1 ¹ / ₂)		
Silur:	Eskdalemuir	6 ¹ / ₂	Lehm:	Pulkovo	2 ¹ / ₂		
Geschiebemergel:	{	Hamburg	8 ¹ / ₂	Löß:	Wien	4 ¹ / ₂	
		Breslau	(1 ¹ / ₂)				

Beim Betrachten der Tabelle müssen wir vollkommen dem Ergebnis von Hecker (21) beistimmen, „daß nämlich weniger die Art des Untergrundes, als die geographische Lage und die geotektonischen Verhältnisse die Stärke der an den Stationen auftretenden mikroseismischen Bewegungen beeinflussen“.

Die geringste Bodenunruhe von den benutzten Stationen zeigt (abgesehen von dem in großer Entfernung liegenden Irkutsk) Zürich, wo die Amplitude wohl nur sehr selten den Betrag von 1 μ erreichen dürfte.

In diesem Zusammenhang wäre noch die Änderung der Bewegung mit der Tiefe zu erwähnen. Benndorf (Angabe von Schneider in (11)) fand in 1000 m Tiefe keine merkliche Abnahme. Andererseits ist die Bewegung in Clausthal in 700 m Tiefe nur wenig mehr

als $\frac{1}{10}$ der Bewegung in Göttingen (13), doch dürfte hierbei der Untergrund auch eine Rolle spielen. Wie man sieht, bietet das vorliegende Kapitel eine große Reihe von Fragen, auf die man zunächst keine sichere Antwort zu geben vermag.

Mehrere Erscheinungen gehören noch hierher, eine ist die früher festgestellte Tatsache, daß in Potsdam und Jena besonders bei Brandung im Biskayabusen während einiger Stunden die Bodenunruhe erheblich höher ist als in der Nachbarschaft, eine andere, auf die Hecker (21) zuerst aufmerksam gemacht hat, daß in Jena, ähnlich auch in Potsdam, Fälle vorkommen, in denen die eine Komponente der Bodenunruhe erheblich vorherrscht, im Laufe einiger Tage sich der anderen Komponente nähert und schließlich von dieser übertroffen wird.

Zum Schlusse seien die „Schwebungen“ erwähnt, die Erscheinung, daß im Verlauf einer oder mehrerer Minuten die einzelnen Wellen der Bodenunruhe langsam und gleichmäßig wachsen und wieder abnehmen, worauf sich das Spiel wiederholt. Schwebungen sind im Sommer und Winter zu beobachten; sie sind manchmal sehr stark, fehlen aber an anderen Tagen fast ganz. Ihr Auftreten hängt vielleicht mit der Eigenperiode der schwingenden Erdschicht zusammen.

IX. Schluß.

Das Hauptergebnis der vorliegenden Arbeit lautet:

Die Ursachen der Bodenunruhe mit Perioden von 4^s — 10^s sind, wie Wiechert zuerst vermutete, Brandungen an den Steilküsten Westeuropas. Die hierdurch hervorgerufenen Bewegungen pflanzen sich, besonders bei starken Brandungen an der Küste Norwegens, bis nach Zentralasien fort.

Dies Ergebnis entspricht auch dem, was für die anderen Erdteile gefunden wurde:

Klotz beobachtete, daß Depressionen, die östlich von Ottawa am St. Laurence-Golf lagen, große Bodenunruhe, hingegen solche westlich von Ottawa, also über dem Binnenland, keine solche verursachten.

Linke fand in Apia zwei Arten von Bewegungen, solche mit kürzerer Periode bei lokaler Brandung und solche mit größerer Periode bei Brandung an fernen Inseln. Aus der letzteren Art der Bewegung konnte er sogar Schlüsse auf die Lage von Depressionen ziehen. Auf die Verwendung der Bodenunruhe in der Wettervorhersage hat dann später noch Belar in Zeitungsartikeln aufmerksam gemacht, und nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit kann dies zu recht guten angenäherten Angaben über die Lage von Depressionen führen. Praktisch dürfte jedoch diese Methode selbst beim Fehlen von Meldungen der Wetterstationen für Europa nur selten in Betracht kommen.

In Japan sprechen wegen der großen Meeresnähe wohl vielfach lokale Einflüsse mit.

Die weiteren Untersuchungen über Bodenunruhe werden einmal Perioden und Amplituden bei Benutzung eines möglichst großen und weit ausgedehnten Beobachtungsmaterials und womöglich auch von weiteren Angaben über Brandungsgröße, -Richtung und -Periode umfassen, dann aber auch kleine Gebiete, die mehrere möglichst gleichartige Instrumente enthalten, betrachten müssen, auch in der Richtung, die Hecker eingeschlagen hat. Wie im Kapitel VIII gezeigt wurde, harren hier noch viele Fragen ihrer Lösung, die vielleicht interessante Ergebnisse über tektonische Eigenschaften der obersten Erdschichten und deren Eigenperiode enthält.

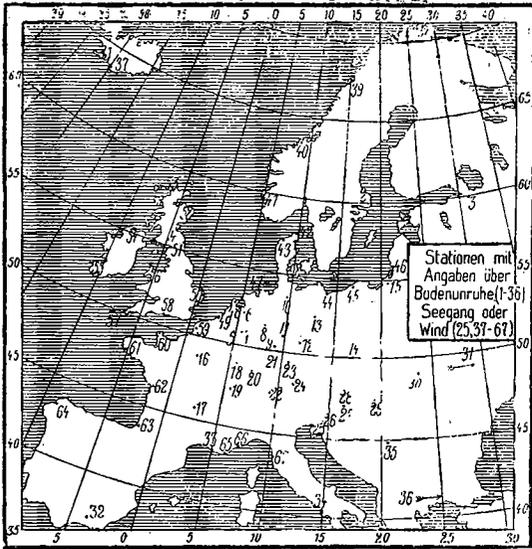


Fig. 1.
(Namen der Stationen Seite 24.)

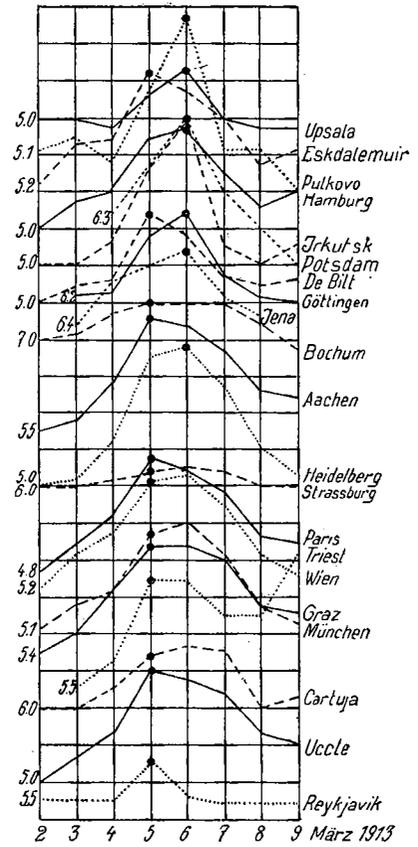


Fig. 3.
Änderung der Perioden der Bodenunruhe 2.—9. März 1913.

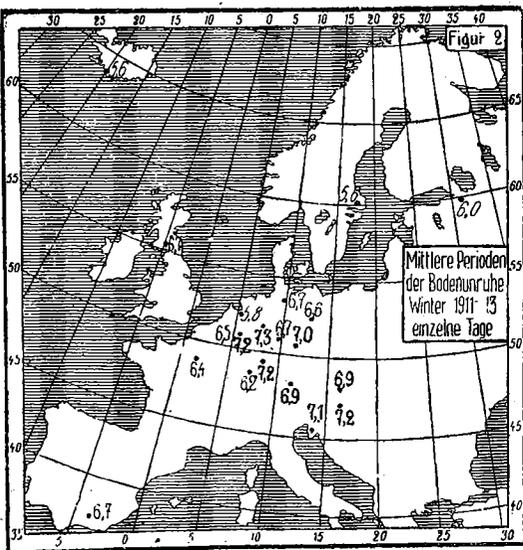


Fig. 2.

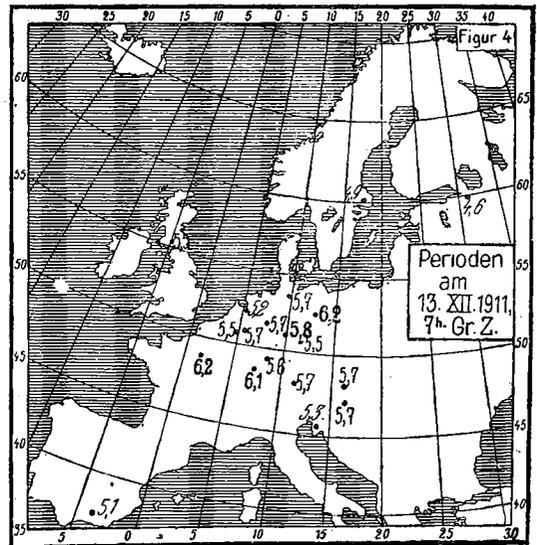


Fig. 4.

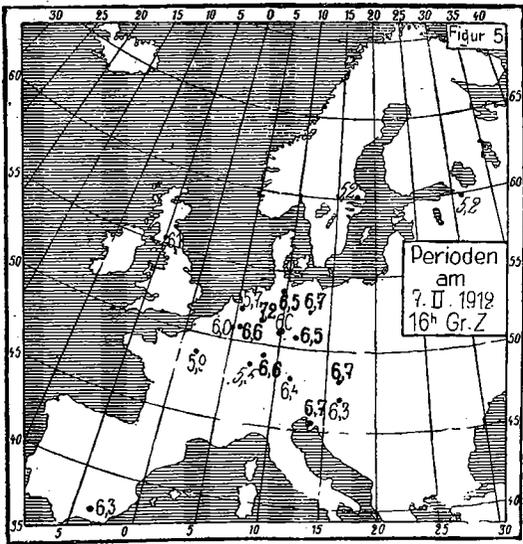


Fig. 5.

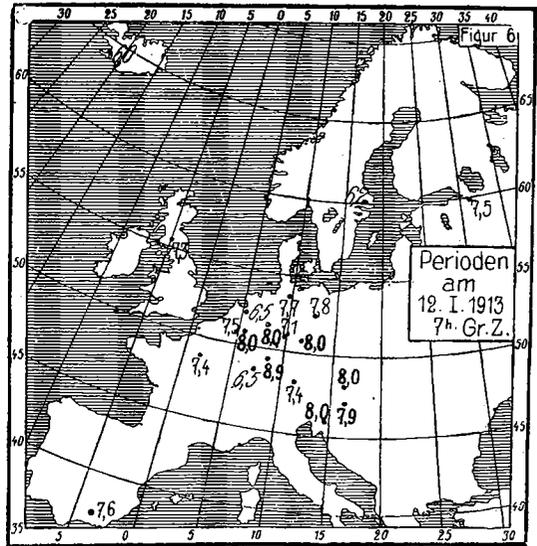


Fig. 6.

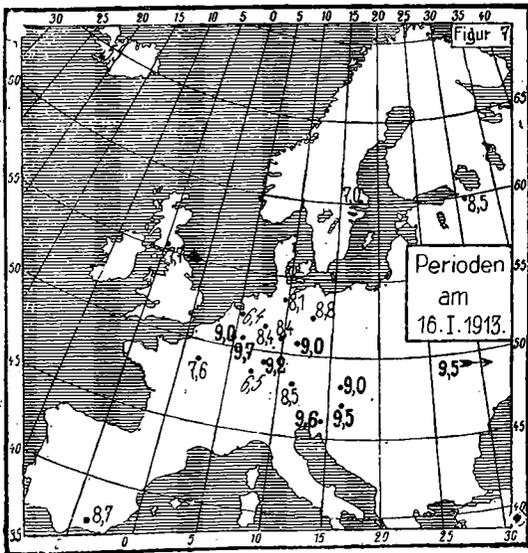


Fig. 7.

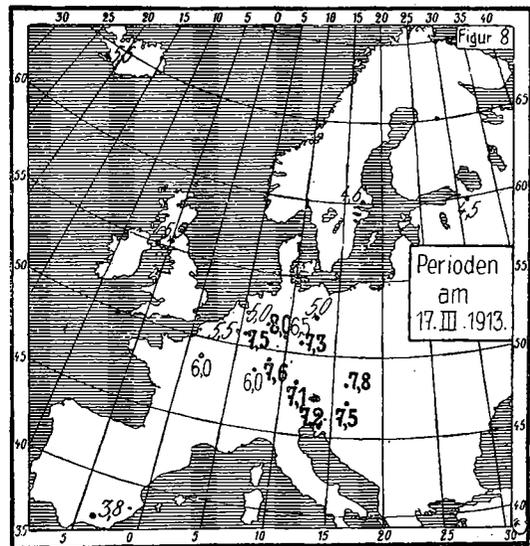


Fig. 8.

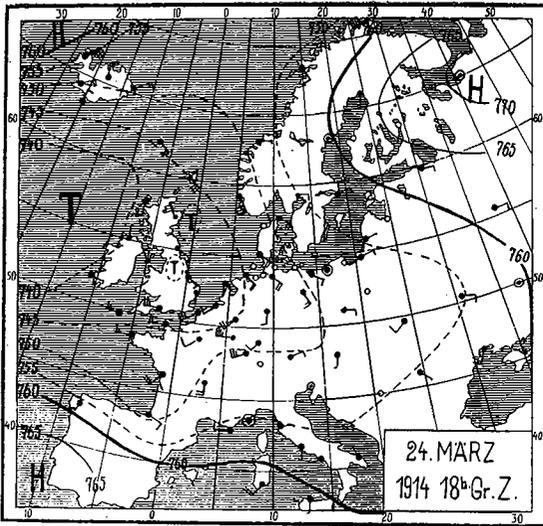


Fig. 13.
Wetterlage 24. III. 14 18^h. Gr. Z.

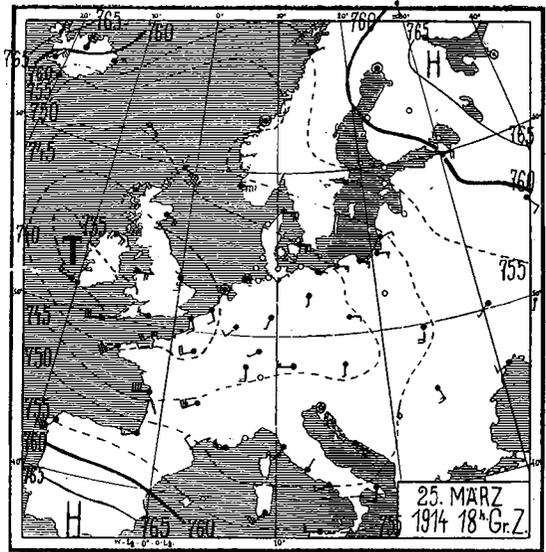


Fig. 14.
Wetterlage 25. III. 14 18^h. Gr. Z.

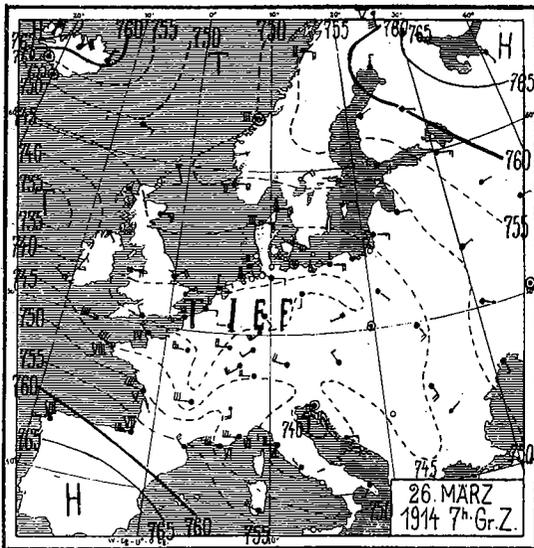


Fig. 15.
Wetterlage 26. III. 14 7^h. Gr. Z.

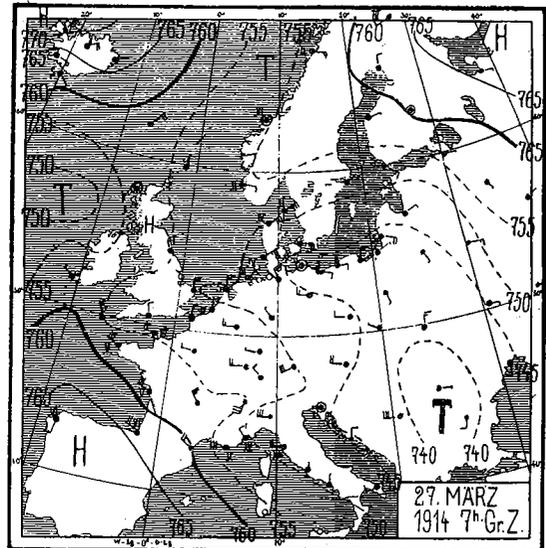


Fig. 16.
Wetterlage 27. III. 14 7^h. Gr. Z.

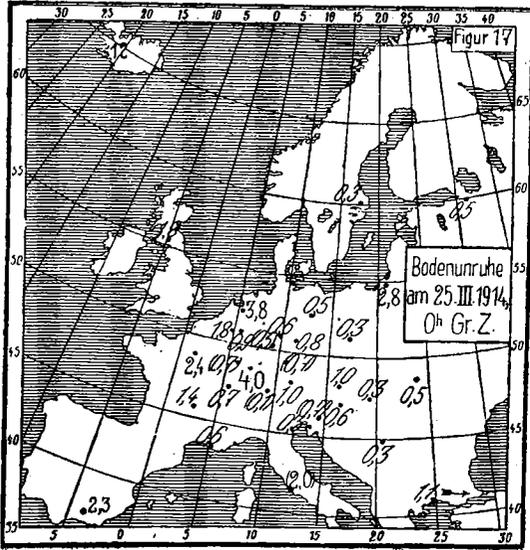


Fig. 17.

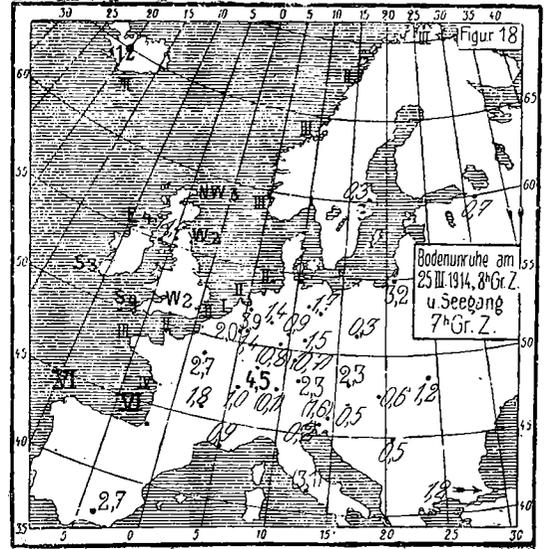


Fig. 18.

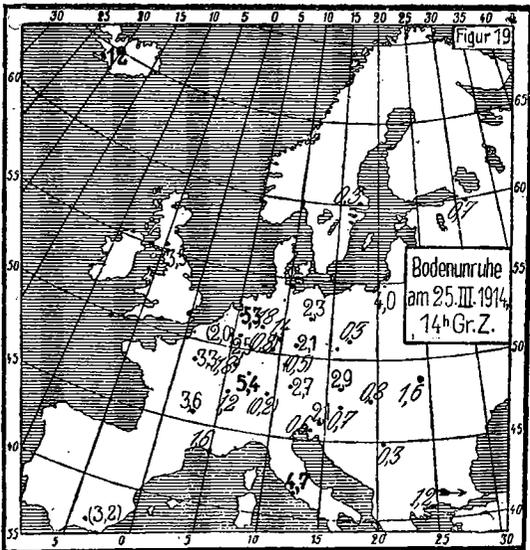


Fig. 19.

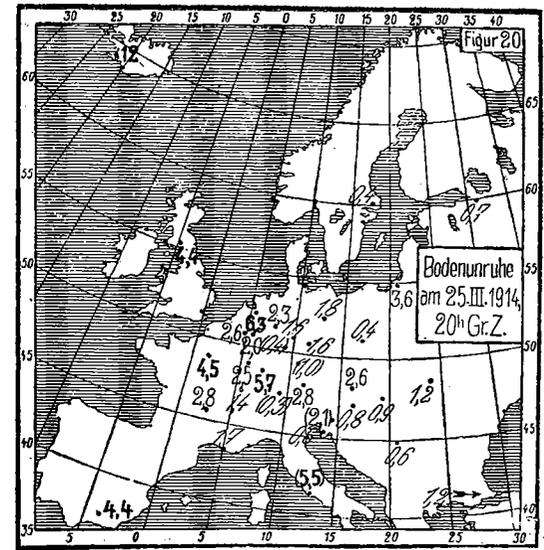


Fig. 20.

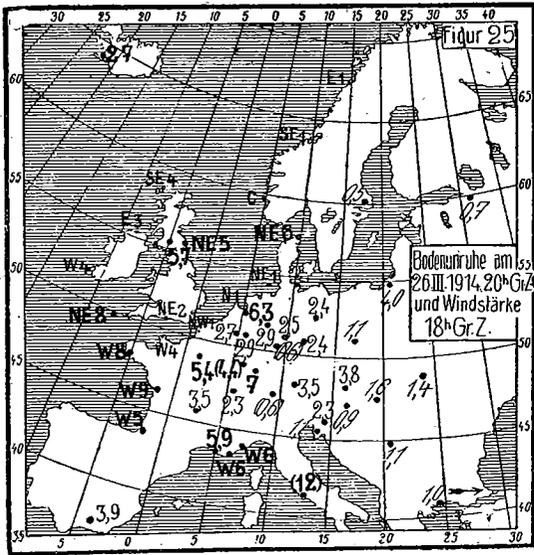


Fig. 25.

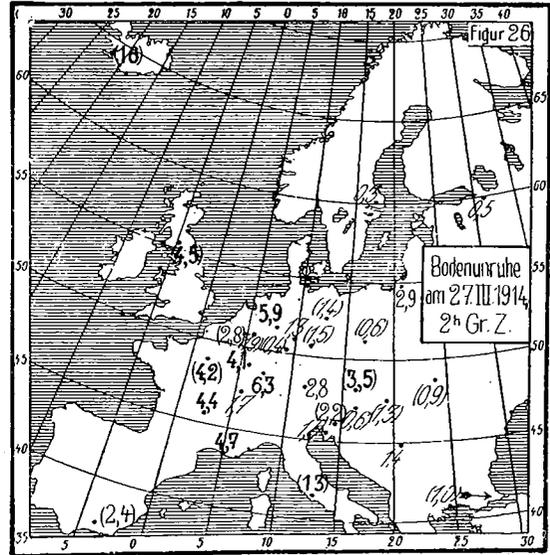


Fig. 26.

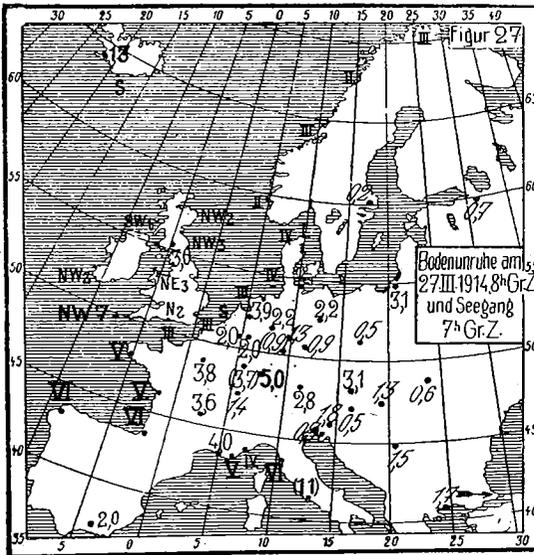


Fig. 27.

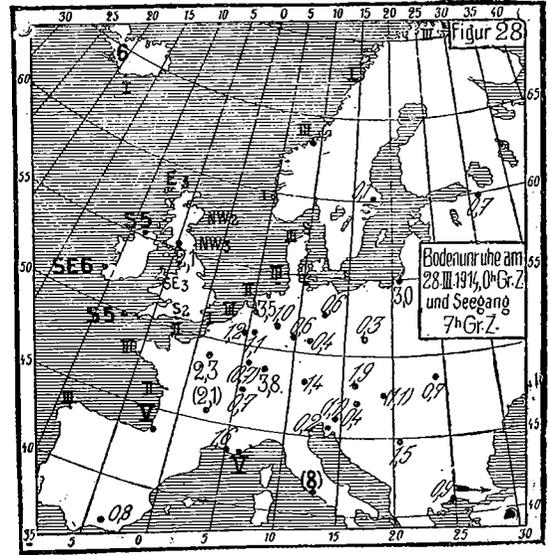


Fig. 28.

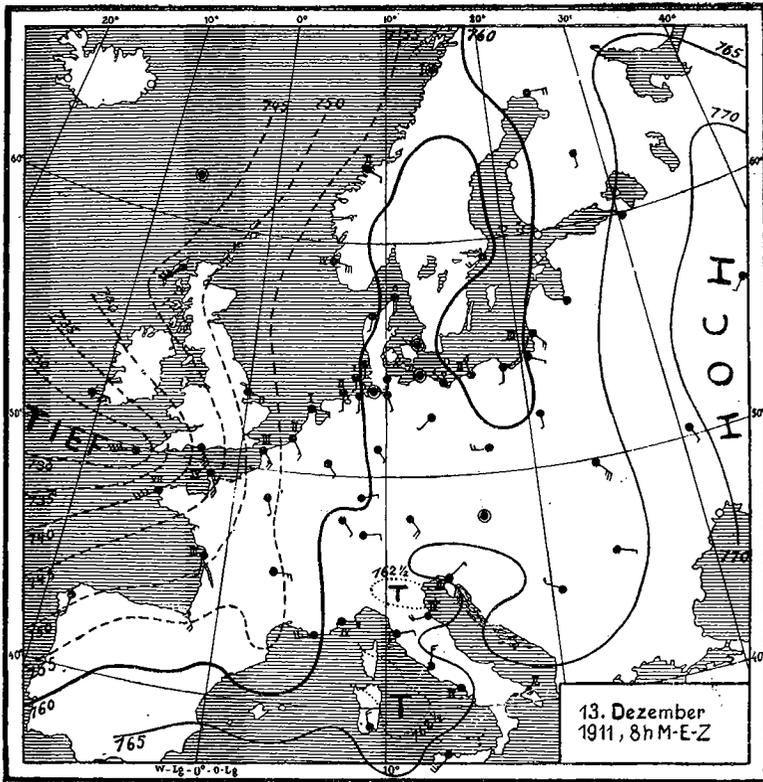


Fig. 29.
Wetterlage am 13. XII. 11 um 7^h. Gr. Z.

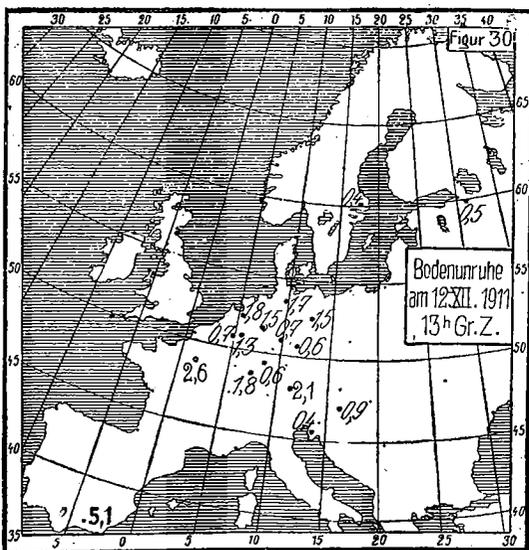


Fig. 30.

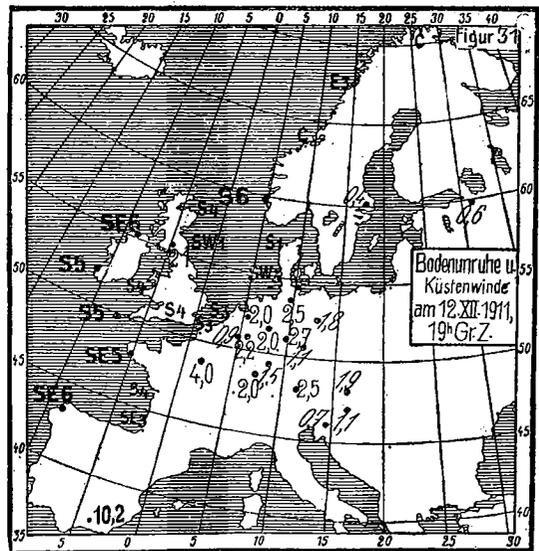


Fig. 31.

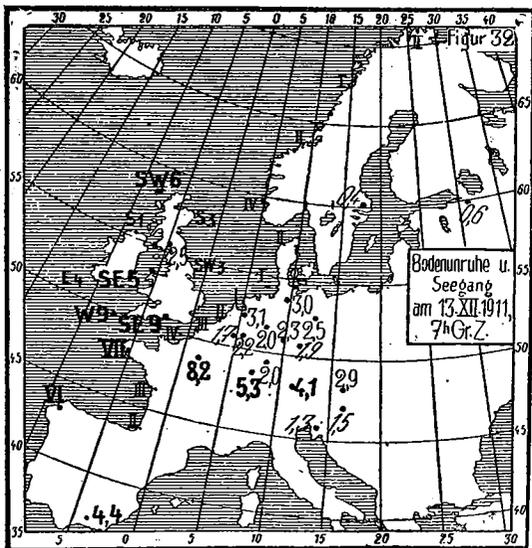


Fig. 32.

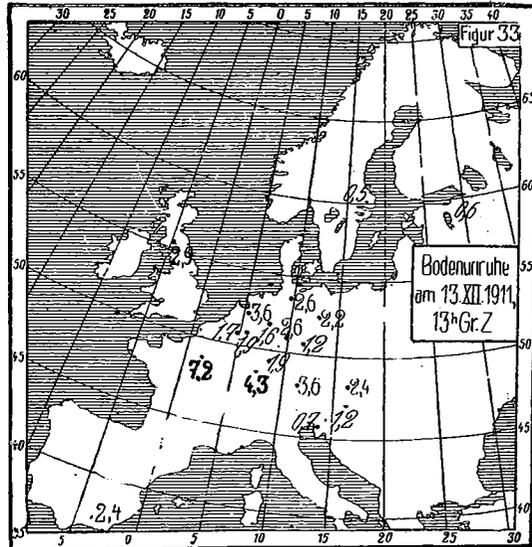


Fig. 33.

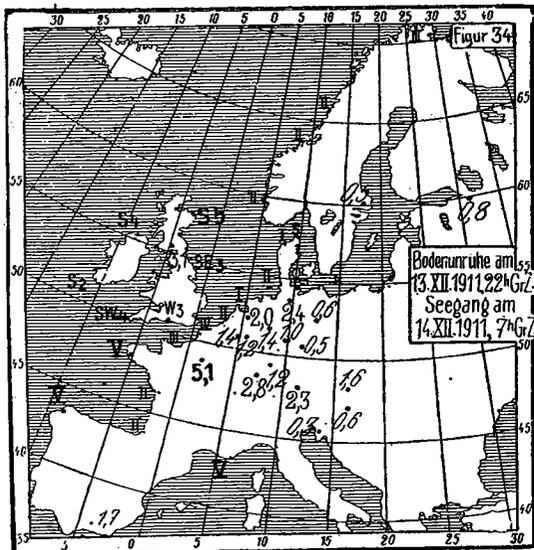


Fig. 34.

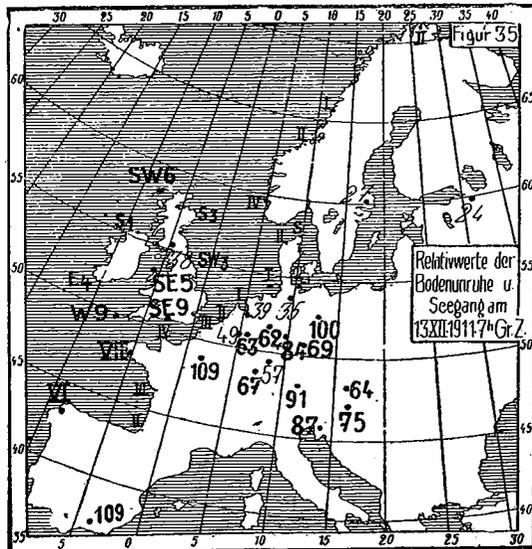


Fig. 35.

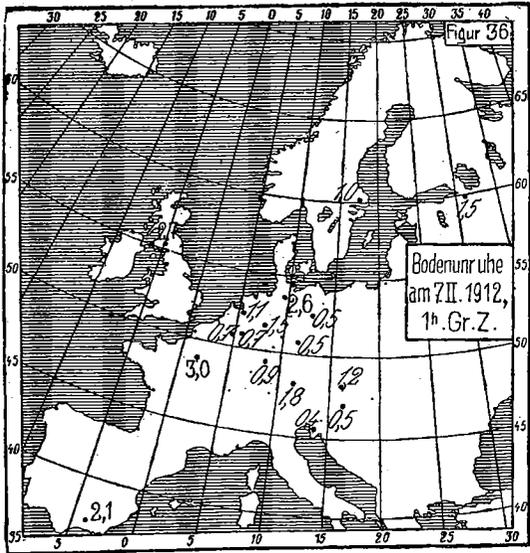


Fig. 36.

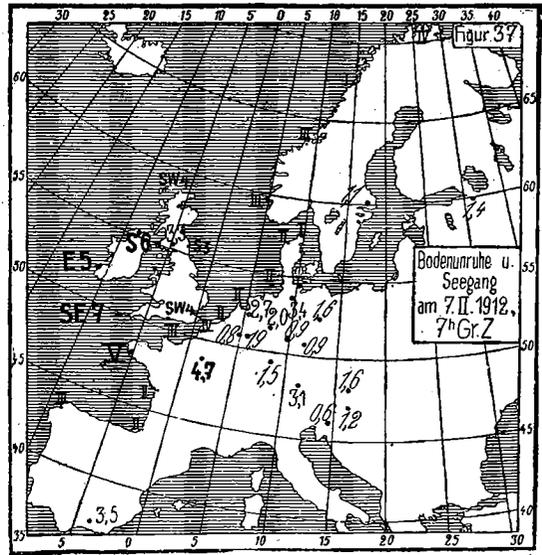


Fig. 37.

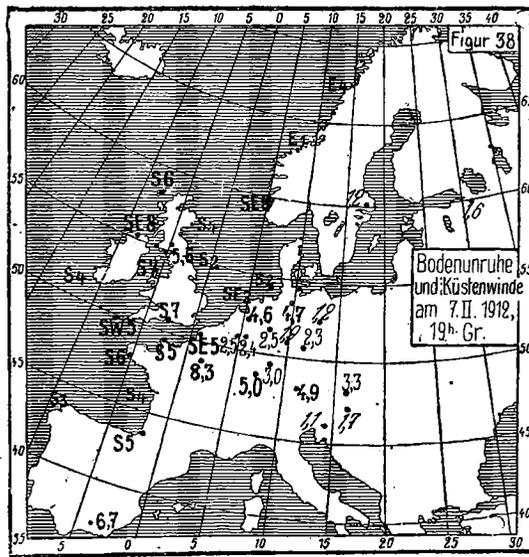


Fig. 38.

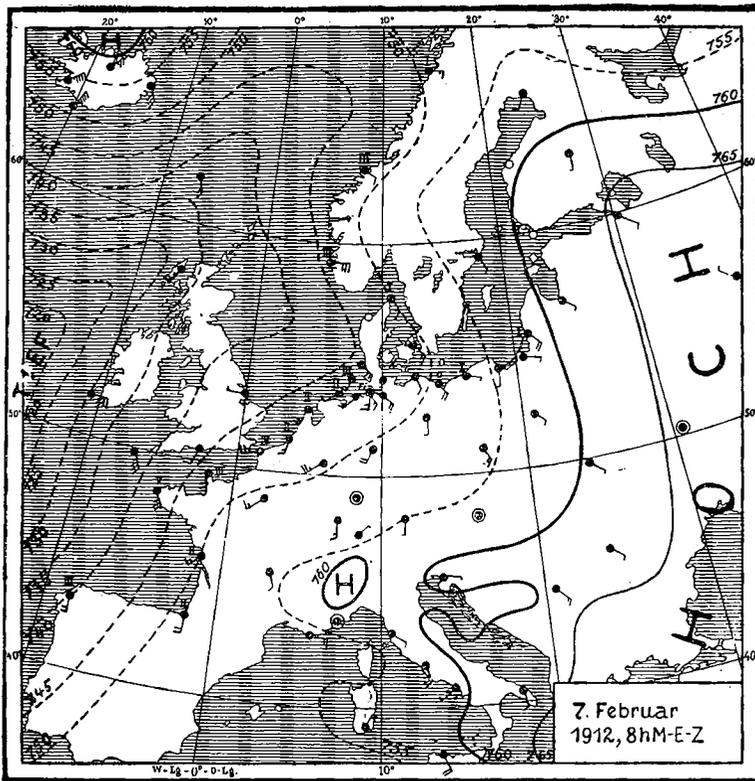


Fig. 39.
Wetterlage am 7. II. 12 um 7^h. Gr. Z.

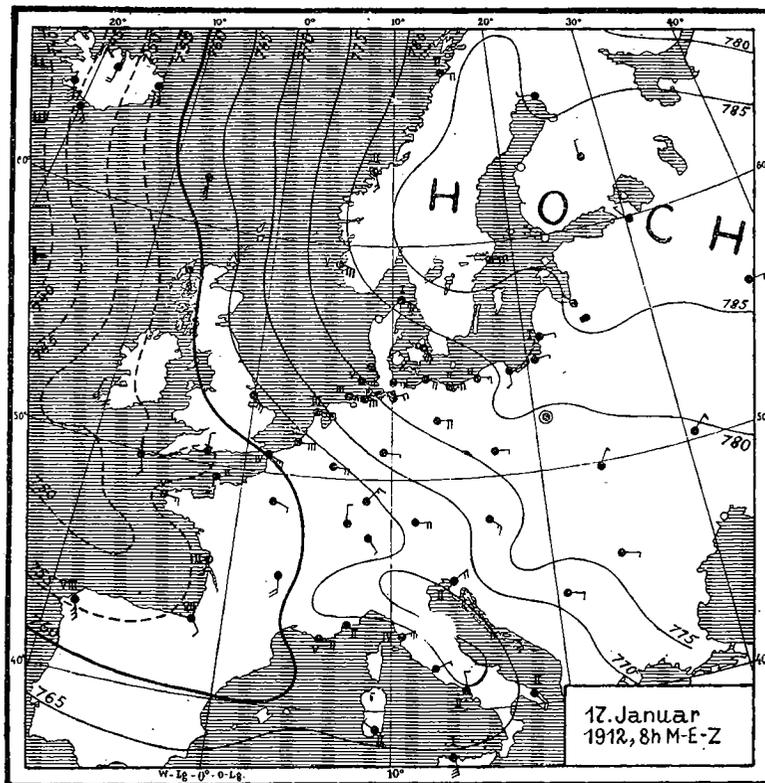


Fig. 40.
Wetterlage am 17. 12 um 7^h. Gr. Z.

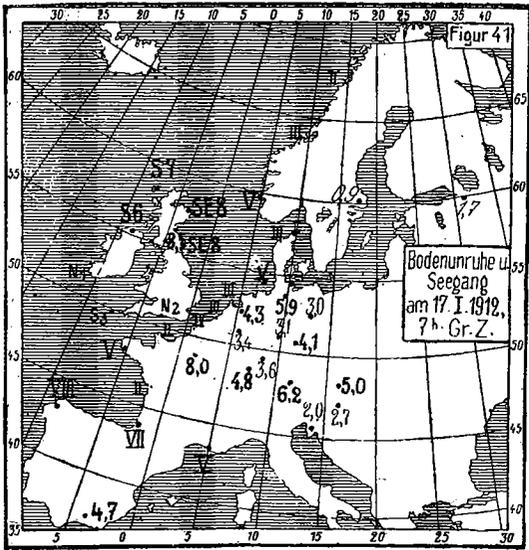


Fig. 41.

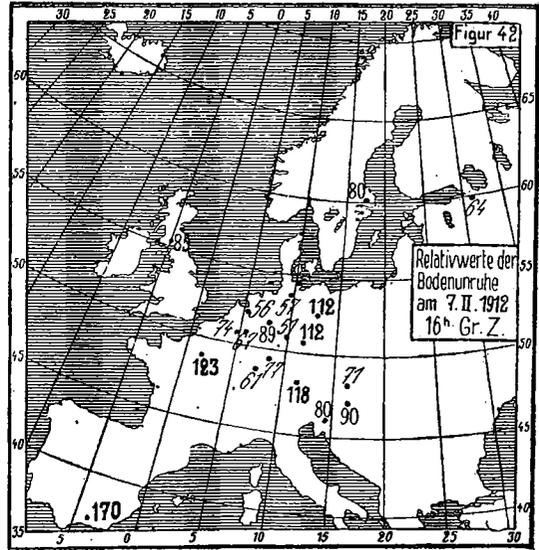


Fig. 42.

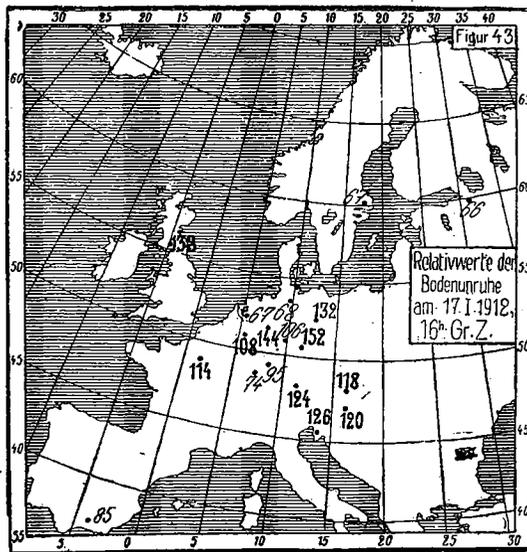


Fig. 43.

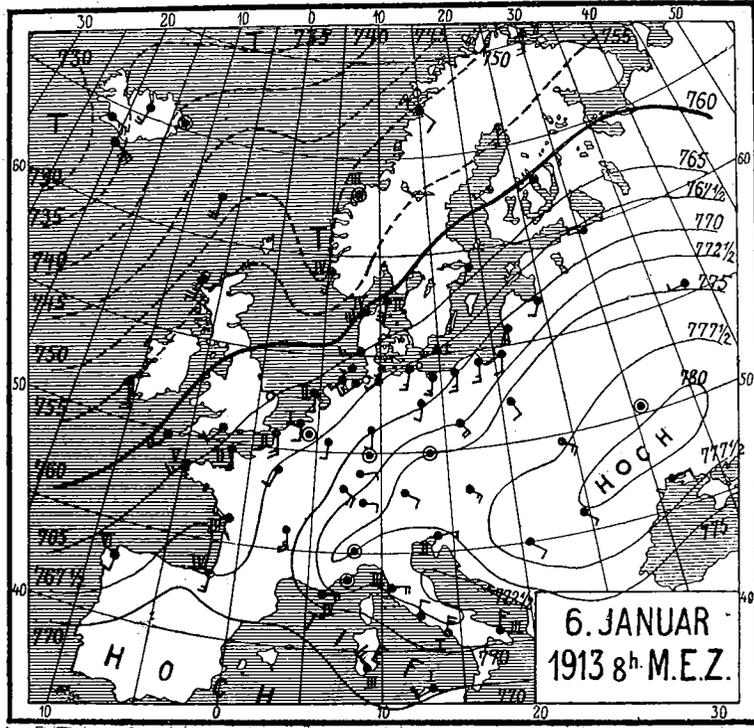


Fig. 44.
Wetterlage am 6. I. 13 um 7^h. Gr. Z.

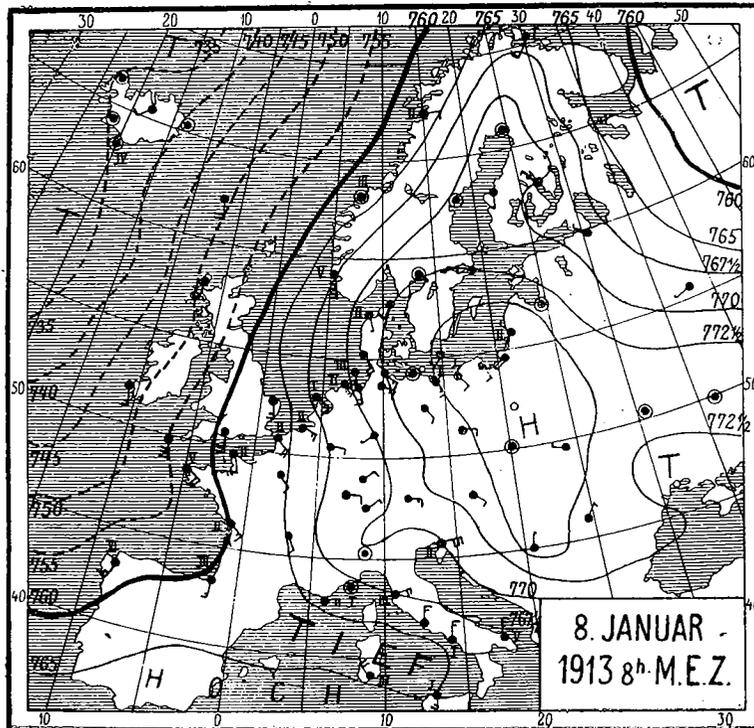


Fig. 45.
Wetterlage am 8. I. 13 um 7^h. Gr. Z.

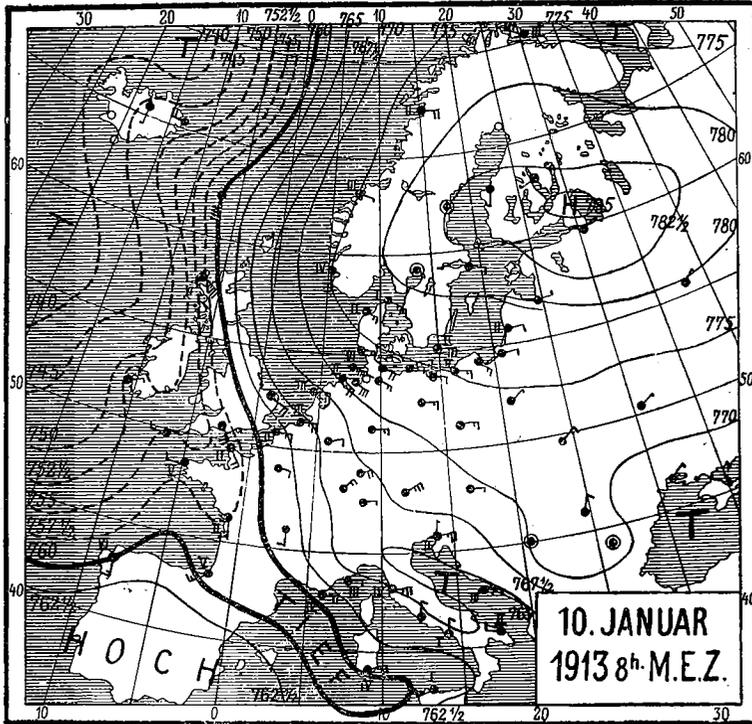


Fig. 46.
Wetterlage am 10. I. 13 um 7h. Gr. Z.

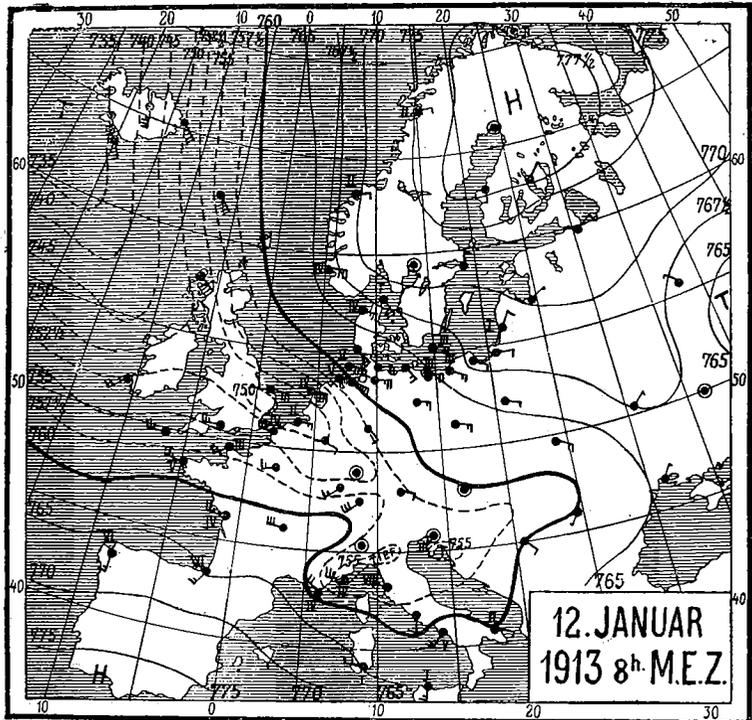


Fig. 47.
Wetterlage am 12. I. 13 um 7h. Gr. Z.

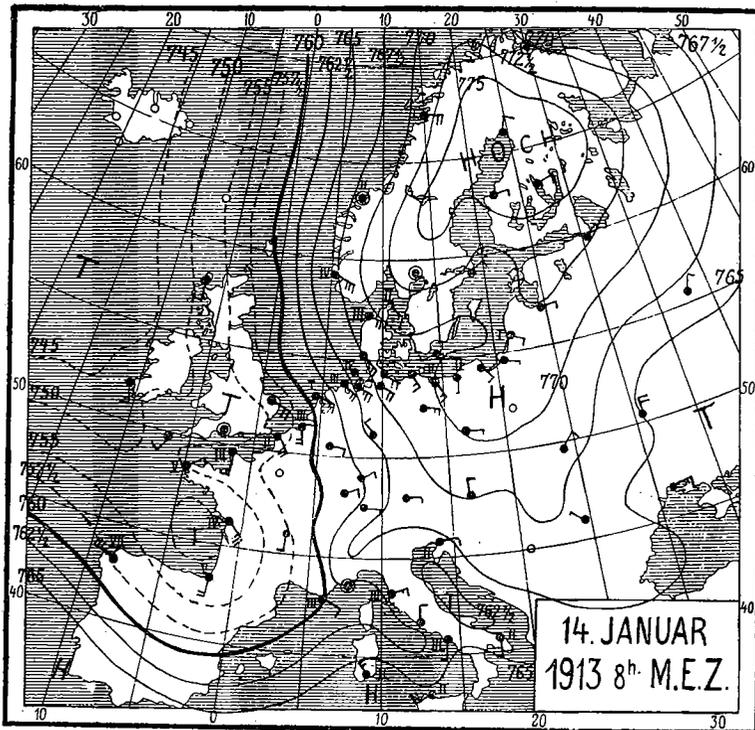


Fig. 48.
Wetterlage am 14. I. 13 um 7h. Gr. Z.

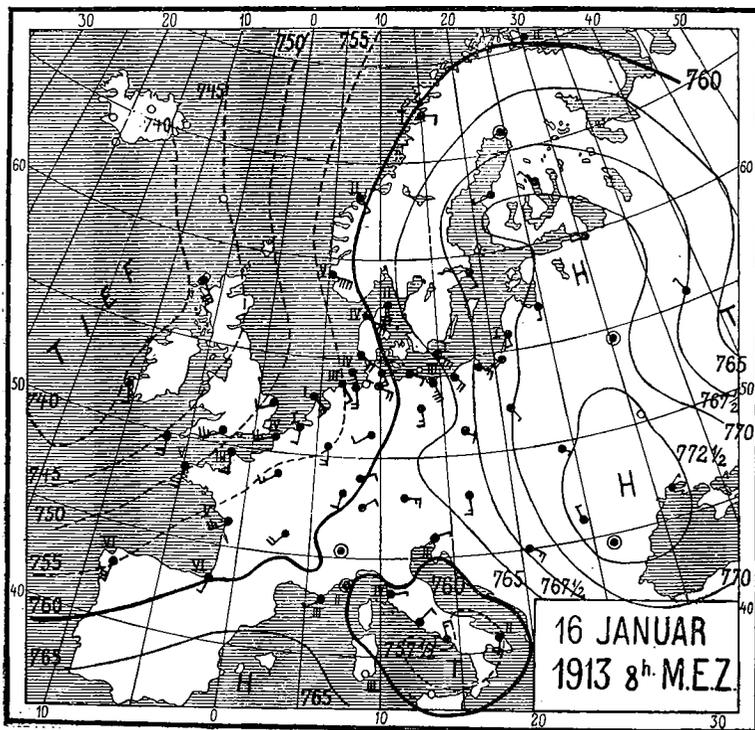


Fig. 49.
Wetterlage am 16. I. 13 um 7h. Gr. Z.

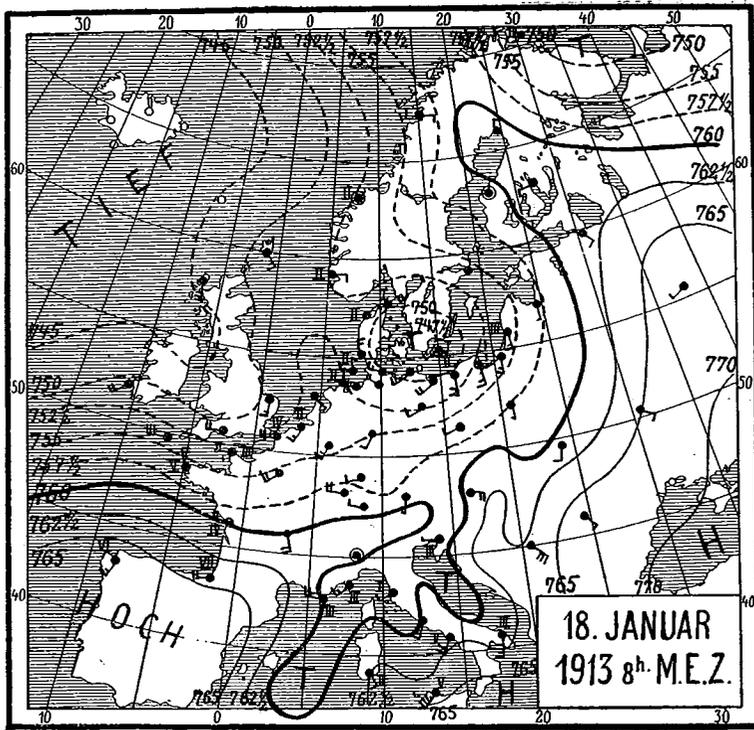


Fig. 50.

Wetterlage am 18. I. 13 um 7h. Gr. Z.

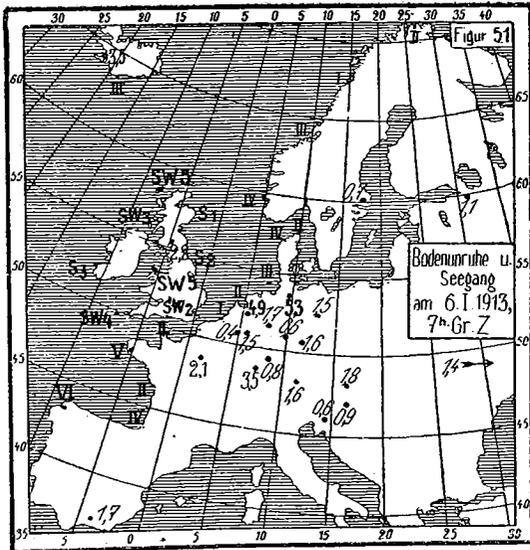


Fig. 51.

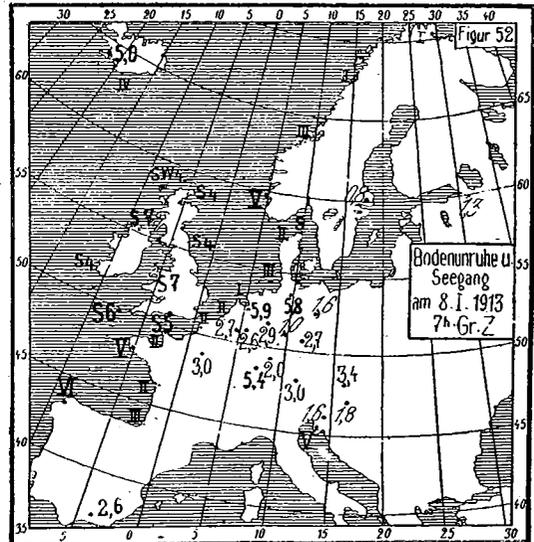


Fig. 52.

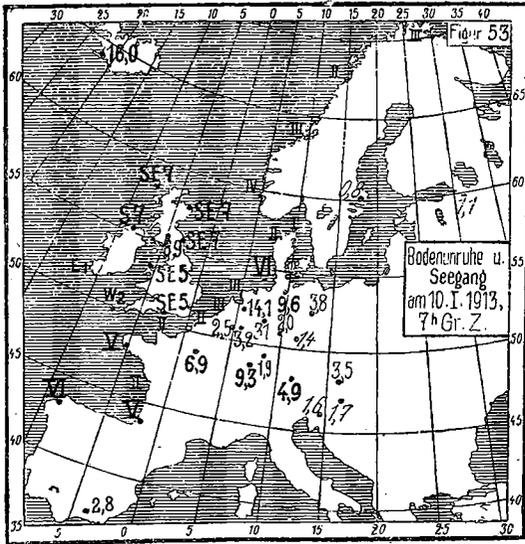


Fig. 53.

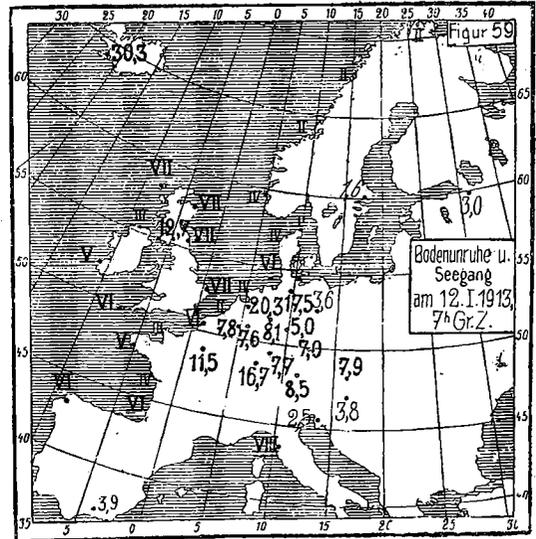


Fig. 54.

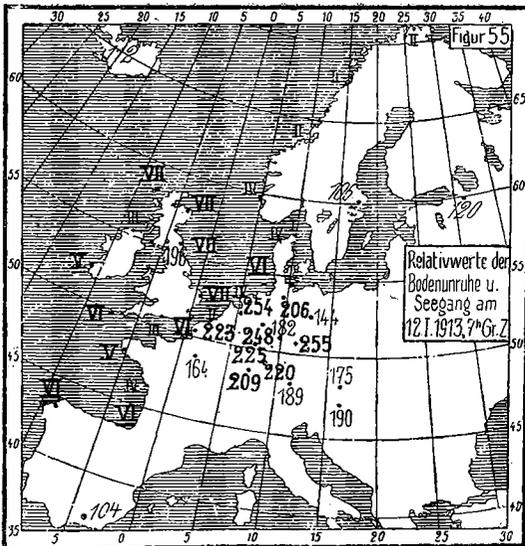


Fig. 55.

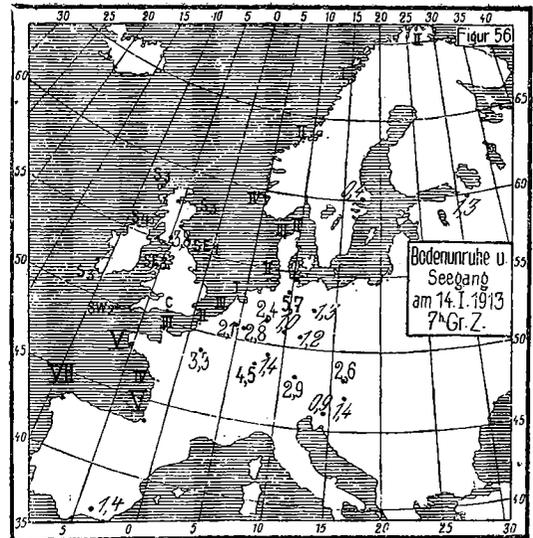


Fig. 56.

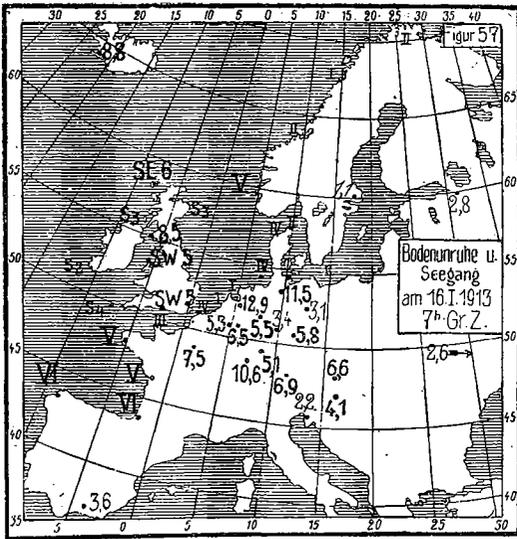


Fig. 57.

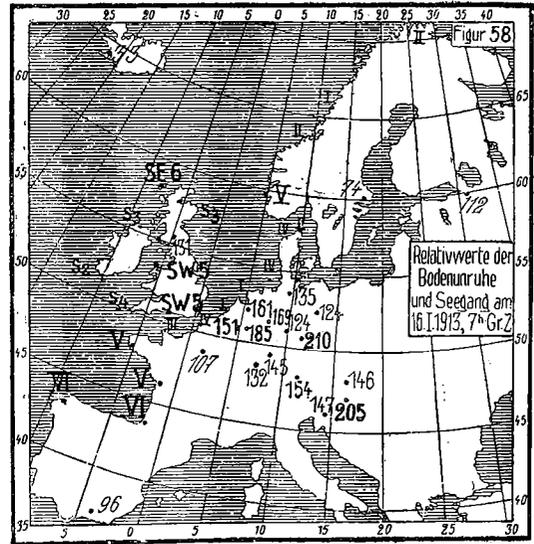


Fig. 58.

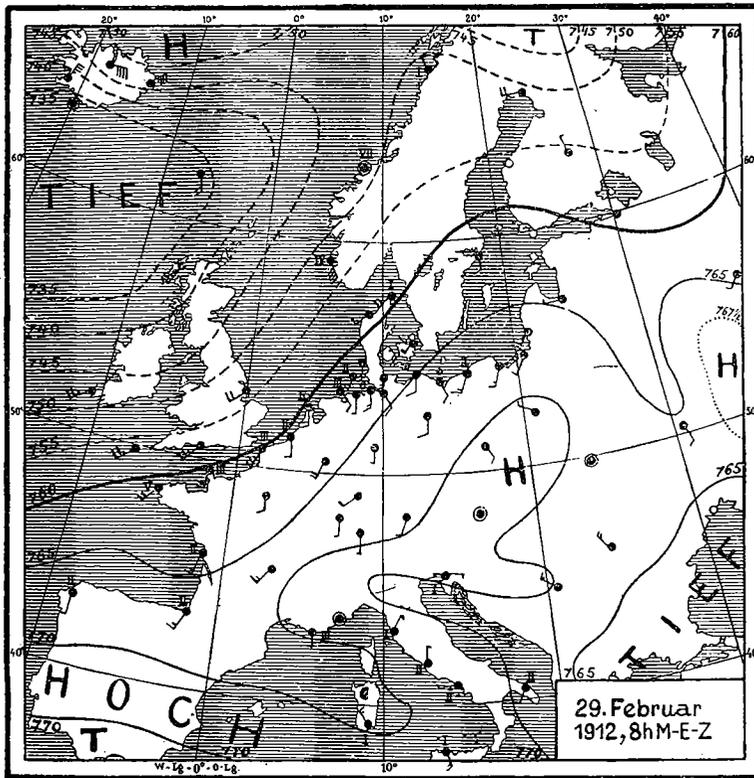


Fig. 59.

Wetterlage am 29. II. 12 um 7^h. Gr. Z.

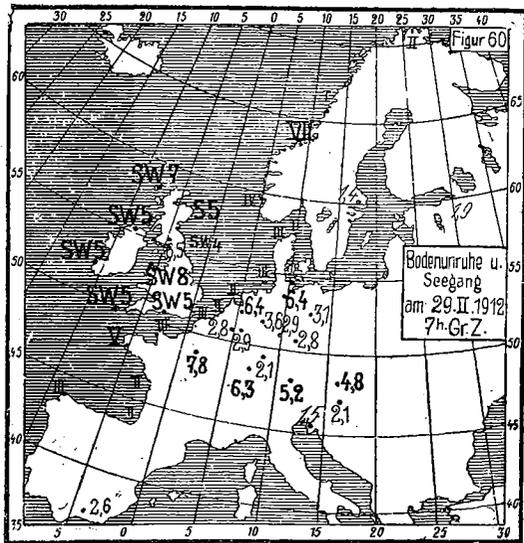


Fig. 60.

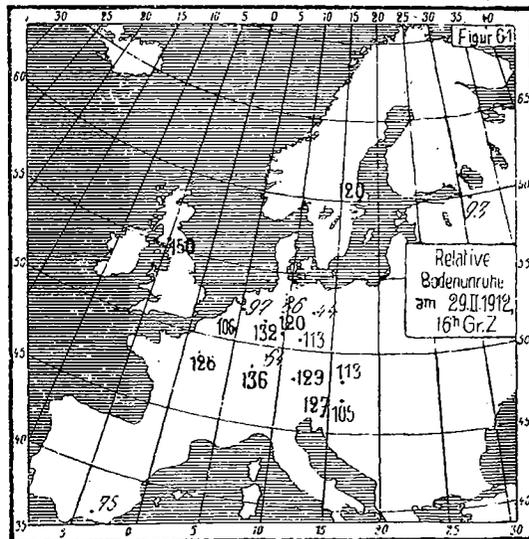


Fig. 6r.

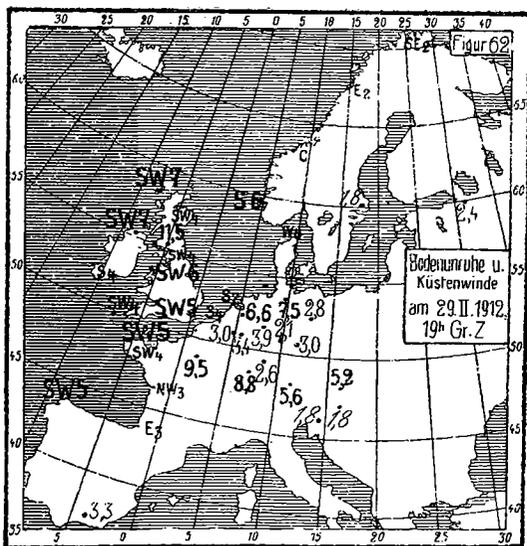


Fig. 62.

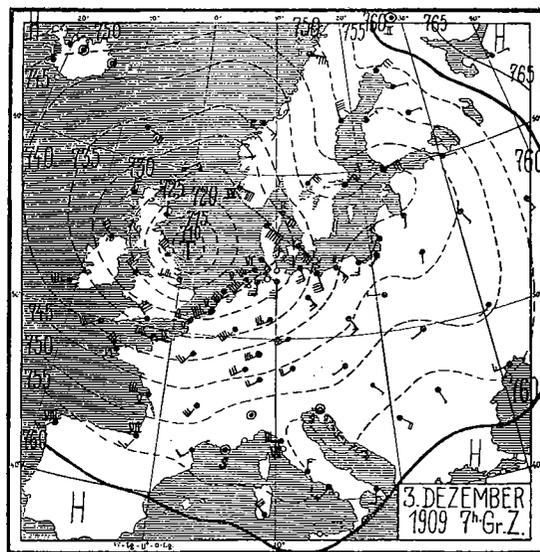


Fig. 63.

Wetterlage 3. XII. 09 7^h. Gr. Z.

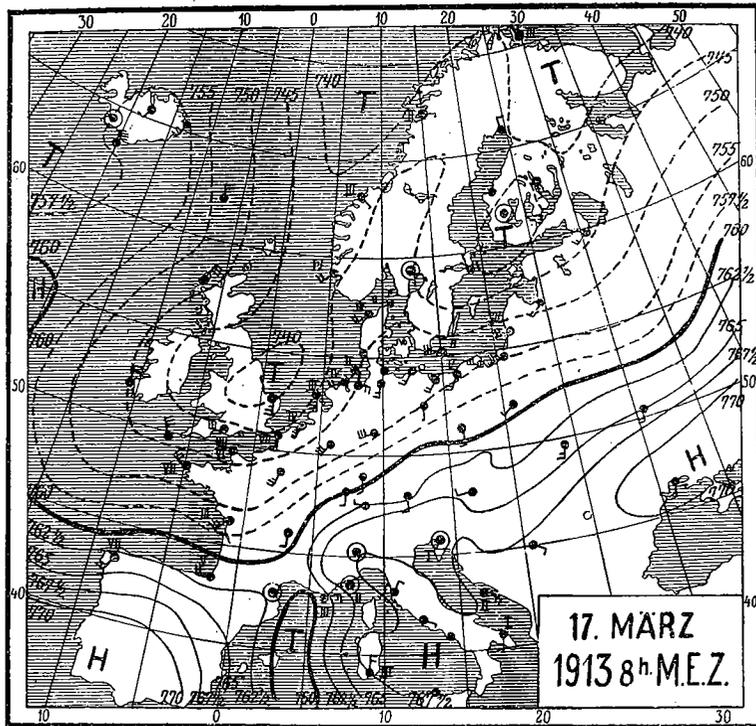


Fig. 64.
Wetterlage am 17. III. 13 um 7^h. Gr. Z.

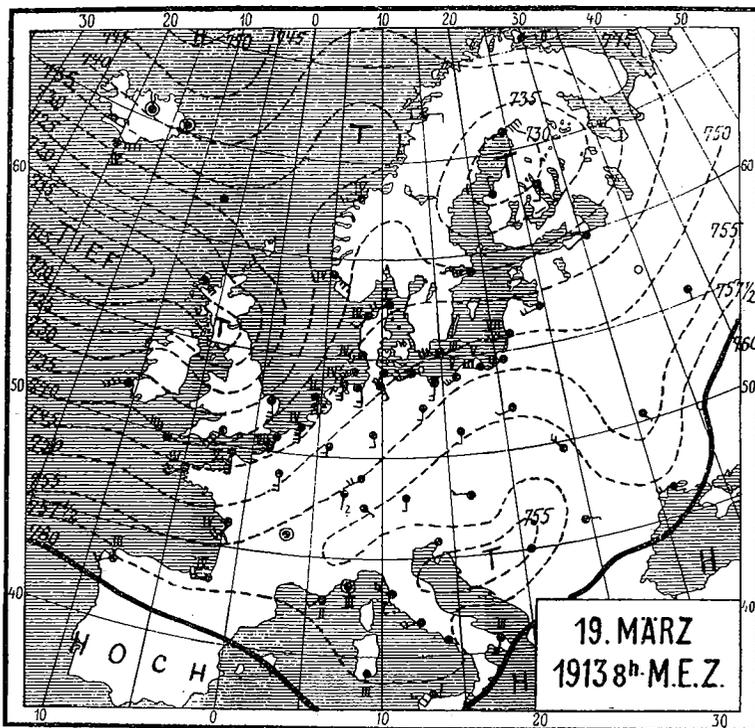


Fig. 65.
Wetterlage am 19. III. 13 um 7^h. Gr. Z.

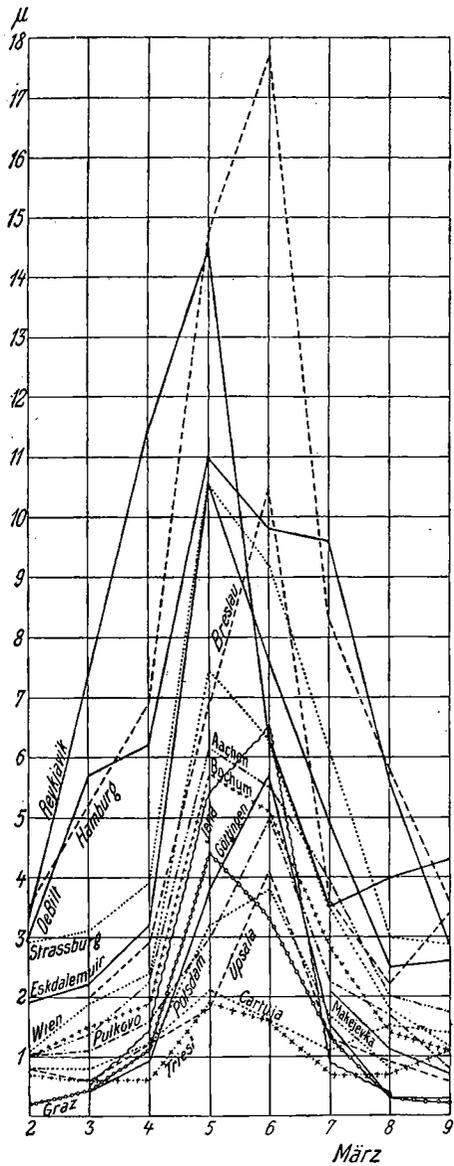


Fig. 66.

Bodenunruhe 2.—9. März 1913 (zu Beispiel 15, Seite 48) und 17.—19. März 1913 (zu Beispiel 12, Seite 46).

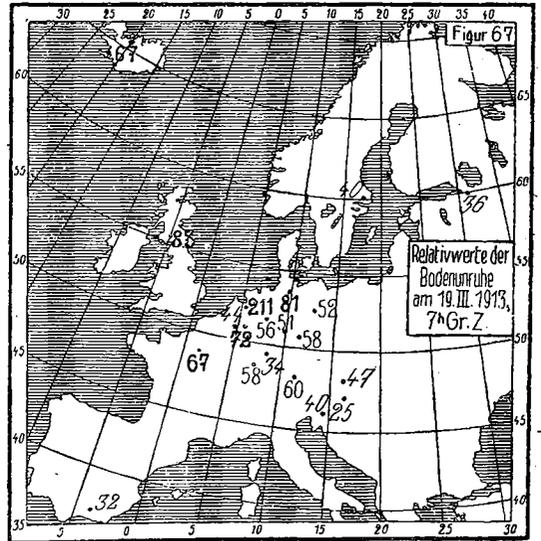
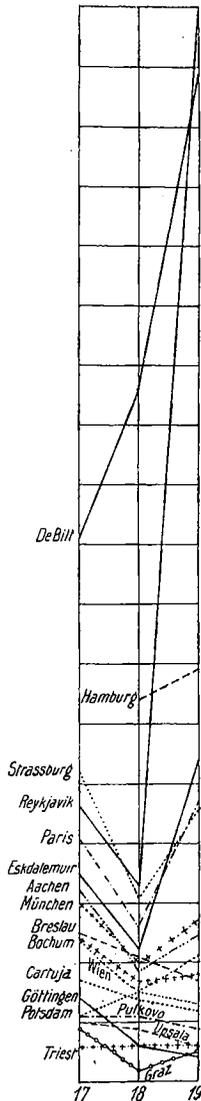


Fig. 67.

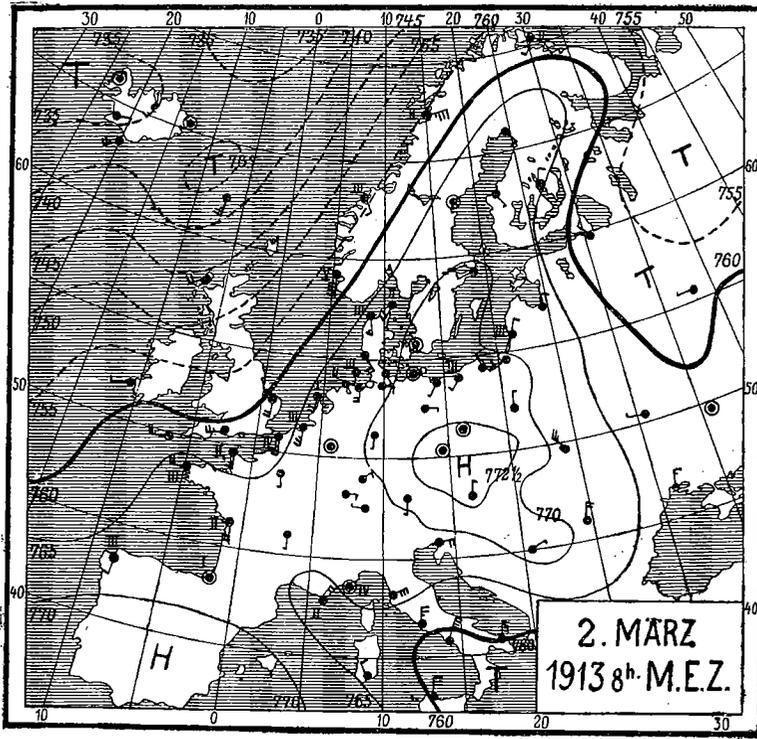


Fig. 68.
Wetterlage am 2. III. 13 um 7^h. Gr. Z.

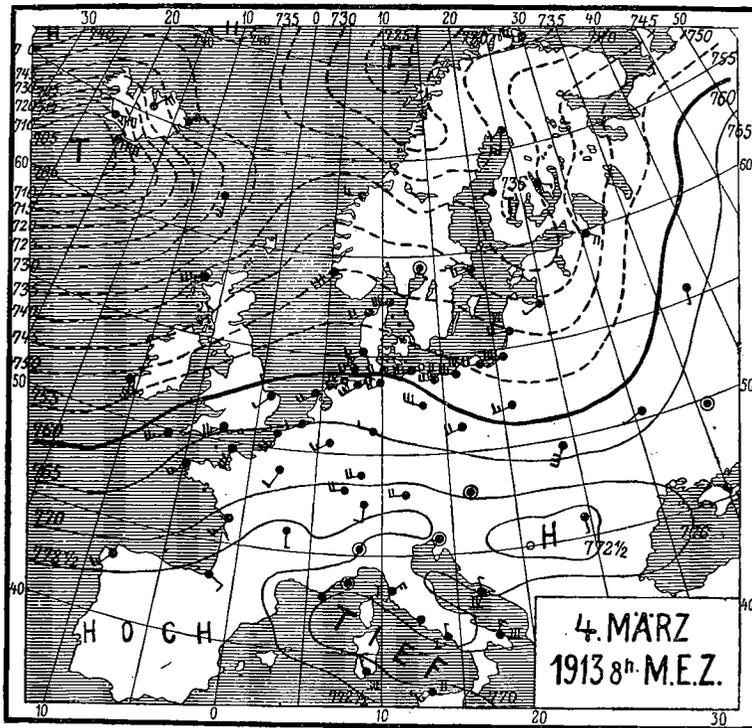


Fig. 69.
Wetterlage am 4. III. 13 um 7^h. Gr. Z.

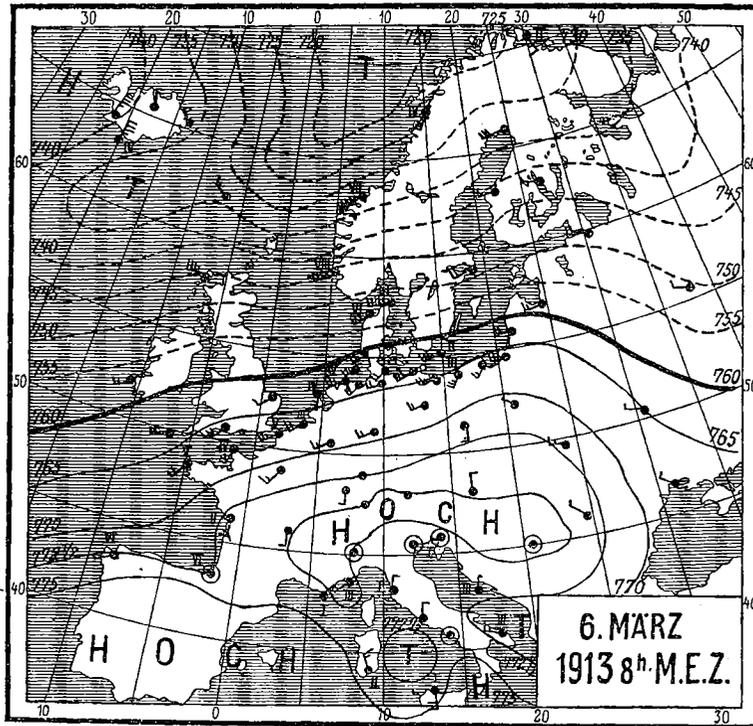


Fig. 70.
Wetterlage am 6. III. 13 um 7^h Gr. Z.

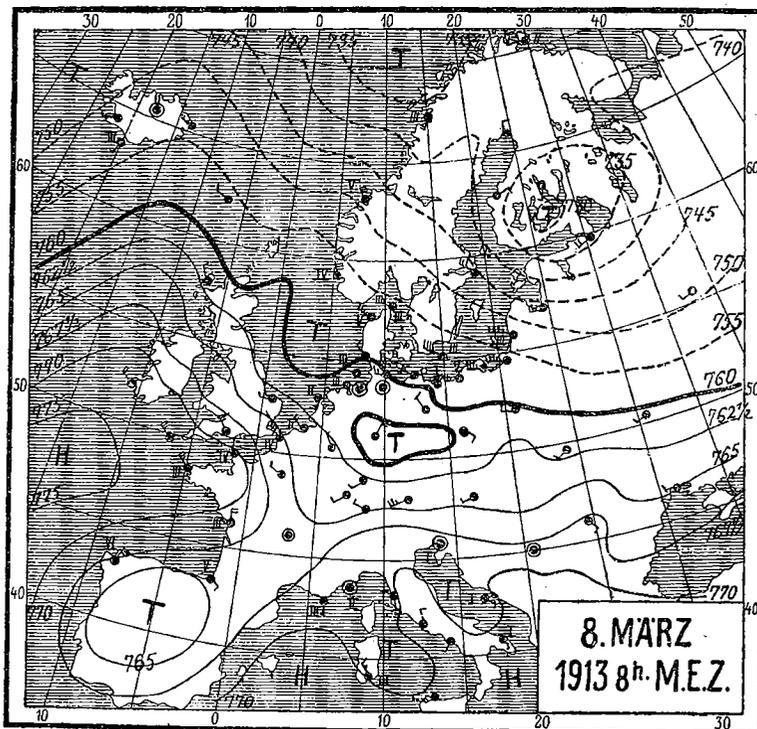


Fig. 71.
Wetterlage am 8. III. 13 um 7^h Gr. Z.

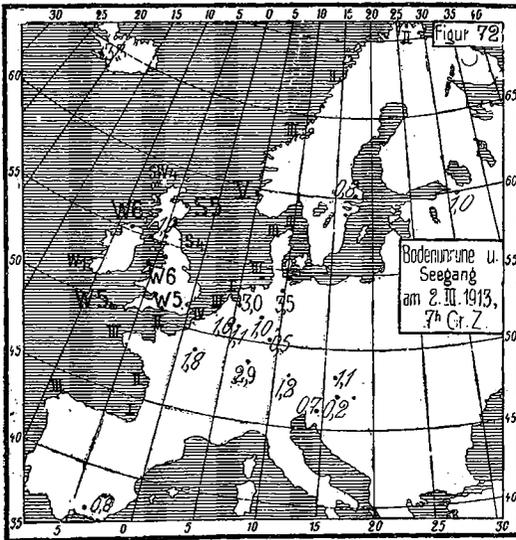


Fig. 72.

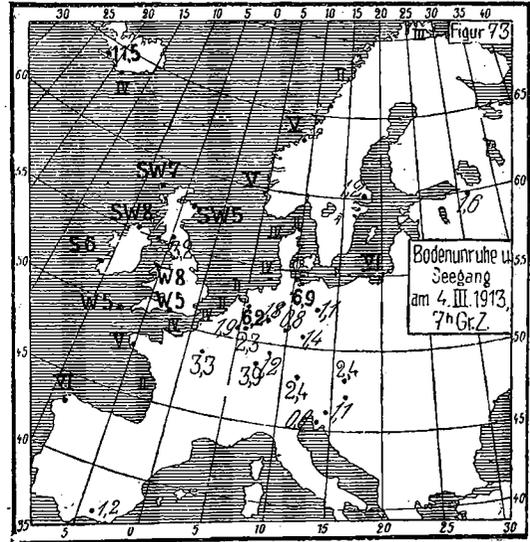


Fig. 73.

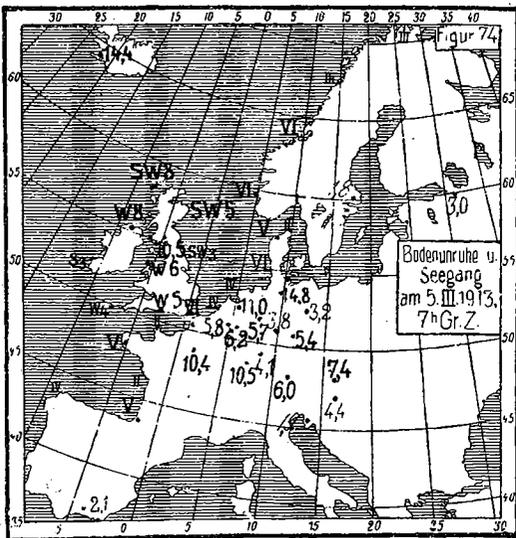


Fig. 74.

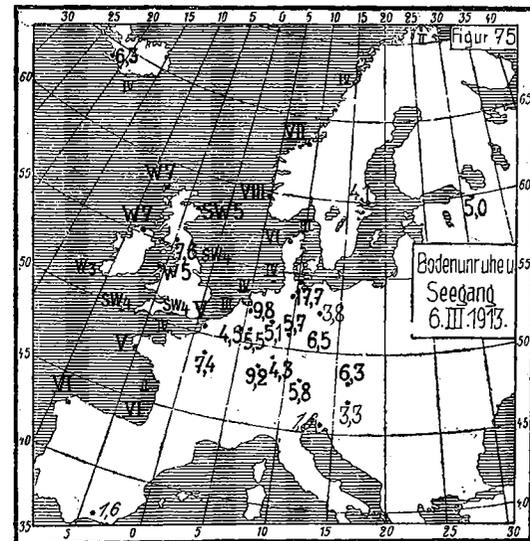


Fig. 75.

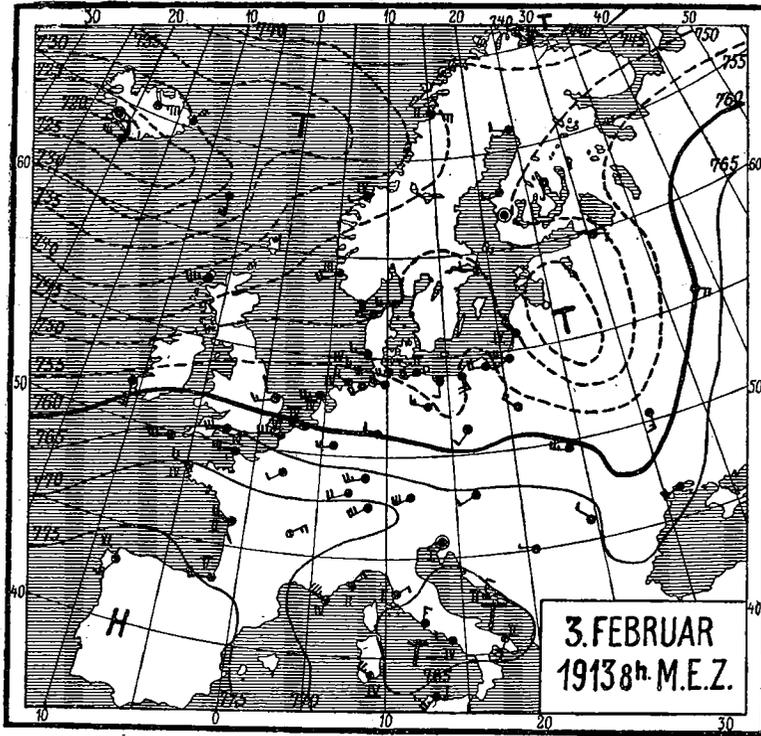


Fig. 79.
Wetterlage am 3. II. 13 um 7^h. Gr. Z.

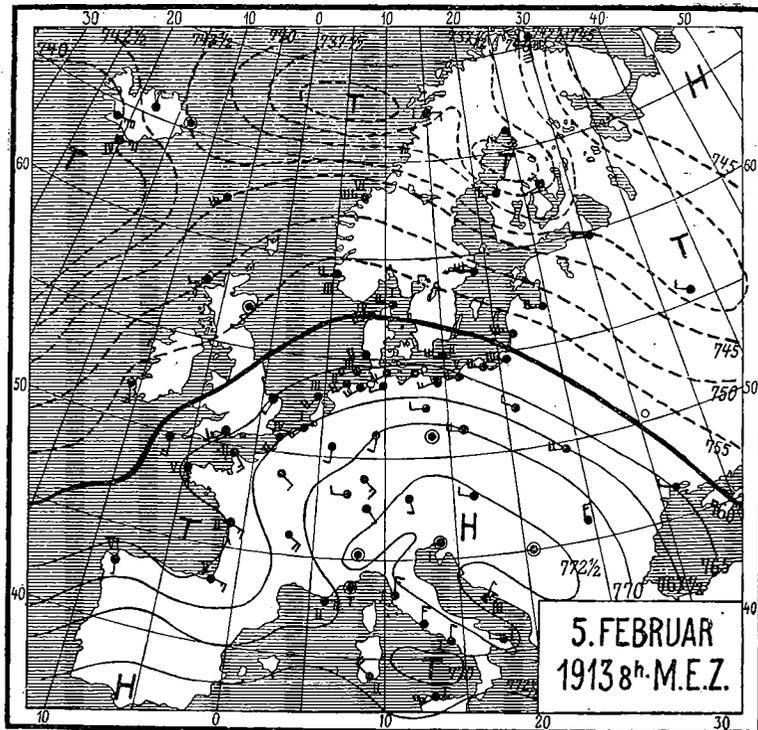


Fig. 80.
Wetterlage am 5. II. 13 um 7^h. Gr. Z.

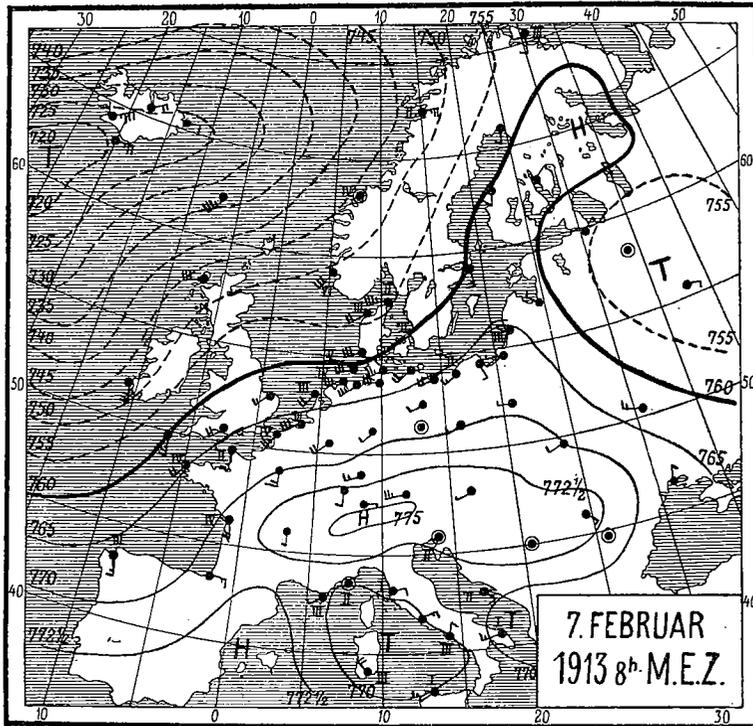


Fig. 81.
Wetterlage am 7. II. 13 um 7^h. Gr. Z.

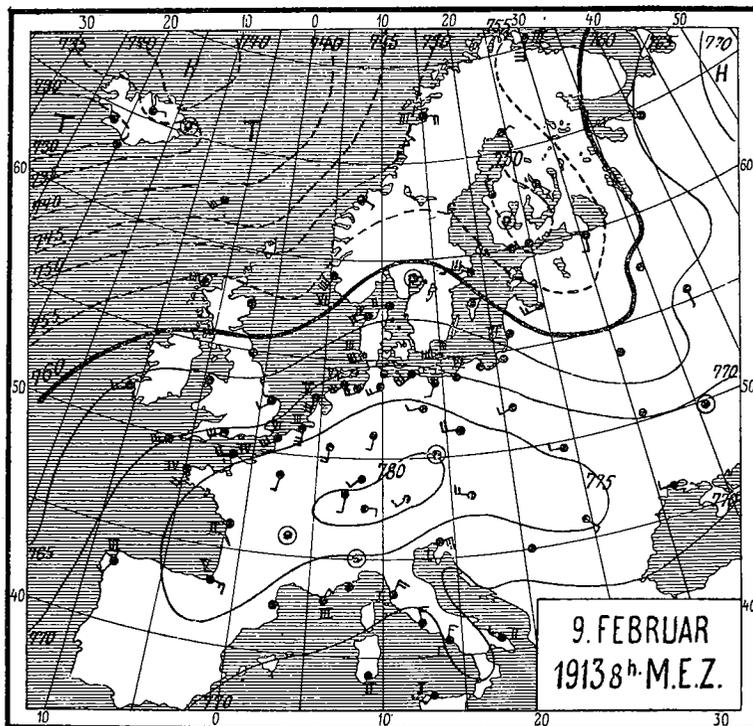


Fig. 82.
Wetterlage am 9. II. 13 um 7^h. Gr. Z.

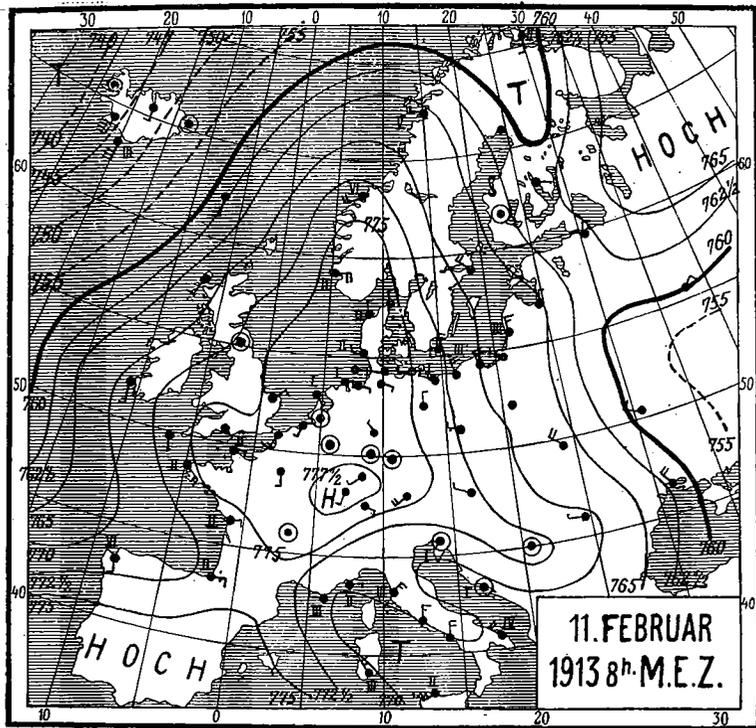


Fig. 83.
Wetterlage am 11. II. 13 um 7h. Gr. Z.

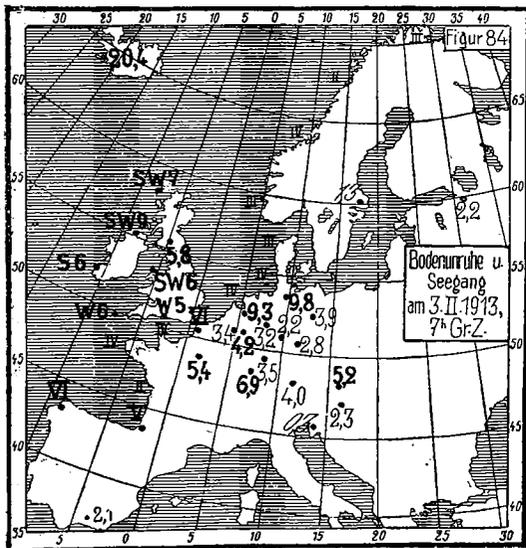


Fig. 84.

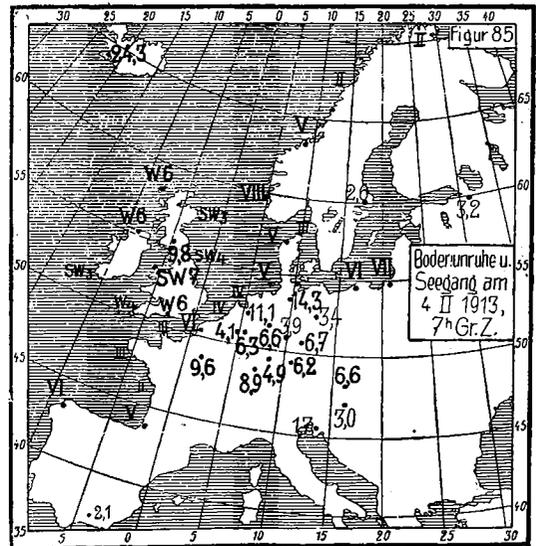


Fig. 85.

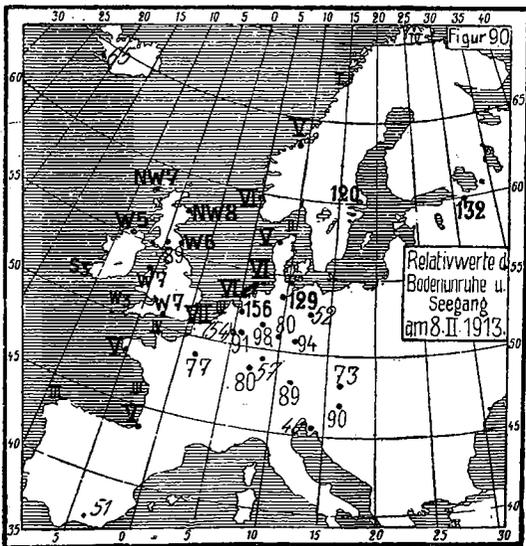


Fig. 90.

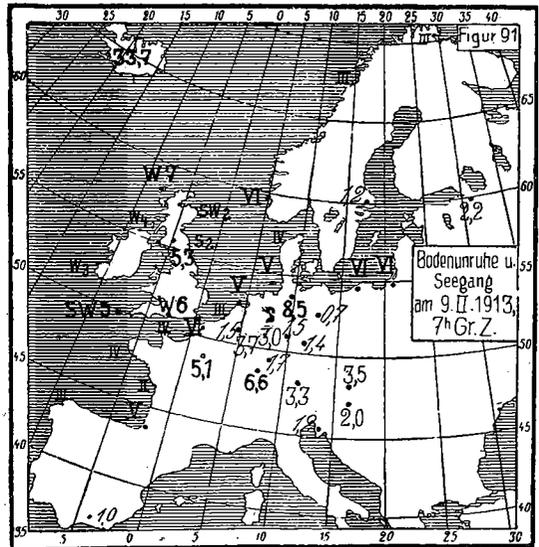


Fig. 91.

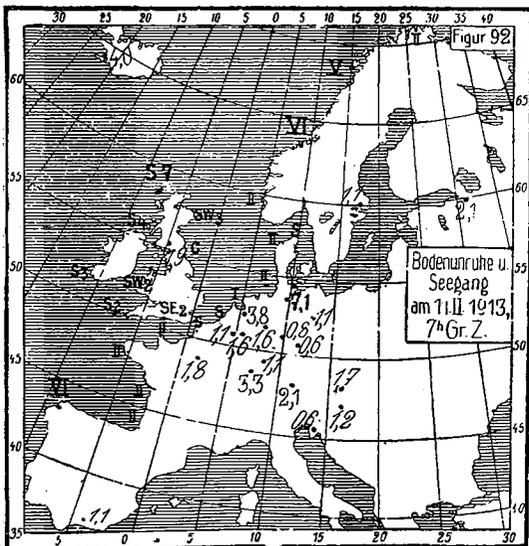


Fig. 92.

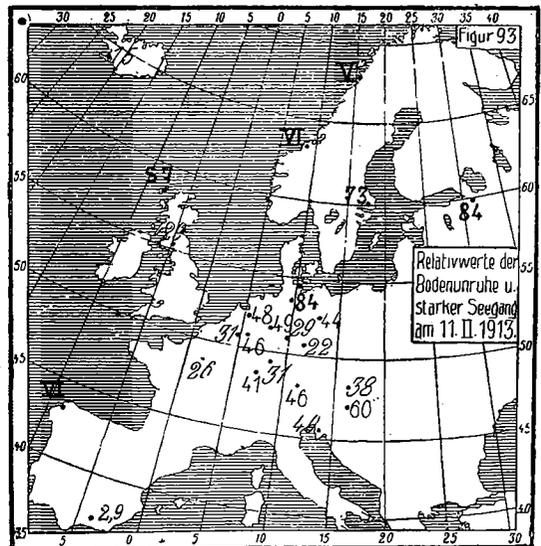


Fig. 93.

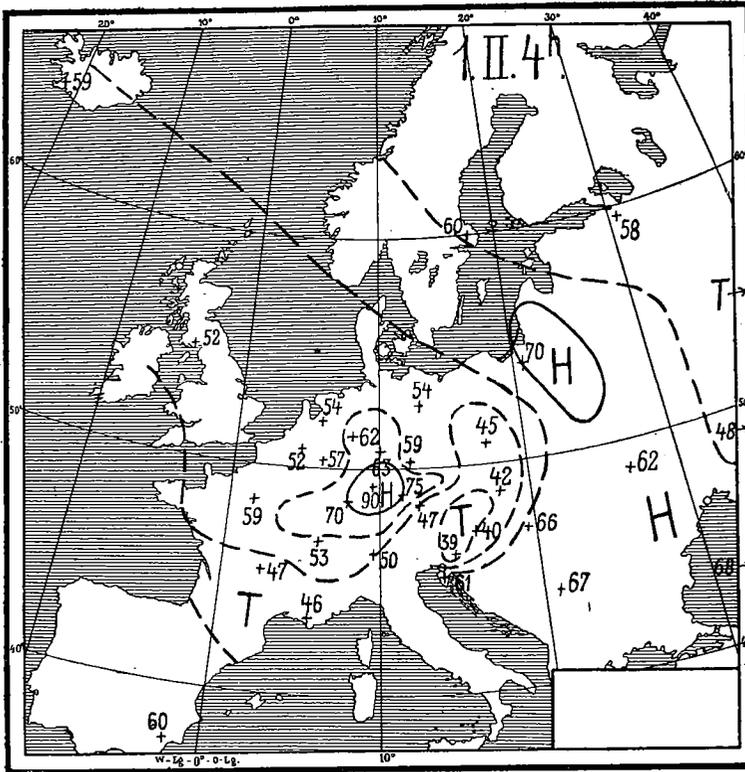


Fig. 94.
Bodenunruhe am 1. II. 14 um 4^h. Gr. Z. in % des Maximums 1.—4. II. 14.

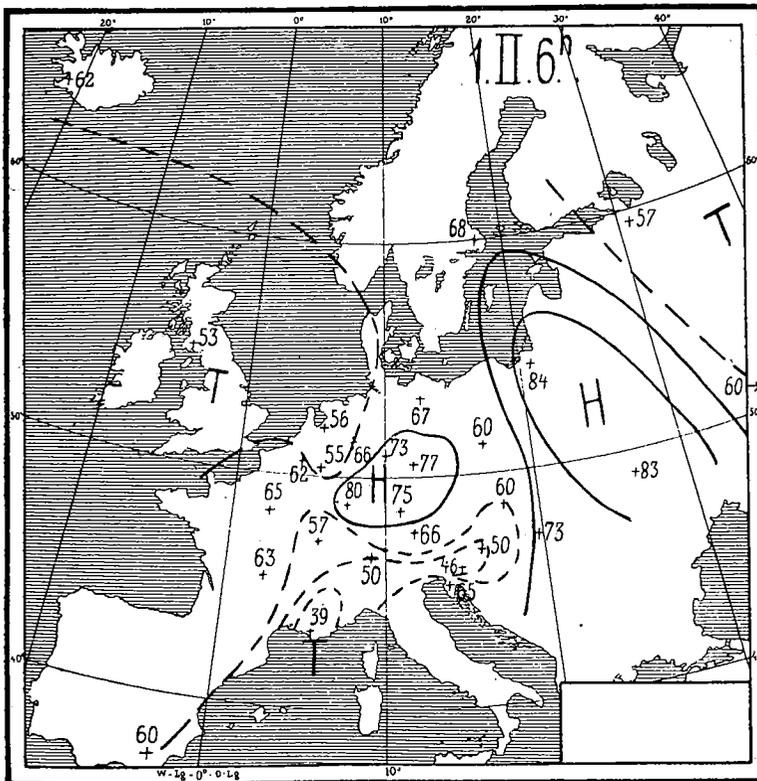


Fig. 95.
Bodenunruhe am 1. II. 14 um 6^h. Gr. Z. in % des Maximums 1.—4. II. 14.

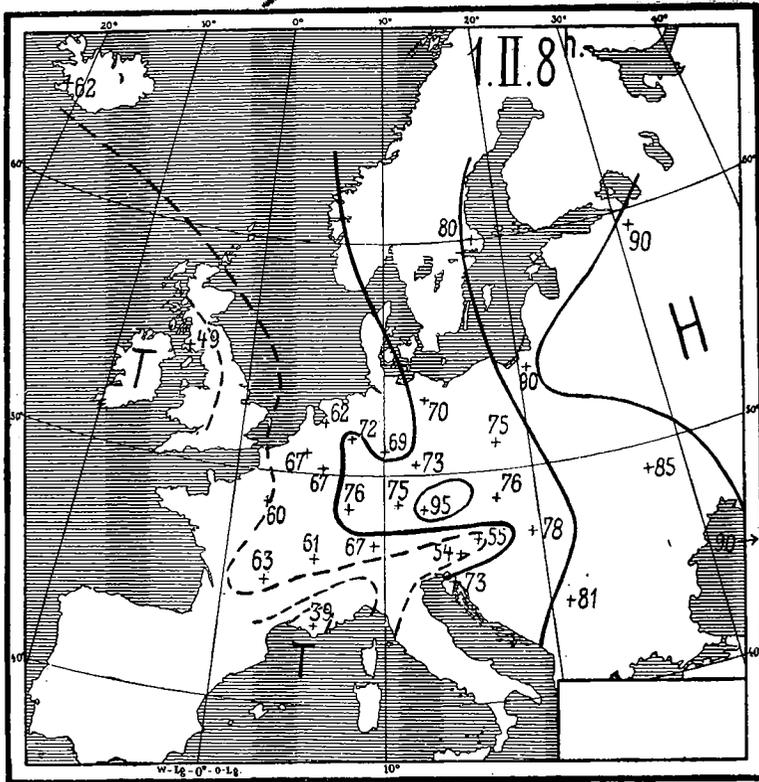


Fig. 96.

Bodenunruhe am 1. II. 14 um 8^h. Gr. Z. in % des Maximums 1.—4. II. 14.

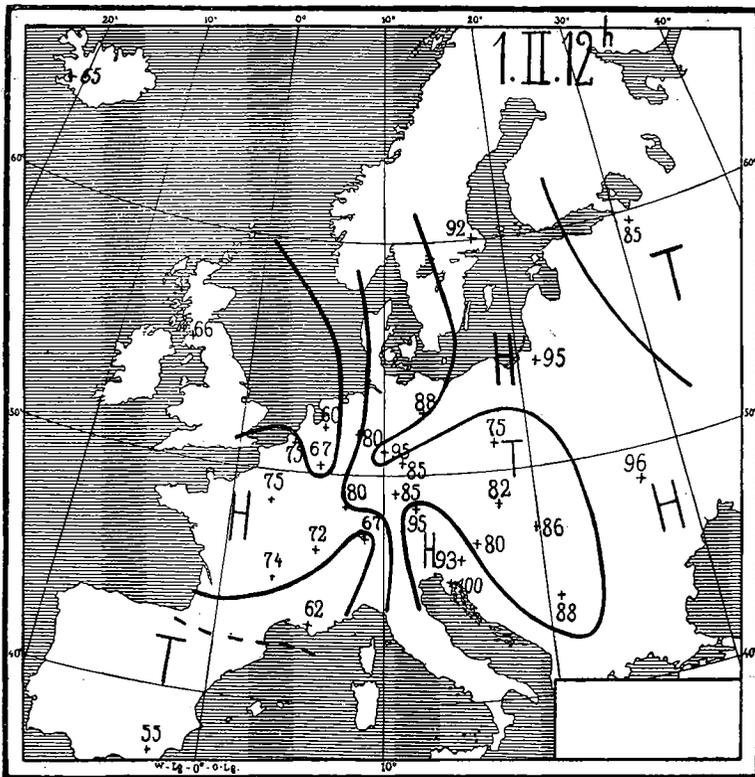


Fig. 97.

Bodenunruhe am 1. II. 14 um 12^h. Gr. Z. in % des Maximums 1.—4. II. 14.

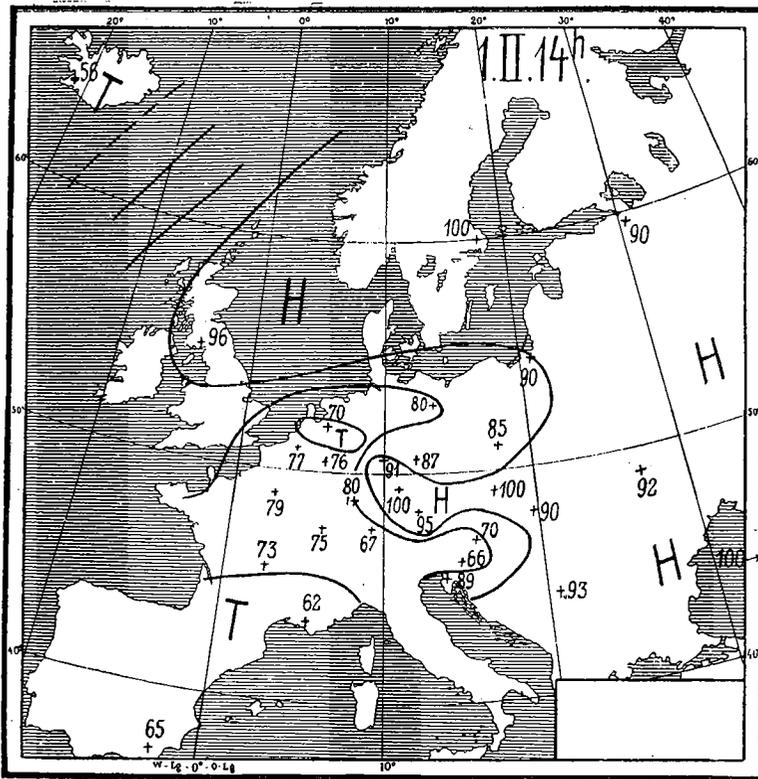


Fig. 98.

Bodenunruhe am 1. II. 14 um 14^h. Gr. Z. in % des Maximums 1.—4. II. 14.

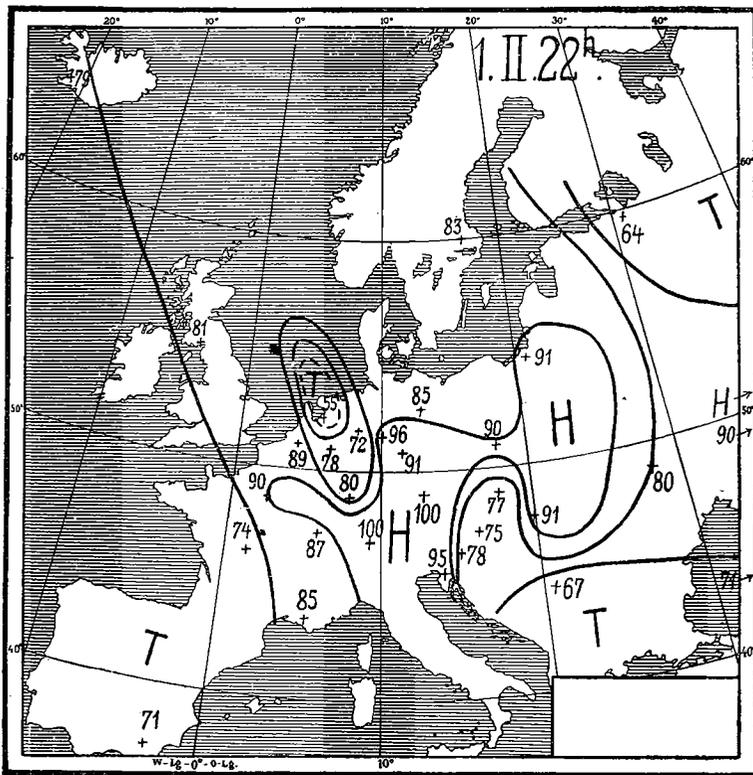


Fig. 99

Bodenunruhe am 1. II. 14 um 22^h. Gr. Z. in % des Maximums 1.—4. II. 14.

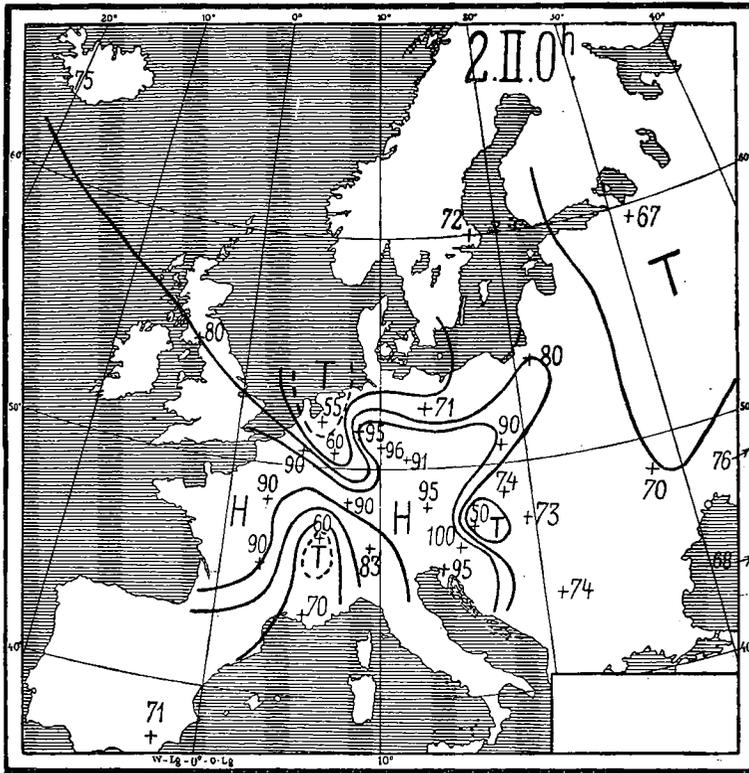


Fig. 100.
Bodenunruhe am 2. II. 14 um 0h. Gr. Z. in % des Maximums 1.—4. II. 14.

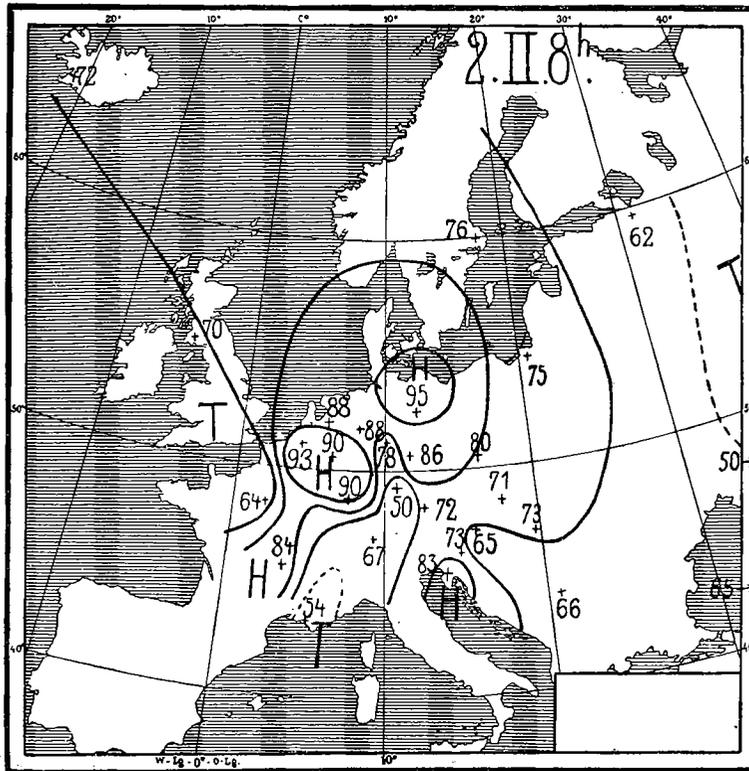


Fig. 101.
Bodenunruhe am 1. II. 14 um 8h. Gr. Z. in % des Maximums 1.—4. II. 14.

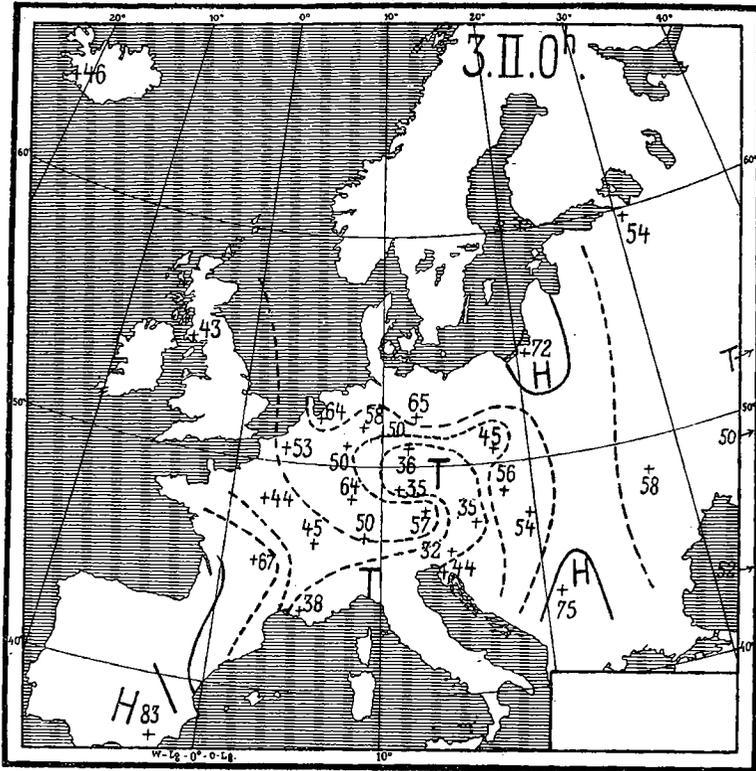


Fig. 102.

Bodenunruhe am 3. II. 14 um 0^h. Gr. Z. in % des Maximums 1.—4. II. 14.

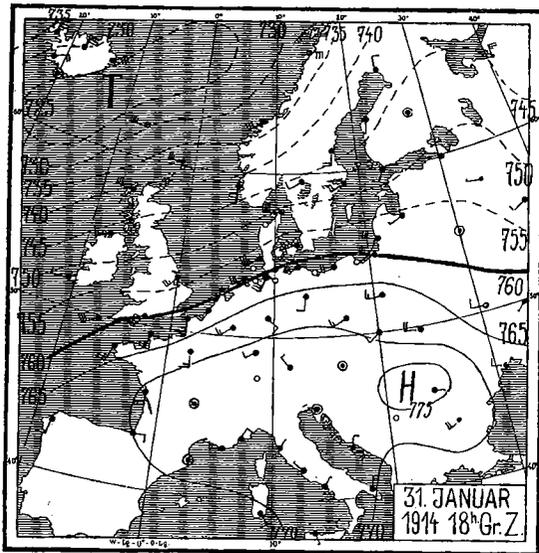


Fig. 103.

Wetterlage 31. I. 14 18^h. Gr. Z.

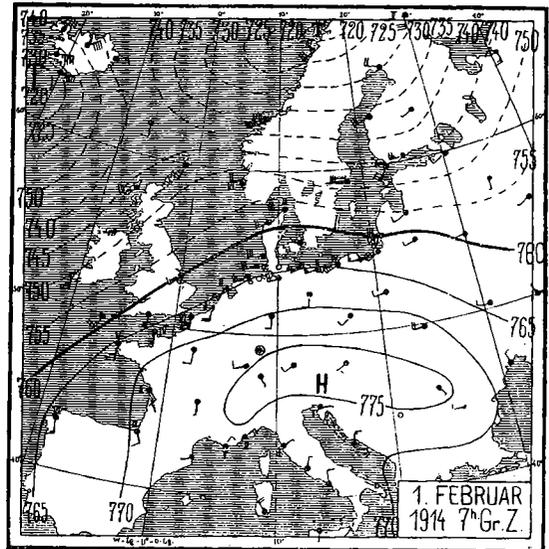


Fig. 104.

Wetterlage 1. II. 14 7^h. Gr. Z.

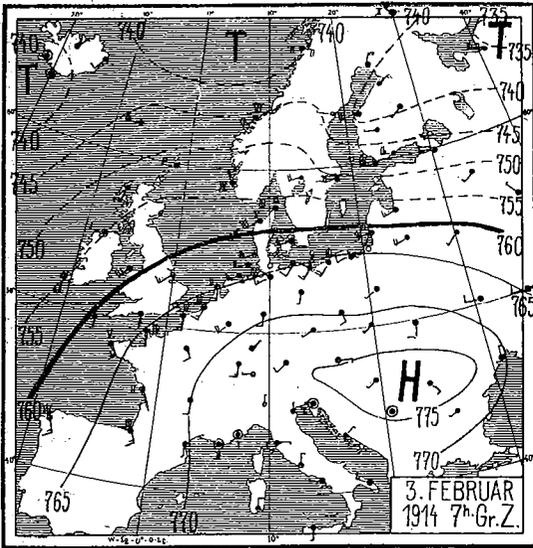


Fig. 105.

Wetterlage 3. II. 14 7^h Gr. Z.

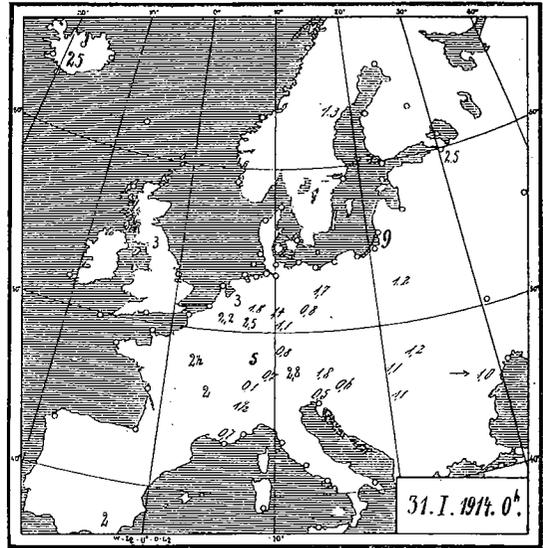


Fig. 106.

Horizontalkomponente der Bodenunruhe in μ ,
31. I. 14 0^h Gr. Z.

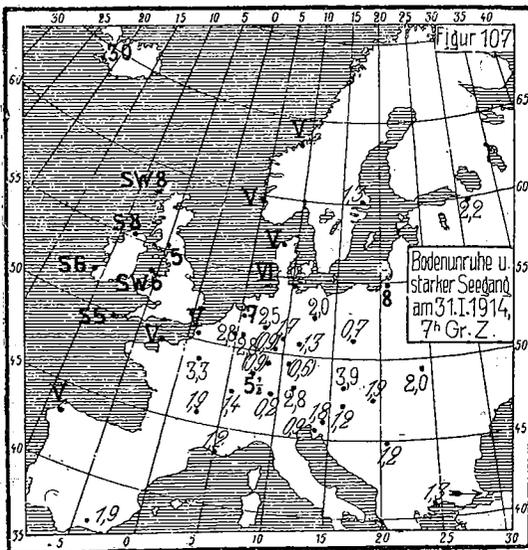


Fig. 107.

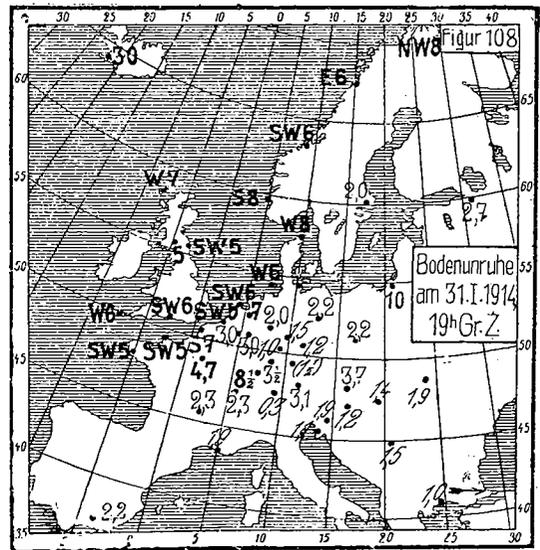


Fig. 108.

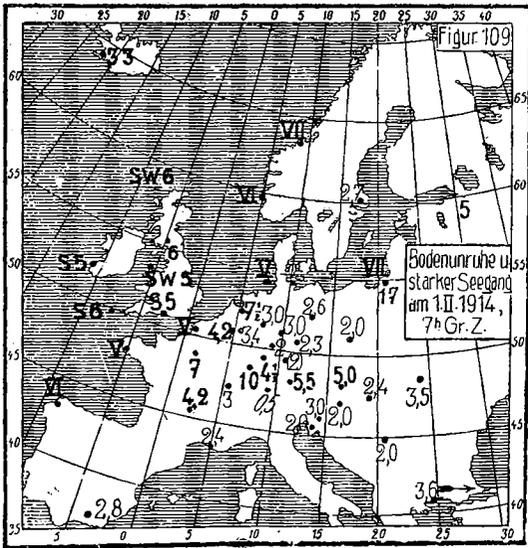


Fig. 109.

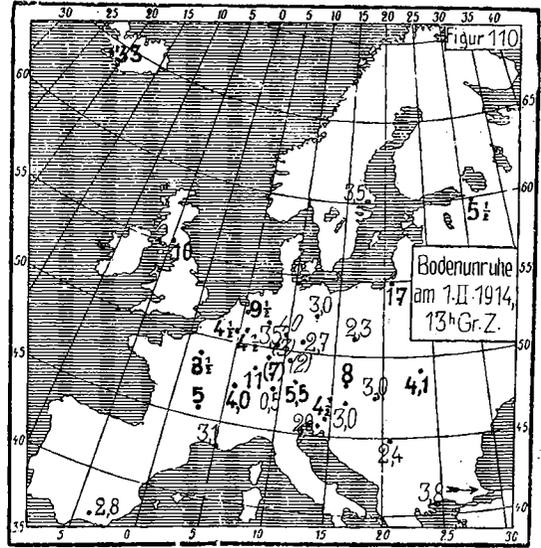


Fig. 110.

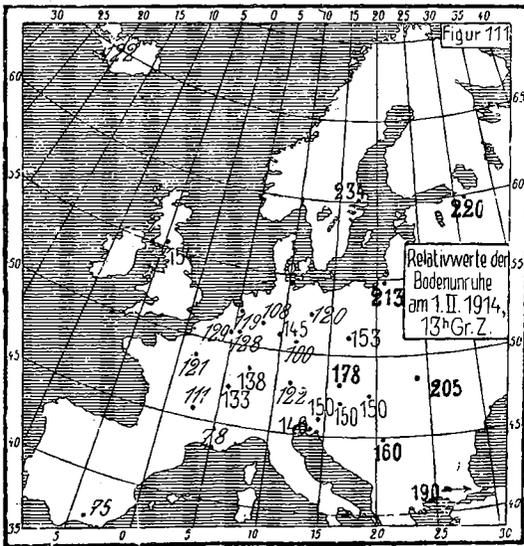


Fig. 111.

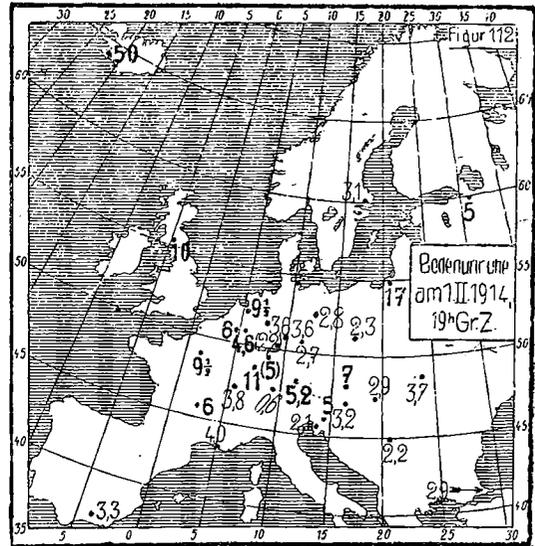


Fig. 112.

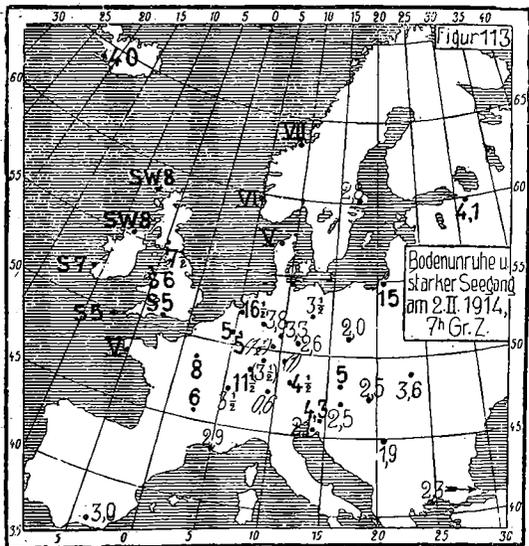


Fig. 113.

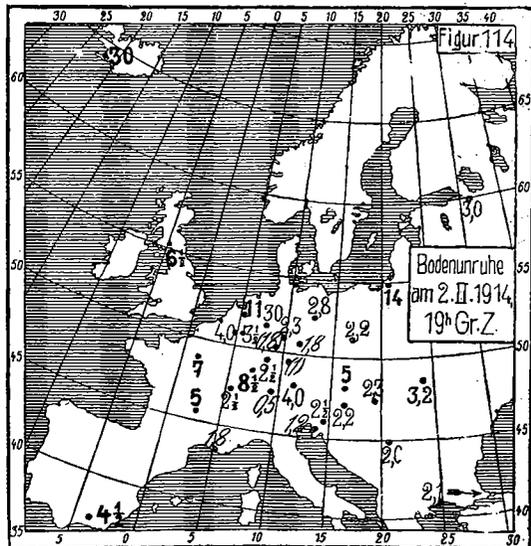


Fig. 114

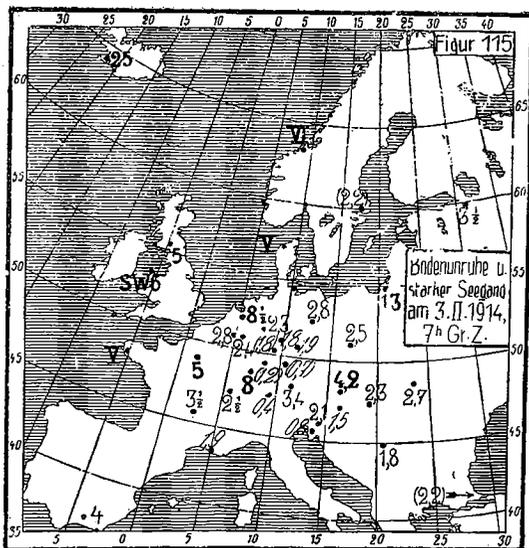


Fig. 115.

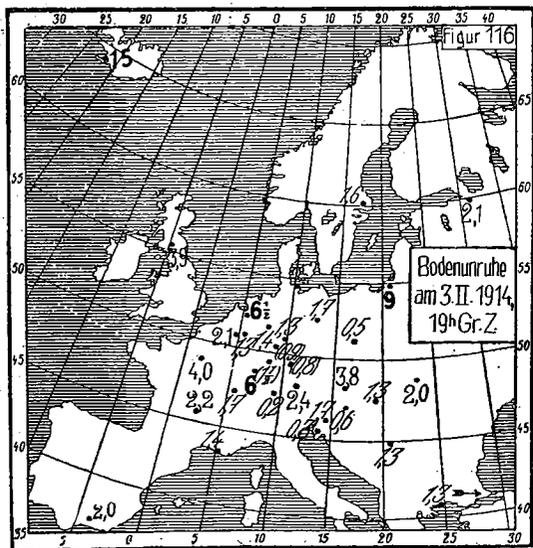


Fig 116.

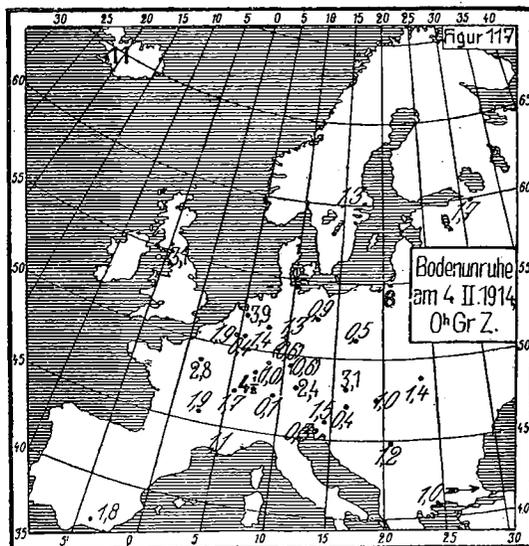


Fig. 117.

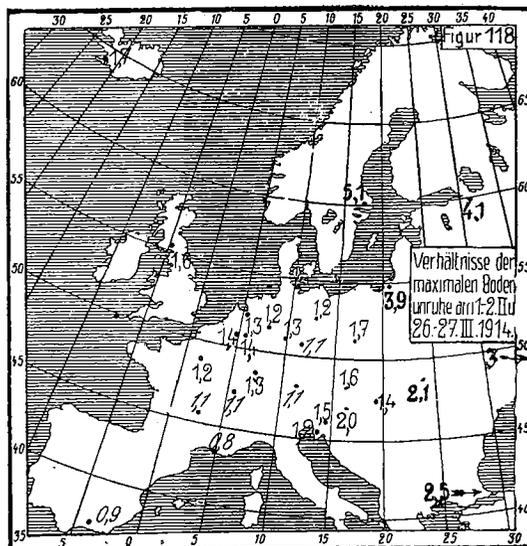


Fig. 118.

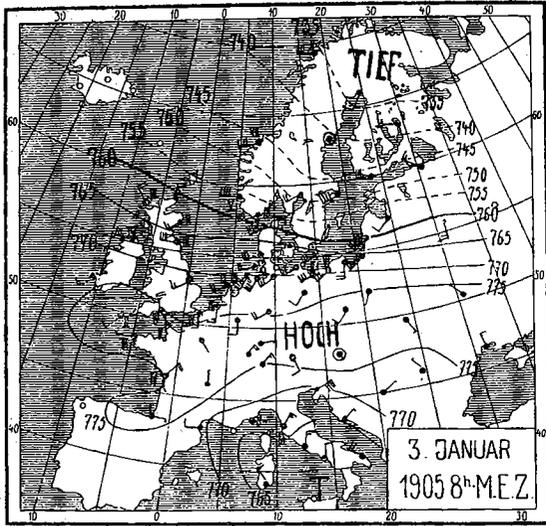


Fig. 119.
Wetterlage 3. I. 05 7h. Gr. Z.

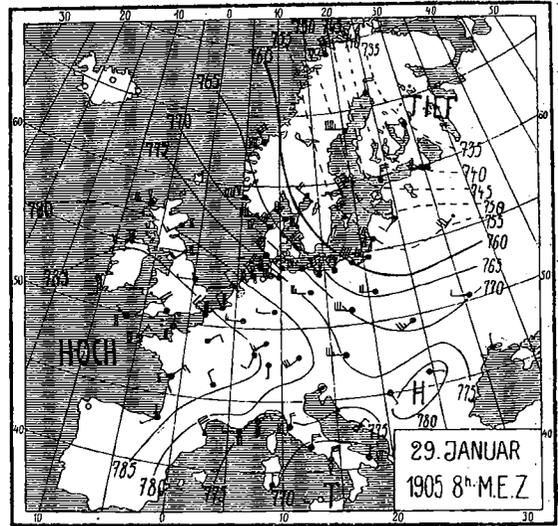


Fig. 120.
Wetterlage 29. I. 05 7h. Gr. Z.

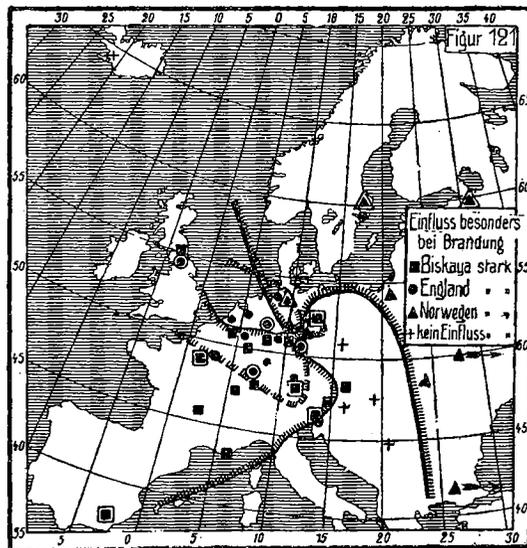


Fig. 121.