

## Werk

**Jahr:** 1930

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:6

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN101433392X\_0006

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0006](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0006)

**LOG Id:** LOG\_0060

**LOG Titel:** Der Temperaturverlauf im Sandboden

**LOG Typ:** article

## Übergeordnetes Werk

**Werk Id:** PPN101433392X

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

**OPAC:** <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

## Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

## Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen  
Germany  
Email: [gdz@sub.uni-goettingen.de](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

## Der Temperaturverlauf im Sandboden

Von R. Süring, Potsdam

Bei der Darstellung des täglichen Temperaturverlaufes der oberen Bodenschichten eines nahezu homogenen Sandbodens zeigt sich, daß die Wärmeausbreitung nicht so gleichmäßig ist, wie man erwarten sollte. Im Zusammenhang hiermit wird darauf hingewiesen, daß der vertikale Temperaturgradient im Erdboden während des größeren Teiles des Jahres mehrere Inversionen aufweist, welche wahrscheinlich teilweise mit der Grundwasserführung, teilweise mit den Rückständen größerer Witterungsanomalien in tiefen Bodenschichten zusammenhängen.

Adolf Schmidt schrieb 1891 in den Schlußbetrachtungen seiner preisgekrönten Studie über „Theoretische Verwertung der Königsberger Bodentemperatur-Beobachtungen“<sup>1)</sup>: „Was die Beobachtungen selbst betrifft, so ist es wünschenswert oder wohl vielmehr durchaus erforderlich, daß außer den fortlaufenden, täglich etwa dreimal angestellten Beobachtungen von Zeit zu Zeit 24 oder mehr Stunden hindurch etwa stündliche Beobachtungen gemacht werden. . . . Aus ihnen würden die Gesetze des Temperaturverlaufes und seiner Abhängigkeit von seinen Ursachen einfacher und sicherer hervorgehen als aus den langen, unter fortwährend wechselnden Bedingungen angestellten Beobachtungen.“

Leider ist auch jetzt nach fast 40 Jahren die Suche nach einem für solche Studien brauchbaren Beobachtungsmaterial fast ergebnislos. Der Grund für diesen Materialmangel dürfte weniger an der Schwierigkeit als an der Umständlichkeit und Mühseligkeit liegen, die zur Gewinnung und Berechnung genügend genauer Aufzeichnungen nötig sind. Auch am Meteorologischen Observatorium zu Potsdam konnte die Temperatur nicht gleichzeitig in verschiedenen Tiefen selbsttätig aufgezeichnet werden, aber ich habe wenigstens nacheinander mehrere Jahre lang die Temperatur in 10, 20 und 50 cm Tiefe registrieren lassen und an die 25jährige Reihe 1896 bis 1920 der Terminbeobachtungen angeschlossen. Im folgenden sollen einige Mitteilungen über den täglichen Temperaturverlauf in den oberen Schichten sowie über die jährliche Temperaturverteilung in größeren Tiefen mit besonderer Berücksichtigung der mit den Instrumenten zu erfassenden unteren Grenzschicht gemacht werden. Betrachtungen über den gesamten Wärmeaustausch werden hierbei zunächst außer acht gelassen, da direkte Messungen eines solchen Austausches in den obersten Erdschichten im Gange sind, und eine Neuberechnung der Mittelwerte für die 35jährige Reihe 1896 bis 1930 vorbereitet wird.

1. Der tägliche Temporaustausch zwischen der Erdoberfläche und dem Boden in 1 m Tiefe. In dem Potsdamer Sandboden schwankt die Temperatur in 1 m Tiefe innerhalb von 24 Stunden auch im Sommer selten um mehr als 0.1°, die tägliche Temperaturwelle kann daher hier praktisch als aus-

geglichen betrachtet werden, an der Bodenoberfläche kann sie an klaren Sommertagen 35 bis 40° und im Winter etwa 10° erreichen. Gleichzeitige Temperaturregistrierungen mit elektrischen Widerstandsthermometern an der Erdoberfläche und in 10 cm Tiefe hat F. Albrecht in Potsdam während des Jahres 1925 in größerem Umfange durchgeführt; bisher sind nur die Auswertungen von vier ausgewählten Tagen veröffentlicht<sup>2)</sup>. Aus diesem Material geht hervor, daß unsere bisherigen Kenntnisse über die Phasenverschiebung der Temperaturwellen in Luft und am Boden im wesentlichen richtig sind<sup>3)</sup>, daß aber zur Ermittlung der durchschnittlichen und extremen Temperaturamplituden am Erdboden ein recht großes Beobachtungsmaterial nötig ist. Wesentlich sicherer sind die Temperaturwellen im Boden selbst zu ermitteln und auch Formeln abzuleiten, um aus Terminbeobachtungen gute Tagesmittel zu berechnen. Für den täglichen Temperaturgang in 10 und 20 cm habe ich schon früher Daten angegeben<sup>4)</sup>; inzwischen ist auch die Temperatur 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Jahre lang in 50 cm registriert. Bei der Entwicklung in eine dreigliedrige Reihe ergeben sich für die Amplituden  $a$  und die Phasenwinkel  $\alpha$  bei Reduktion auf den Zeitraum 1896 bis 1920 die numerischen Werte:

	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$
Jahr							
10 cm	9.49 <sup>0</sup>	1.96 <sup>0</sup>	0.52 <sup>0</sup>	0.07 <sup>0</sup>	206.5 <sup>0</sup>	37.2 <sup>0</sup>	194.6 <sup>0</sup>
20 cm	9.33	1.22	0.18	0.02	174.9	348.7	138.2
50 cm	9.62	0.31	0.06	0.03	83.3	150.2	88.4
Juli							
10 cm	20.36	3.33	0.81	0.10	206.9	40.9	186.5
20 cm	20.15	2.11	0.23	0.04	174.4	357.0	137.3
50 cm	19.58	0.64	0.02	0.08	84.3	148.5	15.3
Januar							
10 cm	— 0.90	0.53	0.20	0.06	203.1	6.1	155.0
20 cm	— 0.59	0.15	0.05	0.01	172.4	340.4	195.9
50 cm	0.71	0.00	0.03	0.01	304.1	127.2	279.5

Zur Ableitung von Tagesmitteln aus Terminbeobachtungen haben sich die folgenden Formeln bewährt:

- für 10 cm:  $\frac{1}{10} (4 \cdot 7^h + 3 \cdot 14^h + 3 \cdot 21^h)$  oder  $\frac{1}{3} (2 \cdot 8^h + 14^h)$ ;  
 für 20 cm:  $\frac{1}{8} (3 \cdot 7^h + 2 \cdot 14^h + 3 \cdot 21^h)$  oder  $\frac{1}{3} (8^h + 2 \cdot 14^h - 0.01 \cdot 14^h)$ ;  
 für 50 cm:  $\frac{1}{8} (3 \cdot 7^h + 2 \cdot 14^h + 3 \cdot 21^h)$  oder  $(8^h + 0.01 \cdot 8^h)$ .

Eine Berechnung aus den Terminen um 8 Uhr und 14 Uhr ist deshalb gegeben, weil seit Oktober 1920 nur zu diesen Zeiten beobachtet wird. Die Übereinstimmung dieser aus zwei Terminen berechneten Mittel mit dem 24stündigen Mittel ist besonders für 10 und 50 cm im Monatsmittel recht gut, für 20 cm schwankten die monatlichen Korrekturen zwischen + 0.12 und — 0.10°.

Die Phasenzeiten der Temperaturwellen in verschiedenen Tiefen werden durch die obigen Zahlen gut dargestellt; man erkennt dies z. B., wenn man aus ihnen das Temperaturleitvermögen  $K$  ableitet. Aus der Formel

$$\sqrt{K} = 101.545 \frac{h_{50} - h_{20}}{\alpha_{20} - \alpha_{50}}, \quad \text{bzw.} \quad 101.545 \frac{h_{50} - h_{10}}{\alpha_{10} - \alpha_{50}},$$

wo  $h_{10}$ ,  $h_{20}$  und  $h_{50}$  die Tiefenstufen und  $\alpha_{10}$ ,  $\alpha_{20}$ ,  $\alpha_{50}$  die Phasenwinkel für 10, 20 und 50 cm bedeuten, ergibt sich für die Gruppierung

	10 und 50 cm (Jahr)	20 und 50 cm (Jahr)
$\sqrt{K} =$	33.0	33.3
	10 und 50 cm (Juli)	20 und 50 cm (Juli)
$\sqrt{K} =$	33.1	33.8

also ein Mittelwert von 33.3, der mit dem früher von mir aus dem täglichen Temperaturverlauf zwischen 10 und 20 cm abgeleiteten Wert (33.4) sehr gut übereinstimmt. Das Temperaturleitvermögen beträgt hiernach 1109 cm<sup>2</sup>/Tag.

Entnimmt man den Tageskurven der Temperatur in verschiedenen Tiefen die Eintrittszeiten der Extreme, so zeigt sich eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit. An der Erdoberfläche bietet die Kurve das bekannte Bild eines je nach der Jahreszeit mehr oder weniger steilen Berges zwischen den Zeiten des Sonnenaufganges und -unterganges, dem eine flache muldenförmige Einsenkung in den Nachtstunden folgt. Der Zeitunterschied zwischen dem Tagesminimum um etwa 4 Uhr und dem Maximum um 13 Uhr beträgt rund neun Stunden; er vergrößert sich in 20 cm Tiefe auf zehn Stunden, da sich in dieser Tiefe das Minimum um drei Stunden, das Maximum um vier Stunden gegenüber den Extremen an der Erdoberfläche verspätet <sup>4)</sup>. In 20 cm Tiefe schmiegt sich der Tagesgang dem Verlauf einer Sinuskurve schon ziemlich eng an, aber in 50 cm wird die Übereinstimmung nicht etwa besser, sondern wesentlich schlechter. Die Kurve ist während des Tages merklich flacher als in der Nacht, sie ist hier in der kälteren Jahreszeit häufig ausgebuchtet, so daß eine Doppelwelle entsteht. An der Realität dieser Doppelwelle ist nicht zu zweifeln, da die Auswertung und die Reduktion auf Terminmittel von unbeeinflussten Rechenhilfskräften sorgfältig ausgeführt, und da die Verschiebung zwischen benachbarten Monaten nur ganz geringfügig ist <sup>\*</sup>). Eine Doppelwelle ist in den Monaten November bis April und — schwach angedeutet — im Juli vorhanden; sie fehlt in den anderen Monaten.

---

<sup>\*</sup>) Die von P. Vujević<sup>5)</sup> bearbeiteten Beobachtungen in Belgrad zeigen diese Doppelwelle nicht. Aus Belgrad liegen für fünf Jahre stündliche Ablesungen in 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 und 60 cm Tiefe vor. Der Boden ist jedoch bis 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> m humos. Die Verschiedenheiten zwischen Belgrad und Potsdam äußern sich auch in der viel schnelleren Abnahme der Amplitude nach unten. In 50 cm Tiefe beträgt die tägliche Amplitude selbst im Juli nur 0.12° gegenüber 1.11° in Potsdam. Ähnliches gilt auch für die jährliche Amplitude.

Infolge kleiner Verschiebungen der Extreme verschwindet die Doppelwelle bereits bei Zusammenfassung nach Jahreszeiten. Das Hauptmaximum fällt mit Ausnahme der Monate November bis Januar stets auf die Zeit zwischen 23 und 24 Uhr. Das entspricht ungefähr der Zeit, welche man bei Extrapolation aus der Verschiebung der Extreme zwischen 0 und 20 cm Tiefe erwarten dürfte. Das

Täglicher Temperaturgang in 50 cm Tiefe. Abweichungen vom Tagesmittel in  $\frac{1}{100}^{\circ}$

Monat	Stunde												Mittel
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24 <sup>b</sup>	
Januar .	1	-1	-1*	0	1	<b>5</b>	-1	-5*	-3	2	3	<b>3</b>	1.28 <sup>0</sup>
April .	27	8	-10*	-3	-8	-30	-38*	-24	-10	15	<b>36</b>	34	10.76
Juli .	<b>59</b>	31	11	-18	-58	-63*	<b>-45</b>	-48*	-14	35	59	<b>61</b>	11.29
Oktober.	17	8	0	-8	-12	-17	-23*	-15	0	14	18	<b>20</b>	9.32
Jahr . .	28	14	1	-8	-20	-26	-29*	-27	-6	18	31	<b>31</b>	10.28

sekundäre Maximum schwankt mit mehreren Stunden Spielraum um die Mittagsstunde herum. Das Hauptminimum ist viel weniger deutlich; in den Monaten mit Doppelwelle fällt es vorwiegend auf 16 Uhr, in den Monaten mit einfacher Welle teils auf den Nachmittag, teils auf 11 Uhr. Man gewinnt den Eindruck, daß zwischen der in 50 cm kalten Tageszeit (6 bis 16 Uhr) ein kleiner Wärmestoß, gewissermaßen eine reflektierte Welle eingeschoben ist. Vielleicht spielt hierbei die Wärmezufuhr aus den tieferen Bodenschichten eine Rolle. Von April bis August nimmt das Tagesmittel der Bodentemperatur mindestens bis 2 m Tiefe von oben nach unten ab, und die Richtung dieser Wärmeströmung wird nur während der Nacht auf kurze Zeit in den obersten Bodenschichten unterbrochen. In den kalten Monaten wirkt der nach oben abgeleiteten Wärme der tieferen Luftschichten eine zwar kurz dauernde, aber doch intensive Erwärmung der Bodenoberfläche durch Sonnenstrahlung entgegen.

2. Der jährliche Temperaturverlauf bis 12 m Tiefe. Die vorhergegangenen Betrachtungen regen dazu an, die wahre Temperaturschichtung in verschiedenen Bodentiefen festzustellen. Der Einfluß der obersten Bodenlagen kann nur dann richtig erkannt werden, wenn für sie die mittlere Tagestemperatur und nicht nur die Temperatur an einzelnen Terminen bekannt ist. Während früher für Potsdam von der Temperaturverteilung um 14 Uhr ausgegangen wurde, werden nachfolgende auszugsweise neu berechneten Werte für den Zeitraum 1896 bis 1920 gegeben.

Tiefe:	2 cm	20 cm	50 cm	1 m	2 m	4 m	6 m	12 m	(20 m)
Januar . . .	—0.94	—0.59	0.71	2.38	5.12	8.60	10.18	9.91	<b>9.8</b>
April . . . .	8.96	8.53	7.99	7.03	6.23	6.58	7.93	9.73	<b>9.8</b>
Juli . . . . .	20.49	20.15	19.58	18.02	15.22	11.10	9.30	9.31	<b>9.8</b>
Oktober . . .	8.47	8.79	9.76	11.37	13.01	13.04	11.68	9.49	<b>9.8</b>
Jahr . . . . .	9.35	9.33	9.59	9.72	9.91	9.86	9.78	9.61	<b>9.8</b>

Hieraus berechnen sich folgende Temperaturgradienten für je 1 m (negative Vorzeichen bedeuten Temperaturabnahme von unten nach oben):

Tiefenstufe:	0—0.5	0.5—1	1—2	2—4	4—6	6—12	12—20 m
Januar . . .	— 3.30	— 3.34	— 2.74	— 1.74	— 0.79	0.04	0.01
April . . .	1.98	1.92	0.80	— 0.18	— 0.68	— 0.30	— 0.01
Juli . . .	1.82	3.12	2.80	2.06	0.90	0.00	— 0.06
Oktober . . .	— 2.58	— 3.22	— 1.64	— 0.02	0.68	0.36	— 0.04
Jahr . . .	— 0.48	— 0.26	— 0.19	0.02	0.04	0.03	— 0.02

Aus der vollständigen hierfür berechneten Zahlenszusammenstellung ersieht man, daß in allen Monaten mindestens eine Inversionsschicht der Temperaturänderung mit der Tiefe vorhanden ist. Selbst im Januar reicht die Temperaturzunahme abwärts höchstens bis 8 m und im Juli die Abnahme bis 6 m. Schon im August muß die 20-cm-Schicht durchschnittlich Wärme nach oben abgeben. So entwickeln sich im Laufe des Jahres im Erdboden zwei deutliche Umkehrlinien oder Inversionen; die eine — mit nach oben und unten abnehmender Temperatur — beginnt im August (20 cm Tiefe im Mittel) und senkt sich im März auf etwa 12 m. Die zweite Umkehrlinie mit Zunahme nach oben und unten beginnt im Februar (10 cm) und senkt sich bis vielleicht 20 m im März. Vom August bis März haben wir es daher stets — abgesehen von dem sich an den meisten Tagen in den obersten Bodenschichten für einige Stunden entwickelnden Strahlungs-inversionen — mit zwei Inversionsschichten zu tun.

Leider ist für Potsdam die Temperatur unterhalb von 12 m Tiefe nicht genau bekannt. Zwar kann man angenähert die Tiefe berechnen, in welcher die jährliche Temperaturschwankung bis auf einen gewissen Betrag gesunken ist — in Potsdam beträgt sie z. B. in 20 cm Tiefe nur noch 0.1<sup>o</sup>, ist also praktisch verschwunden —, jedoch für den Temperaturbetrag selbst ist eine Schätzung schwer möglich. Nun hat aber das Potsdamer Astrophysikalische Observatorium von 1877 bis 1888 Temperaturmessungen in seitlich von einem Tiefbrunnen eingegrabenen Röhren anstellen lassen. Die zehnjährigen Temperaturmittel (1878 bis 1887) betragen in den Tiefenstufen:

4.4 m . . . . .	9.68 <sup>o</sup>	29.8 m . . . . .	9.93 <sup>o</sup>
8.2 m . . . . .	9.57	36.4 m . . . . .	9.92
10.4 m . . . . .	9.87	43.0 m . . . . .	10.0

Die Messungen zwischen 17 und 25 m mußten wegen Störung durch eine Brunnenkammer verworfen werden; auch die übrigen Werte sind, wie der Bearbeiter, Professor Kempf<sup>6)</sup> hervorgehoben hat, nicht einwandfrei (z. B. ist die jährliche Periode für die großen Tiefen viel zu groß), aber es dürfte daraus zu entnehmen sein, daß die Temperatur unterhalb 10 m nur sehr langsam nach unten zunimmt. Ähnliches wird für das Thermometerfeld des Meteorologischen Observatoriums Potsdam gelten, so daß in 20 m Tiefe mit einer das ganze Jahr nahezu unveränderlichen Temperatur von 9.8<sup>o</sup>, in 30 m Tiefe mit 9.9<sup>o</sup> gerechnet werden kann. Das Vorhandensein einer ziemlich mächtigen, nahezu isothermen

Zone unterhalb 12 m wird vielleicht mit den Grundwasserverhältnissen zusammen hängen. Von dem aus dem Erdinnern kommenden Wärmezufluß würde alsdann der größte Teil durch das Grundwasser abgeführt, und nur eine winzige Wärmemenge würde der Erdoberfläche direkt zugeführt werden.

3. Die Temperaturschwankungen in größeren Bodentiefen. Mit der isothermen Zone unterhalb 12 m hängen möglicherweise auch die scheinbar langperiodischen Temperaturschwankungen in 12 m Tiefe zusammen. Bildet man die Abweichungen der Jahrestemperatur in 12 m Tiefe von dem 30jährigen Mittel 1898 bis 1927, so bietet sich folgendes Bild:

Temperaturabweichungen in  $\frac{1}{100}^{\circ}$  vom Mittel (9.58°).

Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
189.	—	—	—	—	—	—	—	—	— 16	— 13
190.	— 1	0	6	— 15	— 7	7	9	11	12	8
191.	10	13	21	9	11	22	9	— 2	— 6	— 9
192.	— 19	— 7	— 7	— 26	— 30	— 15	— 7	22	20	— 1

Also: von 1905 ab zwölf Jahre hindurch stets positive, von 1917 ab zehn Jahre lang nur negative Abweichungen! Die Zuverlässigkeit der Instrumente und Beobachtungen wurde durch Vergleichen mit den Ablesungen in 6 m Tiefe nachgeprüft; sie wurde ferner durch Vergleichung der Häufigkeit gleichsinniger Änderungen in verschiedenen Tiefen bestätigt. In dem Zeitraum 1905 bis 1916 betrug z. B.

		In der Tiefe von:					
		0.1	1	2	4	6	12 m
Die Zahl der	+ - Abweichungen . .	7	7	6	9	9	12
„ „ „	± - Abweichungen . .	—	—	1	1	—	—
„ „ „	— Abweichungen . .	5	5	5	2	3	—

Diese Erhaltungstendenz gleichsinniger Temperaturänderungen wird erklärlich, wenn man annimmt, daß unterhalb 12 m der vertikale Wärmestrom eine Unstetigkeit aufweist. Es dürfte nur ein Zufall sein, daß die in den Zahlen sich aussprechende Welle die Länge einer doppelten Sonnenfleckenperiode hat. Den Anstoß zu der mit 1905 beginnenden Wärmeperiode in 12 m Tiefe hat die große Trockenheit des Sommers 1904, verbunden mit einigen extrem heißen Sommertagen, gegeben. Juli und August hatten nur 29%, das ganze Jahr 75% des normalen Niederschlags. In dem hierdurch stark aufgelockerten Boden wurde die durch das abnorm kalte Jahr 1902 entstandene Abkühlung rasch beseitigt. Die leichte Abnahme der positiven Abweichungen in den Jahren 1909 bis 1911 und 1913 wurde durch die heißen Sommertage von 1911 und 1914 ausgeglichen. Die lange Reihe der negativen Abweichungen hatte als erste Ursache vier kalte Monate, Januar bis April 1917, mit ungewöhnlich tiefen Kältegraden im Februar; in deren Gefolge war 53 Monate lang jeder Monat in 12 m Tiefe zu kalt; selbst der heiße und trockene Juli 1921 konnte nur einige Monate lang diese Abkühlung kompensieren.

Als Index für die Aktivität einer Witterungsstörung dürften daher die Temperaturen in tiefen Bodenschichten ganz wertvoll sein. Die hierbei sich ausbildenden Temperaturschichten verdienen vielleicht auch bei der Untersuchung des Wärmeaustausches im Erdboden mehr Berücksichtigung als bisher.

### Literatur

- 1) Ad. Schmidt: Theoretische Verwertung der Königsberger Bodentemperatur-Beobachtungen. Schriften der Phys.-ökonom. Ges. zu Königsberg i. Pr. **32**, 97 (1891).
- 2) F. Albrecht: Über den Zusammenhang zwischen täglichem Temperaturgang und Strahlungshaushalt. Gerlands Beitr. z. Geophys. **25**, 1 (1930).
- 3) E. Kretzer: Beziehungen zwischen dem täglichen Gang der Temperatur an der Bodenoberfläche und in den untersten Luftschichten. Dissertation Berlin 1912.
- 4) R. Süring: Der tägliche Temperaturgang in geringen Bodentiefen. Abhandl. des Preuß. Meteor. Instituts **5**, Nr. 6 (1919).
- 5) P. Vujević: Über die Bodentemperaturen in Belgrad. Meteorol. Zeitschr. **28**, 289 (1911).
- 6) P. Kempf: Meteorologische Beobachtungen in den Jahren 1884 bis 1887. Publikationen des Astrophys. Observatoriums zu Potsdam **6**, 193 (1889).

## Die dominierende Luftdruckwelle des strengen Winters 1928/29

Von L. Weickmann, Leipzig — (Mit 11 Abbildungen)

Das Symmetriegesetz der Luftdruckkurve war für den Winter 1928/29 in Leipzig, Hamburg und anderen Orten sehr gut ausgebildet. Besonders beteiligt erschien eine etwa 20tägige Welle von 4 bis 5 mm Amplitude, die am Tage des

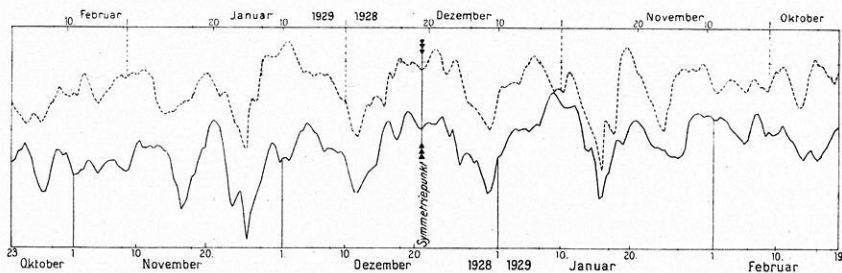


Fig. 1.

Luftdruckverlauf, Leipzig, Geophysik. Inst., 1. November 1928 bis 26. Februar 1929.  
Symmetriepunkt 21. Dezember 1928

Symmetriepunktes, 21. Dezember 1928, für Leipzig sehr nahe die Phase  $90^\circ$  zeigte (Fig. 1). Außerdem steckt anscheinend noch eine schwächere, etwa 16tägige Welle in der Kurve.

Um festzustellen, ob der außergewöhnlich strenge Winter 1928/29 auch wieder jene „polare Welle“ erkennen lasse, die sich im Winter 1923/24 als besonders