

Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

H. von Flocker

Nr. 362

Bericht über die Tätigkeit

des

**Preußischen
Meteorologischen Instituts**

im Jahre 1928

Erstattet vom Direktor

Mit einem Anhang, enthaltend wissenschaftliche Mitteilungen

Berlin 1929

JULIUS SPRINGER

Preis 9 RM

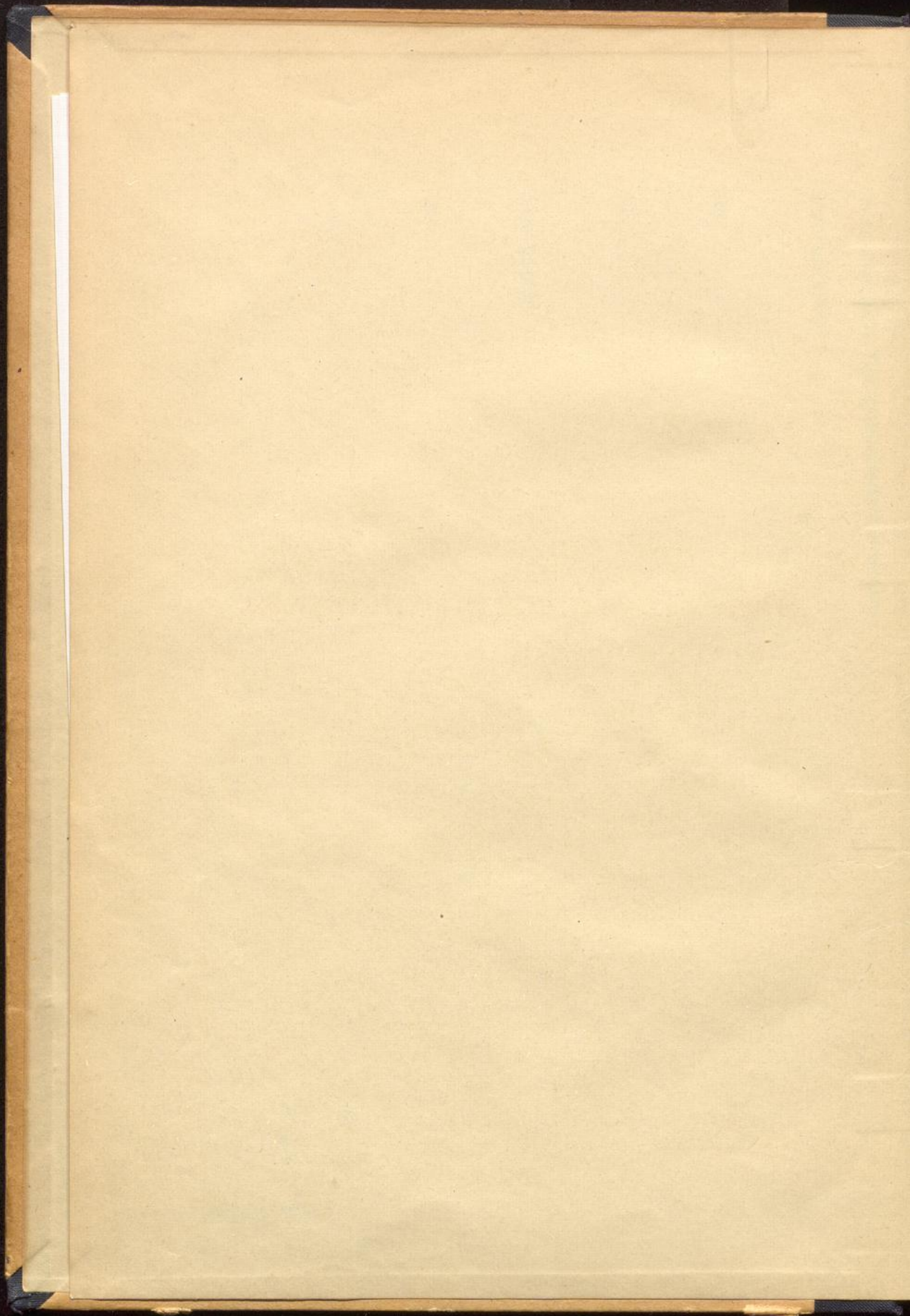
DWD Offenbach / Bibliothek



B23027554

△

T. Ag.



37968 Ers

Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

H. von Ficker

Nr. 362

Bericht über die Tätigkeit

des

**Preußischen
Meteorologischen Instituts**

im Jahre 1928

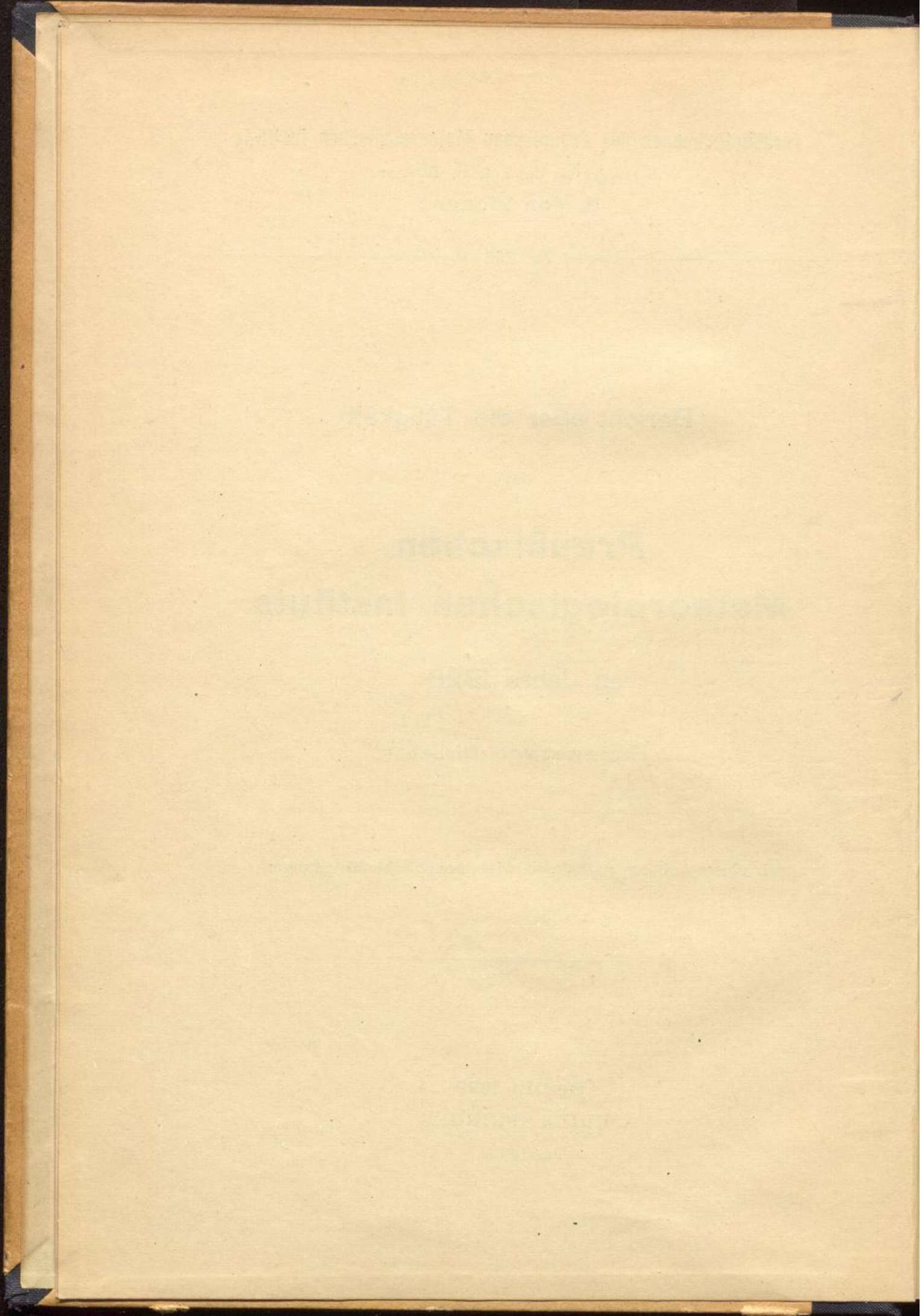
Erstattet vom Direktor

Mit einem Anhang, enthaltend wissenschaftliche Mitteilungen

Berlin 1929

JULIUS SPRINGER

Preis 9 RM

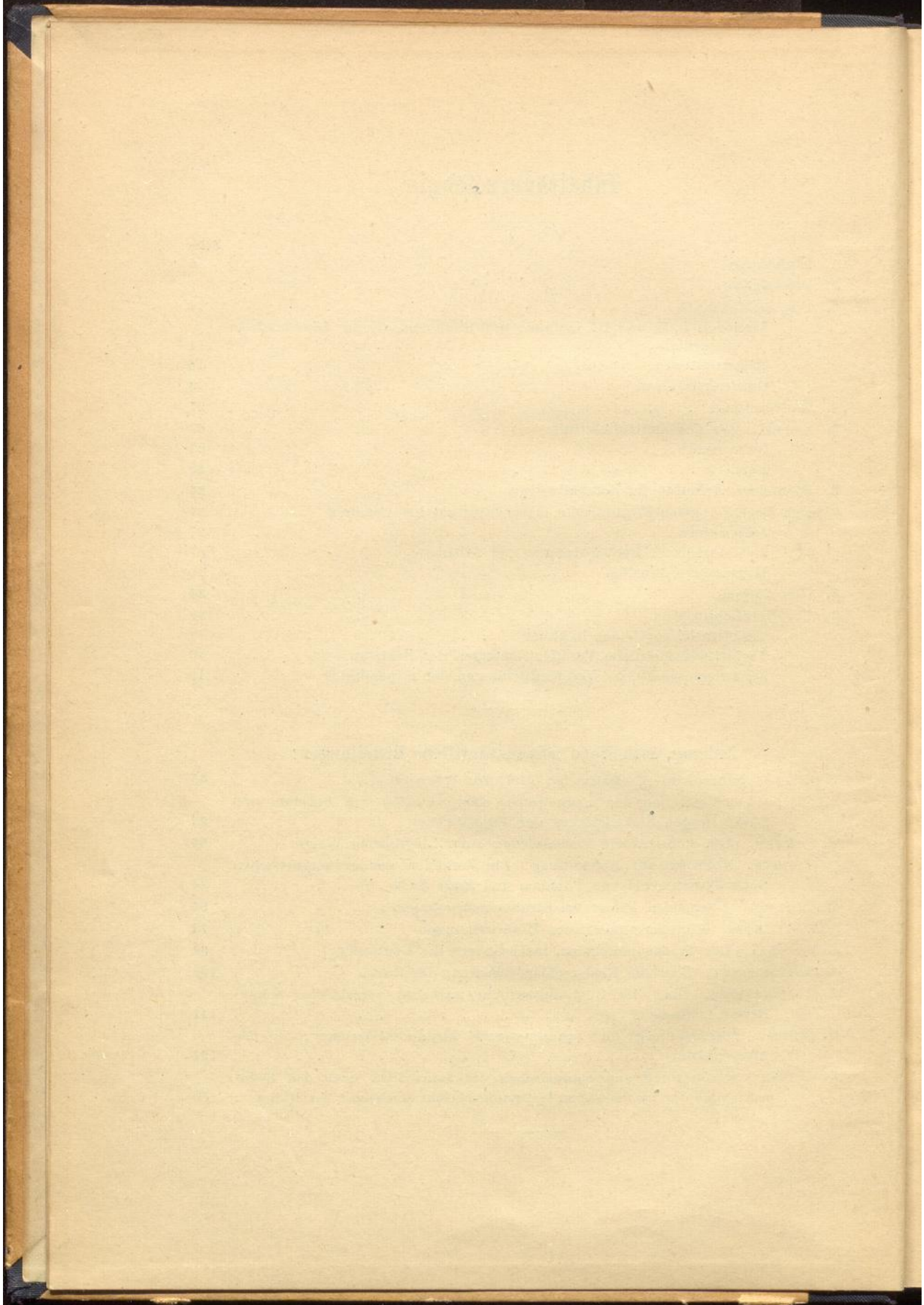


Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	5
2. Personalien	8
3. Das Stationsnetz	11
Stationen I., II. und III. Ordnung und Stationen, die nur Sonnenschein beobachten	11
Regenstationen	16
Gewitterstationen	19
4. Wetterdienst	21
5. Sammlungen des Zentralinstituts	23
Instrumente	23
Bücherei	25
6. Besondere Arbeiten im Zentralinstitut	26
7. Das Meteorologisch-Magnetische Observatorium bei Potsdam	27
Allgemeines	27
Meteorologische Beobachtungen und Arbeiten	27
Magnetische Arbeiten	32
8. Dienstreisen	37
9. Veröffentlichungen	39
Veröffentlichungen des Instituts	39
Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen der Beamten	40
Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen der Stipendiaten	43

Anhang, enthaltend wissenschaftliche Mitteilungen:

H. Stade, Nachruf auf Professor Dr. Theodor Arendt	45
A. Nippoldt, Verlegung der magnetischen Observatorien von Potsdam und Seddin wegen Elektrisierung der Vorortbahnen	52
O. Venske, Eine konstruktive Verbesserung einer Lloydschen Wage	60
O. Venske, Nachtrag zur Abhandlung: Ein Vergleich der erdmagnetischen Normalinstrumente von Potsdam und Rude Skov	64
W. Marten, Über einen Fehler bei Strahlungsmessungen	64
Joh. Grunow, Mikroanemometrische Untersuchungen	73
E. Reichel, Der Trockenheitsindex, insbesondere für Deutschland	84
J. Hoffmeister, Über die Niederschlagsverteilung im Harz	105
J. Hoffmeister, Über die Übergangsschicht zwischen verschieden tempe- rierten Luftmassen	111
H. Ertel, Wärmeleitung und quasistatische Zustandsänderungen in der Atmosphäre	121
Temperatur, Niederschlag und Sonnenschein im Jahre 1928 nach den Beob- achtungen der im deutschen Witterungsbericht erscheinenden Stationen	130



1. Einleitung.

Während des Jahres, über das hier berichtet wird, trat gesetzlichen Bestimmungen zufolge ein Ereignis ein, mit dem man zwar hatte rechnen müssen, das aber trotzdem von jedem Angehörigen des Instituts als schwerer Verlust empfunden wird: Am 1. Oktober 1928 trat der Direktor des Meteorologisch-Magnetischen Observatoriums in Potsdam, Herr Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. Adolf Schmidt, in den Ruhestand. Was Adolf Schmidt als Forscher geleistet hat, ist jedem Fachgenossen bekannt. Von seiner amtlichen Tätigkeit gibt die lange Folge unserer Jahresberichte Zeugnis. Was er als Vorgesetzter und Kollege allen Angehörigen des Instituts gegeben hat, sichert ihm die Verehrung und Dankbarkeit eines jeden von uns. Wir alle wissen dem vorgesetzten Ministerium Dank dafür, daß es einen Weg gefunden hat, Geheimrat Schmidt auch nach seiner Übersiedlung nach Gotha in Verbindung mit dem Institut zu halten, indem es ihm die Leitung der theoretischen Arbeiten des Magnetischen Observatoriums auch noch weiterhin übertragen hat. Unser aller beste Wünsche begleiten Geheimrat Schmidt nach Gotha, und die Sicherheit, ihn noch oft in unserem Kreise zu sehen, hat uns den Abschied erleichtert.

Vor einem Jahr mußte ich berichten, daß die Elektrifizierung der bei Potsdam und Seddin vorüberführenden Vorortbahnen uns zur Verlegung der Magnetischen Observatorien nach Niemegek, südwestlich von Potsdam, nötige. Herr Geheimrat Schmidt hat noch alle Vorarbeiten für diese Verlegung durchgeführt, der Baugrund ist gekauft, aber trotz allen Entgegenkommens, das uns das vorgesetzte Ministerium in dieser Angelegenheit bewiesen hat und für das ich auch heuer wieder zu danken habe, ließ sich die Ausführung des Baues während des Berichtsjahres nicht mehr ermöglichen. Ich hoffe, im Tätigkeitsbericht für das nächste Jahr über die Vollendung des Baues berichten zu können.

Wenn ich vor einem Jahre darauf hinweisen mußte, daß im Institutsgebäude sich Raummangel fühlbar mache und den Bedürfnissen der Bibliothek und der Wetterdienstabteilung nicht mehr genügt werden könne, so muß ich heuer berichten, daß dieser Übelstand sich leider noch verstärkt hat. So erfreulich es an sich ist, daß sich der Meteorologie immer mehr Studierende zuwenden und als Abschlußarbeit ihrer Studien sich ein meteorologisches Thema wählen, so peinlich ist andererseits für ein auch Lehrzwecken der Universität dienendes Institut die Tatsache, daß den Studierenden nicht genügend viele, ein ungestörtes Arbeiten gewährleistende Arbeitsplätze zugewiesen werden können. Dieser Mangel wird dadurch verschärft, daß sich in steigender Anzahl auch Meteorologen aus dem Auslande einfänden, um die Bücherschätze unserer großen Bibliothek für ihre Arbeiten auszunutzen. Immerhin habe ich auch in dieser Frage die Sicherheit, daß das vorgesetzte Ministerium nach Möglichkeit unseren berechtigten Wünschen Rechnung tragen wird.

Die aus der Kriegs- und Nachkriegszeit stammenden Arbeitsrückstände sind nunmehr erledigt, und durch die Bewilligung besonderer Mittel sind wir in der Lage, den zweiten Sammelband „Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II. und III. Ordnung 1919—1923“ zu veröffentlichen. Für die energische und nunmehr auch erfolgreiche Vertretung unserer Erfordernisse bei der Finanzbehörde fühle ich mich unserem vorgesetzten Ministerium zu großem Dank verpflichtet.

Die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft hat uns im abgelaufenen Jahr durch Bewilligung vermehrter Mittel in den Stand gesetzt, in beschleunigtem Tempo die in Angriff genommene Bearbeitung der Klimaverhältnisse des Deutschen Reiches, die als Textband zu dem 1921 erschienenen Klimaatlas von Deutschland gedacht ist, weiterzuführen. Inzwischen ist allerdings der Klimaatlas vollständig vergriffen und kann den zahlreichen Interessenten nicht mehr geliefert werden. Ob und wann wir der oft an uns ergehenden Aufforderung, den Klimaatlas neu aufzulegen, nachkommen können, läßt sich noch nicht beurteilen.

Das mit Hilfe der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft im Spreewald eingerichtete Netz von Registrierstationen zur Erforschung der Vorgänge in Gewitterherdgebieten wurde aufgelöst. Nachdem ein Teil der Instrumente während kürzerer Zeit im Ruhrgebiet von Prof. W. Schmidt (Wien) für Turbulenzuntersuchungen verwendet worden war, wurden nunmehr alle Instrumente bei Innsbruck

längs der neu entstandenen Seilbahnen für spezielle, alpin-meteorologische Untersuchungen aufgestellt. Die Bearbeitung des Spreewaldmaterials erfolgt derzeit im Institut.

Die im vorjährigen Bericht aufgeführten Stipendiaten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft sind auch in diesem Jahre mit der Durchführung spezieller Forschungsaufgaben beschäftigt gewesen, wobei es sich als notwendig erwiesen hat, daß ein mit luftelektrischen Aufgaben betrauter Stipendiat seine Arbeit bei Prof. Dr. H. Benndorf in Graz fortsetzt.

Der Notgemeinschaft verdanken wir es auch, daß in unserer Bibliothek einige, durch den Krieg entstandene, sehr fühlbare Lücken in ausländischen Zeitschriften-Serien ausgefüllt werden konnten. Endlich habe ich der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft den herzlichsten Dank dafür abzustatten, daß es einigen Mitarbeitern unseres Potsdamer Observatoriums unter Leitung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Süring ermöglicht wurde, im Juni und im Sept./Okt. in verschieden hoch gelegenen Orten der Tiroler Alpen (Prutz im Oberinntal, Hochserfaus, Brandenburger Haus) Strahlungs-Parallelmessungen auszuführen.

Eine schwierige Lage ergab sich für das Institut zeitweise dadurch, daß innerhalb Preußens sich dezentralisierende, die Einheit unseres Beobachtungsnetzes gefährdende Bestrebungen fühlbar gemacht haben. Bei allem Verständnis für die Wünsche der Wetterdienststellen, möglichst rasch in den Besitz der Beobachtungsdaten unserer Stationen zu kommen, muß unser Entgegenkommen dort ein Ende finden, wo die Einheitlichkeit unseres Netzes gefährdet erscheint. Billigen Ansprüchen haben wir uns nie versagt; wo wir aber auf mangelndes Verständnis für die eigentlichen Aufgaben eines meteorologischen Netzes und für den Wert eines großen, einheitlich geleiteten Netzes stoßen, sind wir zu scharfem Widerstande nicht nur berechtigt, sondern verpflichtet. Wie gerne wir andererseits zu fördernder Zusammenarbeit bereit sind, beweisen in erfreulicher Weise unsere engen Beziehungen zur Landesanstalt für Gewässerkunde, der wir für ihr vielfältig bewiesenes Entgegenkommen aufrichtig zu danken haben.

Unser wissenschaftlicher Mitarbeiter Dr. Haude, dessen Urlaub abermals verlängert wurde, weilt nun bereits im dritten Jahr in Innerasien als Meteorologe der von Sven von Hedin geführten schwedisch-chinesischen Expedition. Dr. Bartels, der im Vorjahr an die Forst-

liche Hochschule in Eberswalde beurlaubt war, ist unterdessen an dieser Hochschule zum Professor für Meteorologie und Geodäsie ernannt worden, wozu wir ihn um so herzlicher beglückwünschen können, als er trotz seiner Verpflichtungen in Eberswalde noch eifrig und stets anregend am wissenschaftlichen Leben des Instituts teilnimmt. Sowohl im Berliner Zentralinstitut wie im Potsdamer Observatorium fanden regelmäßige Kolloquien statt, an denen sich in steigender Zahl auch Fachgenossen, die nicht dem Institutsverbande angehören, beteiligten. Der Aufrechterhaltung unserer ins Ausland reichenden Beziehungen diente die Teilnahme Direktor Prof. Dr. Sürings an der ersten internationalen „Lichtkonferenz“ in Lausanne (9.—14. September) und eine Reise des Institutsdirektors nach Moskau und Leningrad.

2. Personalien.

a) Wissenschaftliche Beamte und Angestellte.

Durch Ministerialerlaß wurde der Observator und Professor Dr. Knoch zum n. b. außerordentlichen Professor in der Philosophischen Fakultät der Universität Berlin ernannt.

Am 1. Oktober 1928 ist der Abteilungsdirektor des Meteorologisch-Magnetischen Observatoriums bei Potsdam, Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Adolf Schmidt kraft Gesetzes in den Ruhestand getreten.

Zum gleichen Zeitpunkt sind der bisherige Abteilungsvorsteher und Professor Geh. Regierungsrat Dr. Süring zum Direktor und Professor des Meteorologisch-Magnetischen Observatoriums bei Potsdam, der bisherige Observator und Professor Dr. Nippoldt zum Abteilungsvorsteher der Magnetischen Abteilung, der bisherige Studienrat Dr. Kolhörster zum Observator der Meteorologischen Abteilung des Observatoriums ernannt worden.

An Stelle des aus dem Verbande des Instituts ausgeschiedenen Prof. J. Bartels wurde vom 1. April 1928 der wissenschaftliche Hilfsarbeiter Dr. Treibich zum Observator ernannt, die freie Hilfsarbeiterstelle dem wissenschaftlichen Angestellten Dr. Bock und dessen bisherige Stelle dem Dipl.-Ingenieur Grunow übertragen.

Der am 1. September 1928 zunächst bei der Bearbeitung der Klimakunde von Deutschland beschäftigte Volontär Dr. Dieckmann arbeitet seit Mitte Oktober in der Niederschlagsabteilung.

b) Mittlere, Unterbeamte und Angestellte.

Kraft Gesetzes sind in den Ruhestand versetzt: am 1. Oktober 1928 der Obersekretär i. e. R., Rechnungsrat Bauer, der dem Institut seit 1894 angehörte, zum 1. April 1928 der Hilfswerkmeister Kleinert, seit 1894 beim Meteorologisch-Magnetischen Observatorium bei Potsdam. An die Stelle des letzteren ist nach halbjähriger Probezeit der frühere Versorgungsanwärter Ewald Hiltrop aus Goslar getreten.

Vom 1. Mai 1928 ab sind der bisherige Verwaltungssekretär Ullé nach abgelegter Prüfung zum Obersekretär und der bisherige Kanzleiassistent Blechschmidt zum Verwaltungssekretär ernannt; die freie Kanzlistenstelle erhielt nach voraufgegangener Probepflichtleistung am 1. August 1928 der Kanzleidiätar Rudolf Müller.

Anstelle des mit dem 16. April zur Norddeutschen Wetterdienstorganisation übergetretenen Hilfsrechners Hersemeier trat am 1. Mai Heinz Lienek.

Personalbestand des Preußischen Meteorologischen Instituts am Schlusse des Jahres 1928.

Direktor: o. Univ.-Professor Dr. von Ficker (1. IV. 1923)¹⁾.

Stellvertreter: Abteilungsvorsteher u. Professor Dr. Lüdeling (1. X. 1892) [s. u.].

Bücherei und Drucklegung der Veröffentlichungen: Observator und Professor Dr. Knoch (15. I. 1905).

Beschäftigt beim Direktor: Frl. von Elsner.

Zentralbüro.

Verwaltungs-Oberinspektor: Rechnungsrat Seeliger (1. IV. 1895).

Verwaltungs-Inspektor: Kroll (1. IV. 1925).

Kasse: Obersekretär Piper (1. XII. 1908).

Registratur.

Obersekretär: Kriegler (18. I. 1909).

Kanzlei.

Kanzleisekretär: Lienek (1. V. 1902).

Kanzlist: Rud. Müller (1. VIII. 1928).

Amtsmeisterei.

Techn. Gehilfe: Tugend (1. VII. 1899).

Institutsgehilfe: Conrad (1. VII. 1914).

Pförtner: Institutsgehilfe Reinicke (1. VI. 1906).

Hilfsdiener: Sammüller (7. VII. 1926).

Buchbinder: Walter (1. II. 1925).

¹⁾ Die Zeitangaben in Klammern bedeuten den Eintritt in den Dienst des Instituts.

Zentralinstitut in Berlin.

Abteilung I: Stationen I, II. und III. Ordnung, Instrumentensammlung.

Abteilungsvorsteher u. Professor: Dr. Lüdeling (1. X. 1892) [s. o.]
 Observatoren u. Professoren: Dr. Schwalbe (1. IX. 1891), Dr. Joester
 (1. III. 1901).

Wissenschaftlicher Angestellter: Dipl.-Ing. Grunow (1. VIII. 1926).

Obersekretär: Ullé (1. III. 1921).

Beschäftigt in der Abteilung: Dr. Hoffmeister.

Abteilung II: Regenstationen.

Mit der Leitung beauftragt: Observator u. Professor Dr. Henze (1. X. 1902).

Observator u. Professor: Dr. Langbeek (1. IV. 1905).

Observatoren: Dr. Wussow (16. X. 1905), Dr. Treibich (1. X. 1923).

Verwaltungs-Inspektor: Ebert (14. II. 1902).

Verwaltungssekretär: Blechschmidt (1. VIII. 1920).

Beschäftigt in der Abteilung: Schütte.

Abteilung III: Gewitterstationen.

Abteilungsvorsteher u. Professor: Dr. Stade (15. VII. 1891).

Abteilung IV: Wetterdienst.

Abteilungsvorsteher und Professor: Dr. König (1. VII. 1910).

Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter: Dr. Booss (1. X. 1923).

Wissenschaftlicher Angestellter: Dr. Thomas (1. X. 1926).

Beschäftigt in der Abteilung: cand. phil. Wagemann, Ewert, Marzilger, Funker Thieroff.

Am Schlusse des Berichtsjahres waren außerdem folgende Aushilfskräfte beschäftigt:
 Ertel (Bücherei); Fr. Witzke (Zentralbüro); Fr. Isigkeit, Frau Müller,
 Lienek, Fr. Mager (Abt. D); Dr. Dieckmann, cand. Wiegel, Teetz,
 Frau Henning (Abt. II); Besser (Abt. III); cand. Grünberg, Fr.
 Fetting, Peters, Frau Willke (Abt. IV); Keiser (Zeichner).

Observatorium bei Potsdam.

Vorsteher: Direktor und Professor Geh. Regierungsrat Dr. Süring
 (1. IV. 1890) [s. u.].

Verwaltungs-Inspektor: Nielboeck (1. X. 1921).

Kastellan u. Hilfswerkmeister: Hiltrop (1. IV. 1928).

Gärtner und Heizer: Geitner (1. X. 1906).

Meteorologische Abteilung.

Abteilungsvorsteher und Professor: Geh. Regierungsrat Dr. Süring
 (1. IV. 1890) [s. o.].

Observatoren und Professoren: Dr. Kühl (1. IV. 1896), Dr. Marten
 (15. VIII. 1897).

Observatoren: Dr. Kähler (1. IV. 1907), Dr. Schindelhauer (1. IV. 1911),
 Dr. Kolhörster (1. X. 1928).

einer Parallelstation in Göttingen, außerdem Abschriften der Beobachtungen aller Thüringischen Stationen (7 Stationen II. O. und 2 Stationen III. O.) sowie des Observatoriums in Danzig (Freistaat) und der (von der Rhön-Rossitten-Gesellschaft eingerichteten) Stationen Gersfeld und Obernhausen.

Von den genannten 187 Stationen liegen 144 Stationen höherer Ordnung und 16 Stationen, die nur Sonnenschein beobachten, in Preußen. Die Verteilung auf die einzelnen Provinzen und die Zugehörigkeit zu den einzelnen Gliedstaaten zeigt die folgende Zusammenstellung:

Preußen.

- | | |
|---------------------|---|
| Ostpreußen: | II. O. Insterburg, Königsberg (Sternw.), Marggrabowa, Osterode, Rossitten (Runder Berg), Tilsit. |
| | III. O. Heilsberg, Marienburg, Ortelsburg, Rossitten, Stallupönen.
⊙ Marggrabowa (Wasserturm), Osterode (Seminar), Rossitten. |
| Grenzmark: | II. O. Deutsch Krone, Fraustadt. |
| Brandenburg: | II. O. Berlin (Invalidenstr.), Dahlem, Frankfurt a. O., Jüterbog, Landsberg a. W., Insel Scharfenberg.
III. O. Angermünde, Berlin (Friedrichshain), Buch, Groß-Dölln, Kleinbeeren, Kottbus, Kyritz, Neuwedell.
⊙ Hoppenrade. |
| Pommern: | II. O. Greifswald, Köslin, Lauenburg, Muhlendorf, Neu-Hammerstein, Putbus, Stettin.
III. O. Greifenberg, Heinrichshof, Reinwasser.
⊙ Kolbergermünde. |
| Schlesien: | I. O. Schneekoppe.
II. O. Arnsdorf, Beuthen, Breslau, Friedland, Görlitz, Grünberg, Habelschwerdt, Krietern, Landeck, Lautawerk, Liegnitz, Oppeln, Proskau, Ratibor, Reinerz, Schreiberhau, Wang, Ziegenhals.
III. O. Charlottenthal, Grunwald, Krummhübel, Rosenberg, Simsdorf, Weigelsdorf.
⊙ Niesky, Warmbrunn. |
| Sachsen | I. O. Brocken.
II. O. Bitterfeld, Erfurt, Gardelegen, Halle, Leunawerk, Magdeburg, Nordhausen, Quedlinburg, Schmatzfeld, Torgau.
III. O. Eigenrieden, Eisleben, Krüssau.
⊙ Erfurt. |
| Schleswig-Holstein: | II. O. Büsum, Flensburg, Helgoland, Husum, Neumünster, Westerland.
III. O. Marienleuchte, Schleswig, Wyk.
⊙ Kiel, Meldorf, Westerland. |

Hannover:	II. O. Celle, Emden, Göttingen, Hameln, Hannover, Hildesheim, Klausthal, Lüneburg, Nienburg, Norderney, Osnabrück, Soltau, Stade.
	III. O. Bremervörde, Schöninghsdorf. ⊙ Emden (außer dem Baltentore).
Westfalen:	II. O. Arnsberg, Bochum, Herford, Hövelriege, Kahler-Asten, Münster.
	III. O. Alt Astenberg, Dortmund, Siegen. ⊙ Lüdenscheid, Münster (Schleuse).
Hessen-Nassau:	II. O. Aßmannshausen, Frankfurt a. M., Fulda, Geisenheim, Hattenheim, Kassel, Kl. Feldberg, Marburg, Oberlahnstein, Wasserkuppe, Wiesbaden, Witzenhausen.
	III. O. Brotterode, Gelnhausen, Hauptschwenda, Salzburg, Weilburg.
Rheinprovinz:	II. O. Aachen, Berncastel, Elberfeld, Essen, Kleve, Köln, Krefeld, Leverkusen, Neuwied, Schloßböckelheim, Trier.
	III. O. Blankenrath, Coblenz, Kaisersesch, Schneifelforsthaus. ⊙ Möhnewarte, Poppelsdorf.
Hohenzollernsche Lande:	II. O. Hechingen.
	III. O. Sigmaringen.
Andere Gliedstaaten.	
Mecklenburg-Schwerin:	II. O. Kirchdorf, Marnitz, Rostock, Schwerin, Waren.
	III. O. Dömitz, Güstrow.
Mecklenburg-Strelitz:	II. O. Neubrandenburg. ⊙ Neubrandenburg.
Oldenburg:	II. O. Edewechterdamm, Elsfleth, Jever, Lönigen, Oldenburg.
	III. O. Birkenfeld, Eutin, Vechta.
Braunschweig:	II. O. Braunschweig, Helmstedt.
Anhalt:	II. O. Bernburg, Dessau, Harzgerode, Köthen.
	III. O. Sandersleben, Zerbst.
Waldeck:	III. O. Mengerhausen.
Bremen:	II. O. Bremen.
Lübeck:	II. O. Lübeck.

Von wesentlichen Änderungen an den Stationen II. bzw. III. Ordnung selbst ist hervorzuheben, daß in Groß-Dölln, Liegnitz, Putbus, Ratibor und Stettin ein Wechsel des Beobachters stattgefunden hat und in Arnsdorf, Brotterode, Herford, Rossitten (⊙ Stat.) eine Umstellung der Instrumente vorgenommen wurde. Die Stationen III. O. Nienburg und Soltau wurden zu Stationen II. O. erweitert.

Mit Bezug auf das Personal der Stationen kann ich zu meiner großen Freude erwähnen, daß Herr Professor Dr. Lüstner in Geisenheim sein 25jähriges Beobachter-Jubiläum feiern konnte.

Dem Jubilar möge auch an dieser Stelle wärmste Anerkennung und aufrichtigster Dank für seine treue und wertvolle Mitarbeit im Dienste der Wissenschaft ausgesprochen sein!

Ganz besonderer Dank gebührt aber auch einigen anderen Beobachtern, die 30 Jahre und länger die Beobachtungstätigkeit ausgeführt haben und diese nur infolge ihres hohen Alters im Berichtsjahre niederlegten, nämlich den Herren Rektor Koschmieder in Liegnitz (30 Jahre Beob.), Fachschulvorsteher Selke in Stettin (35 Jahre Beob.) und Lehrer Thiel in Schwarzenborn (38 Jahre Beob.).

Leider ist auch der Tod eines verdienten und langjährigen Beobachters, des Stadtobergärtners Heute in Beuthen O/S. (Beob. seit 1915), zu beklagen.

Das Institut wird ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Von den oben aufgeführten Stationen II. O. sind einige als Stationen I. O. anzusehen, da sie für fast alle meteorologischen Elemente Registrierapparate besitzen. Hierzu gehören Aachen, Bremen, Essen, Frankfurt a. M., Kahler-Asten, Kleiner Feldberg (Taunus), Krietern. Da jedoch diese Stationen dem Preußischen Meteorologischen Institut nur die Beobachtungen im Umfange von Stationen II. O. zugehen lassen, so werden sie in seinem Netze auch als solche geführt.

An einer größeren Zahl von Stationen sind ferner Registrierinstrumente für einzelne oder mehrere Elemente im Gange. Sie leisten nicht nur zur Kontrolle der Terminbeobachtungen gute Dienste, sondern finden auch vielfach Verwendung bei Auskünften und Gutachten, zur Beantwortung praktischer Fragen, zu wissenschaftlichen Untersuchungen besonderer Witterungserscheinungen, vor allem auch der Gewitter.

Bezüglich der weiteren Ausrüstung der Stationen mit Registrierinstrumenten ist zu erwähnen, daß die Station Grünberg einen Hydrostatischen Böenmesser erhielt.

Insgesamt verfügte Abteilung I Ende 1928 über Aufzeichnungen von 36 Barographen, 33 Thermographen, 19 Hygrographen, 13 Anemographen und 64 Sonnenscheinautographen. (Die Registrierinstrumente von Potsdam sind hierbei nicht mitgerechnet).

Die Aufarbeitung der Rückstände ist auch im Berichtsjahre aufs kräftigste gefördert worden. Von den Ergebnissen der Beobachtungen an den Stationen II. und III. Ordnung konnte Jahrgang 1925 zur Ausgabe gelangen und Jahrgang 1926 soweit verarbeitet werden, daß

der Druck im ersten Vierteljahr des neuen Jahres beginnen kann. Vom Sammelband 1919—1923, dessen erster Teil bereits im Jahre 1926 erschienen ist, wurde jetzt auch Teil II in Druck gegeben. Der Neudruck der „Anleitung zur Anstellung und Berechnung der Beobachtungen an den deutschen meteorologischen Stationen“, Teil II, wird sich voraussichtlich in etwa 3 Monaten erledigen lassen.

Ein sehr hohes Maß an Arbeit erwuchs der Abteilung durch die Abgabe von Auskünften und Berichten (s. auch unter 6., S. 26). Außer dem allmonatlich in der Statistischen Korrespondenz erscheinenden „Deutschen Witterungsbericht“ lieferte die Abteilung eine außerordentlich große Zahl von Gutachten und Auskünften an Behörden und an Privatpersonen, auch wurde sie in immer weiterem Umfange bei Einrichtung von meteorologischen Privatstationen in landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Betrieben, bei Saatzuchtgesellschaften, in Kurorten, vor allem aber auch an Schulen als Beratungsstelle und zur Vermittlung bei Beschaffung der Instrumente in Anspruch genommen.

Die im vorjährigen Berichte von besonderen Arbeiten erwähnte Eichung der Sonnenscheinautographenkugeln nach Campbell-Stokes wurde durchgeführt, die Ergebnisse unterliegen z. Zt. der weiteren Bearbeitung. Diese Eichungen gaben übrigens den Anlaß dazu, die Frage der Sonnenscheinautographen nach Campbell-Stokes in ihrem ganzen Umfange erneut einer Erörterung zu unterziehen. Nach einem Beschlusse der Direktoren-Konferenz in Stuttgart (Oktober 1928) wurde das Preuß. Meteorologische Institut damit betraut, weitere Untersuchungen über die Herstellung und Beschaffenheit der Kugeln, des Gestells und des Registrierpapiers für den Campbell-Stokes'schen Autographen vorzunehmen. Ebenso wurde dem Meteorologischen Institut seitens jener Konferenz die Vergleichung der Normalbarometer der deutschen Beobachtungsnetze übertragen. Mit beiden Arbeiten ist noch im Berichtsjahre begonnen worden.

Schließlich möge noch erwähnt werden, daß damit begonnen wurde, eine Kartothek von Lichtbildern der Stationen höherer Ordnung anzulegen, um jederzeit von den örtlichen Verhältnissen einer Station ein möglichst anschauliches Bild zur Verfügung zu haben. Von etwa $\frac{2}{3}$ aller Stationen sind die photographischen Aufnahmen bereits eingegangen.

(Den Bericht über die der Abteilung I angegliederten Instrumentensammlung s. unter 5. „Sammlungen des Zentralinstituts“, S. 23).

Regenstationen.

Die zur Durchführung des auf Anregung der Landesanstalt für Gewässerkunde mit Unterstützung des Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten ins Leben gerufenen wasserwirtschaftlichen Meldedienstes und zur Herausgabe der „Wochenberichte über Niederschlag und Temperaturverlauf in Norddeutschland“ und der „Monatsberichte über die Niederschlagsverhältnisse in Norddeutschland“ notwendigen Organisationsarbeiten können nunmehr als abgeschlossen gelten. Am wasserwirtschaftlichen Meldedienst waren am Ende des Berichtsjahres 102 Stationen beteiligt, deren tägliche Meldungen von den für die einzelnen Stromgebiete zuständigen Wetterdienststellen gesammelt und alsdann täglich der Landesanstalt für Gewässerkunde zugestellt werden. Aber auch die Oderstrombauverwaltung in Breslau und das Staubeckenbauamt in Ottmachau, sowie die Wasserstraßendirektion in Hannover erhalten von einer Anzahl ausgewählter Stationen direkte Niederschlagsmeldungen, und es darf als ein weiteres Zeichen zunehmender Nutzenanwendung der Niederschlagsmessungen in der Wasserwirtschaft gedeutet werden, daß im abgelaufenen Berichtsjahr auf Antrag der Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen in Potsdam und des Herrn Landesdirektors der Provinz Brandenburg in Berlin im Gebiet der Havel und der Spree ein gleichartiger täglicher Sondermeldedienst mit 16 bzw. 6 Berichtsstationen eingerichtet wurde und auch im Ruhrgebiet 3 Stationen im Interesse des Ruhrverbandes zu einer täglichen Berichterstattung an das Meteorologische Observatorium in Essen angewiesen worden sind. Ebenso sind der neugegründete Lippe-Verband, der Niers-Verband sowie das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk durch den Herrn Regierungspräsidenten in Trier an das Meteorologische Institut mit Vorschlägen des weiteren Ausbaues des Regenstationsnetzes in ihren Gebieten unter Zusicherung, im gegebenen Fall auch fördernd mitzuwirken, herangetreten. Es ist selbstverständlich, daß die Niederschlagsabteilung bemüht ist, allen Wünschen nach Vermehrung von Stationen, soweit es möglich ist, gerecht zu werden, sie wird andererseits dabei aber stets darauf bedacht sein, die einheitliche und organisatorische Entwicklung des Netzes zum Zweck einer zusammenfassenden Überwachung in ihren Händen zu behalten.

Die Zahl der im Berichtsjahr erteilten Auskünfte beläuft sich auf 779. Die Anfragen ergingen von wasserwirtschaftlichen, wie landwirtschaftlichen Kreisen, von Finanz- und Kulturbauämtern; vielfach

wurden langjährige Beobachtungsreihen angefordert, die zu Unterlagen für Talsperren- oder Kanalbauten dienen sollten. Zahlreich waren auch wieder die Auskünfte, die zur Klärung und Entscheidung von Zivil- und Strafprozessen verlangt wurden. Eine regelmäßige monatliche Abgabe von Zusammenstellungen z. T. mit erläuterndem Text wurden laufend an folgende Dienststellen abgegeben: 1. Öffentliche Wetterdienststelle in Königsberg i. Pr., 2. Kulturbauamt in Lötzen, 3. Landwirtschaftskammer für die Grenzmark Posen-Westpreußen in Schneidemühl, 4. Landesanstalt für Gewässerkunde in Berlin, 5. Charlottenburger Wasser- und Industriewerke in Berlin, 6. Allgemeine Elektrizitätswerke in Berlin, 7. Zeitschrift „Die Deutsche Zuckerindustrie“ in Berlin, 8. Finanzamt in Nauen, 9. Kulturbauamt in Neuruppin, 10. Wasserbauamt in Rathenow, 11. Landesfinanzamt in Magdeburg, 12. Landwirtschaftskammer der Provinz Sachsen in Halle a. S., 13. Kanalbauamt für den Mittellandkanal in Merseburg, 14. Wasserstraßendirektion in Hannover, 15. Badische Anilinfabrik A.-G. in Hannover, 16. Kulturbauamt in Lüneburg, 17. Kreisbauamt in Lüchow, 18. Neubauamt in Hamm, 19. Wasserbauamt in Kassel, 20. Landwirtschaftskammer in Sigmaringen, 21. Bayerische Landesstelle für Gewässerkunde in München, 22. Landesamt für Wetter- und Gewässerkunde in Darmstadt, 23. Sächsische Landeswetterwarte in Dresden, 24. Hydrologische Staatsanstalt in Prag.

Die seit 1926 in Deutschland eingeführte Regenversicherung hat im Berichtsjahr in etwa 600 Fällen die Mitarbeit von Niederschlagsbeobachtern in Anspruch genommen, eine Sonderleistung, für die den Beobachtern eine vereinbarte Vergütung direkt von den Versicherungsgesellschaften gezahlt wurde.

Als ein großer Nachteil wurde es immer empfunden, daß das Meteorologische Institut bei der Knappheit der ihm dafür zur Verfügung stehenden Mittel die Regenstationen durch seine eigenen Beamten nur selten besichtigen lassen kann. Denn dadurch geht nicht nur die nötige persönliche Fühlung mit den Beobachtern verloren, vor allem verändern sich im Laufe der Zeit die Verhältnisse an manchen Stationen derartig, daß die Bedingungen für einwandfreie Ergebnisse nicht mehr erfüllt sind, ohne daß das Institut davon etwas erfährt. Es wird daher dankbar begrüßt, daß unter Billigung des vorgesetzten Ministeriums die Vorstände der Kulturbauämter, in wenigen Fällen auch die Oberförstereien, vom Herrn Minister für Landwirtschaft, Domänen und Forsten angewiesen worden sind, bei ohnedies notwen-

digen Dienstreisen fortan auch die Regenstationen des Meteorologischen Instituts zu besichtigen. Jede Station soll wenigstens alle 3 Jahre einmal, nach Möglichkeit aber öfter, besucht werden. Die Besichtigung beschränkt sich einzig und allein auf die Ausfüllung eines Fragebogens, von einer Kontrolle der Beobachter, wie manche von ihnen anzunehmen scheinen, kann keine Rede sein.

Die Aufarbeitung der zurückliegenden Jahrgänge der „Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen“ hat im Berichtsjahr insofern Fortschritte gemacht, als in ihm die beiden Jahrgänge 1925 und 1926 und zwar in dem gleichen Umfang wie der Jahrgang 1924 mit täglichen Niederschlagswerten von etwa 300 und den Monats- und Jahressummen von sämtlichen an das Meteorologische Institut berichtenden Stationen zur Ausgabe gelangten. Leider ist die weitere Aufarbeitung in letzter Zeit durch häufige z. T. langdauernde Erkrankungen innerhalb der Abteilung wesentlich aufgehalten worden, so daß der Jahrgang 1927 später, als vorgesehen war, erscheinen dürfte.

Die „Wochenberichte über Niederschlag und Temperaturverlauf in Norddeutschland“ und die „Monatsberichte über die Niederschlagsverhältnisse in Norddeutschland“ sind hinsichtlich ihrer Gestaltung und ihres äußeren Umfanges unverändert geblieben, abgesehen von einer Stationsübersichtskarte größeren Formates, die an Stelle der bisherigen Schlüsselkarte künftighin zu Beginn des Abfluß- bzw. des Kalenderjahres beigegeben werden soll. Die Öffentliche Wetterdienststelle Berlin hat es sich angelegen sein lassen, die Wochenberichte einschließlich der Schneedeckenübersichten auch in diesem Jahr auf der Rückseite ihrer Tageswetterkarten abzudrucken und sie so einem noch weiteren Interessenskreise zuzuführen.

Die Zahl der Stationen, von denen im Jahre 1928 monatlich Niederschlagsbeobachtungen eingesandt wurden, betrug 2586, davon waren 170 höherer Ordnung, 136 Stationen gehörten dem thüringischen Stationsnetz an. An der wöchentlichen Berichterstattung mit Angabe täglicher Niederschlagsmengen, täglicher Schneedeckenhöhen und z. T. auch Wassergehaltsbestimmungen der Schneedecke beteiligten sich 277 Stationen, davon auf Grund besonderer Vereinbarungen mit den betreffenden meteorologischen Zentralstellen 14 sächsische, 8 thüringische und 4 oberhessische Stationen; von den 102 Stationen des wasserwirtschaftlichen Wetternachrichtendienstes gaben tägliche Meldungen ab an die

Öffentliche Wetterdienststelle in Königsberg	. .	10	Stationen
„ „ „ Breslau-Krietern	. .	17	„
„ „ „ Magdeburg	. .	26	„
„ „ „ Frankfurt a. M.	. .	17	„
„ „ „ Aachen	. .	15	„
Landesanstalt für Gewässerkunde in Berlin	. .	17	„

Eine Erweiterung des mit Schreibregennessern ausgerüsteten Stationsnetzes hat sich im Berichtsjahre leider nicht durchführen lassen. Da aber namentlich auch die Wasserwirtschaft, wie aus häufigen Anfragen zu entnehmen ist, besonderen Wert auf Niederschlagsregistrierungen legt, indem nur sie über die Intensität und die Dauer starker Regenfälle Aufschluß geben, so wird es in den nächsten Jahren Aufgabe der Niederschlagsabteilung sein müssen, den weiteren Ausbau dieses Stationsnetzes im Interesse der Praxis nach Möglichkeit zu fördern. Dagegen konnte die Zahl der mit einem Gebirgsregennmesser von 500 qcm Auffangfläche versehenen Stationen um 5 vermehrt werden, und zwar wurden solche Instrumente im Laufe des Jahres aufgestellt im Riesengebirge in Wolfshau, am Schlesierhaus und an der Neuen Schlesischen Baude, im Glatzer Bergland in Bielendorf und Wölfelsgrund. Auch wurden für die im Zusammenhang mit dem wasserwirtschaftlichen Meldedienst erforderlichen Schneedeckenbeobachtungen weitere 35 Schneepegel aus Institutsmitteln abgegeben.

Durch Tod verlor die Niederschlagsabteilung im Jahre 1928 folgende langjährige verdiente Mitarbeiter: Rektor i. R. Peker in Lenzen (Beobachter seit 1890), Obersteiger a. D. Eisfelder in Grund (1890), Hauptlehrer Sack in Schermbeck (1892), Apotheker Elsner in Ziebingen (1898), Lehrer Raack in Übigau (1901), Apothekenbesitzer Hoffmann in Prieborn (1906), Oberamtmann Jäger in Könkendorf (1909).

Gewitterstationen.

Nachdem im Laufe der vorher vergangenen vier Jahre aus den in den letzten Berichten geschilderten Gründen die Zahl der Gewitterstationen auf rund 1000 eingeschränkt worden war, hat im Berichtsjahre das Stationsnetz keine wesentliche Änderung mehr erfahren. Das Stationsnetz kann seine Aufgabe nur dann erfüllen, wenn es wenigstens so dicht bleibt, daß der Überblick über die Entwicklung der Gewitter

und ihre Begleiterscheinungen gesichert ist. Bei der augenblicklichen, wenn auch bescheidenen Stationszahl ist diese Gewähr noch gegeben, wenn an allen Stationen lückenlos und sorgfältig beobachtet und regelmäßig gemeldet wird. Deshalb mußte auch in den zahlreichen Fällen, in denen Beobachter, vielfach durch Versetzung in ein anderes Amt oder in den Ruhestand und dadurch veranlaßte Verlegung ihres Wohnsitzes, gezwungen waren, die Beobachtungen niederzulegen, darauf Bedacht genommen werden, für sofortigen zuverlässigen Ersatz zu sorgen, was auch in der überwiegenden Zahl derartiger Fälle — 104 — gelungen ist. Dem unvermeidlichen Fortfall einer glücklicherweise nur geringen Zahl von Stationen standen 10 Neugründungen gegenüber, die teils zur Verdichtung des Netzes an solchen Stellen, wo sich örtliche Einflüsse auf die Gewittertätigkeit geltend machen, zweckmäßig erschienen, teils in Berücksichtigung freiwilliger Meldungen zur Mitarbeit erfolgten.

19 Stationen wurden nach Nachbarorten verlegt, die dem alten Standort so nahe sind (Entfernung unter 5 km), daß die Station an der neuen Stelle als Fortsetzung der alten gelten kann.

In die oben genannte Stationszahl sind die 16 hessischen Stationen einbegriffen, deren Gewittermeldungen dem Preußischen Meteorologischen Institut von der Hessischen Landesanstalt für Wetter- und Gewässerkunde in Darmstadt abschriftlich übermittelt werden.

Unter den Berichten über besondere Erscheinungen, die neben den Gewitter- und Wetterleuchtenmeldungen beim Institut eingingen, befanden sich u. a.: 5 über Kugelblitze, 9 über Tromben, 2 über Mondregenbogen, 1 über Nordlicht, 4 über Meteore und 4 über Erdbeben.

Die Ergebnisse der Gewitterbeobachtungen des Jahres 1926 wurden im abgelaufenen Jahre fertig aufgearbeitet und die Hauptergebnisse ebenso, wie bereits für 1924 und 1925 und vorher schon durch Herrn Professor Dr. Arendt für 1922 und 1923 geschehen, in Anlehnung an die von dem Letzteren für den Band 1919—1921 gewählte Form druckfertig gemacht. Von der geplanten Drucklegung des Sammelbandes 1922—1926 muß indessen Abstand genommen werden.

Die im Jahre 1927 auf der Grundlage des nunmehr für 40 Jahre vorliegenden Gewitterbeobachtungsmaterials begonnene Neubearbeitung der Gewitterverhältnisse Norddeutschlands wurde fortgesetzt, auch

wurde gegen Jahresschluß mit der Bearbeitung der Gewitterverhältnisse Gesamtdeutschlands im Rahmen der im Jahre 1927 in Angriff genommenen Klimakunde von Deutschland begonnen.

Die Herstellung von Isobrontenkarten erfolgte nur für einige besondere Fälle, im Zusammenhang mit Untersuchungen über bemerkenswerte Witterungsvorgänge.

Auskünfte und Gutachten wurden in 27 Fällen erteilt, und zwar an wissenschaftliche Anstalten, Elektrizitätswerke und Elektrizitätsgesellschaften, Gerichte und sonstige Behörden, Versicherungsgesellschaften und Private.

Auch im Jahre 1928 wurde dem Institut leider wieder eine größere Anzahl von Gewitterbeobachtern durch den Tod entrissen. Außer den bereits in den Berichten der Abteilungen I und II genannten Beobachtern, die auch Gewitter meldeten, nämlich den Herren Obergärtner Heute in Beuthen (Beobachter seit 1915) und Hauptlehrer Sack in Schermbeck (1901) verlor es noch die Gewitterbeobachter: Pfarrer i. R. Störzner in Ronneburg (1887), Lehrer Haverkamp in Schapen (1897), Pastor Lic. Fromberger in Deutsch Lissa (1899), Geheimen Sanitätsrat Dr. Röehling in Misdroy (1900), Forstmeister Grimm in Saalburg (1904), Hauptlehrer Behneke in Oberndorf (1910), Inspektor i. R. Schulze in Burg bei Magdeburg (1918), Konrektor i. R. Stumme in Mühlberg (Elbe) (1924), Hauptlehrer Müller in Jeringhave (1925), Dipl. Gartenbauinspektor Erdmann in Brühl (1927) und Kantor i. R. Stöckel in Mühlberg (Elbe) (1928).

4. Wetterdienst.

Auch in diesem Jahre erfuhr der praktische Wetterdienst wieder weitere Ausdehnung. Entsprechend dem im Winter schon bestehenden Schneemeldedienst aus den Sportgebieten wurde während der Sommermonate in Gemeinschaft mit allen anderen deutschen Wetterdienststellen erstmalig ein besonderer Wetternachrichtendienst aus den Hauptreisegebieten des Deutschen Reiches organisiert, dessen Meldungen der Öffentlichkeit in besonderen Mitteilungen zugänglich gemacht wurden. Der Berliner Wetterdienststelle ist die Geschäftsführung für diese beiden Sonderorganisationen übertragen worden, die in enger Fühlungnahme mit den daran besonders interessierten Verkehrsverbänden des gesamten Reiches eingerichtet wurden. Im Winter wurde ferner der Frostwarnungsdienst weiter ausgebaut und von einer

großen Zahl von Abonnenten, hauptsächlich Bauämtern, Baufirmen, Verkehrsorganisationen, Handelsgesellschaften usw. in Anspruch genommen. Zur Orientierung der ländlichen Kreise über die vielseitige Verwendungsmöglichkeit des Wetterdienstes überhaupt wurden mehrere Reisen zu Landratsämtern des Wetterdienstbezirkes unternommen und zum Teil durch Vorträge vor Kreisbehörden ergänzt. Auch die Beziehungen zu Wirtschaftskreisen aller Art wurden entsprechend den an alle Wetterdienststellen ergangenen Weisungen des Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten weiter gepflegt bzw. planmäßig neu aufgenommen, wobei die hiesige Dienststelle in Berlin als dem Sitz zahlreicher Spitzenverbände häufig nützliche Arbeit für den gesamten deutschen Wetterdienst leisten kann. Da bei Vorbereitung solcher Aufgaben wie überhaupt zur Abwicklung dieses sogen. Wirtschaftssonderdienstes zahlreiche oft zeitraubende Verhandlungen notwendig sind, wurde Herr Dr. Pundt, der aus einer Industrie- und Handelskammer hervorgegangen ist und in entsprechender Tätigkeit schon an einer anderen Wetterdienststelle gewirkt hatte, für die hiesige Wetterdienststelle gewonnen. Die zunehmende Entwicklung des Wirtschaftssonderdienstes machte es bald notwendig, die telefonische Beantwortung der sich stetig vermehrenden privaten Auskünfte abzulehnen, um die der Wirtschaft gegenüber eingegangenen Verpflichtungen erfüllen zu können. Um den privaten Anfragern einen Ersatz zu bieten, wurde mit der Deutschen Reichspost ein Abkommen getroffen, nach welchem die Fernsprechteilnehmer des Berliner Ortsnetzes die tägliche Vorhersage auch bei der Telegrammaufnahme des Haupttelegraphenamtes erfragen können, so daß zu der Bekanntgabe der Prognosen durch Presse und Rundfunk ein weiterer wichtiger und bequemer Verbreitungsweg hinzugetreten ist.

Bei den Bestrebungen, einheitlichere Arbeitsmethoden im deutschen Wetterdienst einzuführen, war die Berliner Dienststelle weiterhin sehr beteiligt. Vor allem wurde von ihr im Verein mit der Breslauer Wetterdienststelle ein System der Darstellung aller Elemente auf den Wetterkarten ausgearbeitet, welches nunmehr bei allen Wetterdienststellen und Flugwetterwarten zur Einführung gekommen ist. Um die Einrichtungen und die Arbeitsweise unserer Wetterdienststelle kennen zu lernen, besuchten sie nicht nur viele einzelne Gäste, sondern auch Gesellschaften, Lehrerverbände und Klassen von Unterrichtsanstalten der verschiedensten Art. Auch wurden die Vorträge zur Verbreitung und Vertiefung wetterkundlicher Kenntnisse fortgesetzt und namentlich

in Lehrerkursen, aber auch vor landwirtschaftlichen oder sportlichen Vereinigungen u. a. abgehalten. Dabei leistet eine im Laufe der letzten Jahre geschaffene Lichtbildersammlung gute Dienste. Die wachsende Berücksichtigung der Wetterkunde in den Schulen kommt durch einen vermehrten Bezug der Wetterkarte zum Ausdruck, die zu Unterrichtszwecken an Schulen zum Selbstkostenpreis abgegeben wird. Im internen Wetterdienst wurden Verfahren zu einer objektiven Kritik der Prognosen erprobt, neben der täglichen Vorhersagetätigkeit wurden weitere Untersuchungen über Großwetterlagen und einzelne besonders auffallende Witterungserscheinungen durchgeführt.

An der Funkempfangsanlage erwiesen sich wiederum Verbesserungen notwendig, um der ständig sich wiederholenden Schwierigkeiten Herr zu werden. Eine Besichtigung der Empfangsanlage in Zürich diente als Vorbereitung für die Errichtung der immer notwendiger werdenden Außenstation, die nach dem Muster von Zürich geplant ist, wo gute Erfahrungen mit einer solchen gemacht wurden. Die Neudeckung des Daches auf dem gesamten Dienstgebäude machte eine Neuauflistung der für den Wetterdienst gebrauchten meteorologischen Instrumente auf dem Hause erforderlich, außerdem wurde im Dachgeschoß ein Raum für die Druckerei ausgebaut, um den Büroraum der Wetterdienststelle von Lärm und Schmutz zu entlasten. Trotz dieses Zuwachses von einem Raum besteht der schon im vorigen Jahr erwähnte Platzmangel fort, zumal sich das Personal der Wetterdienststelle im Berichtsjahr von 14 auf 17 Köpfe vergrößert hat.

5. Sammlungen des Zentralinstituts.

Instrumente.

Neben der notwendigen Ergänzung der Bestände an Stationsinstrumenten wurden im Berichtsjahr 4 Kontaktanemometer, 3 Chronographen, 2 Anemographen Grunow-Blume, 1 Thermohygrograph, 3 Gebirgsregenschneemesser, sowie für besondere Untersuchungen 1 Ebertscher Ionen-Aspirationsapparat, 1 Wigandscher Keilsichtmesser, 1 Prüfapparat für Feuchtigkeitsmesser nach Bongards, 1 Hypsometer, 3 Siedethermometer, 3 Schleuderthermometer angeschafft.

Durch Bewilligung besonderer Mittel war die Anschaffung von 10 Sonnenscheinautographen und 25 Kugeln zum Sonnenscheinautographen möglich, die zur Ergänzung und Vereinheitlichung des Sonnenscheinregistriernetzes dienten.

An die Stationen wurden abgegeben:

5 Stationsbarometer	16 Thermographen
23 $\frac{1}{6}^{\circ}$ Thermometer	10 Hygrographen
5 $\frac{1}{2}^{\circ}$ Thermometer	2 Chronographen
31 Maximumthermometer	5 Sonnenscheinautographen
29 Minimumthermometer	8 Thermometerhütten
7 Six-Thermometer	88 Regenmesserpaare
18 Erdbodenthermometer	55 einzelne Regenmesser
32 Psychro-Aspiratoren	5 Gebirgsregenmesser
5 Haarhygrometer	2 registrierende Regenmesser
12 Anemometer	376 Meßgläser
1 Anemograph	1 Schneeausstecher
1 Hydrostat. Böenmesser	38 Schneepegel
8 Windfahnen mit Stärketafel	3 Wolkenspiegel.
12 Barographen	

Außerdem kamen noch zahlreiche Einzelteile verschiedenster Art sowie der Bedarf an Papierstreifen für die Registrierinstrumente zum Versand.

Zu Forschungszwecken wurde eine größere Anzahl von Instrumenten aus den Beständen des Instituts verliehen, und zwar:

an Herrn Oberstudiendirektor Dr. Pfann-München für die Anden-Expedition des deutsch-österreichischen Alpenvereins 3 Siedethermometer und 1 Aneroidbarometer,

an Herrn Dr. Rickmers für die Alai-Expedition 2 Aneroidbarometer, 2 Hypsometer, 3 Siedethermometer,

an Herrn Dr. Kohl für eine Expedition nach Süd-Georgien 1 Aneroidbarometer, 1 Hypsometer, 1 kleines Aßmannsches Aspirationspsychrometer, 1 Schleuderthermometer,

an Herrn Professor van Everdingen-De Bilt für eine Untersuchung im Harz 1 Aneroidbarometer, 1 Aßmannsches Aspirationspsychrometer, 1 Schleuderthermometer,

an Herrn Studienrat Demel-Deutsch Krone für Messungen auf einer Nordlandreise 1 Barograph, 1 Thermograph, 1 Wasserthermometer,

an Herrn Wittek-Grünberg 1 Libellenquadrant,

an die Schulfarm Scharfenberg 1 Schöpfthermometer und 1 Satz Erdbodenthermometer,

an die Bioklimatische Station in Swinemünde (Herrn Oberstudienrat Schröder) verschiedene Instrumente für Strahlungs-, Sicht- und Staubbmessungen.

Die Berliner Universität erhielt für eine im Universitätsgarten aufgestellte Thermometerhütte die erforderlichen Thermometer,

1 Barograph und 1 Thermohygrograph. — Nach Swinemünde, Rossitten, Braunlage, Ziegenhals wurden für bioklimatische Messungen Graukeilphotometer ausgeliehen.

Um die Möglichkeit zu haben, Änderungen, Verbesserungen sowie kleine Reparaturen an Instrumenten einwandfrei vorzunehmen, um ferner Hilfsapparate für instrumentelle Untersuchungen leicht anfertigen zu können, wurde in einem geeigneten Kellerraum des Instituts eine Werkstatt eingerichtet, die mit Drehbank, elektrischer Bohrmaschine, Glasblasetisch u. a. m. ausgerüstet ist.

Von der gesamten Instrumentensammlung wurde ein neues Inventarverzeichnis aufgestellt und eine Instrumenten-Kartothek angelegt.

Bücherei.

Im regelmäßigen Austauschverkehr wurden im verflossenen Jahre die Beziehungen zu Belgien auf Anregung des dortigen Zentral-Instituts wieder aufgenommen. Damit sind, was die meteorologischen Institute anbetrifft, alle vor dem Kriege bestehenden Verbindungen wieder angeknüpft.

Dank liebenswürdiger Unterstützung der Notgemeinschaft wurde es möglich, einige als sehr empfindlich empfundene Lücken in ausländischen Zeitschriften aufzufüllen, was der laufende Büchereifonds nicht gestattet haben würde.

Der Zuwachs war auch in diesem Jahre erfreulich hoch. Er betrug 1018 Nummern, so daß am Ende des Berichtsjahres der Gesamtbestand der Bücherei an selbständigen Werken und Sonderdrucken die Zahl 37 687 erreicht hatte.

Leider ist aber die im vorjährigen Bericht bereits erwähnte Überfüllung der Regale nicht beseitigt worden, so daß die Unterbringung der Neueingänge immer mehr auf Schwierigkeiten stößt.

Da die Sammlung als Fachbibliothek einen hohen Grad der Vollständigkeit erreicht hat, wird sie in steigendem Maße durch Studierende und andere Personen, die außerhalb des Instituts stehen und auch häufig von auswärts kommen, benutzt. Hinsichtlich der immer wieder gestellten Anträge auf Ausleihungen von Büchern muß aber betont werden, daß die Bücherei des Instituts zunächst Präsenzbücherei ist und daß Ausleihungen nur ganz ausnahmsweise stattfinden können.

6. Besondere Arbeiten im Zentralinstitut.

Zu den ständigen Obliegenheiten des Instituts gehört die Erledigung der Gesuche von Behörden und Privatpersonen um meteorologische Auskünfte, deren Zahl sich im Berichtsjahre auf 2453 belief (gegen 1808 im Vorjahre). Davon wurden von Abt. I 1647, von Abt. II 779 und von Abt. III 27 bearbeitet.

Von den Auskünften entfielen auf:

Gerichtsbehörden	147	Landwirtschaft und Forsten	130
Kultur- und Wasserbauämter	132	Berufsgenossenschaften und Schiedsgerichte	59
Militärbehörden und Truppenteile	15	Versicherungsanstalten	401
Finanzämter	99	Städtische Verwaltungen	125
Deutsche Reichsbahngesellschaft	45	Rechtsanwälte	71
Sonstige Behörden	331	Sportverbände	60
Wissenschaftliche Anstalten	154	Privatleute	375
Elektrizitätswerke u. Gesellschaften	72		
Industrie-, Handels- und Bauunternehmungen	237		

Nach ihrem Inhalt bezogen sich auf:

Menge und Form der Niederschläge	874	Gewitter	34
Luftdruck	56	Mehrere Witterungselemente zugleich	644
Temperatur	376	Klimatische Verhältnisse	134
Bewölkung, Sonnenschein, Helligkeit	92	Meteorologische Literatur	49
Windrichtung und Stärke	123	Instrumente	71

Die Mehrzahl der Auskünfte sind als Gutachten im eigentlichen Sinne anzusehen, da sie eingehendere Erwägungen erfordern; nur selten bestehen sie aus einfacheren Mitteilungen von Tatsachen oder Abschriften von Beobachtungsergebnissen.

Bearbeitung einer Klimakunde von Deutschland.

Die Arbeiten des Berichtsjahres bestanden in der Hauptsache noch in der bereits im vorjährigen Bericht erwähnten Neuberechnung der zahlenmäßigen Unterlagen für die Periode 1881—1925. Die Zusammenstellungen bezüglich Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung und Wind wurden beendet und nach Prüfung des gesamten Materials auf Homogenitätsstörungen und etwaige andere Fehler die neuen Mittelwerte für fast alle Elemente berechnet. Daneben ist mit der kartographischen Darstellung der Verbreitung der einzelnen Elemente in den Monaten und im Jahre begonnen worden. Die Karten der Temperaturverteilung im Meeresniveau, der absoluten und relativen Feuchtigkeit, sowie der Bewölkung liegen bereits vor. Die

Bearbeitung der wirklichen Temperaturverteilung und des Luftdrucks ist nahezu beendet.

Außer den schon im vorigen Jahre genannten Kräften war vom 1. Januar bis 6. Dezember Herr Nawrotzki als Rechner beschäftigt. Daneben nahm vom 1. September bis 15. Oktober Herr Dr. Dieckmann an den Arbeiten als Volontär teil.

7. Das meteorologisch-magnetische Observatorium.

Allgemeines.

Die baulichen Veränderungen am Hauptgebäude beschränkten sich auf die notwendigste Ausbesserung von Sachschäden, insbesondere wurden die Kessel der Heizungsanlage gründlich überholt. Mit einer Neupflasterung der Zufahrtsstraße wurde begonnen.

Es ist beabsichtigt, die von Herrn Geheimrat Schmidt benutzte Dienstwohnung in Laboratorien und Bürozimmer umzuwandeln, da die Zahl der jetzigen Räume schon lange nicht mehr ausreicht. Insbesondere die von Medizinern geäußerten Wünsche nach Eichung und Vervollkommnung von Apparaten zur Messung der Sonnen- und Himmelsstrahlung lassen sich nur dann erfüllen, wenn genügend Platz zu experimentellen Arbeiten geschaffen ist.

Über die Vorarbeiten für den Bau eines neuen magnetischen Observatoriums bei Niemegek wird unter „Magnetische Arbeiten“ berichtet.

Meteorologische Beobachtungen und Arbeiten.

Die regelmäßigen Beobachtungen wurden durch Messungen der Sonnen- und Himmelsstrahlung in verschiedenen Strahlungsbereichen so viel wie möglich ergänzt; der Jahrgang 1928 der „Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen in Potsdam“ wird auch einige Registrierungen der Sonnenstrahlung bringen. Der Jahrgang 1927 ist Ende des Jahres als Nr. 360 der „Veröffentlichungen des Preuß. Meteorologischen Instituts“ im Druck erschienen. Das Versuchsfeld für Verdunstungsmessungen wurde durch einen Regenschutz für einen Verdunstungskessel und eine ohne Gehäuse aufgestellte Verdunstungswage erweitert (Süring). Für die Höhenbestimmungen niedriger und mittelhoher Wolken wurde ein Entfernungsmesser mit einer 2 m-Basis gekauft.

Zur Verbesserung des Instrumentariums für Strahlenforschung wurde ein Ultra-Violett-Doppelmonochromator beschafft. Für schnelle Messungen gefilterter Sonnenstrahlung wurden von dem am Observatorium beschäftigten Stipendiaten der „Notgemeinschaft“ Dr. K. Büttner eine große Zahl von Kombinationen aus Farbglass und Gelatinefiltern rechnerisch und experimentell untersucht. Eine vorläufige Mitteilung über solche Filter hat Dr. Büttner in der Meteorolog. Zeitschr. 1928 S. 272—274 veröffentlicht. Zur Erprobung dieser Filter bot sich bald Gelegenheit, da die „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ dem Berichterstatter in großzügiger Weise Mittel zur Untersuchung der Durchlässigkeitsänderung der Sonnenstrahlung mit der Höhe zur Verfügung gestellt hatte. Die Beobachtungen hierfür wurden im Juni und September in den Tiroler Alpen durchgeführt (Süring, Marten, Büttner); in kollegialer Weise beteiligten sich hieran auch der Direktor des Instituts für kosmische Physik in Innsbruck, Prof. A. Wagner und dessen Assistent Dr. Ekhart sowie Herr Dr. Händel in Hoch-Serfaus. Als Basisstation diente Prutz (870 m) im oberen Inntal, als Station in mittlerer Höhe das kleine Observatorium oberhalb Serfaus (1800 m) und als Hochstation das Brandenburger Haus der Sektion Mark Brandenburg des Deutsch-Österreichischen Alpenvereins auf den Ötztaler Alpen (3270 m). Der Sektion Mark Brandenburg schulden wir für Erleichterungen und Vergünstigungen bei Benutzung des „Brandenburger Hauses“ lebhaften Dank. An diesen Stationen wurden Sonnenstrahlung und teilweise auch Himmelsstrahlung in 10 verschiedenen Wellenbereichen zwischen 0.3 und 1.4 μ gemessen. In verschiedenem Umfange wurden gleichzeitig korrespondierende Strahlungsmessungen in Muottas Muraigl (Ober-Engadin), Davos, Arosa, Sonnblick (Hohe Tauern), Zugspitze, Schömberg in Württemberg, Drachenstation Bodensee, Taunus-Observatorium, Gießen, Wahnsdorf bei Dresden, Potsdam, Wyk auf Föhr und Danzig angestellt, so daß auch strahlungsklimatisch wertvolles Material gesammelt ist.

Prof. Kühl setzte die Messungen der kurzwelligen Strahlung von Sonne und Himmel mit photoelektrischen Kalium- und Cadmiumzellen im wesentlichen in gleicher Weise fort wie in den vorigen Jahren. Bei der Kaliumzelle wurden zur weiteren Unterteilung des Spektralbereiches eine Anzahl der neuen Schott'schen Farbfilter erprobt und drei davon dauernd in Gebrauch genommen. Als charakteristisch für die Himmelsstrahlung wurden bisher regelmäßig ein

Himmelsstück von 5° Radius im Zenith und im Sonnenvertikal senkrecht zur Sonnenrichtung, außerdem die unmittelbare Sonnenumgebung bis 5° Radius gemessen. Unter einer horizontalen Milchglasplatte kann man mit gewisser Annäherung die Strahlung des gesamten Himmels, nach Art der Weber'schen Helligkeitsmessungen, bestimmen; diese Größe soll künftig dauernd mit einer Kaliumzelle registriert werden, wie es vorübergehend schon im vorigen Jahr gelegentlich der Sonnenfinsternisexpedition in Vittangi geschah. Es wurden Versuche in dieser Richtung angestellt und ein Registrierapparat dazu bei der Firma Toepfer-Potsdam in Auftrag gegeben.

Prof. Marten hat sich im Berichtsjahre vorwiegend mit instrumentellen Untersuchungen beschäftigt. Die zwischen den beiden Standardinstrumenten Ångström und Abbot aufgetretene Unstimmigkeit hat er nach langem Suchen endlich aufklären können. Eine Mitteilung darüber erscheint in diesem Bericht. Im Anschluß daran wurde mit einer verbesserten Apparatur der Randeffektfehler beim Ångström neu bestimmt, und er ist dabei zu Ergebnissen gelangt, die seine früheren Messungen nahezu bestätigen. Ferner ist unter Verwertung aller bisherigen Erfahrungen ein Umbau des Bimetallaktinometers Michelson fertiggestellt. Die praktische Erprobung dieses neuen Typs soll jetzt in Angriff genommen werden. Ein großer Teil der Arbeitszeit wurde auch der Vorbereitung, Durchführung und Verarbeitung der Strahlungsexpedition nach Tirol sowie der Aufarbeitung der Registrierungen des Moll-Gorczynski-Aktinographen gewidmet.

Die in den Vorjahren von Dr. Albrecht hergestellten bzw. benutzten Meßgeräte zur Untersuchung und Registrierung der Sonnen-, Himmels- und Effektivstrahlung wurden teils weiter verbessert (Heizbandaktinometer und Effektivpyranometer), teils auf ihre Fehlerquellen untersucht (Solarimeter). Ihre Empfindlichkeit wurde soweit gesteigert, daß bei allen Strahlungsgeräten anstelle der photographischen Registrierung die mechanische eingeführt werden konnte. Die Apparate haben damit ihre endgültige Gestalt erhalten. Besonders eingehend wurde das Effektivpyranometer untersucht. Die Registrierung des Strahlungshaushaltes in Potsdam wurde während einiger über das ganze Jahr verteilten Monate zuerst photographisch, dann mechanisch durchgeführt. Einzelversuche über den Einfluß der Bewölkung auf die Effektivstrahlung, sowie Versuche über die Filterung der Ausstrahlung wurden begonnen. Eine Veröffentlichung über die

Messung und Registrierung der Strahlungsdifferenz Ausstrahlung-Einstrahlung mit einem Effektivpyranometer ist in der Meteorologischen Zeitschrift 1928 S. 465—473 erschienen.

Die Bearbeitung der gelegentlich der totalen Sonnenfinsternis 1927 zu Vittangi in Lappland angestellten Messungen und Registrierung von Strahlung und Himmelselligkeit hat im Berichtsjahre noch umfangreiche Anschlußmessungen erfordert, ist aber jetzt nahezu beendigt.

Das Interesse auswärtiger Gelehrter für die Potsdamer Strahlungsmessungen zeigte sich u. a. in der Benutzung des Observatoriums-Gastzimmers, das fast ständig belegt war. Einen mehrtägigen bis mehrmonatigen Aufenthalt im Observatorium nahmen die Herren Dr. Bider-Basel, Dr. W. Grundmann-Breslau, Dr. Hasché-Danzig, Professor Dr. Harada-Tokyo, Professor Kaygorodov-Minsk, Dr. Möriköfer-Davos, Oberarzt Dr. W. Schultze-Gießen, Dr. Tichy-Ober-Schreiberhau. Gelegenheit zu weiterer Fühlungnahme mit verwandten wissenschaftlichen Bestrebungen, insbesondere seitens der Mediziner, bot sich auf der ersten internationalen „Lichtkonferenz“ in Lausanne (10.—13. September) und auf der im Rahmen des Hamburger Naturforschertages veranstalteten Zusammenkunft der Deutschen Gesellschaft für Lichtforschung. Prof. Süring trug in Lausanne über „photoelektrische Messungen in verschiedenen Spektralbereichen“, in Hamburg über „Forschungsmethoden der Sonnen- und Himmelsstrahlung“ vor.

Die Zahl der Schallmessungen der „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ war in diesem Jahre stark eingeschränkt; die systematische Anlage eines Beobachtungsnetzes für die einzelnen Versuche, die hierzu erforderliche Umarbeitung der älteren Instrumente (Undographen), sowie die Beschaffung neuer, verbesserter Apparate erforderte jedoch viel Arbeit (Kühl).

Der Ausbau der inneren Einrichtung des luftelektrischen Beobachtungshauses machte nur langsame Fortschritte, hauptsächlich deshalb, weil die zur Registrierung der Leitfähigkeit benutzten Schulze'schen Quadranten-Elektrometer Isolationsfehler zeigten, welche schließlich zu einem gründlichen Umbau führten. Neubeschafft wurde ein Lutz'sches Saiten-Elektrometer mit Registriervorrichtung. Der von Hilfswerkmeister Kleinert nach Angabe von Dr. Kähler und Dr. Voigt gebaute Meßkondensator für schwerbewegliche Elektrizitätsträger wurde fertiggestellt. Mit der schon im vorigen Jahre erwähnten

Meßvorrichtung für elektrische Leitfähigkeit wurden die ersten Registrierungen erhalten (Kähler, Stipendiat Voigt, Stipendiat Scholz). Die von Dr. Voigt vorgeschlagene und erprobte Verwendung einer Selenzelle zur Registrierung des Potentialabfalles von Quadrantenelektrometern wurde von Dr. Scholz unter Benutzung von zwei in Differentialschaltung liegenden Selenzellen weitergeführt und bis zu einer Registrieranordnung ausgebaut (beschrieben in Phys. Z. 29, 1928, S. 702—705). Über die Brauchbarkeit der Methode bei längerer Benutzung müssen weitere Erfahrungen gesammelt werden. Über Versuche betreffs des Zusammenhanges zwischen elektrischer Leitfähigkeit der Atmosphäre mit der Kondensationskernzahl, insbesondere nachts und in den ersten Morgenstunden hat Dr. Scholz eine vorläufige Mitteilung in den Naturwissenschaften 16, 1928, S. 760 bis 761 veröffentlicht.

Mit der provisorisch zusammengebauten Apparatur zur Aufzeichnung der Niederschlags Elektrizität wurden einige Monate lang Kurven aufgenommen, welche zeigten, daß die Papiergeschwindigkeit nicht ausreicht, um die schnell veränderlichen Vorgänge bei Böenregen klar wiederzugeben. Wegen Versagens des Registrierwerkes (Reibung der Trommel) mußten die Versuche abgebrochen werden. Die Registrierung der Tropfendichte wurde gleichfalls eine kurze Zeitlang probeweise betrieben. Die Tropfen fallen durch einen sehr kleinen Auffangzylinder hindurch auf eine Membran, welche ein abgeschlossenes Luftvolumen in Schwingungen versetzt. Durch ein Mikrophon werden die Schwingungen auf einen Zweiröhrenverstärker übertragen. Im Anodenkreis der letzten Röhre, die als Gleichrichter arbeitet, liegt ein empfindliches Relais, welches Zeitmarken an einem Fueß'schen Chronographen schreiben läßt. Man kann so die mittlere pro Flächeneinheit fallende Tropfenzahl aufzeichnen und aus der gleichzeitig registrierten Niederschlagsmenge die Größe der Tropfen berechnen. Die Versuche geben gute Resultate, der Aufnahmeapparat ist so empfindlich, daß er noch gegen Windeinflüsse geschützt werden muß (Schindelhauer).

Die Ergebnisse der einjährigen Aufzeichnungen der Richtung elektromagnetischer Störungen wurden bearbeitet und veröffentlicht. Die Registrierungen werden fortgesetzt. Mit Hilfe der Telefunken-gesellschaft wurde ein entkoppelter Empfänger für kurze Wellen fertiggestellt. Auf dem Bereich der hohen Frequenzen sollen die elektromagnetischen Störungen für einige Zeit aufgezeichnet werden. Material

und Meßinstrumente stellte die Notgemeinschaft zur Verfügung. U. a. wurden auch eine Braun'sche Röhre zur Beobachtung der Kurvenform der Störungen sowie die dazugehörigen Nebenapparaturen beschafft (Schindelhauer).

Untersuchungen über durchdringende Höhenstrahlung sind seit dem 1. Oktober als neues Arbeitsprogramm aufgenommen, nachdem Dr. W. Kolhörster als Observator in das Preußische Meteorologische Institut eingetreten ist. Zur Zeit werden von ihm an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt u. a. die Versuche über Richtungsbestimmung und Absorptionsmessungen von Gamma-Strahlen (vorläufige Mitteilung in Naturw. 16, 1928, S. 1044—1045) fortgesetzt und Messungen mittels des Flugzeuges in verschiedenen Höhen vorbereitet.

Dr. F. Löhle hat sich als Stipendiat der „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“ seit dem 1. April am Meteorologischen Observatorium mit Lichtzerstreuung und Sichtweite beschäftigt. Nach Versuchen mit einem aus Beständen des Observatoriums behelfsmäßig zusammengesetzten lichtelektrischen Fernrohr-Photometer, welches aber die charakteristischen Helligkeitsunterschiede des Potsdamer Horizonts gut zu messen gestattet, wurde ein vollkommeneres Instrument von den Askaniawerken in Friedenau gebaut und während des Oktober auf dem Sonnblick in den Hohen Tauern erprobt. Bestimmungen des Zerstreuungskoeffizienten bei verschiedenen atmosphärischen Zuständen wurden unter Verwendung eines aus einem Zelt hergestellten „schwarzen Körpers“ auf den Nuthewiesen bei Potsdam ausgeführt. Die Brandenburgische Landesanstalt und Bethlehemstiftung (früher Landesanstalt für Epileptische) stellte hierzu bereitwilligst Gelände und Unterkunftsraum für Apparate zur Verfügung.

Magnetische Arbeiten.

Als wichtigstes, die Magnetische Abteilung betreffendes Ereignis ist zu erwähnen, daß mit dem 1. Oktober des Berichtsjahres der seit dem gleichen Datum im Jahre 1902 amtierende Vorsteher, Herr Geheimrat Professor Dr. Adolf Schmidt, seit 1909 zugleich Vorsteher, seit 1927 Direktor des Gesamtobservatoriums, in den Ruhestand getreten ist. Damit verliert das magnetische Observatorium den Leiter, der ihm die Stellung eines führenden Instituts innerhalb der erdmagnetischen Wissenschaft erwirkt hat.

Die Leitung der Abteilung ging am gleichen Tage an den seitherigen Observator und Professor Dr. Nippoldt über, laut Ministerialverfügung vom 17. Oktober 1928.

Während im Vorjahre noch von dem ungestörten, gleichmäßigen Fortgang der Arbeiten der magnetischen Observatorien berichtet werden konnte, muß diesmal mitgeteilt werden, daß die Beobachtungen in Potsdam völlig stillgelegt worden sind. Nachdem schon 1908 die Variationsbeobachtungen, soweit sie als die täglichen Variationen im Druck zur Darstellung kommen, in das Filial-Observatorium zu Seddin verlegt werden mußten, sind wir nun auch gezwungen worden, die absoluten Beobachtungen nach Seddin zu verpflanzen, und die Registrierungen in Potsdam sind als gänzlich wertlos geworden bis auf einen kleinen Rest eingestellt.

Die Notwendigkeit zur Durchführung dieser einschneidenden Maßnahme ergab sich aus der Einführung des elektrischen Betriebs mit Gleichstrom auf der sogenannten Stadtbahn von Berlin nach Potsdam. Über die dadurch entstandene Sachlage und die einstweilige Behebung der durch sie entstandenen Schwierigkeiten unterrichtet eine ausführliche Darstellung im Anhang dieses Berichtes.

Die schon im vergangenen Jahre einsetzenden Erkundungsfahrten zur Aufsuchung eines geeigneten Geländes für Errichtung eines neuen Observatoriums führten anfangs 1928 zur endgültigen Wahl eines solchen in der Nähe der Stadt Niemegk, südwestlich von Potsdam-Seddin. Von dem Magistrat der Stadt, unter Führung des Bürgermeisters Temming, lag ein in jeder Beziehung günstiges Angebot vor, so daß Geheimrat Schmidt dem vorgesetzten Ministerium den Entwurf zu einem Vertrag mit der Stadt mit der Bitte um Genehmigung vorlegen konnte. Diese erfolgte am 21. Juni 1928. Schon vorher war nach Verhandlungen zwischen allen beteiligten Ministerien und der Deutschen Reichsbahngesellschaft m. b. H. die grundsätzliche Zustimmung zur Verlegung der Observatorien nach einem ungestörten Ort der Sache und den Kosten nach erfolgt.

Neben die zunächst noch nach dem alten Programm fortlaufenden Arbeiten traten schon im ersten Halbjahr 1928 die die Vorlegung vorbereitenden Sonderbeobachtungen, vor allem Vergleichsmessungen und Prüfungen der betreffenden Instrumente durch Prof. Nippoldt und Dr. Bock. Es handelte sich dabei auch um die Anpassung eines Satzes Toepferscher Variometer an die speziell vorliegenden Zwecke, eine Aufgabe, der sich Obermechaniker Urbanski mit großem Geschick unterzog. Über die Durchführung dieser Messungen wird der Text zu den Ergebnissen des Jahres 1928 eingehend berichtet. Am 14. Juni wurden die ersten, vom 17. bis 20. September die letzten

Instrumente in Seddin zur Aufstellung gebracht. Die zweite Hälfte des Berichtsjahrs war in der Hauptsache der Nachjustierung der nun in Seddin arbeitenden Instrumente gewidmet, eine Aufgabe, die im wesentlichen durch Dr. Bock unter Assistenz von Dr. Fanselau besorgt wurde.

Unabhängig von diesem neuen lief daneben der reguläre Betrieb des Observatoriums Seddin weiter, wie seither unter der Leitung von Prof. Venske stehend. In personeller Beziehung trat in Seddin insofern eine Änderung ein, als seit 1. März der Staatliche Förster Hillebrand mit der seither allein tätigen nichtständigen Hilfskraft Kraatz wochenweise in der täglichen Bedienung der Instrumente abwechselte. Kraatz verließ zudem Mitte Juli die von ihm innegehabte Wohnung im Observatorium, die nun von dem Arbeiter der Forst Kuhnersdorf Derdey bezogen wurde, der damit den allgemeinen Wachdienst übernahm. Da das absolute Häuschen jetzt alle früher in Potsdam getätigten absoluten Messungen aufzunehmen hat, ergab sich die Notwendigkeit, für Heizung desselben zu sorgen. Es gelang dies ohne Entstehung neuer Kosten durch Überführung zweier kupferner Öfen aus dem Potsdamer Observatorium; allerdings mußten sie von Gasbetrieb in solchen mit Petroleumflammen umgearbeitet werden, was Obermechaniker Urbanski bewerkstelligte; auch das Legen der notwendigen elektrischen Signal- und Lichtleitungen war seine Aufgabe.

Am 1. Oktober wurde der Stipendiat der Notgemeinschaft, Dr. Fanselau, der Magnetischen Abteilung zur Beschäftigung überwiesen, mit der besonderen Aufgabe, die Säkularvariation des Magnetismus der Erde zu untersuchen. Dazu tritt die Nebenaufgabe, den Einfluß des Mondes auf die magnetischen Variationen des Observatoriums auf Samoa festzustellen. Was den laufenden Dienst anbelangt, ist also zu Ende des Berichtsjahrs noch kein Ersatz für die durch Aufrücken des Observators Nippoldt frei gewordene Observatorstellung eingetreten.

An Veröffentlichungen erschienen im Berichtsjahr die Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam und Seddin im Jahre 1926 (Lfd. Nr. d. Instituts 356), während jene für 1927 noch vor Ablauf des Jahres in Druck gegeben werden konnten. Da das Jahr 1927 das letzte reguläre der seitherigen Reihe sein wird, ist Gelegenheit genommen, den ungemein reichen textlichen Inhalt aller erschienenen Bände durch ein Sachregister der Fachwelt übersichtlich zu-

gänglich zu machen, das diesem Bande beiliegen wird. In dem von Herrn Geheimrat Schmidt begründeten und nunmehr den Abhandlungen des Instituts angegliederten „Archiv des Erdmagnetismus“ erschien im Laufe des Jahres 1928: O. Venske, „Die Mondperiode der erdmagnetischen Vertikalkomponente nach den Registrierungen des Potsdamer Magnetographen in den Jahren 1891—1905“ und Ad. Schmidt, „Einfluß des Mondes auf die erdmagnetischen Elemente in Potsdam und Seddin während der Jahre 1905—1924“, beide Arbeiten zusammen als Nr. 357 der laufenden Reihe der Veröffentlichungen des Instituts (Abhandl. Bd. 11, Heft 1; Archiv Heft 7).

Das im vorigen Bericht als von Prof. Venske geprüft erwähnte Instrument zur Bestimmung der Horizontalintensität auf galvanischem Wege — Hersteller die Askania-Werke in Berlin — ist in das Eigentum des Observatoriums übergegangen. Der Reisetheodolit Hechelmann blieb auch 1928 an die Schweizerische Meteorologische Landesanstalt zu Händen des Herrn Prof. Brückmann verliehen. Dagegen wurde das seit Mai 1924 an das Geophysikalische Observatorium Groß-Raum der Universität Königsberg zu Händen des Privatdozenten Dr. Errulat entlehene Magnetometer Schulze Ende August nach einem von Stud. Börstinger in Seddin ausgeführten Schlußvergleich an das Observatorium zurückgegeben.

Außer diesem Anschluß fanden noch folgende weitere statt: Prof. Dr. Schuh-Rostock verglich für seine magnetische Aufnahme von Mecklenburg eine magnetische Feldwage für Vertikalintensität nach Ad. Schmidt; Dr. Schedler und Herr M. Toperczer, beide von der Hohen Warte zu Wien, verglichen ihre Instrumente zur Neuaufnahme Österreichs; Dr. Rössiger-Klaustal verglich sein von ihm erfundenes Magnetron zur Bestimmung der Horizontalintensität. Bis hierher fanden die Vergleiche noch in Potsdam statt; dagegen mußten wegen der nun einsetzenden Störungen seitens der elektrifizierten Staatsbahn in Seddin vollzogen werden: der Anschluß der Instrumente der Carnegie-Institution durch Herrn Parkinson, jener der bayerischen durch Dr. Burmeister-München, ferner jener eines neuen Theodoliten Schulze und einiger Bordinstrumente des Estnischen Vermessungsschiffs „Cecilie“ durch Herrn Kapitän v. Gernet und Leutnant Weizenberg, und schließlich eine Temperaturuntersuchung des Tibetforschers Dr. Filchner.

Diese Anschlüsse fielen z. T. mitten in die Neuinstallation in Seddin, und es erwies sich für die Zukunft als unbedingt notwendig,

für solche Zwecke einen eigenen Pfeiler zu haben. Es wurde daher im November der Pfeiler des für solche Beobachtungen errichteten Außentempels beim Absoluten Haus in Potsdam nach Seddin gebracht und dort wieder im Freien unter einem kleinen Holzdache mit Glasfenster aufgestellt.

Die Anwesenheit dieser Fachfreunde gab willkommene Gelegenheit, wissenschaftliche Fragen zu besprechen, Anregungen zu erhalten und zu geben; das Gleiche gilt für die Besuche seitens anderer Gelehrter, vor allem einiger Herren von der Besatzung der „Carnegie“, die unter Führung des Kapitäns I. P. Ault das Observatorium besichtigten und woran sich umgekehrt unmittelbar ein Besuch des gerade in Hamburg liegenden Schiffes durch die Mitglieder des Potsdamer Observatoriums anschloß. Es sei auch an dieser Stelle für die außerordentlich freundliche Aufnahme an Bord der „Carnegie“ herzlichst gedankt.

Anfangs des Jahres erbat die italienische Regierung Auskunft über magnetische Beobachtungen in Spitzbergen, und zwar für die geplante Nordpolfahrt mit dem Luftschiff. Sowohl der Leiter, General Nobile, wie der Magnetiker Malmgreen kamen dann noch persönlich zu Rücksprachen über magnetische Fragen nach Potsdam. Ferner hatte Herr Oberregierungsrat Dr. Hessen Besprechungen wegen der Neueinrichtung von Wilhelmshaven und Professor Weickmann, Direktor des Geophysikalischen Instituts der Universität Leipzig, wegen Schaffung eines sächsischen magnetischen Observatoriums. Die Zusammenarbeit mit der Geophysikalischen Abteilung der Geologischen Landesanstalt von Preußen zu Berlin, d. h. mit Herrn Privatdozent Dr. Reich und Bergrat Dr. Kohl blieb in der gewohnten, gegenseitig befruchtenden Weise bestehen. Das ganze Berichtsjahr über arbeitete im Auftrage des Meteorologischen Instituts zu Tokio Herr Shuito Imamiti vom Magnetischen Observatorium zu Kakioka in der Abteilung, um unsere Arbeitsweise kennen zu lernen und zugleich einen großen Normaltheodoliten zu prüfen, den die japanische Regierung in der von Geheimrat Schmidt gegebenen und von den Askania-Werken gebauten Konstruktion bezogen hatte.

Von weiteren Fachgenossen, die das Observatorium besuchten, seien noch genannt Kapitän Claußen, Leiter der nautischen Abteilung der Marineleitung, Dr. Ed. Stenz-Lemberg, Professor Dr. A. Wegener-Graz und Oberst Ömer Kadri-Angora, der mit einigen Herren des türkischen Generalstabs kam, um wegen einer magnetischen Aufnahme seines Landes zu verhandeln.

Laut Verfügung des Ministeriums für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung ist dem Observatorium ein namhafter Betrag zur Einrichtung eines Physikalischen Laboratoriums zur Verfügung gestellt worden. Außerdem ist in dem nächstjährigen Etatansatz ein weiterer Betrag für Umwandlung der elektrischen Anlagen der alten, nun für andere Benutzung frei werdenden magnetischen Beobachtungshäuser eingesetzt. Für beides ist der genannten Behörde der größte Dank des Observatoriums auszusprechen. Der Zweck dieses Laboratoriums ist einerseits, die magnetischen Instrumente, welche zu geophysikalischen Zwecken verwendet werden, also insbesondere die Lokalvariometer aller Bauarten, praktisch und theoretisch durchzuarbeiten und weiter in enger Zusammenarbeit mit Geologen und Mineralogen die magnetischen Zustände der die Erdrinde bildenden Mineralien den wirklichen Tatsachen nach festzulegen und sie theoretisch und für die Zwecke der Praxis zu durchforschen. Näheres, auch über die geschichtliche Entwicklung dieses Planes wird der nächstjährige Bericht zu bringen haben.

8. Dienstreisen.

Den berichterstattenden Direktor führten an den Tagen vom 25.—27. März dienstliche Besprechungen mit dem Direktor der Bayerischen Landeswetterwarte nach München. In der Zeit vom 8.—11. Oktober nahm er in Stuttgart an der Hauptkonferenz der Direktoren der Deutschen Meteorologischen Institute und an der Besprechung der Leiter der Öffentlichen Wetterdienststellen der Norddeutschen Wetterdienst-Organisation teil.

Der Abteilungsvorsteher Professor Dr. Lüdeling besichtigte in den Tagen vom 7.—20. Mai die Stationen höherer Ordnung in Zerbst, Cöthen; Halle a. S., Erfurt, Nordhausen, Harzgerode, Quedlinburg, Klausthal, Braunschweig, Helmstedt und Magdeburg.

Am 10. Oktober nahm er an den Beratungen der Konferenz der Direktoren der deutschen meteorologischen Institute teil und schloß dann den Besuch der Stationen in Sigmaringen, Hechingen, Frankfurt a. M., Hattenheim, Geisenheim, Oberlahnstein, Neuwied, Köln, Essen und Münster sowie der Papierfabrik von Schleicher und Schüll in Düren an, wo er Verhandlungen über die Herstellung der Registrierstreifen für den Campbell-Stokesschen Sonnenscheinautographen führte. Am 16. und 17. November weilte er in Hamburg zur Teilnahme an der Tagung des Vereins der Badeärzte an der Nordsee.

Außerdem konnten im Berichtsjahre noch die folgenden Stationen höherer Ordnung besucht werden:

durch Observator u. Prof. Dr. Joester am 17. August die Station im Leunawerk bei Merseburg und vom 29. August bis 10. September Königsberg i. Pr. (Sternwarte und Flugplatz Devau) Rossitten (auch Fliegerschule), Insterburg, Tilsit, Stallupönen, Marggrabowa, Ortelsburg, Osteröde i. Ostpr., Heilsberg, Marienburg (Ostpr.), Deutsch-Krone,

durch Dr. Hoffmeister in der Zeit vom 21. Juni bis 1. Juli Celle, Herford, Münster, Essen, Aachen, Siegen, Marburg, Kassel, Witzenhausen, Göttingen und die Sonnenscheinstation Poppelsdorf, am 28. u. 29. November Kyritz, Gerdshagen (Anemometerstation) und Hoppenrade (Sonnenscheinstation),

durch Dipl. Ing. Grunow in der Zeit vom 1.—11. Juni Grünberg, Liegnitz, Krietern, Oppeln, Proskau, Rosenberg, Beuthen, Ziegenhals, Bad Landeck, Habelschwerdt und die Sonnenscheinstationen Warmbrunn und Niesky.

Zum Besuch von Regenstationen wurden im Berichtsjahre folgende Dienstreisen ausgeführt:

vom Observator u. Prof. Dr. Langbeck in den Tagen vom 7.—18. Juni nach Wehnen, Ramsloh, Westerstede, Neuenburg, Varel, Minsen, Wangeroog, Ruhwarden, Nordenham, Ovelgönne, Edeweicht, Edewechterdamm (Station III. Ordng.), Friesoythe, Kartzfehn, Nikolausdorf, Kloppenburg, Dinklage, Damme, Bückeburg, Stadthagen und Wölpinghausen,

vom Observator Dr. Treibich in der Zeit vom 29. Juni bis 7. Juli nach Röbel, Plau, Lübz, Drefahl, Friedrichsmoor, Barnin, Gadebusch, Schönberg, Rothenhusen, Boltenhagen, Wismar, Hohen-Viecheln, Brüel, Pässe, Bernitt, Doberan, Alt-Gaarz, Warnemünde, Groß-Müritz und Wustrow.

Geh. Reg.-Rat. Prof. R. Süring nahm vom 9.—14. September an der ersten internationalen „Lichtkonferenz“ in Lausanne teil.

Gelegentlich der Anwesenheit des eisenfreien Vermessungsschiffs „Carnegie“ der Magnetischen Abteilung der Carnegie-Institution zu Washington im Hafen von Hamburg besuchten zu verschiedenen Tagen Ende Juni, Anfang Juli alle Herren der magnetischen Abteilung dies schwimmende Observatorium.

Herr Professor Venske vollführte vom 16.—18. Dezember eine Dienstreise nach Göttingen, um vor der Bestellung einiger Maschinen für das in Potsdam geplante geophysikalische Laboratorium mit den Verfertigern Rücksprache zu nehmen.

Daneben laufen die Dienstreisen zwischen Potsdam und Seddin, deren Zahl seit Verlegung der Beobachtungen nach Seddin erheblich zugenommen hat, und einzelne Reisen nach Niemegek.

9. Veröffentlichungen.

Veröffentlichungen des Instituts.

- Nr. 355. Bericht über die Tätigkeit des Preußischen Meteorologischen Instituts im Jahre 1927. Erstattet vom Direktor. Mit einem Anhang, enthaltend wissenschaftliche Mitteilungen, und einer Biographie des Preußischen Meteorologischen Instituts 1847—1927. 8°. 161. (50) S.
- Der Anhang enthält: Ad. Schmidt, Gauß als Physiker, insbesondere als Erdmagnetiker. — W. Budig †, Der tägliche Gang der interdiurnen Veränderlichkeit der Lufttemperatur. — H. von Fieker, Veränderlichkeit der Tagestemperatur auf Teneriffa. — W. König, Über die Erschließung hoher Druckwellen durch Änderungskarten. — J. Hoffmeister, Zwei Berechnungen über vertikale Luftströme. — E. Reichel, Einfluß der Ostsee auf die Bewölkung über dem östlichen Norddeutschland bei antizyklonaler Wetterlage. — W. Kühl, Eichwerte der Potsdamer Kaliumzelle nach achtjährigen Messungen. — Ad. Schmidt, Enthalten die Variationen des Erdmagnetismus einen Bestandteil, der in Beziehung zur Sternzeit steht? — A. Nippoldt, Über eine anisotrope Magnetisierung der Erde. — O. Venske, Ein Vergleich der erdmagnetischen Normalinstrumente von Potsdam und Rude Skov. — R. Bock, Über Temperaturkoeffizienten von Magneten. (Vorläufige Mitteilung.) — R. Süring, Vergleichung von Verdunstungsmessungen. — F. Albrecht, Zur Theorie des Schwarzkugelthermometers. — K. Goetze, Landregen im Bergischen Lande. — J. Scholz, Zur Niederschlagsbildung in Vb-Depressionen. — Temperatur, Niederschlag und Sonnenschein im Jahre 1927 nach den Beobachtungen der im deutschen Witterungsbericht erscheinenden Stationen.
- Nr. 356. Ergebnisse der Magnetischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1926, von Ad. Schmidt. 4°. 39 S. 1 Kurventafel, 15 lose Kuvenblätter.
- Nr. 357. Abhandlungen Bd. IX, Nr. 1. Archiv des Erdmagnetismus, bearbeitet unter der Leitung von Ad. Schmidt. Heft 7. 4°. 80 S.
- Nr. 358. Ergebnisse der Niederschlags-Beobachtungen im Jahre 1925, von H. Henze. 4°. XXIII, 107 S.
- Nr. 359. Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II. und III. Ordnung im Jahre 1925, von G. Lüdeling. 4°. XV, 163 S. 1 Karte.
- Nr. 360. Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1927, von R. Süring. 4°. IV, 80 S.

Nr. 361. Ergebnisse der Niederschlags-Beobachtungen im Jahre 1926, von H. Henze. 4°. XXIII, 105 S.

Monatsübersichten der Witterung als Beilagen der vom Statistischen Landesamt herausgegebenen „Statistischen Korrespondenz“ unter dem Titel: „Deutscher Witterungsbericht für (Monatsname) 1928 nach Ergebnissen der einzelstaatlichen Beobachtungsnetze bearbeitet vom Preußischen Meteorologischen Institut“.

Monatsberichte über die Niederschlagsverhältnisse in Norddeutschland, bearbeitet von der Niederschlagsabteilung des Preuß. Meteorol. Instituts.

Wochenberichte über Niederschlag und Temperaturen von Norddeutschland, als Beilagen zur täglichen Wetterkarte, sowie zu freiem Bezug als Sonderblätter, herausgegeben von der Niederschlagsabteilung des Preuß. Meteorologischen Instituts.

Täglich eine Wetterkarte unter dem Titel: „Wetterkarte des öffentlichen Wetterdienstes, Dienststelle Berlin“.

Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen der Beamten.

H. von Ficker.

Meteorologie. In Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik. 11. Aufl., 5. Bd. 1. Hälfte, S. 1—170.

Veränderlichkeit der Tagestemperatur auf Teneriffa. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1927, S. 48—55.)

Bemerkungen über die meteorologischen Verhältnisse Teneriffas. (Sitzungsberichte der Preuß. Akademie der Wissenschaften. Phys.-math. Klasse, 1928, S. 303—316.)

Das meteorologische System von Wilhelm Blasius. (Die Naturwissenschaften 1928, S. 645—652.)

Temperaturveränderlichkeit in der nordatlantischen Passatzzone (Teneriffa). (Meteorol. Zeitschrift 1928, S. 222—224.)

Die Berechnung von Bewölkungsmitteln Teneriffas aus der Anzahl der heiteren und bedeckten Tage. (Ebenda, S. 302—305.)

Ad. Schmidt.

Gauß als Physiker, insbesondere als Erdmagnetiker (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1927, S. 41—46).

Enthalten die Variationen des Erdmagnetismus einen Bestandteil, der in Beziehung zur Sternzeit steht? (Ebenda, S. 89—97.)

Der Einfluß des Mondes auf die erdmagnetischen Elemente in Potsdam und Seddin während der Jahre 1905—1924 (Abhandlungen des Preuß. Meteorol. Instituts, Band IX, Nr. 1, Archiv des Erdmagnetismus, Heft 7, S. 25—80).

Einige Bemerkungen zu R. Bock: Ein neuer magnetischer Normaltheodolit
(Zeitschrift für Instrumentenkunde 1928, S. 1—14).

Ergebnisse der erdmagnetischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1927.
(Meteorol. Zeitschrift 1928, S. 229—231.)

Der Stand der erdmagnetischen Forschung. (Zeitschrift für Geophysik 1928,
S. 294—304.)

R. Süring.

Vergleichung von Verdunstungsmessern. (Bericht über die Tätigkeit des
Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1927, S. 118—127.)

Forschungsmethoden der Sonnen- und Himmelsstrahlung. (Zeitschr. für
wissenschaftl. Bäderkunde, 2. Jahrg., 1928, S. 585—590.)

Redaktion der „Meteorologischen Zeitschrift“ (gemeinsam mit F. M. Exner).

W. König.

Über die Erschließung hoher Druckwellen durch Änderungskarten. (Bericht
über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1927,
S. 56—61.)

Weitere Bemerkungen zu den Niederschlägen der Vb-Depressionen. (Meteorol.
Zeitschrift 1928, S. 29—31.)

Beitrag zur Frontentheorie. (Ebenda, S. 269—272.)

Ungewöhnliche Bahn einer Depression vom 29.—30. August 1928. (Zeitschrift
für angewandte Meteorologie. Das Wetter 1928, S. 321—325.)

Bericht über die diesjährige Wetterdienstkonferenz in Stuttgart. (Ebenda,
S. 344—345.)

A. Nippoldt.

Über eine anisotrope Magnetisierung der Erde. (Bericht über die Tätigkeit
des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1927, S. 97—105.)

Moderne Aufgaben der erdmagnetischen Forschung. (Forschungen und
Fortschritte 1928, S. 148—150.)

Kapitel „Der Erdmagnetismus“ in Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik,
11. Aufl., 5. Bd., 1. Hälfte, S. 398—484.

Magnetische Kräfte über dem Meere, Sammlung „Meereskunde“, Band 16,
1928, S. 1—28.

Anleitung zu wissenschaftlichem Denken. 11.—15. Auflage, Bonneß und
Hachfeld, Potsdam-Leipzig 1928.

O. Venske.

Ein Vergleich der erdmagnetischen Normalinstrumente von Potsdam und
Rude Skov. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol.
Instituts im Jahre 1927, S. 105—114.)

Die Mondperiode der erdmagnetischen Vertikal-Komponente nach den Registrierungen des Potsdamer Magnetographen in den Jahren 1891—1905. (Abhandlungen des Preuß. Meteorol. Instituts, Bd. IX, Nr. 1, Archiv des Erdmagnetismus, Heft 7, S. 1—24.)

K. Knoch.

Bericht über die Fortschritte der geographischen Meteorologie 1922—1925. (Geographisches Jahrbuch, Band 42, S. 127—228.)

Ergebnisse von Höhenwindmessungen auf dem Nordatlantischen Ozean und dem Karibischen Meer im April und Mai 1927. Zusammen mit A. Lohr. (Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte 46. Band. Nr. 2. 44 Seiten, 5 Taf.)

K. Kähler.

Über die elektrischen Vorgänge im Gewitter. (Meteorol. Zeitschrift 1928, S. 441—453.)

Über den Ursprung der Gewitterelektrizität. (Die Naturwissenschaften 1928, S. 95—100.)

F. Schindelhauer.

Radioaktive Niederschläge auf Hochantennen. (Physikalische Zeitschrift 1928, S. 479—487.)

Über elektromagnetische Störungen. Vortrag, gehalten am 20. September 1928 auf der 5. Hauptversammlung der Heinrich Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens, gelegentlich der Tagung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg. (Elektrische Nachrichtentechnik, November 1928.)

A. Treibich.

Über die Gefährdung von Flugzeugen durch Blitzschläge. (Zeitschrift für angewandte Meteorologie. Das Wetter 1928, S. 319—320.)

F. Albrecht.

Zur Theorie des Schwarzkugelthermometers. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1927, S. 127—139.)

Wolkenuntersuchungen und Rauhreifbeobachtungen auf dem Sonnblick im Sommer 1926. (Jahresbericht des Sonnblickvereins 1926, S. 25—28.)

Die Messung und Registrierung der Strahlungsdifferenz Ausstrahlung—Einstrahlung mit einem Effektivpyranometer. (Meteorol. Zeitschrift 1928, S. 465—473.)

R. Bock.

Über Temperaturkoeffizienten von Magneten. (Vorläufige Mitteilung.) (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1927, S. 114—118.)

- Ein neuer magnetischer Normaltheodolit. (Mit einigen Bemerkungen von Adolf Schmidt.) (Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1928. S. 1—14.)
Über die Schmidt'sche Methode der Bestimmung der Parameter von Stabmagneten. (Zeitschrift für Geophysik. 1928. S. 227—236.)

H. Thomas.

- Über die Berechnung der Mitteltemperatur einer Luftsäule. (Meteorol. Zeitschrift 1928, S. 60—63.)
Tabellen zur Differentialformel für barometrische Höhenmessung. (Ebenda, S. 64—66.)
Ein Beitrag zur Erkenntnis meridional verlaufender Druckschwankungen. (Ebenda, S. 305—306.)
Zur Methode der übergreifenden Mittelbildung. (Ebenda, S. 341—342.)
Über fünftägig geglättete Luftdruck- und deren vierundzwanzigstündige Differenzenkarten als Hilfsmittel zur Wettervorhersage. (Ebenda, S. 381—385.)

Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen der Stipendiaten.

E. Reichel.

- Der Wasserhaushalt des Coloradogebietes im südwestlichen Nordamerika. 8°. 82 S. (Geographische Abhandlungen, 2. Reihe, Heft 4. Auszug: Abfluß und Verdunstung im Coloradogebiet. 8°. 32 S. 1 Tafel. Inaugural-Dissertation Berlin 1928.)
Einfluß der Ostsee auf die Bewölkung über dem östlichen Norddeutschland bei antizyklonaler Wetterlage. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1927, S. 68—81.)
Die extremen Schwankungen des Jahresniederschlages in der subpolaren Zone. (Meteorol. Zeitschrift 1928, S. 291—299.)

K. Büttner.

- Filter für lichtelektrische Zellen. (Meteorol. Zeitschrift 1928, S. 272—274.)
Die durchdringende Strahlung in: »Handbuch der Experimentalphysik«, herausgeg. von W. Wien und F. Harms, Band 25, 1. Teil, S. 479 bis 523. Leipzig 1928.

F. Löhle.

- Vergrößerung und Nachtsicht. (Zeitschrift für Physik 1928, S. 80—91).
-

Anhang

enthaltend wissenschaftliche Mitteilungen

Nachruf auf Professor Dr. Theodor Arendt.

Von H. Stade.

Am 27. Juni des vergangenen Jahres verschied in Tabarz, wo er Linderung eines asthmatischen Leidens suchte, unerwartet im 68. Lebensjahre Professor Dr. Theodor Arendt, der 38 Jahre lang dem Preußischen Meteorologischen Institut, zuletzt — bis 1924 — als Vorsteher der Gewitterabteilung, angehört hat.

Am 16. September 1860 in dem anhaltischen Städtchen Raguhn (Kreis Dessau) geboren, besuchte er zunächst in Dessau, wo seinem Vater inzwischen ein Amt am Hofe des Herzogs von Anhalt übertragen worden war, die Realschule und dann, von der Obersekunda an, das Realgymnasium in Aschersleben, das er Ostern 1881 mit dem Zeugnis der Reife verließ, um zunächst in Jena, dann in Berlin und Halle sich dem Studium der Mathematik und der Physik zu widmen. Schon im Herbst 1884 wurde er in Halle auf Grund einer Dissertation: „Die Theorie der Elektrizitätsverteilung auf dem zweischaligen Rotationshyperboloide“ zum Doktor der Philosophie promoviert, und im Mai 1886 bestand er gleichfalls in Halle die Prüfung für den höheren Schuldienst.

Er widerstand jedoch der Versuchung, sich dem Lehrerberuf, der ihm früher eine Lebensstellung gesichert hätte, zuzuwenden, statt dessen suchte er, der schon in seinen ersten Studiensemestern durch seinen Jenaer Physiklehrer Schäffer in ihm erweckten Neigung zur Beschäftigung mit geophysikalischen Fragen folgend, Anschluß beim Preußischen Meteorologischen Institut, um die Methoden der meteorologischen Forschung kennen zu lernen. Nach kurzer — zunächst ehrenamtlicher — Tätigkeit, in der er sich mit den Aufgaben des Instituts vertraut machte, wurde er als wissenschaftlicher Hilfsarbeiter

dem Versuchsfelde zugeteilt, das das seit 1885 im Neuaufbau begriffene Meteorologische Institut in Groß-Lichterfelde bei Berlin eingerichtet hatte, um durch vergleichende Beobachtungen an verschiedenen Thermometeraufstellungen und an verschiedenen Regennessern für die Verwendung im norddeutschen Stationsnetz geeignete einheitliche Formen von Thermometerbeschirmungen und Regennessern zu ermitteln. Nach Abbruch dieser Beobachtungen — März 1887 — kam Arendt als Assistent zu der „allgemeinen und klimatologischen Abteilung“ des Instituts, die damals auch das Regennetz verwaltete, nach Berlin, wo er bis zum 1. April 1890 blieb, um dann als Assistent zu dem dem Meteorologischen Institut angegliederten Erdmagnetischen Observatorium in Potsdam übersiedeln. Am 1. Oktober 1892 erhielt er in der neuerrichteten meteorologischen Abteilung der zu diesem Zeitpunkte als „Meteorologisch-Magnetisches Observatorium“ neu in Dienst gestellten Potsdamer Anstalt die Stelle des ersten wissenschaftlichen Assistenten. Am 1. April 1896 wurde er unter Beförderung zum Ständigen Mitarbeiter an das Zentralinstitut nach Berlin zurückversetzt, wo er dann bis zum Abschluß seiner dienstlichen Laufbahn geblieben ist. Hier war er in verschiedenen Abteilungen beschäftigt; von 1899 bis 1907 war es ihm vergönnt, an der Seite des damaligen Institutsdirektors, Wilhelm v. Bezold, in der Vertrauensstellung eines persönlichen Mitarbeiters tätig zu sein. Während dieser Zeit — im Jahre 1903 — erhielt er in Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistungen das Prädikat als Professor. Als im Jahre 1909 der bisherige Leiter der Gewitterabteilung, Professor Dr. Süring, als Nachfolger des verstorbenen Professors Dr. Sprung zur Leitung der meteorologischen Abteilung des Potsdamer Observatoriums berufen wurde, erhielt Arendt die Gewitterabteilung, wodurch er nun auch dienstlich mit dem Forschungsgebiet in enge Verbindung gebracht wurde, auf dem er sich schon Jahre lang vorher durch umfangreiche Untersuchungen erfolgreich betätigt hatte. In dieser Stellung ist er 15 Jahre lang geblieben, bis er am 1. Mai 1924 in Auswirkung der preußischen Personalabbauverordnung vom 8. Februar 1924 in den einstweiligen Ruhestand versetzt wurde.

Mit gründlichen Vorkenntnissen auf mathematischem und physikalischem Gebiet ausgerüstet, mit vorbildlichem Fleiß und peinlicher Gewissenhaftigkeit begabt, hat Arendt alle Möglichkeiten ausgenutzt, um an der Vertiefung und Abrundung seines Wissens auf meteoro-

logischem und erdmagnetischem Gebiet zu arbeiten. Seine dienstlichen Obliegenheiten hat er auf jedem Platz, wohin er auch in den 38 Jahren seiner Zugehörigkeit zu den Mitarbeitern des Meteorologischen Instituts gestellt war, mit Pflichttreue und voller Hingabe erfüllt. Wie sehr vom Anbeginn seiner Tätigkeit im Institut seine Fähigkeit und seine Zuverlässigkeit geschätzt wurden, geht daraus hervor, daß ihn bald nach seinem Eintritt der damalige Direktor, W. v. Bezold, zu dessen Vorlesungsassistenten er bestellt war, zeitweilig, während eigener Erkrankung, mit der Weiterführung seiner akademischen Vorlesungen betraute und ihm wenige Jahre später, während seiner Assistentenzeit am Magnetischen Observatorium, über ein halbes Jahr hindurch dessen selbständige Leitung anstelle des erkrankten Vorstehers überließ. Daß er auch seine dienstfreie Zeit mit nie erlahmendem Eifer für eigene wissenschaftliche Untersuchungen ausnutzte, hat die ihm dargebrachte Wertschätzung noch erhöht.

Für Arendts ernstes Streben, die von ihm erwählte Wissenschaft zu fördern, ist Beweis die Fülle von größeren und kleineren Arbeiten, in denen er Fragen aus den verschiedensten Gebieten der Meteorologie und des Erdmagnetismus behandelte.

Seine Tätigkeit am Magnetischen Observatorium gab ihm Veranlassung, sich mit dem Wesen des Erdmagnetismus, mit seinen Beziehungen zu den elektrischen Vorgängen in der Atmosphäre und mit dem Polarlicht zu beschäftigen; über den letzteren Gegenstand hat er wertvolle Berichte veröffentlicht, in denen er die in fremden Sprachen erschienenen Ergebnisse grundlegender Arbeiten ausländischer Forscher der deutschen Fachwelt zugänglich machte.

Als wissenschaftlicher Assistent des Meteorologischen Observatoriums in Potsdam hat er, angeregt durch die Arbeiten von Cornu und G. Müller (Potsdam) und mit Unterstützung des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam, sich der Aufgabe gewidmet, durch Bestimmung der Veränderungen der Intensität der Wasserdampflinien im Sonnenspektrum Anhaltspunkte zu gewinnen zur Bestimmung des Wasserdampfgehaltes der Atmosphäre. Waren diese Beobachtungen auch zunächst darauf gerichtet, qualitativ die Veränderungen des Wasserdampfgehaltes einer Luftsäule zu verfolgen, so schritt doch allmählich die Untersuchung in der Richtung fort, Unterlagen zu gewinnen zur absoluten Bestimmung der Intensitätsunterschiede bedingenden Wasserdampfmengen. Hierzu erklärte Arendt gleichzeitige spektroskopische Beobachtungen in der Niede-

rung und in der Höhe (Luftballon oder Gipfelstation) für erforderlich. Leider haben dann diese Arbeiten, in deren vorläufigen Ergebnissen Arendt auch gewisse Möglichkeiten für Niederschlagsprognosen erkennen zu können glaubte, sicher zum Schaden der Sache 1896 durch seine Versetzung nach Berlin ihr Ende gefunden.

Von 1897 an war Arendt $1\frac{1}{2}$ Jahre hindurch in der Gewitterabteilung tätig, deren Arbeiten er schon damals, da der Abteilungsvorsteher durch die Einrichtung der neuen Aeronautischen Abteilung voll in Anspruch genommen war, längere Zeit selbständig zu überwachen hatte. Dieser Umstand ist für seine spätere wissenschaftliche Tätigkeit entscheidend geworden. Da nämlich um jene Zeit zehn Jahre seit der Vollendung des Aufbaues des nord- und mitteldeutschen Gewitterstationsnetzes vergangen waren, so war Veranlassung gegeben, aus den vorliegenden Beobachtungen erstmalig die Hauptergebnisse abzuleiten. Diese Aufgabe fiel naturgemäß Arendt zu, und er hat sie auch nach seinem Ausscheiden aus der Gewitterabteilung getreulich weiter verfolgt. In jahrelanger Arbeit hat er sich bemüht, dem spröden Beobachtungsstoff an Ergebnissen abzuringen, was für die Gewitterkunde wertvoll erschien, und diese Ergebnisse im Jahre 1908 in einer groß angelegten Untersuchung veröffentlicht. Als bald darauf die Gewitterabteilung neu zu besetzen war, wurde ihm ihre Leitung anvertraut, und von nun an war seine wissenschaftliche Arbeit, für die er in vorbildlicher Weise auch seine dienstfreie Zeit in Anspruch nahm, vorwiegend der Gewitterforschung gewidmet.

Soweit die — größeren und kleineren — Abhandlungen, die er während der letzten 15 Jahre seiner amtlichen Tätigkeit in beträchtlicher Zahl der Öffentlichkeit übergab, theoretischer Art waren, verfolgten sie das Ziel, teils durch Untersuchung von einzelnen Gewittervorgängen bemerkenswerter Art, teils durch vergleichende Gegenüberstellung größerer Reihen von Gewitterfällen gleichartigen Typs — Böengewitter, Hagelgewitter — neues Licht in das Wesen der elektrischen Vorgänge und ihrer Begleiterscheinungen zu bringen. Andere Arbeiten behandelten den Gegenstand unter geographisch-statistischen Gesichtspunkten. Den Bedürfnissen der Praxis dienten die in den Mitteilungen der öffentlichen Feuerversicherungsanstalten, zum Teil auch in den vom Preußischen Meteorologischen Institut herausgegebenen Ergebnissen der Gewitterbeobachtungen und in den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern veröffentlichten Untersuchungen über die Verteilung der Gewitter in Nord- und Mitteldeutschland, ferner

eine Studie in „Petermanns Mitteilungen“ über die geographische Verbreitung des Hagels und eine solche in den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern über die Hagelgefahr in dem gleichen Gebiet.

Daß er sich aber auch in dieser Zeit nicht einseitig auf die Gewitterforschung beschränkte, beweisen seine Untersuchungen über Luftdruckänderungen bei der Sonnenfinsternis 1912 und über die Ergebnisse langjähriger Windregistrierungen in Potsdam.

Daneben beschäftigte ihn die Klimakunde seines Heimatlandes Anhalt, zu deren Veranschaulichung er eine große Zahl von Karten entwarf, und es darf als eine wohlverdiente Auszeichnung für ihn angesehen werden, daß das Kuratorium der Joachim-Ernst-Stiftung in Dessau einen besonderen Saal im Landesmuseum in Zerbst zur dauernden Ausstellung dieser Karten bestimmte und ihm zu Ehren „Arendt-Saal“ benannte.

Für Arendt bedeutete der Abschluß seiner amtlichen Laufbahn keineswegs das Ende seiner wissenschaftlichen Tätigkeit. Neben kleineren Untersuchungen, über die er in der Fachpresse berichtete, beschäftigte ihn, wie die in seinem Nachlaß vorgefundenen Entwürfe beweisen, eine groß angelegte Klimakunde des Harzgebietes, mit dem er sich schon früher gern beschäftigt hat. Es ist bedauerlich, daß diese Arbeit nicht mehr zum Abschluß gebracht werden kann.

Die meteorologische Wissenschaft, die von Arendt noch viel hätte erwarten können, hat durch seinen Heimgang viel verloren. Das Preußische Meteorologische Institut wird ihn allzeit in treuem Andenken behalten.

Sein Lebensweg ist einsam geblieben, weil er sich verpflichtet fühlte, für mittellose Angehörige zu sorgen. Auch hier bedeutet sein Hinscheiden einen schmerzlichen Verlust.

Verzeichnis der wissenschaftlichen Arbeiten von Theodor Arendt.

Beziehungen der elektrischen Erscheinungen unserer Atmosphäre zum Erdmagnetismus. (Das Wetter 13, S. 241—253, 265—280; 1896.)

Erdmagnetische Pulsationen. (Naturw. Rundschau 18, S. 105—107, 117—119; 1903.)

Die Theorie des Polarlichtes von Adam Paulsen. (Das Wetter 14, S. 54 bis 63; 1897.)

Zum Polarlicht vom 9. September. (Das Wetter 15, S. 241—246, 265—274; 1898.)

- Zum Polarlicht vom 9. September. (Das Wetter 16, S. 20—22; 1899.)
- Zur meteorologischen Optik. (Das Wetter 12, S. 107—111; 1895.)
- Irisierende Wolken. (Das Wetter 14, S. 217—224, 244—252; 1897.)
- Die Bestimmung der Temperatur atmosphärischer Niederschläge. (Das Wetter 12, S. 62—68; 1895.)
- Die Verwendung des Spektroskops zum Studium der Atmosphäre. (Zeitschr. für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre 12, S. 291—305; 1893.)
- Die Schwankungen des Wasserdampfgehalts der Atmosphäre auf Grund spektroskopischer Untersuchungen. (Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge, 58, S. 171—204; 1896.)
- Die Bestimmung des Wasserdampfgehalts der Atmosphäre auf Grund spektroskopischer Messungen. (Meteorolog. Zeitschr. 13, S. 376—390; 1896.)
- Einige Ergebnisse spektroskopischer Beobachtungen. (Zeitschr. für Luftschiffahrt und Physik der Atmosphäre 16, S. 314—323; 1897.)
- Untersuchung des veränderlichen Charakters der Wasserdampflinien im Sonnenspektrum mit besonderer Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse der Atmosphäre. (Beiträge zur Physik der Atmosphäre 2, S. 135—176; 1907.)
- Verwendung des Wellmann'schen Doppelbildmikrometers zu meteorologischen Zwecken. (Meteorolog. Zeitschr. 22, S. 185—187; 1905.)
- Zur Gewitterkunde an der deutschen Nordseeküste. (Ergebnisse der Gewitterbeobachtungen 1897, S. VIII—XXVII; 1899.)
- Die Zunahme der Blitzgefahr. (Das Wetter 16, S. 1—8, 32—42; 1899.)
- Ein Beitrag zur Gewitterkunde. (Mitteilungen für die öffentl. Feuerversicherungsanstalten 35, S. 145—147, 1 Tafel; 1903.)
- Über die Gewitterverhältnisse von Berlin und dessen Umgebung. (Das Wetter 21, S. 265—274; 22, S. 9—17; 1904 und 1905.)
- Gewitter und Hagelgefahr (Ebenda 22, S. 49—55, 73—82; 1905.)
- Über die Gewitterverhältnisse des Brockens. (Meteorolog. Zeitschr. 22, S. 223—229; 1905.)
- Zur Gewitterkunde von Nord- und Mitteldeutschland. (Himmel und Erde 16, S. 462—472, 1 Tafel; 1905.)
- Die Abhängigkeit des Grundwasserstandes vom Luftdruck. (Das Wetter 21, S. 11—18; 1904.)
- Photographische Registrierung von Luftdruckschwankungen. (Meteorolog. Zeitschr. 24, S. 418—420; 1907.)
- Über die Eisverhältnisse des Ryck unfern des Greifswalder Boddens. (Meteorolog. Zeitschr. 24, S. 129; 1907.)
- Nordlicht. (Ebenda, S. 130; 1907.)

Über die Gewitterverhältnisse an der deutschen Nordsee- und Ostseeküste. (Annalen der Hydrographie 35, S. 69—83, 2 Tafeln; 1907.)

Ergebnisse zehnjähriger Gewitterbeobachtungen in Nord- und Mitteldeutschland. (Abhandlungen des Königl. Preuß. Meteorolog. Institutes, Bd. II, No. 2. — Text 59, Tabellenanhang 152 Seiten; 1908.)

Die Gewitter vom 20.—25. Mai 1908. (Ergebnisse der Gewitterbeobachtungen in den Jahren 1908—1909, S. XIX—XLVIII, 4 Tafeln; 1911.)

Die Gewitter vom 11. Mai 1910. (Ergebnisse der Gewitterbeobachtungen im Jahre 1910, S. XXVI—XXXV; 1913.)

Über die Niederschlagsverhältnisse im Harz. (Zeitschr. des Harzklubs „Der Harz“ 20, S. 42—46; 1913.)

Luftdruckänderung während der partiellen Sonnenfinsternis am 17. April 1912 zu Potsdam. (Bericht über die Tätigkeit des Kgl. Preuß. Meteorolog. Instituts i. J. 1912, Anhang, S. 87—91; 1913.)

Gewitterböen. (Ebenda für 1913, Anhang, S. 22—33; 1914.)

Gewitterregen. (Ebenda für 1914, Anhang, S. 69—89; 1915.)

Einige Ergebnisse zwanzigjähriger Windregistrierungen in Potsdam. (Das Wetter 31, S. 1—10; 1914.)

Über Niederschlagsveränderlichkeit. (Ebenda, S. 49—54; 1914.)

Die mittlere jährliche und monatliche Verteilung der Gewitter in Nord- und Mitteldeutschland. (Mitteilungen der öffentlichen Feuerversicherungsanstalten 1915, S. 396—405, 1 Karte.)

Die Hagelgefahr in Nord- und Mitteldeutschland. (Landwirtsch. Jahrbücher 54, 23 Seiten, 10 Abbildungen; 1919.)

Über die Trennung der Ferngewitter. (Bericht über die Tätigk. d. Preuß. Meteorolog. Institutes 1917—1919, Anhang, S. 35—42; 1920.)

Häufigkeit der Böengewitter. (Ebenda, S. 42—55; 1920.)

Die jährliche Verteilung der Gewitter im Zusammenhang mit anderen meteorologischen Vorgängen. (Landwirtsch. Jahrb. 55, S. 471—481; 1921.)

Die räumliche und zeitliche Verteilung der Gewitterhäufigkeit in Norddeutschland. (Das Wetter 39, S. 40—52; 1922.)

Die Gewitter in Nord- und Mitteldeutschland 1919—1921. (Mitteilungen der öffentlichen Feuerversicherungsanstalten 1922, S. 58—68, drei Tafeln.)

Hagel- und Graupelfälle als Begleiterscheinungen der Gewitter. (Ergebnisse der Gewitterbeobachtungen in den Jahren 1919—1921, S. III—XVI; 1922.)

Die geographische Verbreitung der Gewitter in Nord- und Mitteldeutschland. (Ebenda, S. XVI—XVII, 1 Karte; 1922.)

Die geographische Verbreitung des Hagels in Nord- und Mitteldeutschland (Petermann's Mitteilungen 1922, S. 241—244, 1 Karte.)

Die tägliche Verteilung der Gewitter im Zusammenhange mit anderen meteorologischen Vorgängen. (Landw. Jahrb. 57, S. 573–603; 1922.)

Ergebnisse der Gewitterbeobachtungen in den Jahren 1908 und 1909. Desgl. 1910 und 1911. — 1912. — 1913 bis 1915. — 1916 bis 1918. — 1919 bis 1921. (Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts, No. 231, 266, 282, 297, 304, 316.)

Die auf Meteorologie und Erdmagnetismus bezüglichen Aufsätze in Meyer's Konversationslexikon.

Nachruf auf Georg Lachmann. (Bericht über die Tätigkeit des Kgl. Preuß. Meteorolog. Institutes i. J. 1913, Anhang, S. 1–8, 1914.)

Linien gleicher Luftdichte. Von G. Lachmann; mitgeteilt von Th. Arendt. (Ebenda, Anhang, S. 96, drei Tafeln; 1914.)

Entwurf zahlreicher Karten zur Veranschaulichung der Meteorologie und besonders der Klimatologie Anhalts und der angrenzenden Gebiete für das anhaltische Landesmuseum in Zerbst.

Verlegung der magnetischen Observatorien von Potsdam und Seddin wegen Elektrisierung der Vorortbahnen.

Von A. Nippoldt.

Als gegen Ende des Jahres 1925 bekannt wurde, daß die seit langer Zeit geplante Elektrisierung des Berliner Stadtbahn- und Vorortverkehrs demnächst zur Ausführung gelangen sollte, wandte sich das Magnetische Observatorium zu Potsdam am 16. November an das vorgesetzte Ministerium mit der Bitte um amtliche Auskunft über die Sachlage, insbesondere über die zur Verwendung kommende Stromart. Es wurde betont, daß, wenn Gleichstrom gewählt werde, nicht nur das Observatorium in Potsdam, sondern auch jenes in Seddin derart gefährdet sei, daß beide verlegt werden müßten.

Die von der Deutschen Reichsbahngesellschaft einlaufende Auskunft lautete:

„Für den elektrischen Betrieb auf der Stadt- und Ringbahn und den anschließenden Vorortstrecken kommt Gleichstrom mit einer Spannung von 800 Volt zur Verwendung. Der Strom wird in einer Stromschiene, die neben den Geleisen läuft, den Triebwagen zugeführt. Als Rückleitung dienen die Geleise und die Erde.“

Weiter wurde empfohlen, mit der Elektrisierung auch der Strecken Potsdam—Werder und Wannsee—Beelitz-Heilstätten zu rechnen, obzwar zunächst erst andere Linien elektrisiert werden sollen.

Daraufhin erfolgte am 26. Februar 1926 der offizielle Einspruch des Magnetischen Observatoriums gegen die geplante Elektrisierung mit dem Ziel, eine Verlegung beider Observatorien rechtzeitig erwirken zu können.

Nachstehende Skizze (Fig. 1) gibt die Lage der beiden Observatorien Potsdam und Seddin gegen die in Betracht kommenden Bahnlinien. Die Eisenbahnlinien mit Querstrichen sind schon elektrisiert, jene mit seitlichen Strichen sollen demnächst elektrisiert werden; für die anderen kommt Gleichstrom nicht in Frage.

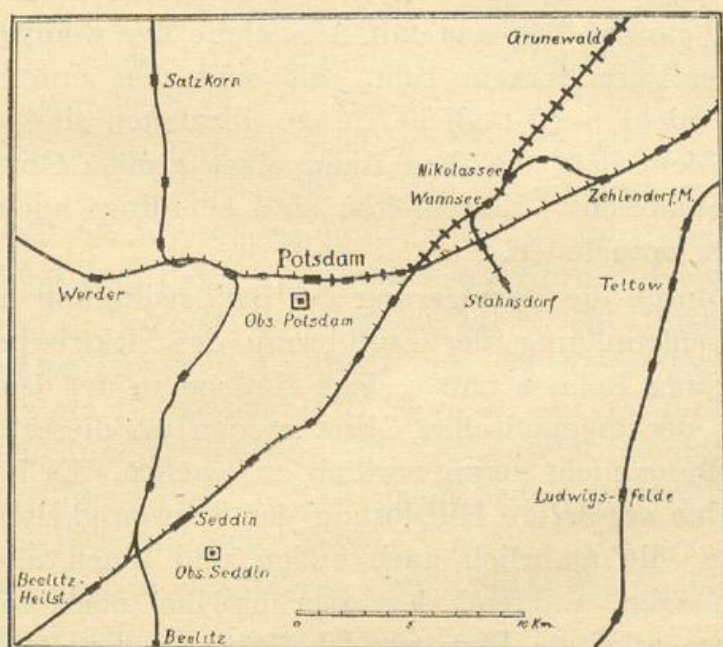


Fig. 1

Im weiteren Verlaufe der Verhandlungen ist daher die Verlegung beider Observatorien und damit die Errichtung eines neuen beschlossen worden.

Eine erste Mitteilung der Reichsbahn (vom August 1926) nannte als vermutliche Eröffnungszeit des elektrischen Betriebs den Anfang des Jahres 1929. Es war die Hoffnung des Observatoriums, daß der Bau im Jahre 1927 angefangen und vollendet werden könnte, sodaß das Jahr 1928 noch ungestört, sowohl in Potsdam-Seddin wie am neuen Orte beobachten konnte, was für jeden Fachmann das wünschenswerte Minimum an Parallelmessungen sein dürfte.

Nun geschah aber die tatsächliche Einführung des elektrischen Betriebs schon bedeutend früher, nämlich im Jahre 1928, ohne daß es gelungen war, den Neubau 1927 in Angriff zu nehmen.

Schon die ersten Probezüge auf der Stadtbahn nach Potsdam zeigten Störungen der erdmagnetischen Variationen, die weit über das von vornherein befürchtete Ausmaß hinausgingen. Als dann in rascher Folge die Zugzahl wuchs, und auch andere Linien elektrisiert wurden, nahmen die Störungen derart zu, daß die seither in Potsdam besorgten absoluten Messungen fast fluchtartig nach Seddin verlegt werden mußten, und die Variationsregistrierungen auf täglich 3 ruhige Nachtstunden beschränkt wurden. Anfänglich erstreckten sich die Einflüsse der künstlichen Bahnstörungen nur als gelegentliche Stöße auch auf die Registrierungen von Seddin; sehr bald aber dehnten sie sich auf den ganzen Tag aus mit Ausnahme der wenigen Stunden, wo nachts der Vorortverkehr ruht. Sie sind aber zum Glück nicht so stark, daß nicht noch tägliche Gänge abzuleiten sind, wenn auch mit einer Unsicherheit, die dem Rang eines großen Observatoriums nicht mehr entspricht. Einzelheiten sind allerdings auch in Seddin nicht mehr zu entnehmen.

Für die durch die Verzögerung der Baubewilligung und die unerwartete Beschleunigung der Einführung des elektrischen Betriebs der Groß-Berliner Bahnen entstandene Notlage in der Durchführung der Tätigkeit der magnetischen Observatorien ist dieses selbst nach obiger Darstellung nicht verantwortlich zu machen. Es half sich dadurch, daß eine vorläufige Hilfslösung der Schwierigkeiten ins Werk gesetzt wurde, die natürlich nach außen und innen alle Nachteile einer solchen zeigt, während der ursprüngliche, noch von Geh.-Rat Schmidt ausgearbeitete Plan zur Überführung der Beobachtungen nach dem neuen Observatorium allen Anforderungen der Wissenschaft gerecht werden wollte.

Danach sollte vor dem Beginn des elektrischen Bahnbetriebs ein im Laufe der letzten Jahre fertig gestellter Satz Toepferscher Variometer in Potsdam aufgestellt, auf seine Konstanten geprüft werden und nach Vollendung der Justierung in Seddin im Südraum zur Aufstellung kommen. Wegen der Überstürzung in der Entwicklung der Sachlage mußte auf eine eingehende Justierung in Potsdam verzichtet werden und erst allmählich in Seddin selbst zur Ausführung gelangen.

Weitersollten neben den ungestört fortlaufenden absoluten Messungen mit Theodolit Wanschaff und Erdinduktor Schulze Nr. 1 gleichzeitig

in Potsdam mit Theodolit Bamberg und Erdinduktor Schulze Nr. 65, sowie einem transportablen, sogenannten Reiseschwingungskasten Vergleichsmessungen mit den Potsdamer Normalinstrumenten erfolgen. Es gelang gerade noch knapp vor Einsetzen des elektrischen Betriebes, aber doch schon teilweise durch außerfahrplanmäßige Züge gestört, diese Vergleiche durchzuführen. Allerdings zeigte die erst nach Anbringung aller Reduktionen mögliche Kritik dieser Beobachtungen, daß sie nicht die erstrebte Güte erreichten. Am 14. Juni wurden die verglichenen Instrumente nach Seddin transportiert und dort aufgestellt, nachdem am 11. Juni der fahrplanmäßige elektrische Betrieb, zunächst auf der Stadtbahnstrecke zwischen Potsdam und Erkner angefangen hatte.

Nun sollten nach dem Plane die nach Seddin beförderten Instrumente und die in Potsdam stehen gebliebenen Normalien gleichzeitig benutzt werden. Trotz Verlegen der Potsdamer Beobachtungen in die Nachtstunden ließ sich dieser Gedanke nicht durchführen, da die Störungen sehr rasch in solchem Maße zunahmen, daß der Registrierbetrieb völlig eingestellt werden mußte und auch die Nachtstunden, wohl durch rangierende Züge, unbrauchbar gemacht wurden. Man entschloß sich daher, die Potsdamer Normal-Instrumente selbst nach Seddin zu bringen und dort an Stelle der Hilfsinstrumente zu benutzen. Der Theodolit Bamberg und der Reiseschwingungskasten kamen somit am 12. September 1928 wieder außer Gebrauch; dagegen wurde die Inklination weiterhin mit Erdinduktor Schulze 65 in Seddin gemessen, während Prof. Venske sich bemühte, mit Induktor Nr. 1 die Reihe in Potsdam fortzusetzen.

Die mit Ablauf des Jahres 1928 bestehende Sachlage ist somit die folgende:

In Potsdam ist außer der Verarbeitung des gesamten Materials, die auch fernerhin stets hier geschehen soll, die Beobachtungstätigkeit bis auf die nur behelfsmäßig zu verwendenden Messungen der Inklination mit Erdinduktor Schulze Nr. 1 fast völlig eingestellt. Verblieben sind noch gelegentliche Vergleiche des Haupt- mit dem Kontrollsystem und dreistündige Registrierungen der Nachtstunden mit dem Hauptsystem. Hier und da wird ein voller Tag registriert.

In Seddin registriert unverändert im Nordraum das X-Y-Z-System; diese Kurven werden wie seither bearbeitet und bilden die Grundlage zu den Zahlenwerten der Variationen. Außerdem registriert ein zweites X-Y-Z-System im Südraum, in der Hauptsache aber nur, um bei Ver-

sagen des anderen Systems eine Sicherung zu haben. Daneben registriert ein zweites System im Südraum mit Deklination und Horizontalintensität als Ersatz für das Hauptsystem in Potsdam. Die im Südraum registrierenden Variometer werden bei absoluten Messungen schnell laufen gelassen; eine eigens eingebaute Vorrichtung photographiert dann die Zeitsignale des Beobachters während der absoluten Messungen. Diese Werte treten mithin an die Stelle der in Potsdam gegebenen Signale an das Kontrollsystem.

Die absoluten Messungen werden jetzt — am Ende des Jahres und fernerhin — in bezug auf D und H mit dem seither in Potsdam üblichen Instrumentarium in der Absoluten Hütte in Seddin ausgeführt, und zwar wöchentlich einmal, d. h. in vermehrter Anzahl. Die Inklination wird in derselben Anzahl ebendort aber mit dem einstigen Reise-Erdinduktor Schulze Nr. 65 beobachtet. Zwischen den Registrierungen von D, H und Z im Südraum und jenen von X, Y, Z im Nordraum werden tägliche Vergleiche durchgeführt, um die aus den absoluten Beobachtungen unmittelbar erhaltenen Basiswerte der Systeme im Südraum auf die zu veröffentlichenden Registrierungen des Systems im Nordraum zu übertragen.

Ehe der fahrplanmäßige Betrieb der elektrischen Vorortbahnen aufgenommen wurde, fuhren schon Probezüge. Die Abbildung 2 zeigt die durch den ersten Probezug auf der Stadtbahn am Potsdamer Observatorium am 24. April 1928 hervorgerufene Störung in Deklination auf's 1.4-fache vergrößert. Die Wirkung des Zuges, der von Berlin herkam, in Potsdam hielt und von dort wieder nach Berlin zu zurückfuhr, erstreckte sich über beinahe eine volle Stunde. Der Einfluß überschritt im ganzen $9'$; in Horizontalintensität wurden 20, in Vertikalintensität 26γ überschritten. Die Abbildung zeigt auch deutlich, daß die Störung nicht nur in Schwingungen um die alte Ruhelage besteht, sondern daß, solange der Zug in der Nähe unter Strom ist, eine einseitige Ablenkung erfolgt.

Gibt dieser erste Zug nur eine einzige Stunde gestört, so ist nach Aufnahme des regelmäßigen Fahrtbetriebs fast der ganze Tag gestört, wie Fig. 3 dartun mag. Selbst die Nachtstunden können nicht mehr als ganz ungestört gelten. Die Heftigkeit der Schwankungen ist so groß, daß die Unmöglichkeit, magnetische Beobachtungen auch nur minder guter Güte in Potsdam weiter zu betreiben, klar auf der Hand liegt. Trat zu Zeiten des Stillstands des Zuges bei dem ersten Probezug

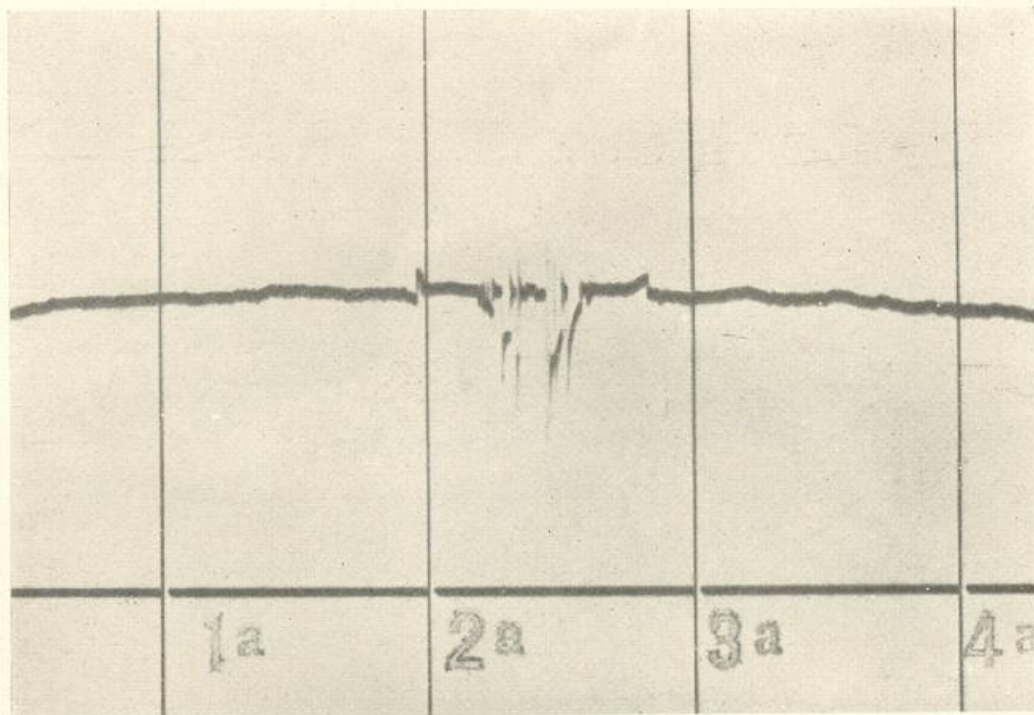


Fig. 2.
Einfluß des ersten elektrischen Zugs.

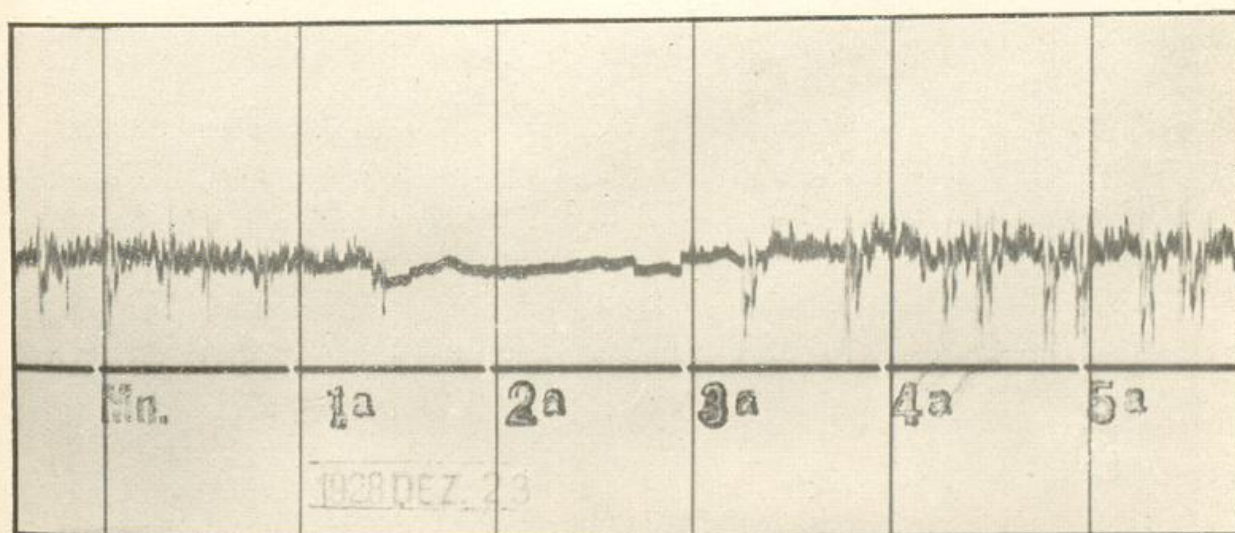


Fig. 3.
Deklination Potsdam nach Einführung des elektrischen Vollbetriebs.

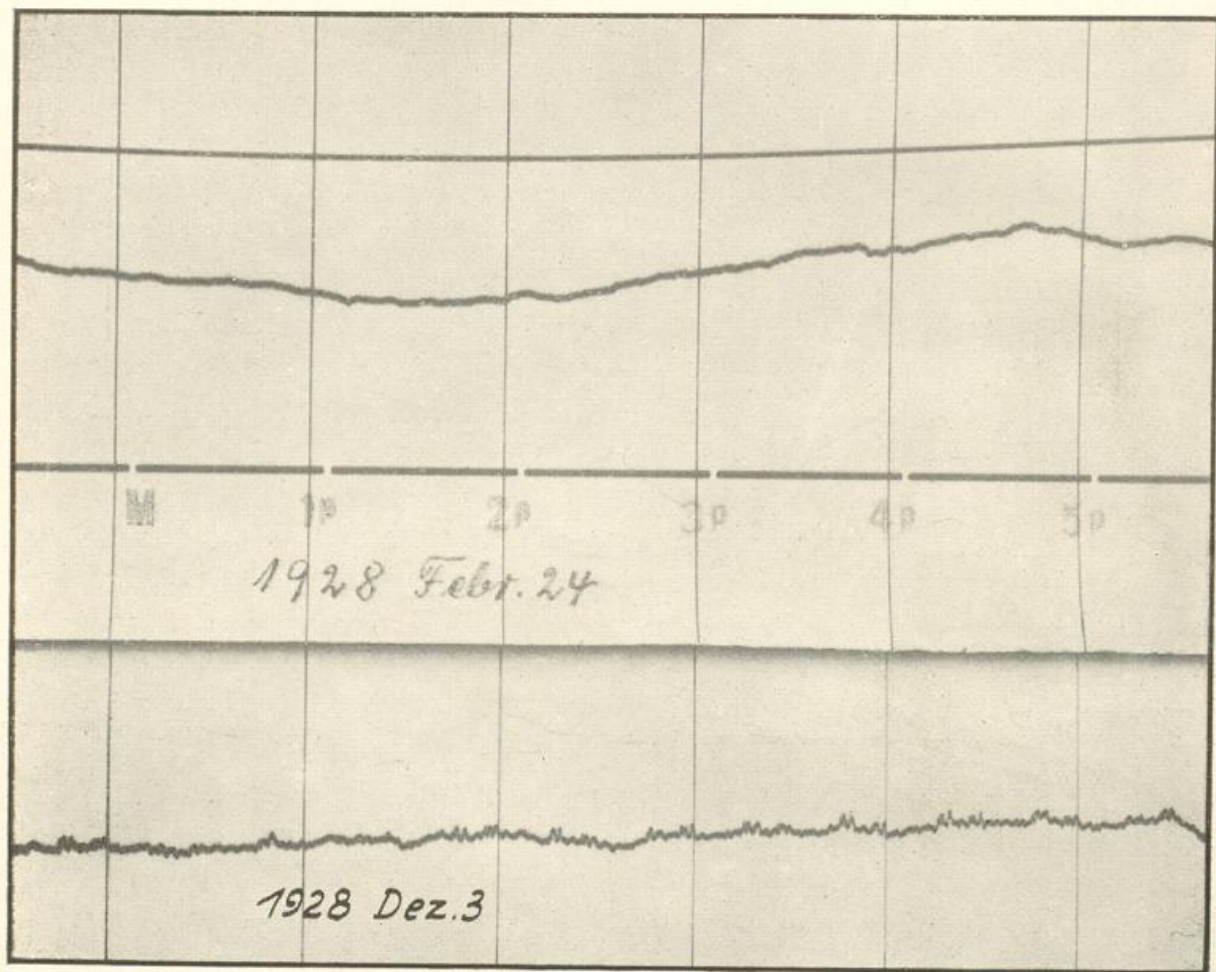


Fig. 4.

Oben: Seddin ungestört. Unten: bei elektrischem Betrieb der Bahn.

die Nadel auch wieder in ihre alte Ruhelage zurück (s. Fig. 2), so ist jetzt anzunehmen, daß bei der Fülle der laufenden Züge völlige Stromlosigkeit des wirksamen Netzes nie vorliegt: Selbst wenn man der Oszillationen der Nadeln irgendwie Herr würde und so versuchen könnte, weiter in Potsdam zu messen, so könnte man die ihrem Betrage nach stets unbekannte Gesamtverschiebung nicht eliminieren. Dies führte auch zur Einstellung der seither üblichen Art, die Tagesmittel der Potsdamer Variationen als Mittel der ganzen Kurven zu finden.

Nun ist es nicht zu leugnen, daß sich auch in Seddin mehr und mehr die Bahnstörungen zeigen. Es wäre also längst an der Zeit, das neue Observatorium in Betrieb zu nehmen. Allein, wie die Dinge liegen, ist mit einigen Jahren zu rechnen, in denen die Notlösung in Seddin das einzige Mögliche sein wird. Die damit unweigerlich verbundene geringere Güte der Potsdam-Seddiner Werte muß in den Kauf genommen werden. Das Observatorium trifft keine Schuld an diesem beklagenswerten Zustand.

Um ein eigenes Urteil zu ermöglichen zeigt Fig. 4 oben eine Registrierung des noch ungestörten Seddin, unten eine Kurve gegen Ende des Jahres 1928.

Bei der Suche nach einem geeigneten Ort für die Errichtung des neuen Observatoriums war von vornherein der Wunsch bestimmend, es möge seiner geographischen Lage nach ebenso charakteristisch liegen, wie das Stammobservatorium zu Potsdam, d. h. von der Mitte Preußens nicht zu weit sich entfernen. Andererseits war den zu erwartenden Störungen durch die Elektrisierung der Bahn möglichst auszuweichen. Eine Verlegung in andere Provinzen fiel somit von vornherein außer Betracht; innerhalb Brandenburg aber konnte nur der Südwestquadrant in Frage kommen, denn nach allen anderen Himmelsrichtungen dehnt sich das Kulturgebiet der Hauptstadt Berlin aus mit seinen zahlreichen elektrischen Anlagen. Der Südwesten der Provinz dagegen ist ein verhältnismäßig ödes und wenig entwicklungs-fähiges Gebiet, das dementsprechend nur von Verkehrslinien minderen Ranges durchzogen wird und sogar große Strecken ohne feste Straßen umfaßt. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird es sich weder wirtschaftlich, noch touristisch annähernd so rasch entwickeln wie die übrigen Quadranten.

Innerhalb dieses Gebiets an die äußerste Grenze zu gehen, verbot sich allein schon durch den Umstand, daß sie zugleich die Landesgrenze von Preußen bildet, sodaß es schwierig gewesen wäre, die

störungsfreie Zukunft des neuen Observatoriums auf einfache Weise zu sichern. Dazu kamen und zwar auch näher an das Innere heran, höchst ungünstige Bodenverhältnisse; es hätten erst weite Strecken neuer Straßen gebaut werden müssen, die Einebenung des Geländes wäre bei der zerklüfteten Oberflächengestaltung des Hohen Flämings sehr mühsam gewesen, die Beseitigung der den Boden durchsetzenden Geschiebeblöcke mit ihren magnetischen Anomalien stand im Wege, und schließlich gab es noch Schwierigkeiten mit der Wasserversorgung.

Unter genauem Abwägen alles Für und Wider ist unter den in die engere Wahl kommenden Örtlichkeiten schließlich Niemegk gewählt worden, nachdem der Bescheid eingetroffen war, daß aller Voraussicht nach die im Norden die Stadt berührende Brandenburgische Städtebahn nicht mit Gleichstrom elektrifiziert werden wird. Von der nächsten mit Gleichstrom einst zu betreibenden Bahn ist der Abstand des Observatoriums 13 km. Es handelt sich jedoch hier nur um eine Güterbahn und nur gerade um eine einzelne gegen Niemegk vorspringende Ecke. Im Durchschnitt ist die Entfernung größer. Dafür bietet die Nähe der Stadt die Möglichkeit, Wasser, Elektrizität und Gas zu beziehen. Namentlich das letztere ist von ungemeinem Werte, da es gestattet, die Instrumente in gleichmäßig geheizten Räumen aufzustellen, was ihnen allein jene Sicherheit der Beobachtungen verschafft, die wünschenswert und für die Güte des Observatoriums entscheidend ist.

Der Magistrat und die Stadtverordneten von Niemegk stellten dem Observatorium das von diesem gewünschte Gelände zu einem mäßigen Preise zur Verfügung, legten bis an das Grundstück heran Leitungen für Wasser, Gas und Drehstrom, und zwar unter Übernahme von $\frac{1}{3}$ der Kosten, verpflichteten sich, weder Gleichstromanlagen mit Rückleitung durch die Erde zu errichten noch zu gestatten und stimmten dem zu, daß innerhalb eines Kreises von 500 m Radius um die Mitte des Grundstücks nur mit Zustimmung des Observatoriums irgendwelche Bauten errichtet werden dürfen.

Der Bau des neuen Observatoriums in Niemegk wird voraussichtlich im Jahre 1929 begonnen und vollendet werden können. Dann soll ein Jahr lang gleichzeitig in Seddin und Niemegk beobachtet werden, worauf auch die in Seddin verbliebenen Apparate nach Niemegk verbracht werden können. Ist dies geschehen, so sollen dann noch die Seddiner Beobachtungshäuser abgebrochen und in Niemegk wieder aufgestellt werden.

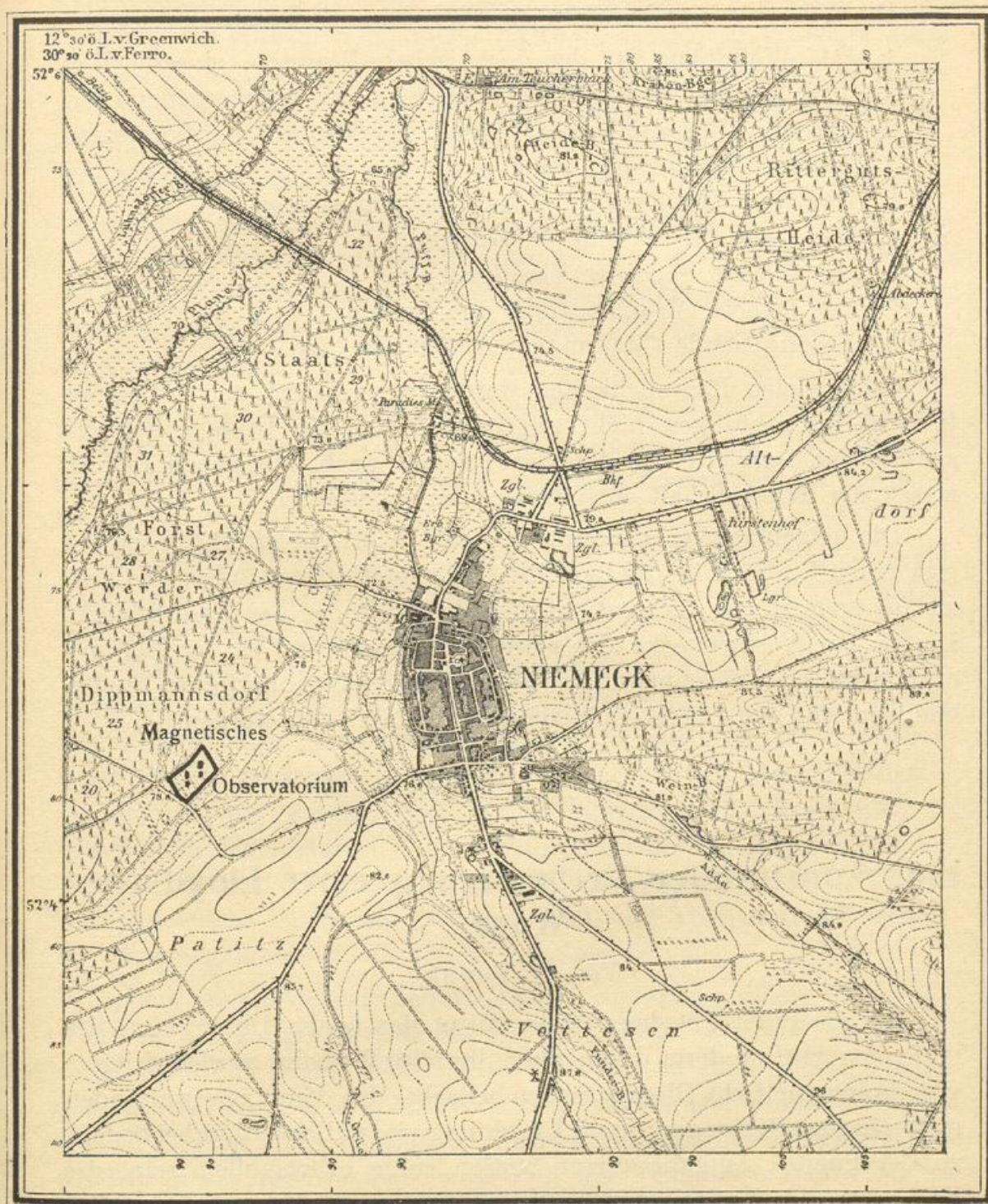


Fig. 5. Lage des neuen Magnetischen Observatoriums bei Niemegeck.

Die ganze Anlage in Niemegek wird dann umfassen:

1. Das Wohnhaus für den technischen Beamten, einschließlich den Arbeits- und Unterkunftsräumen für vorübergehend anwesende Wissenschaftler, ferner Werkstätten, Laboratorien, Akkumulatorkeller, Schaltraum u. s. w.,
2. Das Haus für Registrierungen der Variationen,
3. Das Haus für Absolute Messungen.
4. Das frühere Seddiner Variationshaus.
5. Das frühere Absolute Haus von Seddin,
6. Nebengebäude (Stallungen, Autogarage usw.).

Diese vielen Räumlichkeiten werden es gestatten, die erdmagnetischen Beobachtungen nicht nur in dem früheren Umfang aufrecht zu erhalten, sondern das Arbeitsprogramm auch den neuen Bedürfnissen der Wissenschaft entsprechend auszugestalten.

Die beigefügte Verkleinerung aus dem Meßtischblatt 2174 Niemegek gibt einen Einblick in die Lage des Observatoriumsgeländes, das man als unregelmäßiges Rechteck westlich des Südendes der Stadt erblickt. Die in der Nordwestecke der Karte eintretende und in der Nordostecke austretende Eisenbahnlinie gehört der Brandenburgischen Städtebahn an und wird nicht mit Gleichstrom betrieben werden.

Eine konstruktive Verbesserung einer Lloydschen Wage.

Von O. Venske.

Als die Stadt Potsdam in der Mitte des ersten Dezenniums des laufenden Jahrhunderts daran ging, ihre Straßenbahn zu elektrisieren, war das magnetische Observatorium bedacht, den damit zu erwartenden magnetischen Störungen durch Errichtung einer Hilfsstation bei Seddin zu begegnen. Aufgabe dieser Station sollte es vor allem sein, die Feinheiten der Variation der erdmagnetischen Kraft zu liefern. Dagegen sollte der Potsdamer Magnetograph, der bei konstanter Temperatur arbeitete, auch ferner zur Bestimmung der absoluten Höhe der Kraft dienen. Entsprechend diesem beschränkten Zwecke der Seddiner Anlage wurde das dortige Variationshaus weniger gegen Temperaturänderungen geschützt, wie es sonst wohl bei voll-

ständigem Ausbau geschehen wäre. Es besteht einfach aus einem Holzhaus mit einfachen Wänden, innerhalb dessen sich ein viereckiger mit Linoleum bekleideter Raum befindet. Letzterer besitzt doppelte Wände ohne Füllmittel und ist durch zwei Verschlüsse in drei Abteilungen geteilt, von denen die nördliche die laufend registrierenden drei Variometer enthält.

Diese etwas primitive Bauart des Seddiner Variationshauses brachte es mit sich, daß in dem Registrierraume zwar die tägliche Amplitude der Temperatur auf $\frac{1}{4}$ ihres Außenbetrages herabgedrückt war, daß sich aber die jährliche Schwankung derselben in ihrem vollen Betrage von 35°C geltend machte.

War nun auch diese Beschaffenheit des Registrierraumes an sich unerwünscht, so bot sie doch die seltene Gelegenheit dar, die Leistungsfähigkeit von Variometern unter extremen Temperaturbedingungen kennen zu lernen.

In Seddin waren als registrierendes Hauptsystem drei große Variometer von der Firma Otto Toepfer und Sohn, Potsdam, aufgestellt, nämlich zwei Fadeninstrumente für die Registrierung der X- und Y-Komponente und eine Schneidenwage für die der Vertikalintensität. Über das Verhalten dieser Instrumente ist laufend in den Jahrbüchern des Magnetischen Observatoriums berichtet worden. Nach diesen Berichten haben die Vergleiche mit dem Potsdamer Magnetographen gezeigt, daß die Fadeninstrumente den stark veränderlichen Temperaturen in Seddin durchaus gewachsen waren. Dies spricht sich darin aus, daß sie überwiegend einen glatten Verlauf des Basiswertes aufwiesen und daß auch der Temperaturkoeffizient, im ganzen genommen, beständig war.

Ganz anders verhielt sich die große Toepfersche Wage. Sie zeigte während des ganzen Zeitraumes von 15 Jahren, während dessen sie unter Kontrolle stand, entschiedene Neigung zu starken Gängen des Basiswertes, die 20γ und mehr für den Tag betragen konnten. Dabei war in solchen Zeiten starker Gänge ihre Temperaturabhängigkeit besonders groß. Auch sonst erwies sich der Temperaturkoeffizient als recht veränderlich. Sprünge desselben um 4γ von Tag zu Tag gehörten nicht zu den Seltenheiten.

Ähnlich schlechte Erfahrungen wie mit der großen Seddiner habe ich auch mit einer kleineren Schneidenwage gemacht, die aus den gleichen Werkstätten wie jene hervorgegangen war. Auch sie zeigte

sprungartige Gänge des Basiswertes und spontane Änderungen des Temperaturkoeffizienten.

Dieses ähnliche Verhalten beider Wagen läßt auf eine demselben zugrunde liegende gleichartige Ursache schließen. Nun besitzen beide Instrumente einen Zweilamellenmagnet, dessen beide Lamellen an einem Zwischenstück aus Magnalium angeschraubt sind. Dieses Zwischenstück hinwiederum trägt einerseits die Justiervorrichtungen und die Schneide, andererseits den Spiegel, welcher mittelst übergreifender Klauen befestigt ist.

Offenbar liegt die Ursache der, wie angegeben, beobachteten Unregelmäßigkeiten in durch Temperaturänderungen ausgelösten Massenversetzungen am Wagemagnet. Anlaß zu solchen Massenversetzungen ist besonders dort vorhanden, wo Materialien mit verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten aneinander stoßen. Bei der großen thermischen Ausdehnung des Magnaliums ist dies hauptsächlich der Fall an der Begrenzung der Spiegelfläche. Eine Verbesserung der Wagekonstruktion hat daher vor allem an der Spiegelbefestigung einzusetzen. Die Berechtigung dieser Anschauung habe ich an einer kleinen Wage von G. Schulze, Potsdam, prüfen können, die im Gebrauche ebensowenig befriedigte, wie die beiden oben genannten. Auch diese Wage besaß einen Zweilamellenmagnet, der unten durch einen ebenen rechteckigen Rahmen, oben durch einen schmalen Steg verbunden war. Sowohl Rahmen, als auch Steg waren aus Neusilber hergestellt. An den Rahmen wurde mittelst eines übergreifenden, federnden und mit Schrauben befestigten Bügels der Spiegel angedrückt.

Ausgehend von den oben dargelegten Erwägungen habe ich diesen Bügel entfernt und den Spiegel flach auf dem Rahmen liegend mittelst eines Schellacktröpfchens einseitig an diesem befestigt, sodaß er sich frei ausdehnen kann. Mit dieser Umänderung registrierte die Schulzesche Wage an Stelle der großen Toepferschen, die wegen ihres unbefriedigenden Verhaltens fortgenommen wurde, von Ende 1922 bis Anfang 1928 in Seddin. Sie zeigte sich der letzteren sofort als bedeutend überlegen. Denn während bei dieser der mittlere Fehler der Registrierung, d. h. der Fehler, mit dem ein einzelner der Registrierung entnommener Wert behaftet ist, 3γ betrug, ging derselbe bei Anwendung der Schulzeschen Wage auf 1γ zurück, was einen offenen Erfolg der angewandten Neukonstruktion bedeutet.

Aber eine Unzuträglichkeit haftete der Schulzeschen Wage auch dann noch an. Es ergab sich nämlich übereinstimmend aus den

Beobachtungen der fünf Jahre, daß ihr Temperaturkoeffizient über 10^0 um 2.4γ kleiner war als darunter. Diese auf den ersten Blick höchst überraschende Erscheinung ließe sich durch die Annahme erklären, daß die elastische Bindung zwischen Rahmen und Lamellen bei der angegebenen Temperatur eine sprungweise Änderung erfahre. Um sie zu beseitigen, müßte man also den Rahmen aus dem gleichen Material herstellen wie die Lamellen, oder wenigstens aus solchem, welches den gleichen Ausdehnungskoeffizienten hat, wie diese. Aber der erste Weg bietet erhebliche technische Schwierigkeiten dar und der zweite wäre sehr kostspielig. Denn es scheint sich für den Rahmen kein anderes Material zu eignen, als eine Platin-Gold-Legierung, die zudem wegen ihres hohen spezifischen Gewichtes ungünstig wäre. So habe ich denn die Strenge der aufgestellten Forderung etwas gemildert und mich damit begnügt, den Neusilberrahmen durch einen solchen aus weichem Wolframstahl ersetzen zu lassen. Allerdings ist hiermit ein Moment der Unsicherheit in die Konstruktion hineingetragen, weil weiches Material viel leichter irreversible Änderungen erleidet, wie hartes.

Die vorgenommene Umänderung hat den auf sie gesetzten Erwartungen entsprochen. Nachdem die Schulzesche Wage mit einem Rahmen aus weichem Stahl versehen war, hat sie bei den Registrierungen in Seddin während des letzten Jahres zwischen -5^0 und 25^0 C weder stärkere Gänge noch eine Änderung des Temperaturkoeffizienten gezeigt.

Im Zusammenhang hiermit mag noch auf das wichtige Organ der Schneide hingewiesen werden. Bei der Schulzeschen Wage besteht sie aus Carneol und ist mittelst Siegelacks in die Fassung eingekittet. Eine bessere Befestigung dürfte sich ergeben, wenn die letztere heiß auf die passend geschnittene Schneide aufgeschumpft würde. Doch habe ich dies nicht durchprüfen können.

Aus vorstehenden Darlegungen ist klar zu ersehen, wie wichtig für eine magnetische Wage die Aufstellung in einem Raum von nahe beständiger Temperatur ist. Läßt sich eine solche nicht erreichen, ist sogar wegen mangelnden Wärmeschutzes die ganze natürliche Temperaturschwankung zu überwinden, so muß eine erhebliche Verfeinerung ihrer Konstruktion eintreten, falls nicht die Zuverlässigkeit der Z-Registrierung leiden soll.

Zusammenfassung.

Es wird eine Umänderung einer Lloydschen Wage beschrieben, durch die es gelungen ist, zu erreichen, daß sie, ohne ihren Temperaturkoeffizienten zu ändern, eine brauchbare Registrierung der Vertikalintensität liefert über ein Temperaturintervall von fast 35° Umfang.

Nachtrag zur Abhandlung: O. Venske. Ein Vergleich der erdmagnetischen Normalinstrumente von Potsdam und Rude Skov (Tät.-Ber. 1927).

Zu der im vorjährigen Tätigkeitsberichte unter obigem Titel enthaltenen Mitteilung ist ergänzend zu bemerken: Nach einer mir inzwischen zugegangenen Zusammenstellung des Dänischen Meteorologischen Institutes über die zu den Zeiten meiner Messungen daselbst beobachteten endgültigen Werte der erdmagnetischen Elemente beträgt der Unterschied Potsdam minus Rude Skov bei D (westl.): -0.08 , bei J: 0.00 und bei H: $+4.4 \gamma$.

Über einen Fehler bei Strahlungsmessungen.

Von W. Marten.

Die absolute Strahlungsskala des Meteorol. Observatoriums in Potsdam war vor Ausbruch des Weltkrieges durch vier gute Standardinstrumente A_{74} , A_{140}^{II} , S. J. X und S. J. XII auf eine völlig sichere Basis gestellt. Leider gingen während des Weltkrieges zwei dieser wertvollen Basisinstrumente A_{140}^{II} und S. J. X zu Bruch und die beiden übrig gebliebenen Instrumente A_{74} und S. J. XII standen, als ich sie wieder übernahm, nicht mehr genau in dem alten Verhältnis, das ich früher durch zahlreiche Vergleichsmessungen festgelegt hatte. Selbstverständlich bemühte ich mich nach Übernahme meines alten Arbeitsgebietes sofort, festzustellen, welches von den beiden noch vorhandenen Standardinstrumenten inkonstant geworden war. Diese Entscheidung glaubte ich am schnellsten durch Reparatur von A_{140}^{II} bei der Firma Rose in Upsala und Anschluß des reparierten Instrumentes an das schwedische Urnormal A_{70} herbeiführen zu können. Wegen der un günstigen Nachkriegsverhältnisse verzögerte sich aber die Reparatur

bis zum Frühjahr 1921. Sofort vorgenommene Vergleichsmessungen führten zu dem Ergebnis, daß die Angaben von A_{74} um 2.5%, die von S. J. XII 0.1% unter dem schwedischen Urnormal A_{70} lagen, während die Angaben von A_{74} sich früher mit dem Urnormal A_{70} deckten und S. J. J. XII um 3.4% höhere Werte lieferte. Da die Unstimmigkeit beinahe die Größenordnung des Randeffektfehlers erreichte, fragte ich bei Herrn Dr. Bäcklin an, ob etwa eine Korrektur für Randeffekt angebracht sei. Diese Frage wurde verneint. Zugleich wurde mir aber mitgeteilt, daß die Angaben des reparierten Instrumentes A_{140}^{III} wegen fehlerhafter Widerstandsbestimmungen der beiden Manganinmeßstreifen um 1.1% zu erhöhen seien. Nach Anbringung dieser Korrektur ergaben sich nunmehr folgende Beziehungen zu dem schwedischen Urnormal A_{70} :

$$\frac{A_{140}^{III}}{A_{70}} = 1.000, \quad \frac{A_{74}}{A_{70}} = 0.986, \quad \frac{S. J. XII}{A_{70}} = 1.010.$$

Aus diesem Resultat mußte der Schluß gezogen werden, daß S. J. XII um 2.4% geringere Werte als früher lieferte. Zum Glück veranlaßte mich aber die Mitteilung von Herrn Bäcklin über die fehlerhafte Bestimmung des Widerstandes der Meßstreifen und die guten Erfahrungen über die Konstanz der Silberscheibenpyrheliometer in Amerika, alle Eichungen auch weiterhin auf S. J. XII zu beziehen, bis sich die rätselhafte Divergenz der beiden Standardtypen klären würde. Diese Klärung ist jetzt erfolgt und erfreulicherweise hat sich ergeben, daß beide Skalen konstant geblieben sind. Der Fehler lag nicht im Pyrheliometer selbst, sondern in dem von mir zur Messung des Kompensationsstromes benutzten Milliamperemeters Nr. 62595 von Siemens & Halske, das entgegen den Angaben der Firma eine nicht unbeträchtliche Temperaturabhängigkeit besitzt. Einen Verdacht in dieser Richtung hatte ich bereits in diesen Berichten 1917—1919 geäußert, mußte ihn aber wieder fallen lassen, weil die von mir veranlaßte Nachprüfung der Angaben durch die Phys. Techn. Reichsanstalt im Mai 1919 mit der im Januar 1911 ausgeführten Eichung in nahezu völliger Übereinstimmung stand (siehe diese Berichte 1917 bis 1919). In späteren Jahren wiederholte Vergleiche mit einem von der magnetischen Abteilung entliehenen Milliamperemeter befestigten mich in dem Glauben an die Richtigkeit der Angaben dieses Instrumentes. Bei dieser Sachlage wäre mir der Fehler auch wohl noch länger verborgen geblieben, wenn ich nicht durch eine von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft ausgerüstete Strahlungs-

expedition nach Tirol einen weiteren Zuwachs an Apparaten erhalten hätte. Für die Ausrüstung dieser Expedition wurde eine vollständig neue Angströmapparatur einschließlich eines Milliamperemeters von Siemens & Halske Nr. 2201097 beschafft und mir der Anschluß dieses Instrumentes an die Potsdamer Skala dienstlich übertragen. Da ich nunmehr über zwei vollständige Angströmapparaturen mit den dazu gehörigen Hilfsinstrumenten verfügte, war es möglich, beide Pyrheliometer nebeneinander mit verschiedenen Hilfsinstrumenten zu vergleichen. Die früheren Vergleiche der Pyrheliometer mußten stets hintereinander mit derselben Nebenapparatur ausgeführt werden. Das hatte zur Folge, daß etwaige Fehler der Hilfsinstrumente die Angaben der zu vergleichenden Pyrheliometer in gleicher Weise beeinflussten und infolgedessen solche Fehler im Verhältniswert der Angaben beider Instrumente unerkennbar blieben.

Die ersten Vergleichsmessungen zwischen dem neuen Kompensationspyrheliometer A_{202} und dem Potsdamer Normal 140^{III} konnte ich bei gutem Strahlungswetter Ende April und Anfang Mai vornehmen. Zur Messung des Kompensationsstroms benutzte ich bei A_{202} ein Milliamperemeter von Siemens & Halske Nr. 2201097 in neuester Ausführung und bei A_{140}^{III} mein altes Milliamperemeter Nr. 62595. Die Ergebnisse dieser Vergleichsmessungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Den Messungen bei normalem Strahlungsverlauf wurde bei der Mittelbildung das doppelte Gewicht zuerteilt. Nach Tabelle 1 gibt A_{140}^{III} im Mittel um 3% höhere Werte als das neue Expeditionsinstrument A_{202} , während nach den Vergleichen mit dem schwedischen Normal Nr. 70 die Angaben beider Apparate sich hätten decken müssen. Da die Schutzröhre von A_{202} , in dem der Stöpsel mit den Meßstreifen steckt, etwa doppelt so lang wie bei A_{140}^{III} ist, so wird wegen der Verschiedenheit der Öffnungswinkel ein geringerer Teil der mitstrahlenden Sonnenumgebung gemessen als bei A_{140}^{III} . Diesen Teil kann man nach den vorliegenden Erfahrungen auf rund 1% veranschlagen. Als Differenz der Angaben beider Instrumente bleibt dann immer noch ein Betrag von 2% übrig, um den A_{140}^{III} höher zeigte als A_{202} . Diese Differenz entspricht ungefähr in der Größenordnung dem Betrage, um den A_{140}^{III} von den Angaben des Silber scheibenpyrheliometers S. J. XII von dem ursprünglich festgestellten Verhältnis abwich. Bei dieser Sachlage mußte der Schluß gezogen werden, daß in der Nebenapparatur von A_{140}^{III} der Fehler zu suchen war. Auffällig ist auch die ziemlich große Streuung in den Ver-

hänfniszahlen der vorletzten Spalte in Tabelle 1, die darauf hindeutete, daß der Fehler in seinem Ausmaße etwas schwankte. Um die Richtigkeit dieser Schlüsse ganz sicher zu stellen, nahm ich noch eine Anzahl von direkten Vergleichsmessungen zwischen dem Silberscheibenpyrheliometer S. J. XII einerseits und den beiden Kompensationspyrheliometern A_{202} und A_{140}^{III} andererseits vor. Dabei vertauschte

Tabelle 1. Vergleichsmessungen zwischen A_{202} und A_{140}^{III} Strommessung mit Nr. 2201097 und Nr. 62595.

Datum	W. O. Z.	Sonnenhöhe	A_{202} Gr. Kal.	A_{140}^{III} Gr. Kal.	$\frac{A_{140}^{III}}{A_{202}}$	Ge- wicht
25. 4. 28	9 ^h 45	42.1	1.054	1.069	1.014	1
	9 48	42.4	1.053	1.074	1.020	2
	9 51	42.7	1.055	1.094	1.037	2
	15 23	33.5	0.962	0.995	1.034	2
26. 4. 28	7 14	21.6	0.928	0.958	1.032	2
	7 18	22.3	0.944	0.976	1.034	2
	7 21	22.7	0.959	0.991	1.033	2
	7 25	23.3	0.974	1.006	1.033	2
	7 29	23.9	0.988	1.019	1.031	2
	8 44	34.7	1.113	1.157	1.039	1
	9 7	37.8	1.155	1.198	1.037	1
	9 11	38.3	1.159	1.206	1.041	1
	9 15	38.8	1.162	1.200	1.033	1
	10 8	44.8	1.258	1.294	1.029	1
	10 11	45.1	1.261	1.293	1.025	1
30. 4. 28	10 24	47.5	1.025	0.996	1.029	1
2. 5. 28	10 21	47.8	1.206	1.236	1.025	1
	10 24	48.0	1.218	1.240	1.018	1
	10 26	48.2	1.231	1.251	1.017	1
	10 28	48.4	1.230	1.261	1.024	1

Mittel 1.030

ich bei den letzteren nicht nur die Nebenapparaturen, sondern auch die Schutzröhren. In der ersten Anordnung steckte ich den Stöpsel von A_{202} in die kurze Schutzröhre von A_{140}^{III} und benutzte zur Strommessung das alte Milliamperemeter Nr. 62595. Aus vier gut in sich übereinstimmenden Messungen erhielt ich als Verhältnis, bezogen auf das Normalinstrument S. J. XII

$$\frac{A_{202} \text{ im kurzen Schutzrohr von } A_{140}^{III} \text{ mit Milliamperemeter Nr. 62595}}{\text{S. J. XII}} = 0.992.$$

In der zweiten Anordnung steckte ich den Stöpsel von A_{140}^{III} in die lange Schutzröhre von A_{202} und gebrauchte zur Strommessung

das neue Milliampereometer Nr. 2201097. Drei ebenfalls gut übereinstimmende Messungen ergaben den Verhältniswert

$$\frac{A_{140}^{\text{III}} \text{ im langen Schutzrohr von } A_{202} \text{ mit Milliampereometer Nr. 2201091}}{\text{S. J. XII}} = 0.950.$$

Die Vergleichsmessungen in Tabelle 2 zwischen dem neuen Kompensationspyrheliometer A_{202} , das die schwedische absolute Skala, und dem Potsdamer Hauptnormal S. J. XII, das die absolute Smithsonian-Skala von 1913 repräsentiert, ergaben das Verhältnis

$$\frac{\text{A. S.}}{\text{S. J. S.}} = 0.955.$$

Die A. S. liefert also zur Zeit um $4\frac{1}{2}\%$ niedrigere Werte als die S. J. S. Meine früheren Vergleiche hatten um 3.4% niedrigere Werte festgestellt. Da aber inzwischen die ursprüngliche Schutzröhre durch eine etwa doppelt so lange mit viel kleinerem Öffnungswinkel ersetzt

Tabelle 2. Vergleichsmessungen zwischen A_{202} mit Milliampereometer Nr. 2201097 und Potsdamer Hauptnormal S. J. 12.

Datum	W. O. Z.	Sonnenhöhe	A_{202} Gr. Kal.	S. J. 12 Gr. Kal.	$\frac{A_{202}}{\text{S. J. 12}}$	Gewicht
a) vor der Strahlungsexpedition nach Tirol						
30. 4. 28	9 ^h 56	44.8	1.108	1.155	0.959	4
2. 5. 28	9 13	40.1	1.051	1.109	0.948	2
	9 28	42.0	1.109	1.150	0.964	4
	9 43	43.8	1.137	1.188	0.957	4
	10 2	45.9	1.146	1.180	0.971	4
3. 5. 28	7 6	22.1	1.004	1.058	0.949	4
4. 5. 28	7 41	27.6	1.166	1.216	0.959	4
	8 23	33.8	1.228	1.297	0.947	4
5. 5. 28	8 32	35.3	1.225	1.285	0.953	4
6. 5. 28	7 15	24.2	0.954	1.004	0.950	4
	7 31	26.6	0.998	1.064	0.938	2
	7 44	28.6	1.032	1.083	0.953	4
					Mittel 0.955	
b) nach der Expedition nach Tirol						
6. 10. 28	10 ^h 52	30.8	1.091	1.150	0.949	4
	11 6	31.6	1.080	1.120	0.955	4
16. 10. 28	9 4	18.6	0.922	0.968	0.952	4
30. 10. 28	9 35	16.8	0.757	0.793	0.955	4
	13 55	19.4	0.888	0.926	0.959	4
					Mittel 0.955	

ist, so war eine etwas größere Differenz zu erwarten, weil bei der größeren Abmessung der Schutzröhre ein kleinerer Teil der strahlenden Sonnenumgebung mitgemessen wird. Ob die Differenz von 1.1% ganz auf Rechnung der abgeänderten Schutzröhre zu setzen ist, bedarf noch näherer Untersuchung. Jedenfalls ergibt sich als erfreuliches Resultat, daß die beiden absoluten Skalen sich in ihrer Beziehung zueinander nicht wesentlich geändert haben können.

Vergleicht man nun die weiter oben durch Vertauschung der Nebenapparaturen und Schutzröhren erhaltenen Ergebnisse mit der eben gefundenen Beziehung der beiden absoluten Skalen $\frac{A. S.}{S. J. S.} = 0.955$, dann ist festzustellen, daß auch A_{140}^{III} in der langen Schutzröhre und mit dem richtig funktionierenden Amperemeter Nr. 2201097 einen den Verhältnswert $\frac{A_{202}}{S. J. XII} = 0.955$ sich nähernden Wert von 0.950 ergeben hat. Andererseits liefert das neue Instrument A_{202} in der kurzen Schutzröhre und bei Verwendung des alten Milliamperemeters Nr. 62595 ähnlich hohe Verhältnswerte wie A_{140}^{III} , nämlich 0.992 gegen 0.988, wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist, die die noch unveröffentlichten Vergleichsmessungen vom September 1926 bis zum Oktober 1928 zwischen A_{140}^{III} mit Amperemeter Nr. 62595 und S. J. XII enthält. Damit ist der sichere Beweis erbracht, daß das gegen früher veränderte Verhältnis der beiden Standardinstrumente auf einer falschen Strommessung des Milliamperemeters Nr. 62595 beruhte. Das merkwürdige Verhalten dieses Instrumentes konnte ich wegen der drängenden Expeditionsarbeiten erst nach meiner Rückkehr aus Tirol näher untersuchen.

Zunächst ließ ich das Instrument durch die Phys. Techn. Reichsanstalt nachprüfen. Die Eichung führte, abgesehen von ganz geringen Abweichungen, zu demselben Ergebnis wie die von derselben Anstalt im Jahre 1911 und 1919 ausgeführten Prüfungen. Verschiedene Vergleichen, die ich mit dem neuen Amperemeter Nr. 2201097 und einem der magnetischen Abteilung gehörenden Instrument Nr. 395238 ausführte, bestätigten das Ergebnis und zeigten keine nennenswerten Abweichungen, so lange ich im schattigen Zimmer maß. Setzte ich aber Nr. 62595 starker Sonnenstrahlung, also ähnlichen Verhältnissen aus, unter denen es zur Messung gebraucht wurde, dann ergaben sich erhebliche Abweichungen von den Korrekturen, die die Phys. Techn. Reichsanstalt festgestellt hatte. Aus den vielen Vergleichen greife ich willkürlich das Beispiel vom 6. Juli

1928 heraus. Die Abweichungen waren bei anderen Beispielen zum Teil noch etwas größer.

Nr. 62595 (in der Sonne)		Nr. 2201097 (im Schatten)	
Skalenteil	Korr. Phys. Techn. Reichsanstalt	Wirkl. Korr.	Skalenteil (korrigiert nach Prüfungsschein)
25.35	0	- 0.35	25.0
50.75	- 0.15	- 0.75	50.0
76.15	- 0.35	- 1.15	75.0
101.55	- 0.45	- 1.55	100.0
127.00	- 0.60	- 2.00	125.0
149.25	- 0.65	- 2.25	147.0

In dem vorzugsweise benutzten Intervall von Teilstrich 50—100 übertraf die bei Sonnenbestrahlung festgestellte Korrektur die nach dem Eichschein anzubringende Berichtigung um etwas mehr als 1% des gemessenen Stromes. Da die Strommessung in die Berechnungsformel $J = K_i^2$ quadratisch eingeht, so verdoppelt sich der Fehler im Resultat, erreicht also mehr als 2%. Nach den Vergleichsmessungen in Tabelle 3 hatte sich als Verhältnisswert $\frac{A_{140}^{III}}{S. J. XII} = 0.988$ ergeben, während die ursprünglichen Messungen zu dem Verhältnis $\frac{A. S.}{S. J. S.} = 0.966$ geführt hatten. Der Unterschied beträgt 2.2% in guter Übereinstimmung mit dem Resultat, daß sich infolge der gefälschten Strommessung durch Milliampereometer Nr. 62595 in dem oben angezogenen Beispiel ergeben hatte. Zur weiteren Bestätigung dieser Schlüsse schaltete ich dann noch bei einer größeren Anzahl von Strahlungsmessungen die beiden Milliampereometer Nr. 62595 und Nr. 2201097 hintereinander in den Kompensationsstromkreis. Dabei waren beide Apparate starker Sonnenstrahlung ausgesetzt. Aus einer größeren Anzahl von Messungen greife ich wiederum willkürlich ein Beispiel vom 30. Oktober 1928 heraus. Die Strommessung mit dem einwandfreien neuen Instrument Nr. 2201097 ergab den korrekten Wert 0.239 Amp., während das alte Instrument Nr. 62595 0.242 Amp. anzeigte. Der korrekte Strahlungswert nach den Angaben des neuen Instruments errechnete sich zu 0.888 g/kal., während das alte Instrument den um 2.8% zu hohen Wert 0.913 g/kal. ergab.

Die hier gesammelten Erfahrungen lehren, daß man von den Milliampereometern Siemens & Halske bei Verwendung in starker Sonnenstrahlung nicht immer korrekte Werte erwarten darf. Jedenfalls sind die älteren Konstruktionen — das von mir benutzte In-

Tab. 3. Vergleichsmessungen
zwischen A₁₄₀^{III} mit Milliampereometer Nr. 62595
und Potsdamer Hauptnormal S. J. 12.

Datum	W. O. Z.	Sonnen- höhe	S. J. 12	A 140	A. 140 J. S. 12	Ge- wicht
22. 11. 26	10 ^h 2	13.3	1.011	0.997	0.986	4
	10 16	14.3	1.048	1.029	0.982	4
17. 3. 27	12 3	35.8	1.291	1.290	0.999	2
	15 30	19.2	1.055	1.031	0.977	2
	16 22	13.2	0.828	0.826	0.998	2
30. 4. 27	10 16	46.8	1.232	1.236	1.003	2
	10 31	48.1	1.234	1.230	0.997	4
6. 7. 27	11 40	60.2	1.231	1.230	0.999	4
27. 7. 27	6 13	20.1	0.712	0.690	0.969	4
	6 53	25.8	0.894	0.869	0.973	4
	7 25	30.7	1.086	1.084	0.998	4
	7 52	34.8	1.017	1.013	0.996	2
	11 29	59.7	1.211	1.189	0.982	4
2. 9. 27	8 24	28.1	1.045	1.043	0.998	2
	9 53	39.0	1.222	1.215	0.994	4
3. 9. 27	8 22	27.5	1.068	1.058	0.991	4
	8 42	30.2	1.137	1.123	0.988	4
5. 9. 27	12 7	45.6	1.296	1.299	1.002	4
	8 47	30.3	1.001	0.991	0.991	4
11. 10. 27	11 24	44.3	1.249	1.231	0.986	4
	9 28	23.0	1.056	1.063	1.007	4
29. 12. 27	10 7	10.4	1.005	0.986	0.981	4
28. 1. 28	11 47	19.3	0.747	0.733	0.981	4
30. 1. 28	10 45	17.5	1.062	1.047	0.986	4
3. 2. 28	9 24	13.1	0.870	0.835	0.960	2
	10 4	16.3	0.920	0.925	1.005	2
2. 3. 28	9 53	24.5	1.285	1.262	0.982	4
	10 5	25.4	1.296	1.271	0.981	2
3. 3. 28	10 54	29.7	1.260	1.259	0.998	4
	11 7	30.2	1.274	1.266	0.994	4
5. 3. 28	11 13	30.9	1.244	1.221	0.981	4
	11 40	31.4	1.266	1.230	0.972	4
6. 3. 28	9 58	26.1	1.059	1.049	0.991	4
	11 33	31.7	1.129	1.122	0.994	4
16. 3. 28	8 49	22.2	1.210	1.186	0.980	4
	8 31	20.1	1.142	1.116	0.977	4
17. 3. 28	10 10	31.3	1.307	1.294	0.990	4
19. 3. 28	8 22	19.9	1.129	1.102	0.976	4
	11 42	36.8	1.329	1.312	0.987	4
20. 3. 28	9 5	25.7	1.258	1.241	0.987	4
	10 41	34.7	1.341	1.345	1.003	4
	12 18	37.2	1.383	1.365	0.987	4
26. 4. 28	8 56	36.4	1.208	1.178	0.975	2
30. 4. 28	9 14	39.8	1.154	1.154	1.000	2
3. 5. 28	5 28	7.3	0.497	0.486	0.978	4
	7 6	22.1	1.040	1.026	0.987	4
	7 30	25.7	1.106	1.079	0.976	4
4. 5. 28	8 54	38.7	1.326	1.306	0.986	4
	6 15	14.8	0.956	0.927	0.970	1
5. 5. 28	6 50	20.1	1.074	1.049	0.977	4
	7 7	22.7	1.123	1.110	0.988	2
	7 19	24.5	1.139	1.136	0.997	4

Tab. 3. (Fortsetzung).

Datum	W. O. Z.	Sonnen- höhe	S. J. 12	A 140	$\frac{A. 140}{J. S. 12}$	Ge- wicht
7. 5. 28	8 ^h 25	34.8	1.254	1.240	0.989	4
5. 9. 28	11 51	44.9	1.246	1.228	0.986	4
6. 9. 28	8 52	30.5	1.014	1.013	0.999	4
	9 6	32.3	1.053	1.038	0.986	4
	10 10	39.2	1.098	1.071	0.975	4
7. 9. 28	8 46	29.4	1.186	1.183	0.997	4
8. 9. 28	8 38	28.2	0.742	0.737	0.993	4
	8 53	30.1	0.772	0.756	0.979	4
	11 39	43.6	1.028	1.014	0.986	4
	11 53	43.8	1.039	1.015	0.975	4
17. 9. 28	8 37	25.0	0.902	0.907	1.005	4
18. 9. 28	8 25	23.2	1.090	1.070	0.982	4
	8 55	27.1	1.150	1.136	0.988	4
	9 51	33.3	1.201	1.198	0.997	4
	10 6	34.7	1.230	1.199	0.975	4
	11 26	39.5	1.207	1.194	0.990	4
	11 40	39.8	1.213	1.186	0.978	4
21. 9. 28	8 49	25.3	1.143	1.135	0.993	4
2. 10. 28	10 49	32.2	1.300	1.308	1.006	1
4. 10. 28	9 7	22.7	1.129	1.137	1.007	4
	9 38	25.8	1.146	1.143	0.997	4
	10 45	31.1	1.228	1.243	1.012	2
5. 10. 28	8 35	19.9	0.906	0.908	1.002	4
	9 20	23.8	1.045	1.037	0.992	4
	11 16	32.4	1.147	1.137	0.991	4
6. 10. 28	8 30	17.6	0.850	0.836	0.984	2
	8 59	21.2	0.950	0.947	0.997	4
30. 10. 28	9 33	15.7	0.793	0.774	0.976	2
	12 55	22.4	0.926	0.913	0.986	4

$$\text{Mittel Winterhalbjahr 1926/27} \quad \frac{A 140}{S. J. 12} = 0.989 \quad (14)$$

$$\text{Mittel Sommerhalbjahr 1927} \quad \frac{A 140}{S. J. 12} = 0.990 \quad (54)$$

$$\text{Mittel Winterhalbjahr 1927/28} \quad \frac{A 140}{S. J. 12} = 0.987 \quad (82)$$

$$\text{Mittel Sommerhalbjahr 1928} \quad \frac{A 140}{S. J. 12} = 0.986 \quad (103)$$

$$\text{Mittel Winterhalbjahr 1928} \quad \frac{A 140}{S. J. 12} = 0.995 \quad (35)$$

$$\text{Gesamtmittel 1926—1928} \quad \frac{A 140}{S. J. 12} = 0.988 \quad (288)$$

strument Nr. 62595 stammt aus dem Jahre 1906 — trotz der Behauptung der Firma in ihren Angaben nicht ganz frei von Temperaturschwankungen des Instruments. Nr. 62595 verhielt sich insofern merkwürdig, als es bei innerlich ausgeglichener Temperatur völlig korrekte Werte lieferte, bei ungleichmäßiger Erwärmung durch die Sonnenstrahlung aber durchweg bis zu $1\frac{1}{2}\%$ zu hoch zeigte. Bei

den neueren Konstruktionen scheint die Temperaturkompensation besser gelungen zu sein, denn das neue Instrument Nr. 2201097 änderte auch in starker Sonnenstrahlung seine Angaben nicht.

Leider haben sowohl die schwedischen als auch die amerikanischen Standardinstrumente andere Abmessungen der Diaphragmenröhren erhalten. Die veränderten Öffnungswinkel müssen natürlich die Beziehung der beiden Skalen ändern. Von einer Untersuchung dieses Einflusses habe ich in der Literatur bisher nichts entdecken können. Es sollte eine dringliche Aufgabe der internationalen Solarkommission sein, hier regelnd einzugreifen, denn wegen der Vergleichbarkeit der Messungen müssen wir über die absoluten Skalen so genau wie möglich Bescheid wissen.

Mikroanemometrische Untersuchungen.

Von Joh. Grunow.

Bei der Prüfung der im Stationsnetz des Preuß. Meteorologischen Instituts verwendeten Kontaktanemometer bei geringen Windstärken beobachtete ich, daß die Geschwindigkeit des Anemometers in dem Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kontakten bei gleichbleibendem Luftstrom nicht gleichmäßig blieb, sondern in ziemlich starkem Maße um einen gewissen Mittelwert, der mit größter Regelmäßigkeit in einem Chronographen zur Aufzeichnung kam, schwankte. Es erschien daher von Interesse, den Verlauf der Umdrehungsgeschwindigkeit des Schalenkreuzes zwischen zwei Kontakten bei verschiedenen Anemometern genauer zu untersuchen und daraus Schlüsse zu ziehen auf die Meßgenauigkeit bei geringen Windstärken — denn hier zeigten sich die Schwankungen besonders ausgeprägt — und auf die Güte verschiedener Anemometerkonstruktionen.

1. Versuchsanordnung. Da ein Windkanal für die Versuche nicht zur Verfügung stand, wurde ein durch eine Rotationsluftpumpe erzeugter Luftstrom mittels eines Rohres einseitig auf das Anemometer geleitet. Durch Regulieren der Umdrehungszahl der Luftpumpe konnte die Geschwindigkeit des Anemometers in genügendem Maße verändert werden. Durch das zur Befestigung der halbkugelförmigen Schalen dienende Kreuz wurde ein in Spitzen gelagertes Zählrad bewegt, das bei jeder vollen Umdrehung des Schalenkreuzes mit einem Kupferdrahtende durch eine kleine, mit Quecksilber gefüllte

Wanne streifte und dadurch für einen kurzen Augenblick einen Stromkreis schloß.

In diesen Stromkreis war ein Morseapparat geschaltet, wie er bei der Reichspostverwaltung Verwendung findet, der auf dem gleichmäßig durchlaufenden Morsestreifen jede Umdrehung des Schalenkreuzes proportional der Zeit aufzeichnete. In den Stromkreis Anemometer-Chronograph war eine elektrische Klingel zwischengeschaltet, die während der Dauer des Anemometerkontaktes läutete.

2. Verlauf der Untersuchung. Es wurden folgende Anemometertypen untersucht:

- a) Punktkontaktanemometer Fuess Konstr. 1928.
- b) Fallkontaktanemometer Fuess.
- c) Schleifkontaktanemometer Fuess.

Bei dem Punktkontaktanemometer wird nach einer zweimaligen Zahnradübersetzung ein Spiralrad bewegt, welches dabei einen Balken hebt, der bei seinem Abfallen von dem Außenende der Spirale auf den inneren Anfang ein sägeförmig gezähntes Rad um einen Zahn weiterbewegt. Dieses gezähnte Rad bringt dabei mittels eines Zahnes die auf zwei dicht beieinander stehenden Blattfedern befestigten Kontaktpunkte zur Berührung. Eine eingebaute Luftdämpfung verhindert das zu schnelle Weiterbewegen des Sägerades, so daß die Kontaktberührung in genügender Zeit stattfindet.

Bei dem Fallkontaktanemometer wird durch die Zahnradübertragung ein aus 4 Sichel bestehendes Rad bewegt, das auf der Außenseite der Krümmung einer Sichel einen Arm hochhebt, der nach Erreichen der Spitze in die Lücke zur nächsten Sichel fällt und während des Fallens mittels einer leichten Feder den Kontakt schließt. Ein Luftpuffer bremst den Fall ab.

Viel einfacher ist das Schleifkontaktanemometer gebaut, daß mit einem am Rand des letzten Zahnrades eingesetzten Stift im Augenblick des Kontaktes über eine Feder schleift und diese Feder während des Vorbeigehens des Stiftes an eine zweite darunter befindliche drückt, wodurch der Kontakt hergestellt wird.

Für jedes Anemometer wurden 5 bzw. 4 Versuchsreihen bei verschiedenen Windstärken durchgeführt. Das Punktkontaktanemometer Fuess Nr. 21104 wurde in 16 Reihen, davon 12 ausgewerteten untersucht, um die Versuchsanordnung in jeder Hinsicht störungsfrei zu gestalten und einen Schluß auf die allgemeine Gültigkeit des Meß-

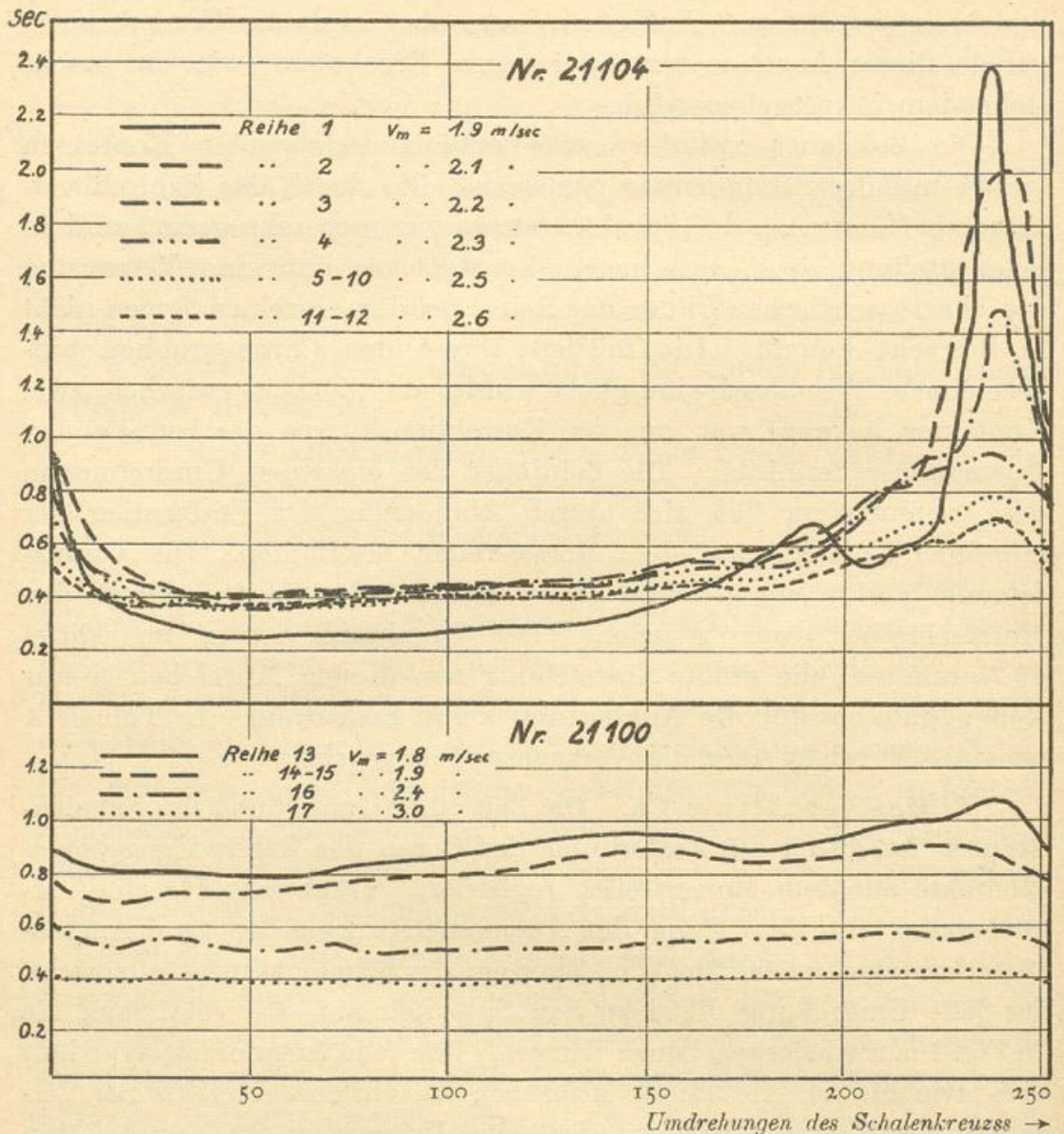
verfahrens zu ziehen. Außerdem hatte aber auch die Untersuchung gerade dieses Anemometers interessante Ergebnisse, wie aus nachstehendem hervorgehen wird.

Die Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Kontakten wurde mit der Sekundenuhr gemessen. Die durch das Zählrad verursachte Hemmung des Schalenkreuzes war nur sehr gering und in jeder Stellung des Anemometers konstant, so daß eine Verzerrung des charakteristischen Bildes der Reihe bei den einzelnen Typen nicht in Betracht kommt. Die mittlere durch den Chronographen aufgezeichnete Windgeschwindigkeit wurde, da die Zeit zwischen zwei Kontakten bekannt war, aus den Korrektionskurven des betreffenden Anemometers ermittelt. Die Zeitdauer der einzelnen Umdrehungen des Anemometers ließ sich durch Abmessung der Entfernung der einzelnen Kontakte auf dem Morsestreifen bestimmen. Die Voraussetzung hierfür, ein gleichmäßiger Durchlauf des Streifens durch den Morseschreiber, war gegeben. Der Durchlauf betrug im Mittel 68.75 mm/sec., die größte Abweichung von diesem Mittel betrug nur $\pm 6\%$ und hat für die Auswertung keine Bedeutung. In Tabelle 1 ist eine Übersicht über die Versuchsreihen gegeben.

3. Das Verhältnis t/n . Die Zeit einer Umdrehung des Schalenkreuzes ist durch die Entfernung der durch das Zählrad gegebenen Kontakte auf dem Morsestreifen registriert. Trägt man für eine Versuchsreihe, die dem Gang des Anemometers zwischen zwei Anemometerkontakten gleich 252 Umdrehungen des Schalenkreuzes entspricht, für jede Umdrehung die dazu benötigte Zeit auf, so erhält man die in Fig. 1 u. 2 wiedergegebenen Kurven. Für jede Anemometertypen läßt sich, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, ein charakteristischer Verlauf dieser Kurve feststellen, der seine Ursache in der Konstruktion des Anemometers hat.

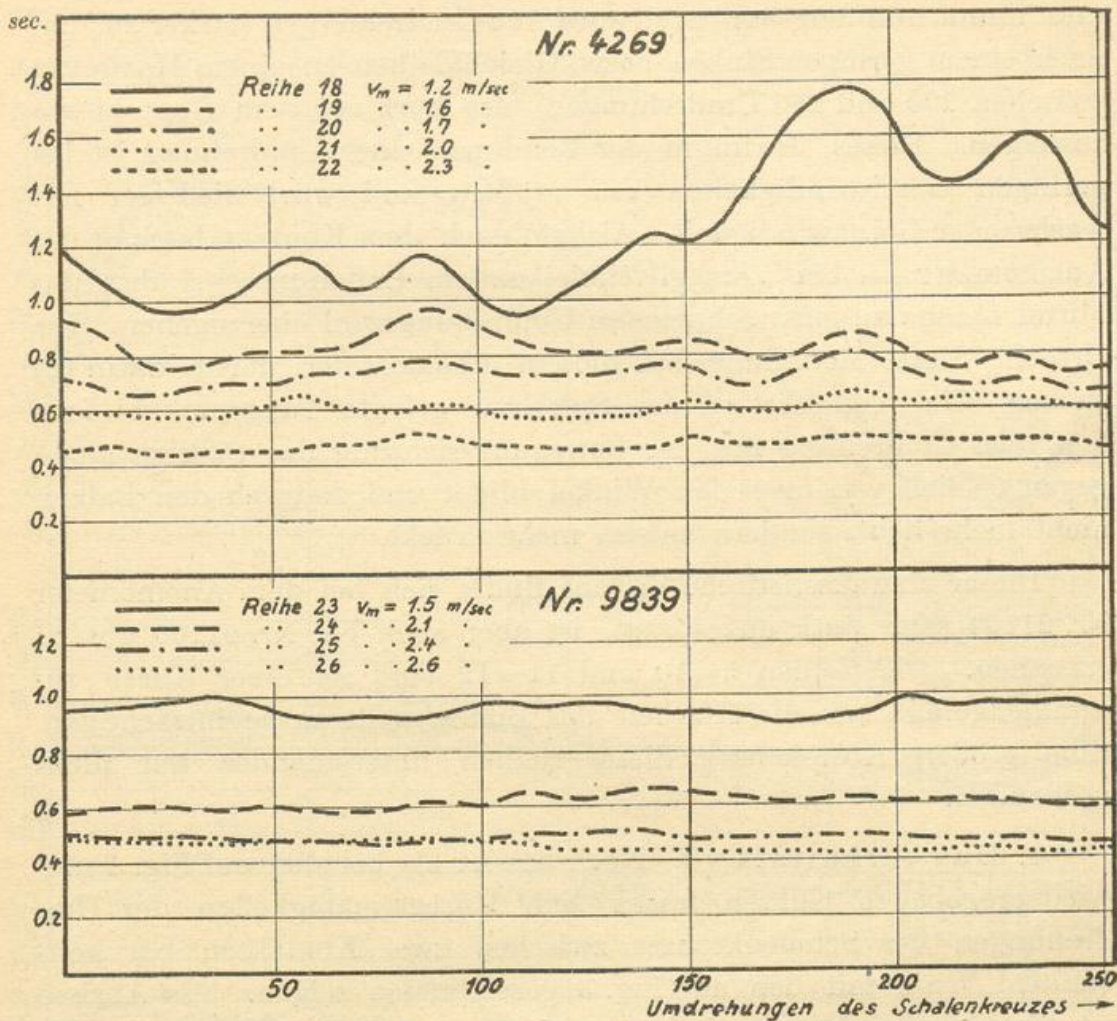
Einen nahezu gleichmäßigen Verlauf zeigt das Schleifkontaktanemometer (Reihe 23—26). Die geringen Schwankungen der Reihe 23 bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 1.5 m sec. dürften durch unregelmäßige Luftzufuhr, Ungleichheit im Zahnrad oder dergl. zu erklären sein. Die einfache mechanische Ausrüstung dieses Anemometers ergibt einen vollständig konstanten Widerstand in jeder Stellung zwischen zwei Kontakten.

Aus verschiedenen, hier nicht zu erörternden Gründen ist man in neuerer Zeit von dieser einfachen Konstruktion des Schleifkontakts abgegangen und zu Momentkontakten übergegangen, d. h. Kontakten,

Fig. 1. Das Verhältnis t/n .

deren Dauer unabhängig von der Stellung und Geschwindigkeit des Schalenkreuzes nur eine sehr kurze (z. B. 1 sec.) ist. Derartige Momentkontakte, wie sie z. B. in das untersuchte Fallkontakt- bzw. Punktkontaktanemometer eingebaut sind, erfordern nun eine mechanische Einrichtung, um die Kontaktvorrichtung in eine gewisse Stellung zu bringen, aus der sie zur Auslösung gebracht wird, um von neuem wieder in den Spannungszustand versetzt zu werden.

Diese Mechanik der Kontaktvorrichtung des Anemometers muß nun so konstruiert sein, daß die auftretenden Widerstände und die zu überwindende Reibung sich ganz gleichmäßig über den ganzen

Fig. 2. Das Verhältnis t/n .

Umlauf zwischen zwei Kontakten verteilen. Die untersuchten Anemometertypen mit Momentkontakt erfüllen diese Forderung nicht ganz.

Das Fallkontaktanemometer zeigt ein erstes Maximum zwischen 50 und 100 Umdrehungen und ein zweites in der Nähe von 200 Umdrehungen. Bei der Reihe 18 und 20 liegt gerade beim zweiten Maximum die größte Hemmung, während die übrigen Reihen beim ersten die größte Verzögerung zeigen. Die Verschiedenheit ist auf kleine Ungleichheiten bei der Bearbeitung der Sicheln zurückzuführen. Für alle Mittelgeschwindigkeiten findet sich aber ein Verlauf der Kurve in gleichem Sinne, der auf eine gewisse Zwangsläufigkeit bei dieser Konstruktion schließen läßt.

Bei dem Punktkontaktanemometer verringert sich bald nach dem Kontakt die Zeitdauer eines Umlaufs gegenüber dem Mittelwert, der durch die Zeitdauer zwischen zwei Anemometerkontakten gegeben ist

und nimmt nun langsam, nach etwa 150 Umdrehungen stärker zu, um nach einem geringen Sinken bezw. Gleichbleiben zu einem Maximum zwischen 200 und 250 Umdrehungen, also kurz vor dem Kontakt anzusteigen. Dieses Maximum der Zeitdauer einer Umdrehung ist bei geringen Geschwindigkeiten am größten und wird niedriger mit wachsender Geschwindigkeit. Alsbald nach dem Kontakt beginnt das Anemometer — bei stets gleichbleibendem Luftstrom —, über das Mittel hinaus zu einer schnelleren Umdrehungszahl überzugehen. Die Ursache dieser Hemmung bei diesem Anemometer dürfte darin zu suchen sein, daß die an das Spiralrad gelegte Tangente bei fortlaufender Umdrehung mit der Bewegungsrichtung des Balkens einen gegen 0° sich verringernden Winkel bildet und dadurch den Balken nicht mehr hebt, sondern zuletzt mehr drückt.

Dieser charakteristische Verlauf findet sich bei dem Anemometer Nr. 21104 sehr stark ausgeprägt, ist aber auch bei Nr. 21100 gut zu erkennen. Die Reihen 5–10 und 11–12 sind zu einer Kurve zusammengefaßt, um die Klarheit des Bildes nicht zu beeinträchtigen. Eine größere Abweichung dieser Reihen untereinander war nicht vorhanden.

4. Das Verhältnis v/t . Noch besser als bei den auf Fig. 1 u. 2 wiedergegebenen Kurven lassen sich Unregelmäßigkeiten der Umdrehungen des Schalenkreuzes zwischen zwei Kontakten bei konstantem Wind mit den auf Fig. 3 gezeichneten zeigen. Als Abzisse ist hier die Zeitdauer zwischen zwei Anemometerkontakten gewählt, die für alle Geschwindigkeiten auf eine gleiche Länge reduziert wurde. Der Morsestreifen jeder Reihe wurde nun in Abschnitte entsprechend einer Zeit von 5 sec. unterteilt und die Anzahl der Umdrehungskontakte für jeden dieser Abschnitte auf Zehntel ausgezählt und als Ordinate aufgetragen. Aus dieser Zahl (Umdrehungen/5 sec.) konnte durch Umrechnung mittels der Gleichung $n = \frac{U \cdot 12 \cdot 60}{252}$ die Anzahl der Anemometerkontakte pro Stunde bestimmt werden. Aus der so umgerechneten Skala ließ sich wiederum aus der Korrektions-tabelle jedes Anemometers der entsprechende Wert der Geschwindigkeit in m/sec. entnehmen. In der Darstellung der Fig. 3 sind für jedes Anemometer die Mittelwerte aller Reihen in eine Linie zusammengelegt und die Abweichungen von den Mittelwerten in m/sec. nach der positiven bezw. negativen Seite hin aufgetragen. Die Kurven geben also die Abweichungen von den Geschwindigkeitswerten wieder,

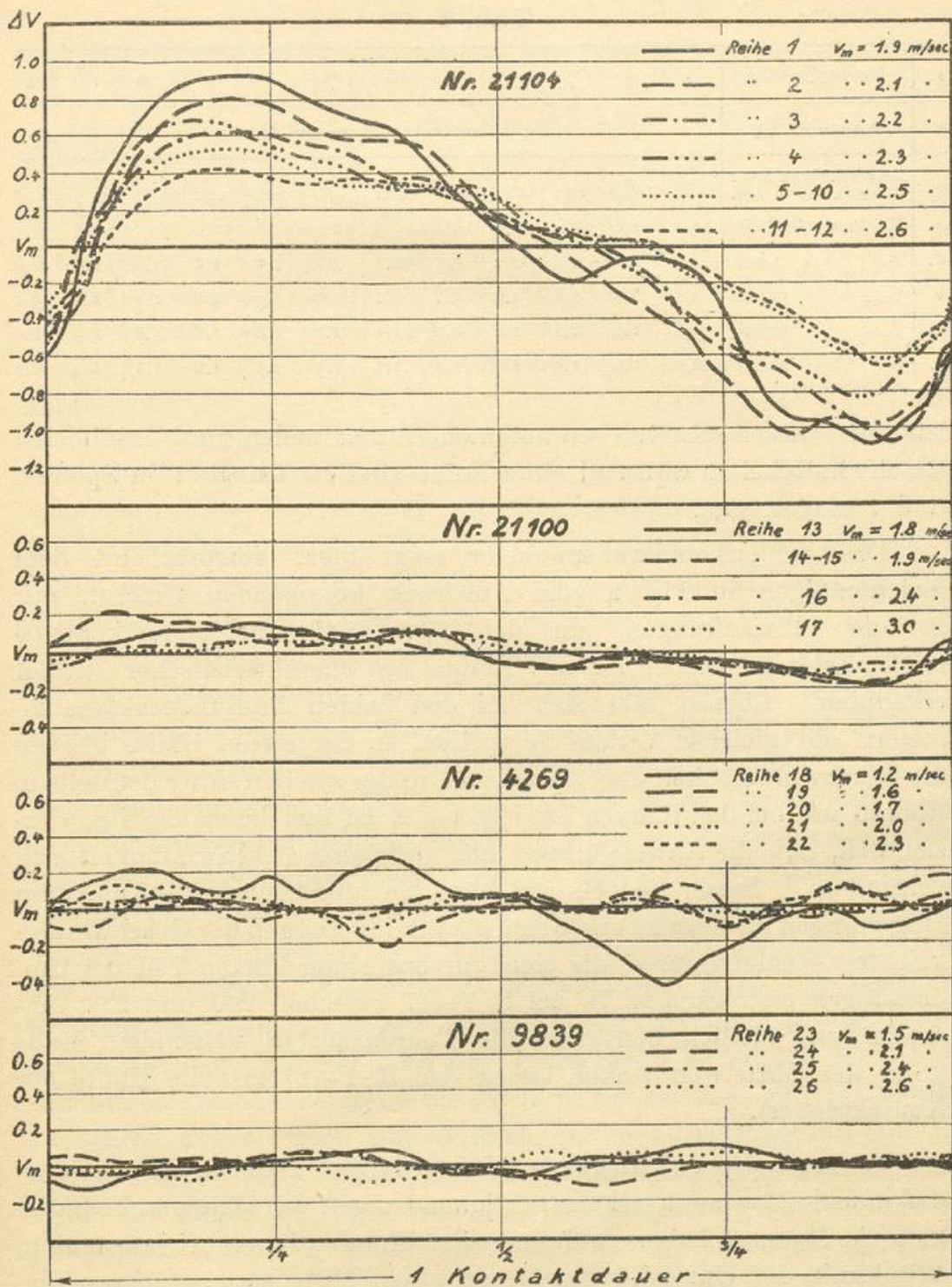


Fig. 3. Das Verhältnis v/t

die zu jedem Zeitpunkt der Umdrehungszahl des Anemometers zwischen zwei Kontakten entsprechen würden, wenn das Anemometer während der ganzen Reihe mit dieser Umdrehungszahl konstant gelaufen wäre.

Tab. 1.

1.	Versuchsreihe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.	Anemometer	Punktkontaktanemometer Nr. 21104											
3.	Zeit zwischen zwei Kontakten in sec.	182	167	142	138	121	121	120	120	120	118	117	115
4.	Kontakte in d.St.	19.8	21.6	25.4	26.1	29.8	29.8	30.0	30.0	30.0	30.5	30.8	31.3
5.	v_m m/sec	1.9	2.1	2.2	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6
6.	v_{max} m/sec	2.8	2.9	2.8	3.2	3.1	3.1	3.0	2.9	3.0	2.9	2.9	3.1
7.	v_{min} m/sec	0.8	1.0	1.2	1.6	1.7	1.9	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9
8.	Δv m/sec	2.0	1.9	1.6	1.6	1.4	1.2	1.3	1.1	1.2	1.1	1.0	1.2

Die aus diesen Kurven entnommenen maximalen und minimalen Geschwindigkeiten während einer Reihe sind in Tabelle 1 in Spalte 6 und 7 eingetragen.

Das Schleifkontaktanemometer zeigt hier, entsprechend dem gleichmäßigen in Fig. 2 zum Ausdruck kommenden Umlauf, nur geringe Schwankungen um den Mittelwert. Beim Fallkontaktanemometer ist wieder für alle Reihen ein charakteristischer Verlauf erkennbar. Ebenso läßt sich bei den beiden Punktkontaktanemometern ein gleicher Verlauf feststellen, in der ersten Hälfte bleiben die Geschwindigkeiten über dem Mittel, in der zweiten unter demselben. Ebenso wie bei den Kurven der Fig. 1 u. 2 ist aus denen der Fig. 3 ersichtlich, daß die Abweichungen mit geringerer Geschwindigkeit sich vergrößern. Besser jedoch ist hier die ungünstige Wirkung der Hemmungen insofern zu erkennen, als Verringerungen der Geschwindigkeit des Schalenkreuzes, die sich nur auf einen kurzen Teil der Umdrehungen erstrecken (z. B. bei R. 1—17 zwischen 200 und 252 Umdrehungen), zeitlich betrachtet die Tourenzahl in steigendem Maße unter den Mittelwert sinken lassen (bei R. 1—17 fast die Hälfte der Kontaktdauer).

5. Der Schwankungskoeffizient. Die Untersuchungen zeigen, daß manche Anemometerkonstruktionen bei geringer Windgeschwindigkeit die Eigenart haben, während einer Kontaktdauer bei konstantem Wind mit der Umdrehungszahl um einen Mittelwert zu schwanken. Diese Schwankungen sind bei jedem Anemometer in bestimmtem Maße vorhanden und vergrößern sich mit geringerer Windgeschwindigkeit. Sie können, wenn sie einen gewissen Wert überschreiten, zu bedeutenden Fälschungen der Windmessung Veranlassung geben.

Tab. 1

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Punktkontakt Nr. 21100					Fallkontakt Nr. 4269					Schleifkontakt Nr. 9839			
222	211	208	133	102	320	199	180	143	119	245	152	121	114
16.2	17.1	17.2	27.1	35.3	11.2	18.1	20.0	25.2	30.1	14.7	23.8	29.8	31.6
1.8	1.9	1.9	2.4	3.0	1.2	1.6	1.7	2.0	2.3	1.5	2.1	2.4	2.6
2.0	2.2	2.0	2.5	3.1	1.5	1.8	1.8	2.1	2.4	1.6	2.2	2.5	2.7
1.6	1.7	1.6	2.3	2.9	0.7	1.4	1.6	1.9	2.2	1.4	2.0	2.3	2.4
0.4	0.5	0.4	0.2	0.2	0.8	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3

Bei dem Anemometer Nr. 21104 ist z. B. die Versuchsreihe 1 bei dem für dieses Anemometer geringsten Wert $v_m = 1.9$ m/sec aufgenommen. Eine Verringerung der Geschwindigkeit hätte es bei der größten Hemmung bei etwa 230 Umdrehungen zum Stillstand gebracht¹⁾. Träfe dieser verringerte Luftstrom dagegen das Anemometer in einer Stellung, die in der ersten Hälfte nach dem Kontakt liegt, so würde das Schalenkreuz in noch immer übernormalem Maße weiterbewegt werden. Bei dem angegebenen Mittelwert würde das Anemometer, wenn es kurz vor dem Kontakt (etwa zwischen 200 und 252 Umdrehungen) in der Ruhelage sich befände, wohl überhaupt nicht in Bewegung kommen, da die an dieser Stelle große Haftreibung nicht überwunden werden könnte. Aus einer Ruhelage hinter dem Kontakt würde es dagegen anlaufen und mittels der vorhandenen Bewegungsenergie, wie bei dem Versuch, auch über die kritische Stelle hinwegkommen. Auch bei stärkerem Wind, etwa zwischen 2.0 und 2.5 m/sec. wird ein stärkerer Windstoß in verschiedener Weise, je nach der Stellung des Schalenkreuzes, aufgenommen werden. In der ersten Hälfte der Kontaktdauer wird das Anemometer bedeutend mehr Umdrehungen machen, als wenn der Wind in der zweiten auftreten würde.

Diese angedeuteten Fälschungen der Windregistrierung bei geringen Geschwindigkeiten können durch einen Korrektionsfaktor nicht erfaßt und daher bei einer Auswertung nicht berücksichtigt werden. Es ist daher wichtig, sofern eine besondere Untersuchung eine einwandfreie Registrierung auch der kleinen Windgeschwindigkeiten verlangt, zu wissen, in welchem Maße das benutzte Anemometer derartige Schwankungen zeigt. Aus der Tabelle ist in Spalte 6 zu er-

¹⁾ Da das angebrachte Zählrad eine zusätzliche Reibung verursachte, wird dieser Minimalwert bei freiem Anemometer etwas tiefer liegen.

sehen, daß die Schwankungen Δv in bestimmter Weise mit fallendem v_m zunehmen. Trägt man in ein Koordinatensystem diese Werte der Schwankung in Abhängigkeit von v_m ein, so kann die Verbindung der so gefundenen Punkte durch eine gerade Linie dargestellt werden. Die Neigung dieser Geraden wird mit wachsender Schwankung zunehmen und somit ein Maß für die Größe derselben sein. Diese Gerade kann durch eine Gleichung von der allgemeinen Form

$$y - y_1 = A (x - x_1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

ausgedrückt werden. (x, y) und (x_1, y_1) sind zwei Punkte dieser Geraden und A , der Richtungsfaktor, ist eine Größe, die über die Größe der Schwankung Auskunft gibt. Ersetzt man (x, y) durch $(v, \Delta v)$, (x_1, y_1) durch $(v_1, \Delta v_1)$ und A durch q , so erhält man die Gleichung

$$q = \frac{(\Delta v - \Delta v_1)}{v - v_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Die Größe q bezeichne ich als den Schwankungskoeffizienten eines Anemometers. Er bezeichnet das umgekehrte Verhältnis der Differenz einer größeren und kleineren Windgeschwindigkeit im Bereich geringer Stärken zu der Differenz der Schwankung innerhalb derselben Geschwindigkeiten.

Als zulässig halte ich für den Bereich zwischen $v_m = 1.0$ und 3.0 m/sec. eine Differenz der Schwankung von 0.4 m/sec. Setzt man diese Werte in die Gleichung (2) ein, so erhält man

$$q = \frac{0.4}{3 - 1} = 0.2.$$

Als zulässiger Grenzwert des Schwankungskoeffizienten gilt daher

$$q \leq 0.2.$$

Anemometer, die einen größeren Schwankungskoeffizienten aufweisen, sind für die Messung geringer Windstärken ungeeignet.

Für die untersuchten Anemometer ergeben sich bei der Berechnung des Schwankungskoeffizienten für

Nr. 21104	Nr. 21100	Nr. 4269	Nr. 9839
1.65	0.17	0.55	0.09

Das in der Rechnung auftretende negative Vorzeichen bezeichnet nur die Richtung der Geraden und ist für die Größe des Koeffizienten ohne Bedeutung. Es ist daher hier fortgelassen worden. Nr. 21104

und Nr. 4269 überschreiten also den Grenzwert. Ihre Verwendbarkeit ist daher nur eine beschränkte.

Will man für ein Anemometer den Schwankungskoeffizienten bestimmen, so ist es nötig, mit einer ähnlichen, wie unter 1.) beschriebenen Versuchsanordnung das Instrument bei zwei verschiedenen mittleren Geschwindigkeiten laufen zu lassen, etwa bei 2.5 und bei der niedrigst möglichen, um die Umdrehungen zu registrieren. Nach Berechnung der Schwankungen jeder Reihe läßt sich dann unter Benutzung der Gleichung (2) der betreffende Wert für q finden.

6. Der Anemometer-Faktor. Bei einer idealen Anemometerkonstruktion wird das Verhältnis der Windgeschwindigkeit zu der Umdrehungsgeschwindigkeit des Schalenkreuzes, das als „Anemometerfaktor“ bezeichnet wird, für alle Windgeschwindigkeiten konstant sein. Bei jedem Instrument treten jedoch Reibungserscheinungen oder dergl. in verschiedenem Maße in Erscheinung. Es ist daher nötig, für jedes Anemometer eine Korrektur zu bestimmen. Sobald die Korrektur festgelegt ist, ist der Nachteil eines verschieden großen Faktors bei verschiedenen Geschwindigkeiten in gewissem Sinne behoben, da aus der Korrekturtabelle jederzeit die wirkliche Windgeschwindigkeit nach der Anzahl der gegebenen Kontakte bestimmt werden kann.

Weist dagegen das Anemometer einen großen Schwankungskoeffizienten auf, so tritt eine ganz erhebliche Ungenauigkeit in der Messung ein. Der Anemometerfaktor verändert sich nunmehr bei derselben Windgeschwindigkeit und schwankt während einer Kontaktdauer sehr stark um den Wert, der dem betreffenden v_m dieser Kontaktdauer entspricht. Dieses immerfort wechselnde Verhältnis der Windgeschwindigkeit zu der Umdrehungsgeschwindigkeit des Schalenkreuzes verursacht dann Fälschungen, wie sie bereits unter 5. angedeutet wurden.

In Tabelle 2 sind für das Anemometer Nr. 21104, das ja einen besonders großen Schwankungskoeffizienten ergab, die Faktoren für die durchgeführten Versuchsreihen soweit berechnet, als die Schwankungen in direkten Werten in m/sec reichten. So schwankt der Faktor bei $v_m = 2.5$ m/sec von 2.68 bis 5.7 (bei einem aus der Korrekturtabelle bestimmten, diesem v_m entsprechenden Faktor 3.66). Bei $v_m = 1.9$ m/sec schwankt er sogar von 2.41 bis 24.4 (!) (bei einem entsprechenden Mittelfaktor 4.06).

Die Untersuchungen dürften hinreichend erwiesen haben, daß Windmessungen mit Schalenkreuz-Kontaktanemometer bei Werten von etwa 3 m/sec abwärts mit größter Vorsicht zu verarbeiten sind.

Tab. 2.

v m/sec	V m/sec	Anemometerfaktor f bei $v_m =$				
		1.9 m/sec	2.1 m/sec	2.3 m/sec	2.5 m/sec	2.6 m/sec
0.8	0.078	24.4				
0.9	0.115	16.5				
1.0	0.150	12.7	16.7			
1.1	0.186	10.2	11.3			
1.2	0.223	8.5	9.4			
1.3	0.257	7.4	8.3			
1.4	0.283	6.7	7.4			
1.5	0.329	5.8	6.4			
1.6	0.364	5.2	5.8	6.3		
1.7	0.402	4.72	5.2	5.7		
1.8	0.436	4.35	4.82	5.2	5.7	
1.9	0.469	4.06	4.48	4.92	5.3	5.5
2.0	0.505	3.76	4.16	4.56	4.95	5.1
2.1	0.542	3.49	3.88	4.24	4.61	4.79
2.2	0.577	3.29	3.64	3.99	4.34	4.51
2.3	0.613	3.09	3.43	3.76	4.08	4.23
2.4	0.648	2.93	3.24	3.56	3.87	4.02
2.5	0.684	2.78	3.07	3.36	3.66	3.80
2.6	0.720	2.64	2.91	3.19	3.48	3.61
2.7	0.756	2.52	2.78	3.04	3.31	3.44
2.8	0.786	2.41	2.67	2.94	3.18	3.31
2.9	0.827		2.54	2.78	3.03	3.14
3.0	0.862			2.67	2.90	3.01
3.1	0.901			2.55	2.70	
3.2	0.934			2.46	2.68	

Als einwandfrei können sie nur dann gelten, wenn festgestellt ist, daß das verwendete Anemometer nur einen kleinen Schwankungskoeffizienten hatte.

Der Trockenheitsindex, insbesondere für Deutschland.

Von E. Reichel.

I. Definition und Kritik.

1. Definition. Vor einiger Zeit hat E. de Martonne eine neue klimatologische Funktion angegeben¹⁾, in der die beiden wichtigsten Elemente für die Klimabeschreibung, Temperatur und Niederschlag, in einer Größe vereinigt werden. Ist t die Luft-

¹⁾ La Météorologie 1926, S. 449—458.

temperatur, n der Niederschlag an einer Erdstelle, so ergibt sich der Trockenheitsindex (i) als $\frac{n}{t+10}$, und zwar zunächst in dieser Weise der Jahreswert, während die Monatswerte erhalten werden, indem man im Zähler noch den Faktor 12 anbringt; so werden sie mit den Jahreswerten vergleichbar. Ist $t \leq -10^\circ$, so wird n als Index eingesetzt. Zwar sind derartige Versuche, Temperatur und Niederschlag in einer Funktion zu vereinigen, nicht neu¹⁾ — vor allem machen bodenkundliche Untersuchungen dies oft notwendig —, jedoch gibt die erfolgreiche Darstellung der Funktion über die ganze Erde mit der guten Erklärung der hydrographischen Verhältnisse und die hier und da schon auftretende Verwendung der Größe Veranlassung, sich näher mit dem Vorschlag de Martonnes auseinanderzusetzen.

2. Zahl der Niederschlagstage. Schon in dem von E. Biel erstatteten Referat²⁾ ist darauf hingewiesen, daß man die Zahl der Regentage (p) bei der Betrachtung der Feuchtigkeitsverhältnisse nicht vernachlässigen darf. Gebiete, in denen es häufiger regnet, sind weniger trocken als solche mit einer geringen Anzahl der Niederschlagstage. Diesem Mangel kann man ohne weiteres abhelfen, indem man im Zähler des Ausdruckes noch die Größe p anbringt. Dies dürfte das einfachste Verfahren sein. Genauer wäre sicher, einen Faktor $p-k$ anzubringen, jedoch fiel die Wahl eines geeigneten k für verschiedene Klimagebiete sicher verschieden aus. Um Monats- und Jahreswerte vergleichen zu können, muß man bei letzteren den Wert noch mit 12 multiplizieren; die unbequeme Größe der Zahlen kann man leicht durch entsprechende Division vermeiden.

Der Einführung der Größe p steht vor allem die Schwierigkeit entgegen, daß sichere Daten für sie nur schwer zu erlangen sind. Ferner ist zu beachten, daß man besser die Niederschlagstage mit einer gewissen Mindestniederschlagsmenge berücksichtigt als die Zahl aller Tage mit Niederschlag, da in unserem Klima Niederschläge von mehr als rund 1 mm erst wirksam werden. Man sieht also, daß der Einführung der Größe p in die Formel Schwierigkeiten entgegenstehen, so daß der Wert dieser Erweiterung bestritten werden kann.

¹⁾ In der Hauptsache: R. Lang, Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht (Internat. Mitt. f. Bodenk. 1915).

A. Meyer, Über einige Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa, Diss. Jena 1926. (Mit weiterer Literatur.)

²⁾ Met. Ztschr. 1927, S. 318–319.

Zur Erläuterung verwenden wir das von E. Biel gegebene Beispiel.

Trockenheitsindices für die Sommermonate.

	i	p	i·p		i	p	i·p
Wien	29	40	1160	Cetinje	92	10	920
Triest	39	31	1200	Falkland Inseln .	40	64	2560

Die bemängelte geringe Übereinstimmung der ursprünglichen Indices scheint durch die Einführung der Zahl der Regentage behoben. Höchstens erscheint Triest gegenüber Wien zu hoch, jedoch muß man einen Teil des wüstenhaften Aussehens der Karstgebirge auf die Beschaffenheit des Gesteins setzen, wie Biel bemerkt.

3. Jährlicher Gang des Niederschlags. Eine weitere, wichtigere Lücke bezieht sich auf den Gang des Niederschlags an der betrachteten Station. Ein Gebiet mit Winterregen ist bei gleicher Temperatur und gleichem Jahresniederschlag als feuchter anzusehen als ein Gebiet mit Sommerregen. Nach de Martonne ergeben sich für beide Gebiete gleich große Indices. Diesem Übelstand kann in einfachster Weise abgeholfen werden, indem man die Jahreswerte aus den zwölf Monatswerten berechnet, wie dies auch sonst bei den meteorologischen Elementen üblich ist. Alsdann fallen die Indices für Winterregengebiete relativ größer aus, wie aus dem in Tabelle 1 konstruierten Beispiel zu ersehen ist.

Tab. 1.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	I-XII	Δ%	Nied. %/a	
																Wint.	Som.
t	0	1	2	4	7	10	11	10	8	4	2	1	5	5	—	—	—
n ₁	10	20	30	40	50	60	70	60	50	40	30	20	480	480	—	31	69
n ₂	70	60	50	40	30	20	10	20	30	40	50	60	480	480	—	69	31
i ₁	12	22	30	34	35	36	40	36	33	34	30	22	32	30	-6	—	—
i ₂	84	65	50	34	21	12	6	12	20	34	50	65	32	38	+19	—	—

Da man die Betrachtung der Monatswerte doch immer in die Untersuchung einbeziehen wird, entsteht durch dieses Verfahren keine erhebliche Mehrarbeit. Es ergibt sich, daß selbst bei so geringen Unterschieden, wie sie im Deutschen Reich in bezug auf Verteilung des Niederschlages auf Sommer und Winter auftreten, die Indices merklich durch dieses Verfahren abgeändert werden, wofür ein Beispiel in Tabelle 2 gegeben ist.

Schließlich ist noch die mittlere Jahrestemperatur von Einfluß, da in wärmeren Gebieten der Wert der Winterniederschläge sich

mehr dem der Sommerniederschläge nähert. In kalten Gegenden mit verschiedenem Jahresgang sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Berechnungsmethoden also größer. (Dies folgt auch rein rechnerisch wegen der Division durch das nun kleinere $t + 10$, wie an Beispielen leicht deutlich wird.) Man erkennt dies aus dem Vergleich der Tabellen 3 und 4, wobei bemerkt sei, daß in den Beispielen der Tabellen 2—4 (außer Marggrabowa und Schneifelforsthaus) negative Temperaturen nur in geringem Maße auftreten; bei tieferen Wintertemperaturen würden sich nämlich nach der vorgeschlagenen Methode geringere Jahreswerte als nach de Martonne ergeben, weil die Winterniederschläge hier geringer bewertet werden (s. u. Nr. 4).

Tab. 2.¹⁾

Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	I-XII	Δ %	Nied. %		Jahr	
																Wi.	So.	Nied.	Temp.
Rosenberg i. Schl.	47	54	49	42	34	37	43	32	28	32	45	54	40	40	0	39	61	700	7.4
Marggrabowa . . .	42	39	42	33	29	33	44	38	30	34	47	52	40	39	- 2	37	63	630	5.7
München	55	46	50	50	54	60	56	49	51	42	48	67	54	52	- 4	33	67	930	7.2
Celle	62	50	53	31	31	32	41	36	30	43	47	64	40	43	+ 8	46	54	730	8.1
Husum	66	52	52	33	30	30	38	46	37	57	57	73	44	48	+10	48	52	790	7.8
Aachen	67	59	48	32	33	35	41	36	32	42	51	76	43	48	+12	49	51	820	9.0
Schneifelforsthaus.	110	110	96	60	45	43	51	48	47	67	97	122	67	75	+12	53	47	1060	5.6

Tab. 3.²⁾

Bisbee (Ariz.) . . .	23	22	15	6	3	3	37	41	17	12	9	20	18	17	- 6	36	64	453	15.8
Oracle (Ariz.) . . .	37	32	21	8	4	4	26	28	12	12	21	35	18	20	+11	53	47	489	16.6
Azusa (Calif.) . . .	67	55	49	12	8	2	0	0	4	9	17	28	18	21	+17	88	12	481	16.9

Tab. 4.²⁾

Denver (Colo.) . . .	13	15	21	35	31	14	17	11	10	14	12	21	20	18	-10	71	29	357	10.0
Chin Lee (Ariz.) . .	16	15	10	7	4	3	20	12	8	14	8	12	11	11	0	63	37	219	10.1
Belmont (Nev.) . . .	25	30	26	13	12	5	5	9	6	11	6	32	12	15	+25	43	57	212	7.2
Bishop (Calif.) . . .	51	19	17	4	3	1	1	2	3	4	7	17	8	11	+38	17	83	170	10.4

4. Monate mit $t \leq 0^{\circ}$. Bezüglich der Berechnungsweise des Index ergibt sich noch ein letzter Einwand. Bei Temperaturen unter -10° , für die der Index negativ ausfallen würde, soll die Niederschlagsmenge des betreffenden Monats dafür eingesetzt werden. Somit muß man bei z. B. -8° noch nach der angegebenen Formel rechnen; dies erscheint aber nicht ganz richtig, denn man hätte für diesen Fall die Niederschlagsmenge durch die kleine Zahl 2 zu dividieren, so daß der Monatsindex sehr hoch ausfallen würde, wohl zu hoch, da die bei

¹⁾ Auf Grund der im „Klimaatlas von Deutschland“ gegebenen Werte.

²⁾ Auf Grund der in „Summaries of climatological data“, U. S. Weather Bureau, Bulletin W, 2^d edition, 1926, veröffentlichten Zahlen.

solchen Temperaturen fallenden Niederschläge in keiner Weise — z. B. für Abfluß oder Vegetation — nutzbar werden; sie bleiben vielmehr solange liegen, bis es wärmer wird. Der gleiche Einwand läßt sich für alle Fälle erheben, in denen man Indices für Monate mit negativen Temperaturmitteln berechnen will. Hier erscheint es angebracht, die Berechnung unter der Annahme vorzunehmen, der betreffende Monat habe die Temperatur 0° . Man nimmt also an, daß etwa beim Überschreiten der 0° -Temperatur die Niederschläge wirksam werden und dies natürlich in dem Maße, als ob sie bei 0° gefallen wären. Selbst wenn der betreffende Monat vielleicht Wechsel zwischen Frost- und Tauzeiten aufzuweisen pflegt, erscheint dieses Verfahren angebracht. Immer ist der Feuchtigkeitswert einer Schneedecke verhältnismäßig gering und es fragt sich, ob man nicht sogar mit dem vorgeschlagenen Verfahren den Wert der bei negativen Temperaturen fallenden Niederschläge überschätzt, da doch ein nicht unbedeutlicher Teil der winterlichen Schneelage verdunstet, wie es vor allem aus dem trockenen Sibirien bekannt ist. Bei monatsweiser Betrachtung müßte der errechnete Index eines kalten Monats dem ersten Monat mit positiver Mitteltemperatur zugeschlagen werden, da in ihm — oder besser vielleicht in dem ersten Monat mit etwa -2° Mitteltemperatur — die winterlichen Niederschlagsmengen wirksam werden.

II. Anwendungen des Index.

Die Anwendungen sollen in großen Zügen die Verwendbarkeit des Index dartun. Es wird daher im Abschnitt II von der Verwendung der vorher vorgeschlagenen feineren Methoden zur Berechnung abgesehen, während im Abschnitt III an einem eingehender durchgearbeiteten Beispiel das abgeänderte Berechnungsverfahren angewendet wird.

1. Hydrographie. Die beiden Elemente Niederschlag und Lufttemperatur sind ausschlaggebend für die Gestaltung der Abflußverhältnisse eines Landes. Es liegt daher nahe anzunehmen, daß der Trockenheitsindex zur Bestimmung des Abflusses verwendet werden kann; auch zeigt die von de Martonne gegebene Darstellung so gute Übereinstimmung zwischen den Gebieten mit kleinem Index und den abflußlosen Gebieten, daß die Anwendung auf die Hydrographie lohnend erscheint. Hier soll nur ein Einwand gestreift werden.

Man nimmt in erster Annäherung an, daß der Abfluß eines Flußgebietes sich etwa nach der Formel ergibt: $a = \alpha \cdot n + \beta t$. Bei

Betrachtung eines größeren Intervalls für n muß man aber die Gerade als Abflußkurve verlassen und zu gebogenen Kurven übergehen, in denen n etwa in einer Potenz vorkommt. Über das Maß der Einwirkung der Temperatur liegen bisher überhaupt nur so wenige exakte Bestimmungen vor — sie sind sehr schwer vorzunehmen —, daß die Annahme der linearen Abhängigkeit vom t noch ausreichend erscheint. Es wäre aber durchaus möglich, daß für ein einzelnes Flußgebiet eine Kurve von der Form $a = k \left[\frac{n}{t + 10} \right]^k$ die Ergebnisse der Messungen befriedigt, womit dann der Trockenheitsindex in die Berechnung einginge.

Für die oben vorgeschlagenen Abänderungen zur Berechnung des Index ergibt sich im Zusammenhange mit den Untersuchungen über Abfluß folgendes.

Die Bedeutung der Zahl der Niederschlagstage für die Abflußerscheinungen ist umstritten; man wird somit von der Einführung dieser Größe in den Index bei hydrographischen Betrachtungen Abstand nehmen müssen, solange nicht einwandfreie Ergebnisse vorliegen. Daß die Verteilung der Niederschläge über das Jahr in dem hier berücksichtigten Sinne in die Abflußformel eingeht, ist schon aus den Untersuchungen über die deutschen Flußgebiete hinreichend bekannt¹⁾. Die Frage des Wertes der winterlichen Niederschläge ist schwerer zu entscheiden. Eine schmelzende Schneedecke gibt wohl — wegen der plötzlich vorhandenen großen Wassermengen — einen relativ hohen Abfluß. Dafür ist aber auch lange liegender Schnee der Verdunstung ausgesetzt, und man kann annehmen, daß bei der vorgeschlagenen Methode die Winterniederschläge für hydrographische Zwecke richtig eingeschätzt werden, während die Berechtigung der Methode de Martonnes mit ihren viel zu hohen Werten nicht anerkannt werden kann.

Es erscheint zweckmäßig, die hier angedeuteten Zusammenhänge an einigen Beispielen zu belegen, die sich nur mit den Hauptursachen beschäftigen sollen. In diesem Sinne werden nur Jahreswerte für i betrachtet werden, während die Untersuchung der feineren Einflußmomente, worüber im allgemeinen oben gesprochen wurde, Spezialuntersuchungen vorbehalten bleiben soll.

¹⁾ K. Fischer, Niederschlag, Abfluß und Verdunstung des Weserquellgebietes. Jahrb. f. d. Gewässerkunde Norddeutschlands, Bes. Mitt. Bd. IV, Nr. 3, S. 11.

Zum Studium der Abflußhöhen (a) im Zusammenhang mit dem Trockenheitsindex steht das von R. Fritzsche¹⁾ zusammengetragene Material zur Verfügung; aus der dortigen Tabelle 11 entnimmt man a und n für jedes Flußgebiet, während die wahre Temperatur auf Grund der vorhandenen reduzierten Darstellungen roh berechnet werden muß. Das Ergebnis des Vergleichs findet sich in Tabelle 5.

Tab. 5.

Flußgebiet	n	t	a	i
Colorado	300	10	30	15
Nil	826	25	35	23
Murray	588	15	62	24
Don	403	6	66	25
Ob	300	—1	67	30
Wolga	463	4	146	33
Mississippi	757	12	178	34
Schelde	736	17	226	37
Donau	748	10	243	37
Loire	762	10.5	256	37
Ems	742	9.5	275	38
La Plata	1200	20	431	40
Newa	532	3.5	374	40
Orinoco	1290	23	407	41
Kongo	1323	22	508	41
Niger	1519	22	567	47
Amazonas	1967	26	546	55

Es ergibt sich ein recht deutlicher Zusammenhang zwischen Index und Abflußhöhe. Die Werte für a steigen mit wachsendem i zunächst langsam, dann um etwa 40 schnell, um dann wieder langsam abzunehmen. Dies erscheint nicht merkwürdig, da der Abfluß zunächst eine parabolische Funktion des Niederschlages und somit auch des Index zu sein scheint. Die Abflußwerte für die tropischen Flüsse erscheinen aber relativ niedrig, weil die Voraussetzung für das weitere parabolische Ansteigen der Kurve, die Annäherung an eine obere Verdunstungsgrenze, noch nicht gegeben ist (wegen des hohen n).

Da die über die ganze Erdoberfläche erstreckte Darstellung schon relativ gute Ergebnisse zeitigt, kann man bei Untersuchungen über kleinere Flußgebiete noch besseres erwarten. Dies soll an Hand des Materials über die böhmische Elbe²⁾ gezeigt werden. In Tabelle 6 sind zunächst die Einzelwerte der Jahre 1876/1890 für Niederschlag,

¹⁾ R. Fritzsche, Niederschlag, Abfluß und Verdunstung auf den Landflächen der Erde, Diss. Halle 1906.

²⁾ V. Rurarc, Die Abfluß- und Niederschlagsverhältnisse von Böhmen. A. Penck, Untersuchungen über die Verdunstung von größeren Landflächen. Geogr. Abh., Bd. V, Heft 5.

Temperatur, Abfluß und Index zusammengestellt, wobei die wahre Temperatur aus der Temperaturdifferenz gegen das Mittel unter Annahme einer Mitteltemperatur von 7° errechnet ist. Die Abflußhöhen und die Indices sind ihrer Größenordnung nach numeriert (A und I).

Tab. 6.

Jahr	a	n	t	i	A	I	Jahr	a	n	t	i	A	I
1876	234	590	7.2	34	4	10.11	1884	169	620	7.5	35	12	9
1877	172	577	7.4	33	11	12.13	1885	126	515	7.3	30	14	15
1878	166	591	7.8	33	13	12.13	1886	180	662	7.4	38	9	6
1879	178	635	6.1	39	10	5	1887	125	498	6.2	31	15	14
1880	240	755	7.6	43	3	3	1888	243	721	6.3	44	2	2
1881	200	606	6.2	37	6	7.8	1889	186	623	6.8	37	8	7.8
1882	207	737	7.4	42	5	4	1890	268	783	6.9	46	1	1
1883	193	576	6.9	34	7	10.11							

Die Übereinstimmung in den Nummern A und I ist sehr gut. Die Ausnahmen sind vor allem daraus zu erklären, daß der Einfluß eines feuchten oder trockenen Jahres sich noch in das nächste Jahr erstreckt, solange man nicht nach Abflußjahren rechnet, was in der Untersuchung Pencks nicht geschehen ist. Es ließen sich also leicht noch bessere Ergebnisse gewinnen.

Die Besonderheiten der einzelnen Jahre sind durch Penck ausgeschaltet worden, indem er den zu einer bestimmten Temperatur- (abweichung) bei bestimmten Niederschlag gehörenden Abfluß aus einer graphischen Darstellung feststellte. In Tabelle 7 ist in den

Tab. 7.

t	n:	550	600	650	700	750	800	850
+ 1° (= 80)	a:	85	108	140	150	185	226	269
- 1° (= 60)	a:	108	145	176	208	235	258	288
	i ₈ :	31	33	36	39	42	45	47
	i ₆ :	34	38	41	44	47	50	53

ersten drei Zeilen ein Auszug aus der dortigen Tabelle 14 gegeben, während in den letzten beiden Zeilen die zugehörigen Indices aufgeführt sind. Man entnimmt der Tabelle sehr leicht, daß Index und Abflußhöhe eng zusammengehören.

2. Gletscher- und Eiszeitkunde. Die Lage der Schneegrenze ist von Niederschlag und Temperatur ebenfalls abhängig, wie überhaupt grundsätzlich zwischen der Betrachtung der Abflußverhältnisse und Untersuchungen über die Lage der Schneegrenze kein Unter-

schied zu machen ist. Man wird daher den Index besonders zu vergleichenden Betrachtungen über die Höhe (H) der Schneegrenze verwenden können. Je größer i ist, um so kleiner ist H.

Als Beispiele sollen zunächst einige Vergleiche über die Höhe der Schneegrenze dienen, die in folgender Tabelle 8 zusammengestellt sind.

Tab. 8.

	N	T	H	i
Alaskaküste	3000	7 ^o	800	176
Anden (45° N)	3400	10	1200	170
Kamtschatka (57° N)	1500	0	1500	150
Neuseeland	2800	11	2200	133
Zentr.-Ostalpen	1800	13	2800	78
Westl. Kaukasus	1800	14	2800	75
Daghestan-Geb.	1000	14	3800	42
Westl. Tienschan	800	13	3800	35
Ruwensori	1300	29	4600	33
Mexik. Vulkane (19° N)	1000	27	4700	27
Chimborasso	1000	28	5600	25
Kilimandscharo	1000	28	5600	25

Die Höhe H der Schneegrenze ist also vom Niederschlag und der auf den Meeresspiegel reduzierten Temperatur abhängig. Die Werte für die Schneegrenzhöhe stammen aus dem Werk von V. Paschinger¹⁾, während n und t den allgemeinen Darstellungen entnommen sind. Hierbei sind Ungenauigkeiten nicht zu umgehen. Im besonderen wäre noch zu erwähnen, daß z. B. H für den Kilimandscharo sehr hoch ausfällt, was Paschinger mit der isolierten Lage des Berges begründet.²⁾ Die Massenerhebung³⁾ spielt z. B. bei dem Himalaja eine Rolle, der eine sehr hoch gelegene Schneegrenze hat. (Allerdings ist für die Beurteilung der Frage die Niederschlagsbestimmung zu unsicher.) Diese untergeordneten Faktoren gehen in den Trockenheitsindex nicht ein; es ist also erklärlich, daß die Abhängigkeit zwischen i und H nicht ungestört ist.

Somit erscheint es auch hier besser, die Verwendung des Index auf kleinere Gebiete zu beschränken, da bei Vergleichen in großen Räumen zahlreiche Faktoren mit größeren Wirkungen die natürlichen Verhältnisse beeinflussen. Schließlich erscheint es angebracht, besonders statt der mittleren Jahrestemperatur die Mitteltemperatur be-

¹⁾ V. Paschinger, Die Schneegrenzhöhe in verschiedenen Klimaten, Pet. Mitt. Erg. H. Nr. 173, 1912.

²⁾ a. a. O. S. 62.

³⁾ a. a. O. S. 77.

stimmter Sommermonate einzusetzen, sofern man nicht überhaupt zu monatsweiser Betrachtung übergeht.

Zu diesem Abschnitt soll ein zweites Beispiel gegeben werden, das sich mit den Messungsergebnissen einzelner Jahre beschäftigt. In den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt wird regelmäßig über den Firnzuwachs an einigen Gletschern berichtet. Es soll nun dieser Zuwachs für den Silvrettagletscher mit dem zu demselben Jahre gehörenden Trockenheitsindex verglichen werden. Hierfür stehen die Niederschlagsmessungen an der Silvrettahütte (Totalisator in 2370 m Höhe) und die Temperaturmessungen aus Davos (1560 m) zur Verfügung. Der Index wird ermittelt, indem die Jahresniederschlagsmenge durch die Mitteltemperatur der Abschmelzmonate Mai bis September dividiert wird, wobei diese Mitteltemperatur zu Davos minus 6.5° angenommen wird. Die Tabelle 9 gibt über diese Rechnungsergebnisse Aufschluß.

Tab. 9.

Jahr	n	t	i	f	I	F
1915/1916	1180	2.6	94	172	7.8	5
1916/1917	1790	3.9	129	245	3	1
1917/1918	1210	3.5	90	160	9	7
1918/1919	1710	2.9	133	170	2	6
1919/1920	1300	3.8	94	120	7.8	9
1920/1921	1080	4.2	76	-140	11	11
1921/1922	1640	3.9	118	180	5	4
1922/1923	1430	3.0	110	80	6	10
1923/1924	1630	2.9	126	230	4	2
1924/1925	(1200)	3.6	88	156	10	8
1925/1926	1680	1.9	141	225	1	3

f: Firnzuwachs in Zentimeter an der oberen Boje, I und F: Nummern zu Spalten i und f.

Der Zusammenhang ist recht gut zu erkennen. Man muß dabei bedenken, daß die eingeschlagene Methode zur Bestimmung des Index sehr roh ist. Die Niederschlagshöhe an der Hütte muß nicht mit der auf dem Gletscher parallel gehen. Der jährliche Gang des Niederschlages, der auf das Ausmaß des Firnzuwachses einen starken Einfluß hat, ist nicht berücksichtigt, da keine Messungen darüber vorliegen. Schließlich geht bei monatsweiser Betrachtung sehr stark die Mitteltemperatur einzelner Monate mit hoher Temperatur ein, die hier vernachlässigt werden muß. Daß dieser Faktor von großer Wichtigkeit ist, erkennt man aus den Ergebnissen 1918/19 und 1922/23. Bei gleicher Mitteltemperatur hat ein Sommer mit heißen und daneben

auch kalten Monaten eine stärkere Wirkung auf den Abschmelzvorgang als ein Sommer mit durchgehend normalen Monaten.

3. Bodenkunde. Die Versuche, Niederschlag und Temperatur in einem Index zu vereinigen, haben von bodenkundlichen Betrachtungen ihren Ausgang genommen¹⁾. Neben bestimmten Schwellenwerten spielt das Verhältnis beider Größen eine große Rolle für die Erkennung der Entwicklungsbedingungen der Böden. Daher greift das Anwendungsgebiet mit dem Studium der Böden auch in die Palaeoklimatologie hinüber. Der Verfasser ist jedoch nicht in der Lage abzuwägen, ob der von de Martonne vorgeschlagene Index mit den hier vorgenommenen Ergänzungen die für dieses Wissensgebiet notwendigen Erklärungsgrundlagen wird abgeben können.

4. Pflanzengeographie. Für das Leben der Pflanzen spielt die hier definierte Trockenheit eine größere Rolle als die Größe des Niederschlages selbst; während beim Studium der Verbreitungsgrenzen in Bezug auf die Temperatur noch ergänzende Betrachtungen über Schwellenwerte notwendig sind, kann man wohl annehmen, daß die Betrachtungen über Niederschlag besser durch solche über Trockenheit ersetzt werden. Es ist leicht einzusehen, daß die Hinzunahme der Zahl der Niederschlagstage für Betrachtungen über die Pflanzenverbreitung eine Notwendigkeit ist; hier hat diese Ergänzung ihr eigentliches Anwendungsgebiet. Anders aber steht es mit dem aus den einzelnen Monatswerten gewonnenen Jahreswert des Index. Dieser hat so gut wie keine Bedeutung; in der Hauptsache kommt es vielmehr auf die in der Vegetationszeit zur Verfügung stehende Feuchte an. Diese kann sich allerdings aus aufgespeicherten und niedergehenden Wassermengen zusammensetzen. Man wird also zur Betrachtung von Jahresteilwerten kommen, es sei denn, daß es sich um weniger eingehende Übersichten handelt, bei denen man mit der Betrachtung des Jahresniederschlages bisher ebenfalls auskam. In diesen Fällen wird die Einführung des Jahresindex kaum Vorteile bringen. Die Berechnung der erwähnten aufgespeicherten Feuchtigkeit geschieht (sofern es sich um Vorräte aus den kalten Monaten handelt) sicher besser nach dem hier vorgeschlagenen Verfahren mit den kleiner ausfallenden Indices; wobei auf die Ausführungen unter „Hydrographie“ verwiesen wird.

De Martonne hat auf diese Anwendungsmöglichkeit hingewiesen, indem er den Begriff der biologischen Trockenheit einführte: Gebiete

¹⁾ Vgl. Anm. ¹⁾ auf S. 85.

mit $i \leq 20$ sind biologisch trocken. Das folgende Beispiel (Tabelle 10) bringt eine Bestätigung, indem es die Grenze zwischen der Waldformation und der trockenen Grasflurenformation beim Index von etwa 20 festlegt. Die Anwendungsmöglichkeit des Index erstreckt sich natürlich nicht nur auf die Begrenzung dieser trockenen Gebiete, vielmehr stellt jede Formation bestimmte Anforderungen an den Index. So ist z. B. die Grenze zwischen dem Wald und der Moorheide sicher durch eine obere Grenze des Index in Bezug auf den Wald bestimmt.

Schon oben wurde ein Beispiel für die Zweckmäßigkeit der Einführung der Zahl der Niederschlagstage in gewissen Fällen pflanzengeographischer Betrachtung ergeben. Daher begnügen wir uns damit, hier nochmals auf die gute Verwendungsmöglichkeit des Trockenheitsindex in einfachster Form hinzuweisen, indem wir die Verhältnisse längs der Grenze zwischen Wald- und Grasflurengürtel betrachten. Die in Tabelle 10 aufgeführten Orte liegen nach der bei Schimper¹⁾ gegebenen Karte an dieser Grenze, die mit höherem Index knapp außerhalb. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache erkennt man, daß für alle Orte trotz abweichenden Niederschlages sich ein einheitlicher Index von 22 für die Grenze ergibt.

Tab. 10.

	Veg.-Per.	n	t	i
sw. Irkutsk	V—IX	(200)	(13.0)	(21)
Omsk	V—IX	200	13.0	21
Saratow	IV—IX	280	15.2	22
Kiew	IV—IX	330	16.2	25
Budapest	IV—IX	350	18.0	25
Prince Albert	IV—IX	280	11.6	26

Anm.: i ist auf die ganze Länge des Jahres, also bei 6 Monaten aus $\frac{2n}{t+10}$ usw. berechnet.

5. Landwirtschaft. Soweit hier das Anwendungsgebiet der klimatologischen Betrachtungen über Niederschlag reicht, erstreckt sich auch die Verwendung des Trockenheitsindex. Neben den aus der Pflanzengeographie hereinreichenden Betrachtungen über die Verbreitungs- (und Lebens-)bedingungen der Pflanzen kommt vor allem das Gebiet der Produktionsstatistik in Frage. In der Hauptsache wird man sich dabei auf einzelne Monatswerte beschränken müssen, während langjährige Mittelwerte z. B. für die Bestimmung des An-

¹⁾ A. F. Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage, Jena 1928; Karte 3.

wendungsbereichs bestimmter Saatsorten von Bedeutung sein können. Doch liegt auch dieses Gebiet dem Klimatologen etwas ferner, sodaß es mit diesen Andeutungen sein Bewenden haben soll.

6. Zusammenfassung. Es hat sich somit gezeigt, daß die Verwendung des Trockenheitsindex in verschiedenen Gebieten möglich ist; mit Vorteil nimmt man dann diese oder jene der hier vorgeschlagenen Ergänzungen vor. Der Erörterung könnte nur noch die Frage wert sein, ob die grundlegende Bestimmung als $i = \frac{n}{t+10}$ den Verhältnissen in der Natur angepaßt ist oder nicht. Wir finden in der Arbeit de Martonnes keinen Hinweis darauf, man kann also annehmen, daß die Wahl des Divisors $t+10$ eine mehr willkürliche ist, während das Prinzip der Division eines Niederschlagwertes durch einen Temperaturwert schon in früheren Untersuchungen eine Rolle gespielt hat. Es bleibt abzuwarten, ob aus den Anwendungen heraus sich noch eine Korrektur notwendig macht; als Vorteil der vorgeschlagenen Methode ergibt sich immer, daß Betrachtungen über Niederschlag durch eine die Trockenheit besser charakterisierende Größe ersetzt werden¹⁾. — Wie weit der Index für die eigentliche Klimatologie von Wert sein kann, soll an dem folgenden Beispiel unter anderem gezeigt werden, das mit Deutschland nur einen kleinen Teil der Erdoberfläche mit geringem Wechsel in den natürlichen Verhältnissen umfaßt, während für die Betrachtung größere Erdräume auf die Arbeit de Martonnes verwiesen wird.

III. Der Trockenheitsindex für Deutschland.

1. Vorbemerkungen. In diesem Kapitel sollen zwei kartographische Darstellungen des Trockenheitsindex, für das Jahr und für die Haupt-Vegetationsperiode, und der jährliche Gang des Index besprochen werden. Die Jahreswerte werden unter Berücksichtigung der Zahl der Niederschlagstage ermittelt, werden aber der besseren Vergleichbarkeit halber nach der Formel $i = \frac{n \cdot p}{(t+10) \cdot 180}$ berechnet, wobei 180 als ein mittleres p für Deutschland angenommen wird. Bei den sonstigen Berechnungen wird von der Berücksichtigung von p Abstand genommen, da das Material darüber zu spärlich ist, als daß

$p =$
Zahl der
Tage mit
Niederschlag
 $\geq 0.1 \text{ mm}$

¹⁾ Schließlich möge noch darauf verwiesen werden, daß in der Köppen'schen Klimagliederung die Größe $\frac{n}{t+10}$ eine Rolle spielt, indem die Grenzen der A-, C- und D-Klimate bei $i > 20$, die von BS bzw. BW bei $i < 20$ bzw. < 10 angenommen werden, wie sich aus der Definition in Pet. Mitt. 1918, S. 193 ergibt.

es mit Erfolg durchgeführt werden könnte. Bei der ersten Darstellung mußte ein großer Teil der Werte aus der im Klimaatlas gegebenen Karte entnommen werden, was für die einzelnen Monate nicht möglich gewesen wäre, da Karten nicht vorhanden sind. Das in diesem Abschnitt verwendete Zahlenmaterial ist in den Tabellen 12 und 13 zusammengestellt.

2. Die kartographische Darstellung des Jahresindex. In einem Lande mit verhältnismäßig geringen Temperaturunterschieden wie Deutschland muß eine Karte des Trockenheitsindex mit der Darstellung der Niederschlagsverteilung große Ähnlichkeit haben. Die Temperaturunterschiede, die unter den reduzierten Isothermen vorkommen, erreichen nur 4°. Bei der wahren Temperaturverteilung werden die Unterschiede bedeutend größer, doch zeigt sich, daß Gebiete geringerer Temperatur und solche hohen Niederschlages in den Gebirgen immer zusammenfallen. Trotzdem läßt uns die Karte des Trockenheitsindex (Fig. 1) einige Unterschiede zu der Darstellung der Niederschlagsverteilung erkennen, die im folgenden übersichtlich

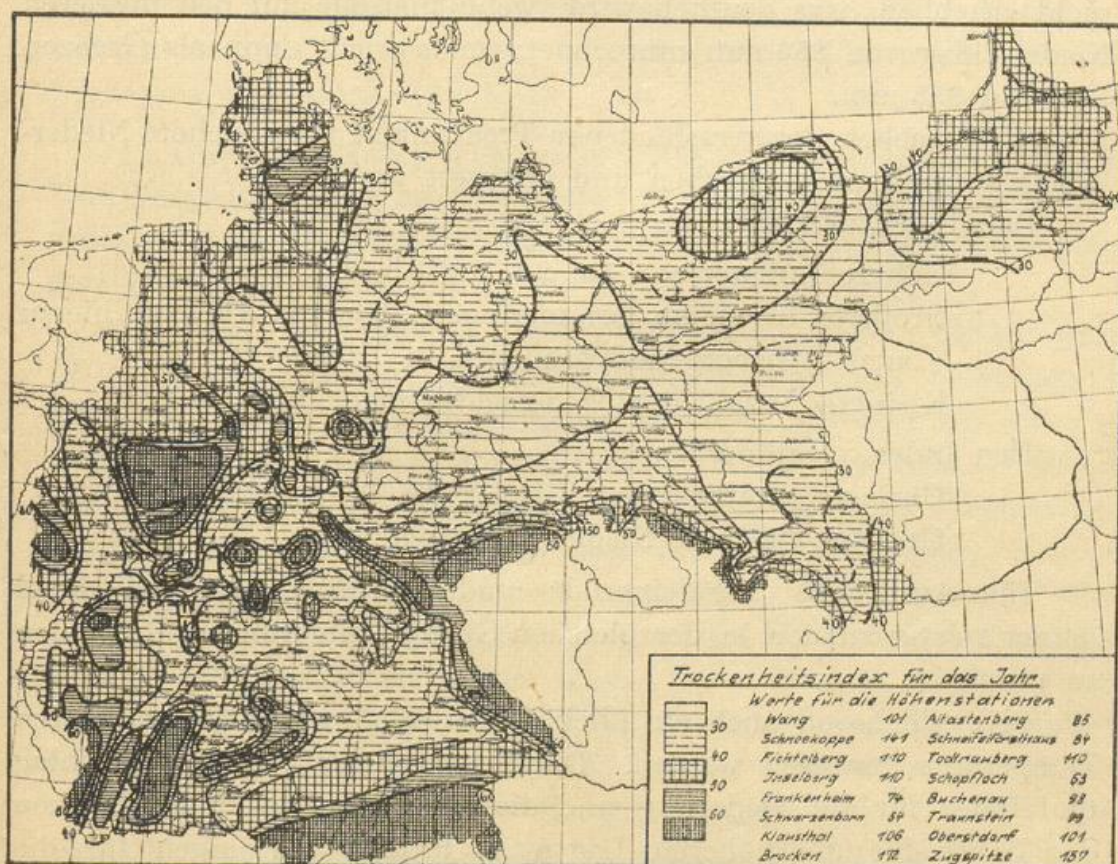


Fig. 1

gezeigt werden sollen. Es werden in einigen Beispielen Gebiete gleichen Niederschlags zusammengestellt, und wir lernen die dazugehörigen Indices und die Unterschiede zwischen ihnen kennen.

1. 500 mm Niederschlag.
 - a) Rheintal bei Mainz (24), b) Provinz Posen (27), c) untere Oder (28), d) untere Saale (28). 15%
2. 600 mm Niederschlag.
 - a) Mittl. Main (32), b) Mittelschlesien (32), c) mittl. Mecklenburg (35), d) mittl. Ostpreußen (40). 20%
3. 700 mm Niederschlag.
 - a) Mittl. Neckar (32), b) unterer Rhein (40), c) nördl. Ostpreußen (42), d) Pommerscher Höhenrücken (44). 32%
4. 800 mm Niederschlag.
 - a) Östl. Schlesien (47), b) obere Saar (48), c) nördl. Holstein (48), d) Bayer. Hochfläche (50), e) Sächs. Hochfläche (52). 26%

Im Durchschnitt betragen die Unterschiede 23 %; sie sind also recht erheblich, was deutlich wird, wenn man sie auf den mittleren Niederschlag von 650 mm umrechnet; man erhält dann als Grenzen 575 und 825 mm.

Die Ursachen der verschiedenen Trockenheit bei gleichem Niederschlag sollen kurz angegeben und erläutert werden.

Den Index verkleinernd:

Höhere Luftwärme: 1 a, 2 a, 3 a, 3 b, 4 a, 4 b.

Größerer Anteil an Sommerregen: 1 b, 2 b, 4 a; vgl. hierzu auch Arnberg und München in Tabelle 11.

Kleinere Anzahl der Niederschlagstage: 2 a, 3 a, 3 c.

Den Index vergrößernd:

Geringere Luftwärme: 3 d, 4 d, 4 e.

Größere Zahl der Niederschlagstage: 4 c.

Die Ausdrücke „verkleinernd“ und „vergrößernd“ sind dabei immer relativ zu den in der gleichen Gruppe aufgeführten Beispielen zu verstehen.

Schließlich soll noch ein Blick auf die Gebirge mit ihrer tieferen Temperatur geworfen werden. Dabei vergleichen wir Niederschlag und Index für die Niederung und die höheren Lagen und drücken die Werte für die höheren Lagen in Prozent derjenigen für die unteren aus (N und I).

Tab. 11.

Station	Höhe	n	i	N	I	Station	Höhe	n	i	N	I
Glatz	288	590	30	100	100	Chemnitz	312	800	51	119	145
Reinerz	560	960	63	163	210	Oberwiesenthal	927	1250	102	187	292
Wang	874	1330	101	226	337	Krefeld	44	610	35	100	100
Nordhausen	219	560	31	100	100	Arnsberg	212	970	65	159	185
Klausthal	590	1340	106	239	342	Altastenberg	780	1030	85	169	243
Brocken	1140	1640	172	293	555	Regensburg	343	590	31	100	100
Meiningen	316	630	38	100	100	München	525	930	59	158	190
Frankenheim	756	920	74	146	195	Hohenpeißenberg	994	1030	68	175	219
Schmücke	910	1310	118	208	311	Traunstein	597	1570	99	266	318
Dresden	128	670	35	100	100	Zugspitze	2964	1380	157	232	506

In den Index geht hier, wie schon oben ausgeführt, mit der Temperatur die Höhe stark ein. Während z. B. in dem Beispiel Oberbayern die Prozentzahlen für Niederschlag und Index annähernd gleich sind, weil Höhen-(und Temperatur-)unterschiede gering sind, ist die Abweichung der Verhältniszahlen beim Beispiel Nordhausen-Brocken sehr groß, weil die Höhendifferenz über 900 m beträgt. So erkennt man, daß das Bild der Verteilung des Index auch in diesem Punkte von dem der Niederschlagsverteilung abweicht; jedoch erscheint der im vorigen Beispiel erläuterte Unterschied für die Niederung wesentlich wichtiger.

3. Der jährliche Gang des Trockenheitsindex. (Fig. 2). Zum Vergleich sollen zwei Gruppen von Stationen betrachtet werden, welche die Verhältnisse in der Ebene bzw. in der mittleren Lage der Gebirge darstellen.

Die drei Orte Memel, Westerland und Aachen stehen unter ozeanischem Einfluß. Für sie wird die Feuchtigkeit besonders im Osten im Herbst und Dezember sehr hoch, während der Sommer relativ trocken bleibt. In Memel umfaßt die trockene Zeit die Monate April-September, in Westerland sind April-Juni am trockensten, während dann schon ein Ansteigen der Kurve deutlich wird; in Aachen erkennt man in dem sekundären Juli-Maximum einen schwachen Einfluß des Ganges im östlichen Binnenlande, der durch Ratibor und Berlin dargestellt wird. Der Dezember ist zwar auch hier der feuchteste Monat, jedoch reicht der Juli besonders in Ratibor nahe heran, weil der Anteil der Sommerregen schon so groß ist, daß der Einfluß der größeren Temperaturschwankung zurücktritt. Die Verhältnisse des Alpenvorlandes sind denen des Ostens ähnlich, das Sommermaximum verschiebt sich auf den Juni wegen der vor-

herrschenden Frühsommerregen. Das Bild von Würzburg ist dem von Aachen durchaus ähnlich; hier wird aber die größere Trockenheit des Sommers durch die höhere

Temperatur (17.5° gegen 16.2°) verursacht. Bei allen Stationen zeigt sich größere Trockenheit im Frühling und im Frühsommer, was für unser Pflanzenleben von größter Wichtigkeit ist, da die Hauptwachstumsperiode in die trockene Zeit fällt. Hieraus erhellt die Wichtigkeit eines kühlen und nassen Mai, wie ihn der Bauer sich wünscht, ohne weiteres.

In den Gebirgen tritt die Feuchtigkeit des Winters bedeutend stärker hervor, und zwar sind daran Temperatur wie Niederschlag beteiligt. Aber auch hier ist der Einfluß des Kontinentalklimas unverkennbar, indem die Kurven für Wang und andererseits Schopfloch bedeutend flacher verlaufen, da der Sommer feuchter ist. Dem Osten ist besonders das Märzmaximum eigentümlich, daß auf einem sekundären Maximum in der Niederschlagskurve beruht, während es im Westen (Schneifelforsthaus) von der noch größeren Feuchtigkeit des Winters erdrückt wird. Überall finden wir schließlich ein sekundäres Sommermaximum, das in Schopfloch in den Frühsommer fällt, wie es entsprechend oben für die tieferen Lagen des östlichen Süddeutschland erkannt wurde.

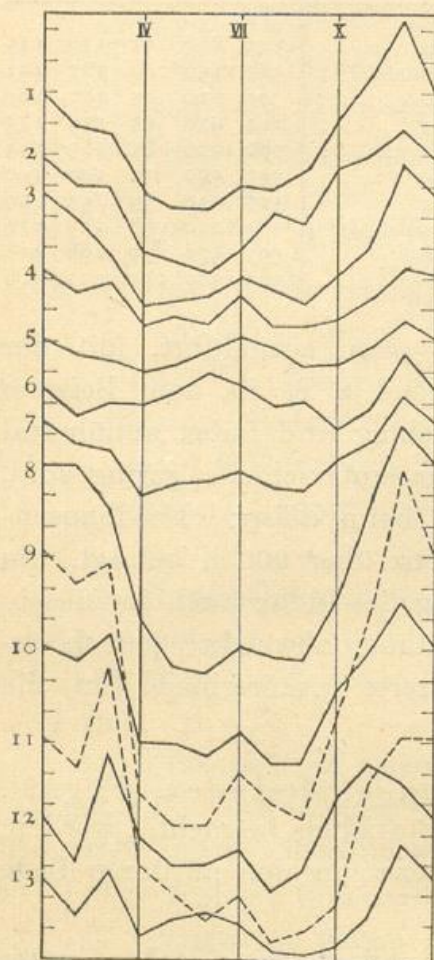


Fig. 1. Jährlicher Gang des Trockenheitsindex.

1: Memel, 2: Westerland, 3: Aachen, 4: Berlin, 5: Ratibor, 6: München, 7: Würzburg, 8: Schneifelforsthaus, 9: Klausthal, 10: Frankenheim (Rhön), 11: Oberwiesenthal, 12: Kirche Wang, 13: Schopfloch.

(Ein Teilstrich der Skala bedeutet zehn Einheiten des Index.)

4. i für die Hauptvegetationsperiode und Vergleiche. Der Index ist für die in Bezug auf die Entwicklung vieler Pflanzen wichtigste Zeit, die Monate April—Juni, ebenfalls kartographisch dargestellt worden (Fig. 3). Als Unterlage diente das in Tab. 12 zusammengestellte Material; für die Linienführung im einzelnen wurde die Mai-

karte des Niederschlages aus dem Klimaatlas zu Hilfe genommen. Die Zahl der Niederschlagstage ist nicht berücksichtigt worden (s. o.). In einzelnen Fällen wurden auch die Monate März — Mai bzw. Mai — Juli betrachtet, sobald man eine Verfrühung oder Verspätung in der Pflanzenentwicklung auf Grund der Temperaturbeobachtungen vermuten konnte; dies ist in Tab. 12 durch Querstriche deutlich

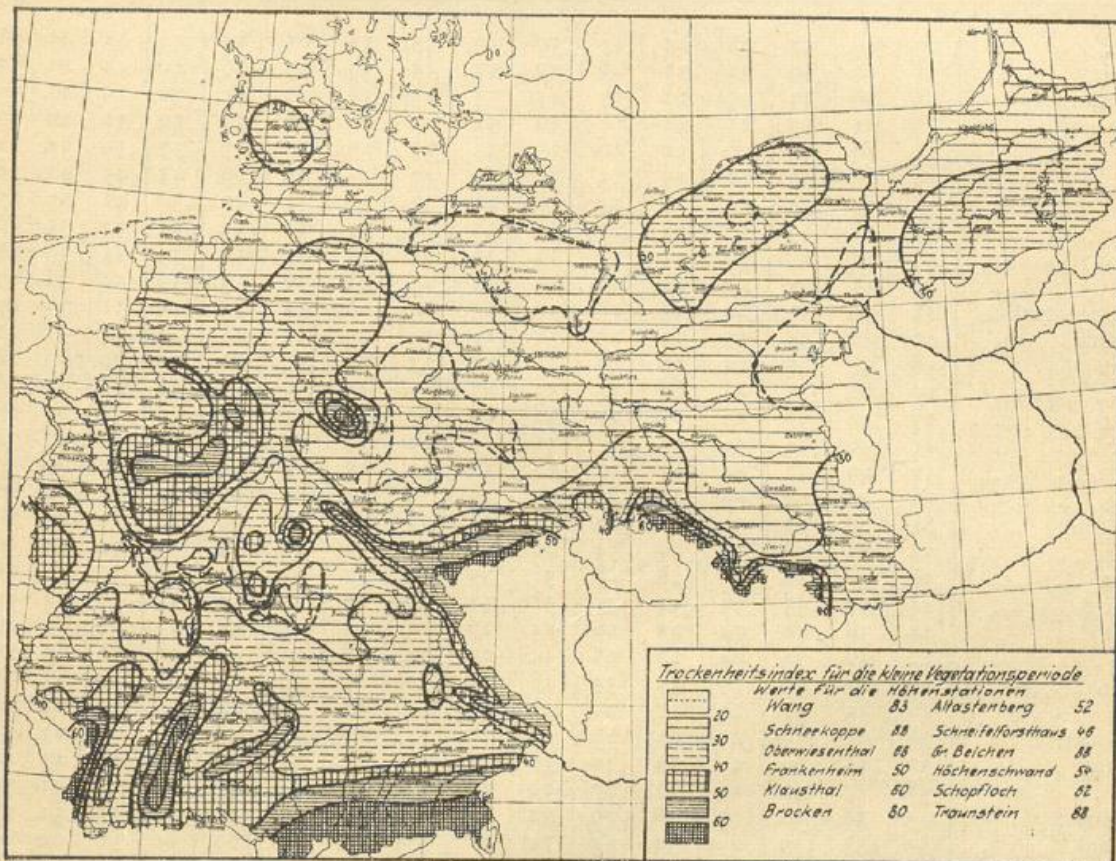


Fig. 3

gemacht worden. — Aus der gezeichneten Karte ergibt sich leicht eine Darstellung für die gesamte Vegetationszeit (April — September): Die Werte für die Küstengegenden erhöhen sich wegen der dort auftretenden Spätsommerregen etwas, wie aus Tabelle 12 ebenfalls ersichtlich ist. Im übrigen bleibt das Bild nahezu unverändert.

Beim Vergleich der Jahreskarte mit der Darstellung für die Vegetationszeit fällt zunächst auf, daß die Gebirge im Sommer wesentlich trockener werden, was besonders mit der höheren Temperatur zu begründen ist. Wir verweisen auf die graphische Darstellung zu Nr. 3 (Fig. 1). Das entspricht auch den tatsächlichen Verhältnissen, die z. B. in den Abflußverhältnissen der norddeutschen Ströme ihr Spiegelbild

Tab. 12. Monats- und Jahreswerte des Index (1881—1915).

I: Aus zwölf Monaten berechnet; T: Zahl der Niederschlagstage berücksichtigt.

V: Index für die „große“ Vegetationszeit; v: Index für die „kleine“ Vegetationszeit.

Vegetationszeiten: April—September bezw. April—Juni. Ausnahmen durch Vertikalstriche gekennzeichnet.

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktr.	Novbr.	Dezbr.	Jahr	I	T	V	v
Memel	60	49	47	28	24	23	30	29	35	52	65	84	42	44	41	28	26
Instenburg	52	43	49	32	26	28	35	42	34	39	57	66	40	42	42	33	29
Marggrabowa	42	39	42	33	29	33	44	38	30	34	47	52	40	39	41	35	35
Marienburg	31	31	37	25	28	26	30	32	22	24	36	40	30	31	29	27	26
Berent	48	44	45	30	30	30	35	33	25	29	50	53	37	39	38	31	30
Köslin	56	46	53	32	35	33	45	44	40	43	44	66	44	45	42	38	33
Stettin	43	35	38	23	24	23	32	28	22	30	33	49	30	32	29	25	23
Putbus	48	37	43	27	28	25	35	35	28	41	40	53	35	37	35	30	27
Schwerin	48	37	43	26	23	27	37	31	25	34	35	51	33	35	38	28	25
Waren	48	38	43	25	22	26	35	31	24	33	36	53	33	34	32	27	24
Berlin, Seestraße	42	36	39	24	28	26	35	25	25	28	34	44	31	32	29	27	26
Landsberg	42	38	41	25	29	27	36	26	26	29	36	48	32	34	31	28	27
Bromberg	36	31	38	24	26	26	31	27	23	27	32	42	29	30	29	26	25
Posen	35	28	33	24	29	22	32	24	23	23	30	42	28	28	25	26	25
Ostrowo	37	34	37	26	29	26	32	26	25	24	33	44	30	31	29	27	27
Ratibor	41	36	34	30	33	37	42	38	32	33	38	47	37	37	37	35	33
Glatz	33	29	37	29	34	34	40	30	32	29	35	39	34	33	30	33	32
Wang	96	82	118	89	81	81	86	72	79	102	113	108	92	92	101	80	83
Schneekoppe	81	78	77	92	107	86	100	78	93	99	86	90	114	99	141	88	88
Zittau	48	42	48	34	39	34	42	34	33	32	42	56	39	40	40	36	36
Liegnitz	36	31	34	25	28	25	31	25	24	22	31	42	28	30	30	26	26
Grünberg	44	39	43	31	34	31	38	31	30	29	39	52	35	37	34	33	32
Kottbus	44	38	40	24	29	26	35	26	25	29	35	48	31	33	31	28	26
Dahme	40	36	38	23	28	25	34	24	24	28	34	46	30	32	29	26	25
Dresden	50	41	46	29	34	34	38	31	30	29	38	51	36	38	35	33	32
Torgau	40	35	37	22	27	25	32	24	24	27	33	44	29	31	28	26	25
Magdeburg	38	33	33	21	22	22	29	23	21	26	29	39	27	28	27	23	22
Bernburg	32	28	30	21	24	22	30	21	21	27	27	36	26	27	25	23	22
Erfurt	38	37	36	22	27	27	31	26	22	30	34	47	30	31	31	26	25
Nordhausen	43	38	40	25	26	26	34	27	24	30	34	47	31	33	31	27	26
Klausthal	142	132	139	64	54	54	71	61	56	85	119	169	86	96	106	59	60
Brocken	209	187	186	144	87	70	84	84	95	99	164	192	134	133	172	81	80
Celle	62	50	53	31	31	32	41	36	30	43	47	64	40	43	43	34	31
Hamburg	61	58	45	35	29	30	36	37	29	40	44	54	38	42	46	33	31
Lübeck	52	41	45	27	27	25	34	32	25	41	40	57	35	37	37	28	26
Schleswig	68	55	55	35	32	32	42	49	40	59	61	79	47	51	51	38	33
Westerland	59	50	50	29	25	22	30	42	38	56	60	69	41	44	42	31	25
Husum	66	52	52	33	30	30	38	46	37	57	57	73	44	48	48	36	31
Emden	56	42	43	28	27	27	35	41	32	49	49	63	39	41	44	32	27
Löningen	58	44	47	29	30	30	29	35	28	40	43	58	39	40	40	32	30
Bremen	55	42	45	28	28	28	36	32	26	37	40	53	35	38	39	30	28
Gütersloh	60	47	50	29	31	31	40	36	30	41	45	61	39	42	42	33	30
Münster i. W.	64	50	53	31	33	34	43	39	31	44	47	66	42	45	48	35	33
Krefeld	52	42	41	24	23	25	30	26	24	31	38	56	32	34	35	25	24
Aachen	67	59	48	32	33	35	41	36	32	42	51	76	43	48	52	35	33
Schneifelforsthaus	110	110	96	60	45	43	51	48	47	67	97	122	67	79	84	47	46
Arnsberg	89	73	71	40	39	41	49	43	40	51	63	96	53	58	65	42	40
Altastenbergl)	98	116	94	67	53	44	59	54	49	74	77	97	70	74	85	52	52
Kassel	44	39	39	24	31	31	36	30	26	33	36	50	33	35	33	30	29
Marburg	50	44	42	24	27	29	33	28	26	36	43	65	35	37	35	28	27
Frankenheim	82	77	86	50	50	46	54	44	44	66	79	96	62	65	74	48	50

1) 1893—1912.

Tab. 12. (Fortsetzung.)

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Jahr	I	T	V	v
Meiningen	47	44	43	26	32	32	37	31	28	36	41	56	36	38	38	31	30
Chemnitz	60	55	60	38	43	43	48	38	37	37	48	66	45	48	51	41	41
Oberwiesental	122	113	145	80	71	63	71	56	60	68	107	122	87	96	102	64	68
Bayreuth	43	37	40	24	29	29	28	28	24	28	36	50	31	33	33	27	27
Würzburg	44	37	35	20	24	25	28	23	22	32	37	53	29	32	30	24	23
Stuttgart	41	31	34	31	35	37	37	29	30	30	33	44	34	34	31	33	34
Ansbach	48	38	41	27	34	34	36	31	29	33	40	59	36	38	39	32	32
Regensburg	44	36	37	25	29	32	33	29	27	30	38	55	34	35	31	29	29
Metten	73	62	57	38	41	47	48	41	41	38	51	85	49	52	55	43	42
Passau	72	61	51	34	39	44	45	39	38	36	50	84	46	49	43	40	39
Traunstein	100	86	99	84	85	96	96	88	88	77	86	121	94	92	99	90	88
Zugspitze	85	103	103	144	154	196	179	188	145	100	88	100	138	132	157	—	—
Hohenpeißenberg	66	56	70	61	62	68	66	60	60	52	57	79	64	63	68	63	65
München St. W.	55	46	50	50	54	60	56	49	51	42	48	67	54	52	59	53	55
Ulm	46	42	39	37	38	39	38	37	32	29	35	52	38	39	38	37	38
Schopfloch	77	65	79	58	63	65	61	53	52	55	64	88	64	65	63	59	62
Friedrichshafen	58	50	49	44	45	52	52	48	48	41	43	67	49	50	44	48	47
Höchenschwand ¹⁾	83	92	90	59	58	54	51	54	53	66	72	106	66	70	68	54	54
Mühlhausen	48	39	37	28	29	29	28	26	30	39	46	58	34	36	29	29	31
Straßburg	40	32	33	26	31	33	36	30	32	35	38	46	34	34	30	32	31
Karlsruhe	58	46	42	34	31	34	33	30	33	37	44	59	37	40	37	33	35
Kaiserslautern	58	47	47	28	28	28	31	28	30	41	47	71	37	40	41	29	28
Birkenfeld	85	72	70	36	33	34	37	53	37	53	69	116	49	56	63	35	34
Trier	54	43	43	26	29	32	29	28	30	40	46	64	36	37	35	29	29
Neuwied	45	35	35	22	26	26	30	25	22	32	36	52	30	32	30	25	25
Mainz	37	28	29	18	20	22	22	20	21	29	30	45	25	27	24	20	20
Buchen	71	62	56	37	32	33	29	32	32	39	55	79	42	45	42	33	34

haben. Wesentlich erscheint ferner die größere Trockenheit, die längs der Nord- und Ostseeküste bis weit in das Binnenland hinein in den Sommermonaten herrscht. Wie wir es schon bei der Betrachtung des jährlichen Ganges kennen gelernt haben, ist der Osten Deutschlands gegenüber dem Westen im Sommer relativ feuchter; die Indices für beide Jahreshälften werden daher im Osten gleich hoch, während im Westen der Sommer durchweg trockener ist. Aus demselben Grunde bleibt die geringe Trockenheit des Alpenvorlandes auch im Sommer erhalten.

Daß die durch den Index dargestellten natürlichen Verhältnisse ihre Wirkung auf die Pflanzenwelt nicht verfehlen, soll an einigen Beispielen aus der Pflanzenverteilung gezeigt werden. Als Grundlage dienten die von E. Werth²⁾ veröffentlichten Karten. Es muß natürlich bemerkt werden, daß die Entwicklungsbedingungen für die

¹⁾ 1893—1912.

²⁾ E. Werth: Klima- und Vegetationsgliederung in Deutschland, Mitt. aus d. Biol. Reichsanst., H. 33, 1927.

Pflanzen in einem Zahlenausdruck, wie es z. B. der Trockenheitsindex ist, nicht allein erfaßt werden. Neben weiteren klimatischen Faktoren (Schwellenwerte der Temperatur usw.) sind z. B. Einflüsse des Bodens und der menschlichen Wirtschaft wirksam. Auch beruhen Werths Karten zum Teil auf provinzweisen Angaben, sodaß in ihnen die natürlichen Grenzen nicht klar zum Vorschein kommen können.

Die Jahreskarte scheint uns folgende Übereinstimmungen zu erklären: Das norddeutsche Kieferngebiet fällt ungefähr mit dem Gebiet $i \leq 36-40$ zusammen. Beispielsweise trägt aber das trockenste Gebiet des östlichen Posen weniger Wald, weil hier aus edaphischen Rücksichten der Boden mehr landwirtschaftlich genützt wird (das ermöglicht

Tab. 13. Jahreswerte des Trockenheitsindex, berechnet mit Berücksichtigung des Jahresganges und der Zahl der Niederschlagstage.

Königsberg	43	Leipzig	31	Fichtelberg	110
Heilsberg	37	Halle	26	Elster	65
Osterode	33	Sondershausen	28	Bamberg	36
Graudenz	27	Quedlinburg	29	Coburg	44
Neufahrwasser	29	Wasserleben	40	Kissingen	39
Hela	29	Braunschweig	38	Nürnberg	33
Lauenburg	41	Hannover	39	Weißenburg	39
Rügenwaldermünde	37	Lüneburg	37	Landshut	41
Schivelbein	39	Neumünster	48	Buchenau	98
Swinemünde	38	Kiel	48	Burghausen	52
Prenzlau	26	Flensburg	46	Reichenhall	83
Neustrelitz	33	Gramm	47	Tegernsee	83
Demmin	33	Helgoland	44	Mittenwald	63
Wustrow	30	Meldorf	49	Partenkirchen	68
Rostock	33	Bremervörde	45	Oberstdorf	101
Kirchdorf (Poel)	31	Elsfleth	45	Lindau	64
Dömitz	33	Wilhelmshaven	41	Meersburg	40
Güstrow	31	Borkum	42	Biberach	43
Marnitz	35	Osnabrück	44	Wallerstein	38
Kyritz	32	Herford	42	Heilbronn	31
Brandenburg	30	Kleve	41	Hohenheim	34
Potsdam	31	Hachenburg	64	Tübingen	31
Blankenburg b. Berlin	27	Siegen	59	Hechingen	42
Frankfurt a. O.	27	Müllenbach	83	Freudenstadt	100
Deutsch-Krone	33	Brilon	72	Villingen	50
Konitz	33	Schwarzenborn	54	Donaueschingen	42
Samter	26	Weilburg	41	Todtnauberg	110
Fraustadt	31	Gießen	31	Badenweiler	43
Breslau	29	Schotten	50	Colmar	18
Rosenberg	39	Fulda	38	Baden	55
Beuthen	43	Göttingen	34	Heidelberg	33
Oppeln	33	Dingelstädt	46	Mannheim	23
Reinerz	63	Inselsberg	110	Saargemünd	43
Friedland	50	Schmücke	118	Metz	33
Schreiberhau	73	Stadtilm	32	Geisenheim	24
Eichberg	39	Gr.-Breitenbach	68	Darmstadt	33
Görlitz	40	Jena	34	Michelstadt	36
Bautzen	38	Altenburg	32	Frankfurt a. M.	28
Tharandt	46	Annaberg	67	Aschaffenburg	33
Colditz-Zschadraß	35	Altenberg	87	Wertheim	31
Zwenkau	30				

wiederum die ausreichende Feuchtigkeit des Sommers), während in der Lüneburger Heide die Kiefer weiter in das feuchte Gebiet aus umgekehrten Gründen eindringt. In Übereinstimmung mit unserer Karte findet man weiter, daß sich das südbaltische Laubwaldgebiet an die größere Feuchtigkeit Hinterpommerns knüpft. Ebenso findet man das mittel- und süddeutsche Fichtengebiet in den feuchteren Landstrichen, das mittelfränkische Kieferengebiet in der trockenen Umgebung Nürnbergs. Letzteres kommt in einer Regenkarte z. B. noch nicht zum Vorschein.

Das Verbreitungsgebiet des sibirischen grünblättrigen Leimkrauts scheint mit dem Gebiet $i \leq 28-30$ übereinzustimmen; jedenfalls ist die 17^o-Juliisotherme nicht als Grenze anzusehen, wie man leicht vermuten könnte, da Ostpreußen von dieser umschlossen wird, nicht aber in das Leimkrautgebiet fällt. Andererseits stellt sich Oberschlesien wieder als eine Ausnahme dar.

Aus der April-Juni-Karte erkennen wir z. B., daß das Roggenfrühdruschgebiet Ostdeutschlands mit dem Gebiete der größten Trockenheit ($i \leq 27$) zusammenfällt. Mecklenburg-Schwerin fällt heraus; wie es scheint, spielt hierbei die niedrigere Sommertemperatur eine Rolle, worauf der Anbau von Hafer vielleicht hindeutet.

In Süddeutschland läßt die Verbreitung der Wiesen einen Zusammenhang zwischen geringer Trockenheit im Sommer und den Wachstumsbedingungen der Wiesen erkennen, was ohne weiteres erklärlich scheint. Schließlich sei noch auf das Verbreitungsgebiet der mediterranen Florenelemente verwiesen, das an Sommertrockenheit und hohe Temperatur gebunden ist.

Über die Niederschlagsverteilung im Harz.

Von J. Hoffmeister.

Im folgenden sollen einige Ergänzungen zu der Arbeit von G. Hellmann, Die Niederschlagsverteilung im Harz (Bericht über die Tätigkeit des Pr. Met. Inst. 1913, S. (9)) gegeben werden. Sie beziehen sich im wesentlichen auf die Unterschiede, die die Verwendung einer 35-jährigen Periode (1891—1925) statt der 20-jährigen (1891—1910 bzw. 1892—1911) hervorgerufen hat. Soweit nicht direkte 35-jährige Reihen vorlagen, wurden die Monatsmittel durch Reduktion gewonnen und aus diesen die Jahresmittel berechnet, diese aber noch mit Hilfe direkt

reduzierter Werte nachgeprüft. Reihen von 10 Jahren und darunter wurden mit wenigen Ausnahmen ausgeschlossen. Von den Ergebnissen sind in der Tabelle 1 nur die Jahres- und Sommer- und Wintermittel angeführt, wobei als Sommer die Zeit vom 1. Mai bis 31. Oktober, als Winter die andere Jahreshälfte gerechnet wird. Die weiteren Ergebnisse, insbesondere auch die zur Tabelle gehörige Niederschlagskarte

Tab. 1. Niederschlagsmengen im Harz.

Ort	Meeres- höhe m	Niederschlagshöhe			Ort	Meeres- höhe m	Niederschlagshöhe		
		Sommer mm	Winter mm	Jahr mm			Sommer mm	Winter mm	Jahr mm
Seesen*	220	469	339	808	Harzburg*	244	459	366	825
Grund*	340	539	450	989	» (Köhlerloch)	400	546	538	1084
Osterode*	220	452	359	811	Molkenhaus	515	577	510	1087
Lerbach	356	542	458	1000	Scharfenstein	615	594	569	1163
Buntenbock*	546	646	628	1274	Torfhaus	800	713	698	1411
Dammhaus	575	698	635	1333	Brocken	1140	722	823	1545
Lautenthal	295	595	554	1149	Wasserleben	152	361	225	586
Wildemann	400	622	563	1185	Stapelburg*	230	399	246	645
Zellerfeld	560	718	689	1407	Ilseburg	270	461	359	820
Klausthal*	578	657	687	1344	Wernigerode*	232	394	283	677
Gieboldehausen	158	352	260	612	Hasserode	270	375	312	687
Herzberg	240	436	361	797	Schierke	620	536	605	1141
Sieber	340	677	733	1410	Braunlage	565	562	601	1163
Schluf	580	717	814	1531	Halberstadt*	130	324	199	523
Silkerode	188	413	315	728	Derenburg	158	321	180	501
Lauterberg	300	531	522	1053	Blankenburg*	228	350	247	597
St. Andreasberg	610	625	724	1349	Eggerode	195	337	227	564
Oderhaus	430	593	740	1333	Todtenrode*	425	387	288	675
Trebra	188	361	298	659	Rübeland*	420	425	350	775
Klettenberg	260	376	316	692	Quedlinburg*	124	317	186	503
Sachsa	330	459	446	905	Gernrode*	225	329	229	558
Havensberg	660	494	438	932	Ballenstedt	230	344	239	583
Walkenried	268	414	412	826	Harzgerode	398	345	266	611
Wieda (Försterei)	320	500	560	1060	Viktorshöhe	582	374	313	687
» (Oberförsterei)*	394	550	630	1180	Allrode*	460	369	299	668
Ellrich	255	410	408	818	Güntersberge	415	379	355	734
Sülzbayn	320	412	441	853	Hasselfelde*	450	384	353	737
Hohegeiß	625	512	543	1055	Gr. Wechsungen	188	338	280	618
Benneckenstein	515	467	535	1002	Nordhausen*	247	334	248	582
Grünthal*	513	459	522	981	Ilfeld	260	390	349	739
Goslar*	260	496	428	924	Nordhäuser Tal-	443	383	365	748
Altenau	495	613	575	1188	Stolberg [sperre	300	403	391	794
Rose (Grabenhaus)	550	670	747	1417	Hayn	435	368	329	697
					Wippra	215	327	208	535
					Agnesdorf	280	323	237	560
					Kelbra	155	307	185	492
					Sangerhausen*	182	304	195	499
					Annarode	322	323	238	561
					Klostermansfeld*	245	313	201	514

* Vollständige 35-jährige Beobachtungsreihen (1891—1925).

und eine ausführliche Darstellung, werden an anderer Stelle gegeben werden.

Die Stationen sind nach der geographischen Lage angeordnet, wobei teilweise die Zugehörigkeit zu den einzelnen Tälern maßgebend gewesen ist.

Es zeigt sich, daß am Rande des Oberharzes ungefähr die gleiche Niederschlagsmenge in derselben Höhe gemessen wird, daß sich aber die vom Rande ausgehenden Täler nicht gleich verhalten. Vielmehr ist eine große oder kleine Niederschlagshöhe eine Eigentümlichkeit eines bestimmten Tales. Von Osterode bis Lerbach nimmt die mittlere Niederschlagsmenge auf 136 m Höhenunterschied um 189 mm zu, von Herzberg nach Sieber auf 100 m aber um 613 mm. Weiter aufwärts ist zwar die Zunahme im Siebertale geringer, aber der absolut hohe Wert von Schluft kennzeichnet auch hier seinen besonderen Regenreichtum. Da beide Täler in gleicher Weise nach SW geöffnet sind, so kann für die Verschiedenheit die Lage zu besonders regenbringenden Winden nicht verantwortlich gemacht werden. Es wird hierbei die Form der Täler eine Rolle spielen, die das Bild der Stromlinien der Luft bestimmt, das von maßgebendem Einfluß sein wird. In einem engen Tal, wie es das der Sieber darstellt, wird es zu einem Zusammendrängen der Stromlinien und zu besonders kräftigen Aufwärtsbewegungen und Stauungen kommen, die dementsprechend auch zu starken Niederschlägen Veranlassung geben. Daß Acker- und Bruchberg auf die Verhältnisse des Siebertals eine besondere Wirkung ausüben, erscheint zweifelhaft, da die Station Dammhaus in 575 m Höhe auf der westlichen Seite des Ackerberges eine um 200 mm geringere Regenhöhe aufweist als die in gleicher Höhe im Siebertale gelegene Station Schluft, obwohl diese den regenbringenden Winden nicht so stark ausgesetzt ist. Hier beträgt die jährliche Regenhöhe 1531 mm, die nur wenig hinter der des Brockens zurückbleibt. Daß hier, wie auch in anderen Fällen aber auch ganz örtliche Einflüsse eine Rolle spielen müssen, geht aus einem Vergleich mit den Messungen an einem anderem Regenmesser bei Schluft hervor, der an der Mönchskappe in 640 m Höhe während der Jahre 1914—1918 aufgestellt war und wo in der schneefreien Zeit gemessen wurde. Ein Vergleich zwischen den beiden Stationen in Tabelle 2, in der nur die Monate der ziemlich vollständigen zweiten Jahreshälfte angeführt sind, zeigt, daß trotz der 60 m höheren Lage an der Mönchskappe sowohl im Sommer als im Winter die zweite Station in keinem der angeführten Monate die

Regenmengen der ersten Station übertroffen hat. Man muß jedenfalls annehmen, daß ganz besondere Lageverhältnisse diesen Unterschied hervorrufen. Ähnlich wie Schlufft verhält sich auch die Station Oderhaus, die trotz ihrer 180 m tieferen Lage dieselbe Niederschlagsmenge wie St. Andreasberg hat. Wie überhaupt die Niederschlagsverhältnisse an den oberen Talrändern und auf den zwischen den Tälern sich hinziehenden Gebirgsrücken verglichen mit denen der Täler sind, darüber geben die Beobachtungen wenig Anhaltspunkte, da am Rande des Oberharzes die Stationen fast ausnahmslos in den Tälern liegen. Doch gestatten die beiden Stationen Sachsa und Ravensberg einen Vergleich.

Tab. 2. Niederschlagsmengen (mm)

in Schlufft (Forsthaus) (580 m)							in Schlufft (Mönchskappe) (640 m)						
	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.		Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1914		31	154	133	85	173	1914		23	137	133	81	156
1915	126	141	60	54			1915	115	131	51	50		
1916	123	130	103	143	115		1916	111	117	92	136	106	
1917	90	194	54	230	129		1917	83	177	49	210	119	
1918	114	184	159	77	24	199	1918	111	177	149	72	24	183

Trotz des Unterschiedes von 330 m in der Höhenlage ist auf dem Ravensberg die Niederschlagsmenge nur unbedeutend größer. Der Einfluß der höheren Lage scheint durch die besonderen Stauungsverhältnisse der regenbringenden Winde in den Tälern z. T. ausgeglichen zu werden. Daß aber anderseits auf der Hochfläche des Oberharzes bei ganz benachbarten Stationen beträchtliche Unterschiede auftreten können, zeigt das Beispiel von Klausthal und Zellerfeld. Dieses hat, obwohl noch um etwa 20 m niedriger gelegen, eine um 63 mm höhere Jahresmenge, wobei es bezeichnend ist, daß der Unterschied fast ausschließlich dem Sommer zuzuschreiben ist. Vielleicht sind hier ganz lokale Gewitterregen von großem Einfluß gewesen. Immerhin scheint der in allen Monaten höhere Betrag auch noch auf andere Ursachen zurückzuführen zu sein. Bei den nordwestlichen Tälern haben die am Rande liegenden Stationen mit Ausnahme von Goslar ungefähr die gleiche Niederschlagsmenge wie diejenigen im W und SW; doch nimmt hier talaufwärts der Niederschlag nicht so schnell mit der Höhe zu. Molkenhaus erreicht nur 1087 mm, Scharfenstein 1163 mm. Auch in Altenau fällt nicht mehr Niederschlag als in dem 100 m tiefer gelegenen Wieda (Oberförsterei). Es ist dies wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß im nördlichen Teil des Harzes die regen-

bringenden Nordwestwinde infolge der WNW-ESE-Richtung des nördlichen Harzrandes nicht so kräftig in die Täler eindringen wie im SW und W Winde aus diesen Richtungen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß die geringere Häufigkeit der NW-Winde, wie sie wenigstens in Klausthal festgestellt ist, die Ursache darstellt. Allerdings kann hier der Wind lokal beeinflußt sein, auch ist es nicht sicher, ob bei der Häufigkeit der Winde aus SW, W, NW eine Proportionalität zu den entsprechenden Niederschlagsmengen besteht.

Auf der Hochfläche des Oberharzes sind die Niederschläge im Gegensatz zu den Tälern hauptsächlich von der Entfernung vom W- und SW-Rande des Harzes und von der Höhe abhängig. Daß aber auch die besondere Lage nicht ganz ohne Einfluß ist, zeigt z. B. ein Vergleich der Niederschlagsmengen von Klausthal und Rose, wo trotz geringerer Meereshöhe und östlicherer Lage die Niederschlagshöhe größer ist. Auf dem Brocken wird die östliche Lage durch die Höhe mehr als ausgeglichen. Es wird hier der höchste Niederschlagswert des Harzes erreicht.

Ob mit weiterem Fortschreiten nach Osten, wo die Niederschläge allmählich geringer werden, die Täler besondere Eigentümlichkeiten zeigen, läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen, da hier im Gegensatz zum Oberharz die meisten Stationen auf der Hochfläche liegen. Immerhin scheint z. B. der Unterschied zwischen Rübeland und Hasselfelde darauf hinzudeuten. Auch der hohe Wert von Stolberg spricht dafür. Der Einfluß der Höhe tritt nach Osten zu im zentralen Teile gegenüber der östlichen Lage zurück. Auf der Viktorshöhe, die die Hochfläche des Unterharzes um etwa 100—150 m überragt, ist die Niederschlagshöhe geringer als in dem westlich gelegenen Ort Hasselfelde.

Die Unterschiede der 35-jährigen Mittel (1891—1925) gegenüber den 20-jährigen (1891—1910 bzw. 1892—1911) sind zum Teil recht beträchtlich. Die größte Änderung findet sich bei Schluft, dessen Jahresmittel um 214 mm kleiner geworden ist. Die Ursache ist hier in der Benutzung einer sehr kurzen Beobachtungsreihe bei der Berechnung des 20-jährigen Mittels zu suchen. Aber auch sonst sind wohl zahlreiche Abweichungen darauf zurückzuführen. Eine Einheitlichkeit im ganzen Gebiet besteht nicht. Berücksichtigt man lediglich die Vorzeichen der Änderung, so lassen sich z. T. jedoch Gruppen von geographisch zusammengehörigen Stationen finden, in denen die Änderung im gleichen Sinne erfolgt ist. Z. B. haben die in der

Tabelle 1 aufgeführten Stationen von Ellrich bis Grüntal durchweg eine positive Änderung, die von Wasserleben bis Braunlage eine negative. Doch ist die Größe der Abweichung teilweise so verschieden, daß man hierfür die Unsicherheit der reduzierten kurzen Reihen verantwortlich machen muß. Die Abnahme beim Brocken ist z. T. wohl auch darauf zurückzuführen, daß seit dem Herbst 1918 nur mit dem im SE des Observatoriums stehenden Regenmesser gemessen wird, während früher zur Mittelbildung der höchste Wert von drei verschieden aufgestellten Regenmessern verwendet wurde. Von 1902 bis 1918 hat der Brocken 111 v.H. des Niederschlags der Station Torfhaus, von 1918—1928 4 v.H. weniger empfangen.

Über das Verhältnis der Sommer- zu den Winterniederschlägen sollen hier nur einige kurze Bemerkungen gemacht werden. Eine deutlich erkennbare Gesetzmäßigkeit ist auch hier nicht festzustellen. In den oberen Teilen gewisser Täler des Südharzes, wie z. B. des Siebertales, überwiegen die Winterniederschläge, und zwar hier schon in verhältnismäßig geringer Meereshöhe. Anders verhält sich aber z. B. das Lerbachtal. Auf besonders herausragenden Gipfeln, wie auf dem Brocken, fällt ebenfalls im Winter mehr Niederschlag als im Sommer. Dagegen verhalten sich die Stationen auf der Hochfläche des Oberharzes verschieden, wobei vermutlich ihre ganz besondere Lage maßgebend ist. Z. B. ist das Verhältnis der Mengen von Rose und Dammhaus, beide in gleicher Höhe gelegen, umgekehrt. Besonders auffallend ist der Unterschied zwischen Klausthal und Zellerfeld. Inwieweit hier etwaige Ungenauigkeiten bei der Messung eine Rolle spielen, läßt sich nicht beurteilen.

Tab. 3. Niederschlagsmengen in Klausthal in mm.

Periode	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	So	Wi
1856—1890	107	107	117	78	82	125	145	127	87	106	121	134	1336	672	664
1891—1925	140	110	108	90	85	98	136	126	106	106	101	138	1344	657	687
1855—1928	124	109	113	86	85	111	144	128	96	109	110	134	1349	673	676

Auf die Unterschiede des jährlichen Ganges der Niederschläge soll an anderer Stelle eingegangen werden. Es sei jedoch erwähnt, daß im Harz für seine einigermaßen sichere Bestimmung 35-jährige Mittel nicht ausreichen. Für Klausthal sind in Tabelle 3 die Monats- und Jahresmittel für die beiden 35-jährigen Perioden 1856—1890 und 1891—1925 angegeben, außerdem das 74-jährige Mittel 1855—1928.

In einigen Monaten, wie im Januar, Juni, September und November, sind die Unterschiede zwischen den beiden 35-jährigen Mitteln recht beträchtlich, so daß der jährliche Gang doch wesentliche Unterschiede aufweist. Dagegen sind die Jahresmittel angenähert gleich. Die Halbjahresmittel sind jedoch wieder so verschieden, daß ihr Verhältnis in den beiden Perioden umgekehrt ist. Daß für den großen Unterschied im Januar Ungenauigkeiten bei der Schneemessung verantwortlich zu machen sind, erscheint unwahrscheinlich, da die Mittel der Monate Dezember, Januar und März gut übereinstimmen. Auch scheinen durch die Aufstellung des Regenmessers bedingte Unterschiede nicht vorzuliegen, da die Abweichungen der 35-jährigen Mittel voneinander ungleichsinnig sind.

Über die Übergangsschicht zwischen verschieden temperierten Luftmassen¹⁾.

Von J. Hoffmeister.

Die Grenzfläche zwischen verschieden temperierten Luftmassen ist als mathematische Fläche in Wirklichkeit fast nie vorhanden. Vielmehr vollzieht sich der Übergang von der warmen zur kalten Luftmasse mittels einer Übergangsschicht derart, daß die Temperatur nirgends einen Sprung erleidet, der Übergang also stetig vor sich geht. Zeichnet man in diesem Falle eine Temperaturkurve für eine die Übergangsschicht durchstoßende aber sonst beliebig gerichtete Gerade, so erleidet sie zwei Knicke: bei dem Übergang von der kalten Luft zur Übergangsschicht und von der Übergangsschicht zur warmen Luft. Durch diese Knickstellen werden zwei Flächen gekennzeichnet, die die Übergangsschicht begrenzen. Die beiden Flächen schneiden die Erdoberfläche in zwei Linien, der kalten und der warmen Grenzlinie. Eine von ihnen kann man auch als Front bezeichnen, gewöhnlich wird man aber wohl dafür eine in der Mitte zwischen ihnen verlaufende dritte Linie ansehen. Wie die Übergangsschicht entsteht, soll hier nicht weiter erörtert werden. Es soll aber für das Folgende

¹⁾ Wie dem Verf. erst bei der Korrektur bekannt wurde, scheint ein ähnliches Thema eine kürzlich erschienene Arbeit zu behandeln: D. Nishimura, »Einfluß des Windes auf die vertikale Temperaturabnahme«, Journal of the Meteorological Society of Japan, 2. Ser. 6. Bd. Nr. 11, 1928.

vorausgesetzt werden, daß sie überall die gleiche Dicke hat, die Flächen also parallel sind. Weiterhin sollen die Begrenzungsflächen Ebenen sein, eine Annahme, die in Wirklichkeit wohl für die in einiger Entfernung von der Erdoberfläche befindlichen Teile der Flächen angenähert zutreffen wird. In der Fig. 1 ist ein Vertikalschnitt durch die Übergangsschicht senkrecht zur Front dargestellt.



Fig. 1

Ob es sich um eine warme oder kalte Front handelt, ist für die Betrachtung gleichgültig. In der kalten wie auch in der warmen Luft sei der horizontale Temperaturgradient 0. Zwischen den auf der Erdoberfläche liegenden Orten A und B ist er jedoch $\neq 0$. Er werde im folgenden stets auf $\left[\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}}\right]$ bezogen, und das positive Vorzeichen gebe die Richtung von der höheren zur niederen Temperatur an. In A herrscht eine höhere Temperatur als in B. Ob es aber auch in dem Punkte A' wärmer als in dem senkrecht darunter liegenden B' ist, kann nicht von vornherein gesagt werden, da die Temperatur in A' wegen der größeren Höhe durchaus kleiner als in B' sein kann. Es braucht also nicht immer bei positivem Temperaturgradienten zwischen A und B in der Höhe eine Inversionschicht aufzutreten. Es kann auch eine isotherme Schicht sein oder eine solche mit aufwärts gerichtetem Gradienten. Es sollen nun im folgenden die Bedingungen abgeleitet werden, unter denen bei einem Temperaturgradienten δ zwischen A und B und einem Neigungswinkel γ der Übergangsschicht eine Inversion oder Isothermie in der Höhe anzutreffen ist, also eine Zunahme oder ein Gleichbleiben der Temperatur mit der Höhe bei einer vertikal nach oben gerichteten Durchstoßung der Luft. Die Temperaturabnahme mit der Höhe werde zunächst in warmer und kalter Luft als gleich betrachtet. Der Gradient sei hier α , in der Übergangsschicht β . Die Temperatur T_A in dem Punkte A' ist nun gleich der Temperatur im Punkte C oder, da die kalte Luft

in derselben Höhe in sich als gleich temperiert angesehen wird, auch im Punkte B, vermindert um den durch die Höhe A'C und die Temperaturgradienten bedingten Betrag. Es ist also

$$T_{A'} = T_B - BC \operatorname{tg} \gamma \cdot \alpha - A'B' \beta.$$

Hierbei wird zunächst angenommen, daß die Temperatur in A' niedriger als in B' ist. Betrachtet man nun den warmen Luftkörper, so ist hier

$$T_{A'} = T_A - AC \operatorname{tg} \gamma \cdot \alpha.$$

Aus den beiden eben aufgestellten Gleichungen ergibt sich

$$T_A - T_B = AC \operatorname{tg} \gamma \cdot \alpha - BC \operatorname{tg} \gamma \cdot \alpha - A'B' \beta = AB \operatorname{tg} \gamma \cdot \alpha - AB \operatorname{tg} \gamma \cdot \beta,$$

$$\frac{T_A - T_B}{AB} = \delta = \operatorname{tg} \gamma (\alpha - \beta),$$

$$\beta = \alpha - \frac{\delta}{\operatorname{tg} \gamma} \dots \dots \dots (1).$$

Man kann die Ableitung auch so durchführen, daß man nur Gradienten und Strecken benutzt. Von A nach A' kann man auf zwei Wegen gelangen: über B, C und B' oder allein durch den warmen Luftkörper. Es muß offenbar sein

$$A'C \cdot \alpha = AB \cdot \delta + B'C \cdot \alpha + A'B' \beta,$$

$$A'B' (\alpha - \beta) = AB \cdot \delta,$$

$$\operatorname{tg} \gamma (\alpha - \beta) = \delta.$$

Ist β positiv, so findet keine Inversion statt. Die Bedingung hierfür ist

$$\alpha - \frac{\delta}{\operatorname{tg} \gamma} > 0,$$

$$\alpha \operatorname{tg} \gamma > \delta.$$

In dieser Ungleichung ist der Neigungswinkel γ durch Windrichtung und -stärke und Temperatur bestimmt. Auch die Abnahme der Temperatur mit der Höhe sei als gegeben betrachtet. Dann tritt also eine Inversion nicht auf, wenn der horizontale Temperaturgradient in der Übergangsschicht den Betrag $\alpha \operatorname{tg} \gamma$ nicht übertrifft. Dies wird bei derselben Temperaturabnahme mit der Höhe um so leichter der Fall sein, je steiler die Übergangsschicht geneigt ist. Betrachtet man den Neigungswinkel γ als konstant, so wird eine Inversion um so weniger möglich sein, je größer in der darunter liegenden Schicht und im warmen Luftkörper die Temperaturabnahme mit der Höhe ist. Aus der Gleichung (1) folgt auch $\beta < \alpha$. Die Übergangsschicht ist in diesem Falle in der Höhe durch einen schwächeren aufwärts gerichteten Temperaturgradienten kenntlich.

Eine isotherme Schicht ist in der Höhe vorhanden, wenn $\beta = 0$ ist oder $\alpha \operatorname{tg} \gamma = \delta$.

Ist β negativ, so macht sich die Übergangsschicht durch eine Inversion bemerkbar. Es muß dann sein

$$\alpha - \frac{\delta}{\operatorname{tg} \gamma} < 0, \\ \delta > \alpha \operatorname{tg} \gamma.$$

Der horizontale Temperaturgradient in der Übergangsschicht muß also hinreichend groß sein, damit in der Höhe eine Inversion auftritt. Wie man aus der Ungleichung erkennt, begünstigt schwache Temperaturabnahme mit der Höhe in der warmen und kalten Luft und ein geringer Neigungswinkel das Auftreten einer Inversion. Wenn z. B. $\operatorname{tg} \gamma = 1/500$ und $\alpha = 0.6 \left[\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}} \right]$ ist, so muß also der horizontale Temperaturgradient δ größer als $\frac{0.6}{500} = 0.0012 \left[\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}} \right]$ sein. Die Temperatur muß also in der Übergangsschicht in horizontaler normaler Richtung auf 100 km mindestens um 1.2° ab- bzw. zunehmen. Dieser geringe Betrag wird in Wirklichkeit wohl fast immer übertroffen werden. Es kann also der Neigungswinkel im allgemeinen noch bedeutend steiler sein, damit noch eine Inversion in der Höhe auftritt. Ist in dem Beispiele $\operatorname{tg} \gamma = 1/100$, so muß δ mindestens $0.006 \left[\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}} \right]$ sein, die Temperatur also auf 100 km mindestens um 6° zu- oder abnehmen. Dieser Wert wird bei Vorhandensein von Inversionen schon weniger häufig erreicht werden, so daß man den Schluß ziehen kann, daß der tg des Neigungswinkels unter den angegebenen Bedingungen im allgemeinen unter $1/100$ liegen muß. Ist dagegen der Neigungswinkel groß und auch der vertikale Gradient in den Luftmassen verhältnismäßig groß, so können sehr wohl Fälle vorkommen, in denen eine Inversion nicht vorhanden ist, ein Umstand, auf den beim Suchen von Inversionen an Grenzflächen zu achten ist.

Es läßt sich umgekehrt, wenn die Gradienten α und δ bekannt sind, was in der Regel der Fall sein wird, der Neigungswinkel γ abschätzen. Es muß beim Vorhandensein einer Inversionsschicht $\operatorname{tg} \gamma < \frac{\delta}{\alpha}$ sein, im anderen Falle $> \frac{\delta}{\alpha}$. Ist auch noch β , der Gradient in der Inversionsschicht, bekannt, so kann man γ allein aus den drei Gradienten berechnen, ein Weg, den man praktisch allerdings nur in gewissen Fällen einschlagen wird. α und β sind mit Hilfe eines Höhenaufstieges zu ermitteln, während sich δ aus einer Karte mit

ingezeichneten Isothermen oder bei Kenntnis der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Front aus den Thermographenkurven bestimmen läßt.

Sind die vertikalen Gradienten in warmer (α') und kalter (α) verschieden, so ergibt sich eine nicht so einfache Beziehung. Es ist dann

$$\begin{aligned} T_{A'} &= T_A - AC \operatorname{tg} \gamma \cdot \alpha', \\ T_{A'} &= T_B - BC \operatorname{tg} \gamma \cdot \alpha - AB \operatorname{tg} \gamma \cdot \beta, \\ T_A - T_B &= AC \operatorname{tg} \gamma \alpha' - BC \operatorname{tg} \gamma \alpha - AB \operatorname{tg} \gamma \cdot \beta, \\ \frac{\delta}{\operatorname{tg} \gamma} &= \frac{AC}{AB} \alpha' - \frac{BC}{AB} \alpha - \beta. \end{aligned}$$

Es kommen hier also außer den Gradienten noch Verhältnisse von horizontalen Strecken vor. β ist in diesem Falle im Gegensatz zu oben von der Entfernung des Fußpunktes der zugehörigen vertikalen Geraden von der Front oder, was dasselbe bedeutet, von der Höhe der Übergangsschicht über dem Erdboden abhängig. Praktisch sind aber keine größeren Schwierigkeiten hinzugekommen, da sich AC, BC und AB im allgemeinen bestimmen lassen. Setzt man

$$\frac{AC}{AB} \alpha' - \frac{BC}{AB} \alpha = \alpha^*,$$

so ergibt sich

$$\beta = \alpha^* - \frac{\delta}{\operatorname{tg} \gamma} \dots \dots \dots (2).$$

Man kann hieraus dieselben Schlüsse ziehen wie oben, muß aber wohl beachten, daß hier α^* an verschiedenen Stellen der Übergangsschicht auch verschieden ist. Es kann daher auch vorkommen, daß diese in dem einen Teil eine Inversion aufweist, in dem anderen Isothermie und Abnahme der Temperatur mit der Höhe. Eine in der Höhe festgestellte Inversionsschicht braucht sich also nicht bis zum Boden fortzusetzen, sondern kann irgendwo in der Höhe aufhören (s. u.).

Man kann übrigens α^* auf andere Formen bringen, die seine Größe abzuschätzen gestatten. Es ist

$$\alpha^* = \alpha' + \frac{BC}{AB} (\alpha' - \alpha) \dots \dots \dots (3).$$

$$\alpha^* = \alpha + \frac{AC}{AB} (\alpha' - \alpha) \dots \dots \dots (4).$$

Ist $\alpha' > \alpha$, so muß also nach der ersten der beiden Beziehungen $\alpha^* > \alpha'$ und damit auch größer als α sein. Ist umgekehrt $\alpha > \alpha'$, so folgt jetzt, daß $\alpha^* < \alpha'$ und damit auch kleiner als α sein muß. In Worten kann man dies Ergebnis dahin zusammenfassen, daß die Größe α^*

größer oder kleiner als der Gradient in der warmen Luftmasse ist, je nachdem dieser wieder größer oder kleiner als derjenige der Kaltluftmasse ist. Man erkennt auch aus den Gleichungen (3) und (4), daß α^* mit wachsender Entfernung von der Front für $\alpha' > \alpha$ zu-, für $\alpha' < \alpha$ abnimmt. Dementsprechend kann man aus der Bedingung für das Auftreten einer Inversion, $\delta > \alpha^* \operatorname{tg} \gamma$, schließen, daß für $\alpha' > \alpha$ eine festgestellte Inversion in größerer Entfernung von der Front aufhören muß, in der Übergangsschicht zunächst eine Isothermie festzustellen ist, dann die Temperatur mit der Höhe abnimmt. Umgekehrt kann für $\alpha' < \alpha$ α^* bei Annäherung an die Front so groß werden, daß $\delta > \alpha^* \operatorname{tg} \gamma$ nicht mehr erfüllt wird, die Isothermie also nicht bis zum Erdboden reicht.

Es soll nun das Ergebnis auf einen speziellen Fall angewandt und nachgeprüft werden. Am 6. und 7. Januar 1912 bewegte sich eine kalte Front von NNE nach SSW durch Norddeutschland. Eine 4° bis 5° -Warmluftmasse südlich von ihr wurde durch sie von einer 4° bis 6° -Kaltluftmasse getrennt, der noch eine weitere kältere Luftmasse folgte, die hier weiter nicht betrachtet werden soll. Die Trennung wurde durch eine Übergangsschicht hervorgerufen, so daß man hier von einer eigentlichen Grenzfläche und Front nicht reden kann. Vielmehr muß, wenn man nicht die ganze Trennungsschicht als Front bezeichnen will, eine bestimmte Isotherme als Front angenommen werden, deren Bewegung jedoch nicht mit der der Trennungsschicht übereinzustimmen braucht. In diesem Falle liegt es nahe, hierfür die 0° -Isotherme zu wählen, da diese Temperatur ungefähr das Mittel zwischen denen der beiden Luftmassen darstellt. In die Fig. 2 sind nur die kalte (nördliche) und warme (südliche) Grenzlinie eingetragen. Am 6. Januar 2^{p} lag die Front noch nördlich Berlin und verlief etwa von Kiel über Wismar, Neustrelitz nach Landsberg a. W., wobei von Ausbuchtungen abgesehen sei. Da es sich um eine nach SSW fortschreitende kalte Front handelte, wurde bei dem Lindenberger Aufstieg um etwa 2^{p} eine Inversion auch nicht festgestellt. Berlin und Lindenberg waren aus dem warmen Luftkörper überhaupt noch nicht heraus, also auch noch nicht in die Übergangsschicht gelangt. Bis zum Abendtermin hatte die Front Berlin und Lindenberg überschritten. Hier liegt aus dieser Zeit leider kein Aufstieg vor. Bis zum 7. Januar war die Front bis zu einer Linie gelangt, die etwas südlich von Leipzig, nördlich von Dresden und Görlitz etwa westöstlich verlief. In Lindenberg wurde um etwa 8^{a} eine Inversion in

der Höhe festgestellt. Die hier beschriebene Front soll nun unter den oben angeführten Gesichtspunkten näher untersucht werden.

Man kann die Richtigkeit der Gleichung (1) nachprüfen, wenn der Neigungswinkel γ auf irgendeine andere Weise bestimmt wird, oder man benutzt bei bekannten Temperaturgradienten die Gleichung dazu, um den Neigungswinkel zu ermitteln. Um diesen auf Grund der Gleichung (1) festzustellen, ist die Kenntnis der drei Temperaturgradienten α , β , δ erforderlich. α und β lassen sich nach den Höhenbeobachtungen von Lindenberg angeben. Am 6. Januar ca. 2^p beträgt

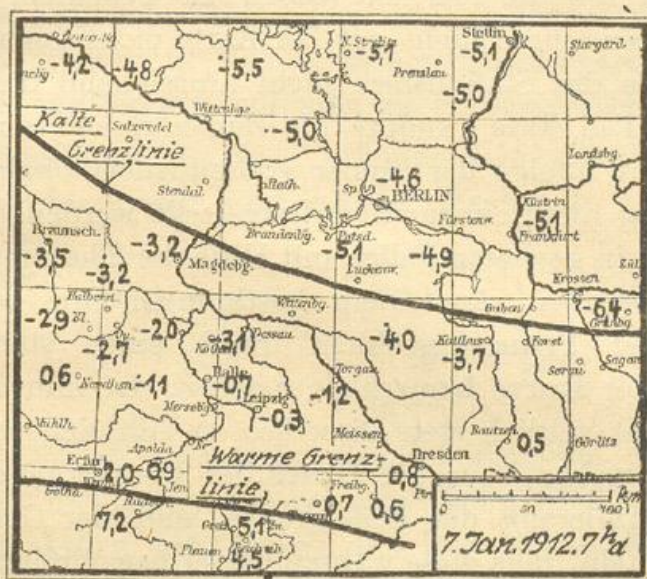


Fig. 2

in dem Warmluftkörper zwischen 122 und 500 m die Temperaturabnahme 2.8° , der Gradient demnach 0.74 , zwischen 500 und 1000 m 4.2° , der Gradient also 0.84 , im Mittel $\alpha' = 0.80$. Am 7. Januar früh nimmt die Temperatur in dem Kaltluftkörper vom Boden bis zum unteren Beginn der Inversionsschicht in 400 m Höhe um 2.9° ab. Der Gradient beträgt hier also $\alpha = 1.04$. Eine Bodeninversion ist kaum anzunehmen, da es bei völlig bedecktem Himmel schneit. Der letzte Wert scheint wohl etwas unsicher zu sein. Da die beiden Gradienten in warmer und kalter Luft demnach verschieden sind, müßte für die Berechnung des Neigungswinkels γ zunächst α^* bestimmt werden. Da aber der Gradient in der kalten Luft wahrscheinlich < 1.04 ist, außerdem die Bestimmung der Größen AB, AC, BC auch etwas unsicher ist, soll zunächst zur Vereinfachung für α^* der Wert $0.8 \left[\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}} \right]$ genommen werden. Einen Anhalt für die Größe

dieses Wertes gibt die aus Gleichung (4) gewonnene Ungleichung $\alpha^* < \alpha'$, aus der man schließen kann, daß der Wert von α^* sicher näher bei $\alpha' = 0.8$, und zwar etwas unterhalb, als bei α liegen muß. Es soll aber weiter unten auch noch versucht werden, α^* genauer zu ermitteln und die Größe der Abweichung von α' festzustellen. β erhält man aus der Angabe, daß zwischen 400 und 750 m die Temperatur von -8.5° auf -3.9° zunimmt. β hat also den Wert $-1.31 \left[\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}} \right]$. Unsicherer ist die Bestimmung von δ . Aus der Karte erhält man für die horizontale Erstreckung der Übergangsschicht einen Wert von 150 km. Es ist jedoch zu beachten, daß im allgemeinen die Trennungsschicht auf der Karte nicht genau abgegrenzt werden kann, da das Stationsnetz nicht hinreichend dicht ist. Auch wenn dies der Fall wäre, könnte die Zugehörigkeit eines Ortes zur Übergangsschicht infolge der immer vorhandenen lokalen Eigentümlichkeiten häufig nicht einwandfrei festgestellt werden. Besser kann die Bestimmung in gewissen Fällen mit Hilfe der Thermographenkurve vorgenommen werden. An einem bestimmten Orte wird sich der Vorübergang der Trennungsschicht durch einen stärkeren Abfall bzw. Anstieg der Kurve bemerkbar machen. Ist nun die Dicke der Trennungsschicht zeitlich stets dieselbe, so läßt sich ersichtlich ihre horizontale Erstreckung aus der Dauer des Vorüberganges, d. h. aus der zeitlichen Differenz der Knickstellen und der Geschwindigkeit der Front, ermitteln, falls diese während des Überschreitens der Station konstant oder wenigstens von Stunde zu Stunde bekannt ist. Sie läßt sich aus der zeitlichen Differenz entsprechender Punkte der Thermographenkurven von zwei oder besser drei ungefähr normal zur Front in einer Geraden liegenden Stationen feststellen, die möglichst nicht zu weit, nicht weiter als die Übergangsschicht auf der Erdoberfläche breit ist, auseinander liegen sollen, um den Geschwindigkeitsverlauf möglichst genau verfolgen zu können. In dem vorliegenden Falle ergibt sich, wie hier nicht weiter durchgeführt werden soll, aus der Betrachtung der Thermographenkurven von Dresden und Berlin, daß die Bedingung zeitlich gleicher Dicke der Trennungsschicht nicht erfüllt ist. Dazu kommt, daß infolge Fehlens einer dritten südlich von Dresden aufgezeichneten Thermographenkurve eine Nachprüfung der Geschwindigkeit der Luftmassen der Übergangsschicht nach dem Vorübergange in Dresden nicht möglich ist. Man nimmt in diesem Falle besser den aus der Karte ermittelten Wert. Die Differenz der Temperaturen der Warmluft- und Kaltluftmasse

beträgt in Dresden nach dem Thermogramm 11⁰, so daß sich für den Gradienten der Trennungsschicht in horizontaler Richtung $\delta = \frac{11}{1500} \left[\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}} \right]$ ergibt. Man erhält also für den tg des Neigungswinkels der Trennungsschicht

$$\text{tg } \gamma = \frac{\delta}{\alpha^* - \beta} = \frac{11}{1500 (0.8 + 1.3)} = \frac{1}{286}.$$

Der Neigungswinkel beträgt demnach 12' 1". Für die Berechnung ist hier also nur die Kenntnis der drei Gradienten erforderlich, von denen zwei sich auf die Übergangsschicht, einer auf die Warm- und Kaltluftmasse beziehen. Besonders einfach liegen die Verhältnisse, wenn die Gradienten in den einzelnen Luftkörpern konstant sind, sonst sind die mittleren Gradienten zu berücksichtigen.

Die Bedingungen für das Vorhandensein einer Inversion ist in diesem Falle, wie es sein muß, erfüllt. Es ist, da

$$\begin{aligned} \alpha^* &= 0.8 \left[\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}} \right], & \delta &= \frac{11}{1500} \left[\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}} \right], & \text{tg } \gamma &= \frac{1}{286}, \\ \delta &> \frac{11}{2860}, & \alpha^* \text{ tg } \gamma &= \frac{8}{2860} \\ & & \delta &> \alpha^* \text{ tg } \gamma. \end{aligned}$$

Eine Schwierigkeit liegt bei nicht konstanten Gradienten noch darin, daß man nicht ohne weiteres sagen kann, ob die Knickstellen der Thermographenkurve den Grenzen der Inversionsschicht entsprechen, da für $\delta < \alpha^* \text{ tg } \gamma$, also bei kleinem horizontalen Gradienten, wie oben gezeigt wurde, eine Inversion in der Höhe nicht eintritt. Ein Zweifel ist jedoch nicht möglich, wenn der Temperaturabfall bzw. -anstieg am Beginn unvermittelt erfolgt und ebenso aufhört, die Knickstellen also scharf ausgeprägt sind. Sonst muß mit dem oben genannten Umstände immer gerechnet werden. Die Möglichkeit, die zu den Begrenzungsflächen gehörigen Punkte der Kurve mit Hilfe weiterer Höhengaufstiege nördlich und südlich der Übergangsschicht festzustellen, scheidet in dem hier behandelten Falle wegen Fehlens solcher Aufstiege aus.

Es soll nun noch versucht werden, den genauen Wert der Größe α^* zu ermitteln (s. o.), die bei ungleichen Gradienten in der kalten und warmen Luftmasse an der Stelle von α steht. Es war

$$\begin{aligned} \alpha^* &= \frac{AC}{AB} \alpha' - \frac{BC}{AB} \alpha = \alpha + \frac{AC}{AB} (\alpha' - \alpha), \\ \alpha' &= 0.80, & \alpha &= 1.04. \end{aligned}$$

Schwierigkeit bereitet die einigermaßen genaue Bestimmung von AC, der Entfernung zwischen Lindenberg und dem normal auf der warmen Grenzlinie gelegenen Punkt. Aus den Messungen auf der Karte ergibt sich ungefähr $AC = 175$ km. Da $AB = 150$ km ist, findet man schließlich

$$\alpha^* = 1.04 - \frac{7}{6} \cdot 0.24 = 0.76.$$

Dieser Wert von α^* weicht also nur wenig von dem oben angenommenen Werte 0.80 ab, der im Hinblick auf die Unsicherheit der eben vorgenommenen Bestimmung von α^* ohne Bedenken gewählt werden kann.

Eine Nachprüfung der Beziehung (1) ist nun möglich, wenn der Winkel γ auf andere Weise bestimmt werden kann. Es muß z. B. dann die horizontale und vertikale Entfernung einer Begrenzungsfläche von demselben Punkte der Erdoberfläche gemessen werden. Hier liegen für Lindenberg die Werte vor. Es ist, wenn man die obere Begrenzungsfläche wählt, $AC = 175$ km, $A'C = 630$ m, also $\operatorname{tg} \gamma = \frac{1}{278}$, ein Wert, der nicht wesentlich von dem oben gewonnenen abweicht. Für die untere Begrenzungsfläche ist allerdings das Ergebnis bedeutend ungünstiger. Man erhält, da $BC = 25$ km, $B'C = 280$ m ist, nur $\frac{1}{89}$. Es muß hier aber die Unsicherheit des Wertes von BC berücksichtigt werden und auch der zweite Wert $B'C$ ist wahrscheinlich zu hoch, da vermutlich B' und B nicht entsprechende Punkte sind, das richtige B' wahrscheinlich bedeutend tiefer zu suchen ist. Es ist offenbar für einen Teil der Übergangsschicht die Bedingung $\delta > \alpha^* \operatorname{tg} \gamma$ nicht erfüllt. Die Tatsache, daß $\operatorname{tg} \gamma$, wenn man es aus der Gleichung $\operatorname{tg} \gamma = \frac{A'B'}{AB}$ berechnet, kleiner ($= \frac{1}{430}$) ist, spricht dafür. Es ist aber auch möglich, daß die Bedingung gleicher Dicke der Übergangsschicht nicht erfüllt wird, oder daß aber die Begrenzungsflächen in der Nähe der Erdoberfläche nicht mehr parallele Ebenen darstellen, sondern etwas auseinander gehen derart, daß die obere Begrenzungsfläche eine Ebene ist, die untere dagegen in der Nähe der Erdoberfläche nach unten umgebogen ist. In diesem Falle würde in der Gleichung $\operatorname{tg} \gamma = \frac{\delta}{\alpha - \beta}$ δ und damit auch γ zu klein werden. Bei eingehenderen Untersuchungen ließe sich auf diese Weise vermutlich etwas über die Form des Kopfes bei Vorstößen der Kaltluftmassen ermitteln.

Wärmeleitung und quasistatische Zustandsänderungen in der Atmosphäre.

Von H. Ertel.

Hier soll der Einfluß der Wärmeleitung auf gewisse atmosphärische Zustandsänderungen untersucht werden, nämlich auf solche, die durch Änderungen des Druckes der Stratosphäre in den darunter liegenden troposphärischen Luftsäulen hervorgerufen werden. Steigender Stratosphärendruck bewirkt eine Kompression der unter dem stratosphärischen Steiggebiet liegenden Luftsäule, fallender Stratosphärendruck eine Dilatation derselben. Dadurch erfahren die ursprünglich in einer Höhe z gelegenen Luftteilchen gewisse Verschiebungen δz , ferner treten Änderungen der Zustandsvariablen Druck, Temperatur und Dichte ein.

Zum Zwecke der quantitativen Behandlung dieses Prozesses, also der Berechnung der Druck-, Temperatur- und Dichteänderungen aus der gegebenen Änderung des Stratosphärendruckes $\left(\frac{\partial p}{\partial t}\right)$ ist man noch genötigt einige vereinfachende Annahmen zu machen: Advektion und Turbulenz müssen ausgeschlossen werden. Dadurch läßt sich der Vorgang als eindimensionale Laminarbewegung behandeln. Berücksichtigt man noch, daß die auftretenden Beschleunigungen wegen der Langsamkeit des Prozesses sehr klein sind, daß sie also gegen die Schwerebeschleunigung g vernachlässigt werden können, daß ferner aus demselben Grunde und wegen Vernachlässigung der Turbulenz die innere Reibung der Luft gleichfalls unberücksichtigt bleiben kann, so hat man zunächst zur Bestimmung der Unbekannten p (Druck), T (Temperatur), ρ (Dichte) und w (Geschwindigkeit) die folgenden Gleichungen:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho w)}{\partial z} = 0$$

$$g \rho = - \frac{\partial p}{\partial z}, \quad p = RT \rho$$

Macht man nun mit Exner¹⁾, Haurwitz²⁾ Steiner³⁾ und Rossby⁴⁾ die Annahme, daß der Prozeß adiabatisch verläuft, d. h.

¹⁾ Exner, F. M., Über den Einfluß von Luftdruckänderungen auf die vertikale Temperaturverteilung. Köppen-Heft der Annalen der Hydrographie u. marit. Meteorol. 1926, S. 20—26.

²⁾ Haurwitz, B., Einfluß von Massenänderungen in großen Höhen auf die vertikale Temperaturverteilung. Meteorol. Zeitschr. 1927, S. 253—260.

³⁾ Steiner, L., Druck- und Temperaturveränderungen in der Atmosphäre. Ebenda 1926, S. 271—276.

⁴⁾ Rossby, C. G., Zustandsänderungen in atmosphärischen Luftsäulen. Beitr. z. Physik d. freien Atmosphäre, XIII. Bd., S. 164—174.

daß die individuelle Zustandsänderung der einzelnen Luftteilchen längs einer Adiabate erfolgt, so hat man als vierte Gleichung:

$$\frac{d\rho}{\rho dt} = \frac{1}{\kappa} \frac{dp}{dt} \quad \left(\kappa = \frac{c_p}{c_v}\right)$$

Diese Gleichungen ermöglichen zusammen mit den Grenzbedingungen:

$$\text{Für } z = 0 \text{ und beliebige } t: \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial \pi}{\partial t}, \quad w = 0.$$

$$\text{" } t = 0 \text{ " " } z: g \cdot \rho_s = - \frac{\partial p_s}{\partial z}, \quad w = 0.$$

(Der Index s bezeichnet den „statischen“ Zustand) die (angenehmerte) Bestimmung der Unbekannten p , T , ρ und w .

Auf diesen Überlegungen basieren die Lösungen der oben genannten Autoren. Während für die Vernachlässigung der Turbulenz analytische Gründe maßgebend gewesen sein dürften, ist die Nichtberücksichtigung der Wärmeleitung in dem vorliegenden Problem wohl darauf zurückzuführen, daß der Wärmeleitungskoeffizient k eine sehr kleine Größe ist. Nach den bis jetzt vorliegenden experimentellen Bestimmungen kann $k = 5.7 \cdot 10^{-5} \left[\frac{\text{cal}}{\text{cm sec grad}} \right]$ gesetzt werden, d. h. durch eine Fläche von 1 cm^2 , längs deren Normalen der Temperaturgradient $1 \frac{\text{grad}}{\text{cm}}$ beträgt, fließt in einer Sekunde die Wärmemenge $5.7 \cdot 10^{-5} \text{ cal}$. Wohl zu unterscheiden von der Wärmeleitfähigkeit k ist die Temperaturleitfähigkeit λ , die der Dichte umgekehrt proportional ist, so daß in der Höhe von ungefähr 11 km die Temperaturleitfähigkeit der Luft fast viermal so groß wie die des Eisens ist. Trotzdem sich also in dieser Höhe die Temperaturdifferenzen in der Luft fast viermal so schnell ausgleichen als im Eisen, ist die dabei transportierte Wärmemenge sehr gering. Es scheint also, daß für das vorliegende Problem die Wärmeleitung in der Tat unwesentlich ist.

Nun hat jedoch A. Friedmann¹⁾ darauf hingewiesen, daß wir in der freien Atmosphäre mit einem größeren Wert der Wärmeleitfähigkeit rechnen müssen, als die Laboratoriumsversuche ergeben, ähnlich wie beim Koeffizienten der inneren Reibung der Luft, wo der für die freie Atmosphäre geltende Reibungskoeffizient μ ganz bedeutend größer ist als der im Laborium bestimmte Wert μ_{Lab} ; es ist

$$\mu = 5 \cdot 10^5 \cdot \mu_{\text{Lab}}$$

¹⁾ Friedmann, A., Die vertikalen Strömungen in der Atmosphäre. Beitr. z. Physik d. freien Atmosphäre. X. Bd. S. 185–201.

In der kinetischen Theorie der Gase wird nämlich gezeigt, daß zwischen k und μ die Beziehung $k = c_v \cdot \mu$ ¹⁾ bestehen muß (c_v = spezifische Wärme bei konstantem Volumen), woraus mit Rücksicht auf die obige Relation $k = 5 \cdot 10^5 \cdot k_{\text{Lab}}$ folgt, d. h. der für die freie Atmosphäre geltende Wärmeleitungskoeffizient beträgt das $5 \cdot 10^5$ fache des Laboratoriumswertes²⁾. Bei einem derart vergrößerten Wert der Wärmeleitfähigkeit ist es nun a priori nicht zu entscheiden, ob die Wärmeleitung einen zu vernachlässigenden Einfluß auf den Verlauf der betrachteten atmosphärischen Zustandsänderungen hat. Es soll deshalb jetzt das erwähnte Problem mit Berücksichtigung der Wärmeleitung behandelt werden.

Dabei gehen wir aus von dem allgemeinen für die Wärmeleitung in bewegten Gasen geltenden Gleichungen und spezialisieren dieselben auf den vorliegenden Fall. Das gewährt den Vorteil einer besseren Übersicht über die Vernachlässigungen, die wir uns zum Zwecke der Lösung erlauben müssen. Zur Bestimmung der 6 Unbekannten u, v, w (Geschwindigkeitskomponenten) und p, T, ρ (Druck, Temperatur und Dichte) haben wir die Gleichungen³⁾:

$$\frac{c_v}{A} \cdot \rho \left(\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{k}{A} \nabla^2 T = -p \cdot \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \\ + 2\mu \left\{ \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 - \frac{1}{3} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 \right\} \\ + \mu \left\{ \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \right\} \quad (\text{Energiegleichung}) \quad (1),$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0 \quad (\text{Kontinuitätsgleichung}) \quad (2),$$

$$p = R \cdot T \cdot \rho \quad (\text{Zustandsgleichung der Gase}) \quad \dots \quad (3),$$

¹⁾ Diese Relation folgt aus der elementaren kinetischen Theorie der Gase. Die strengere Theorie führt auf die Beziehung $k = \alpha \cdot c_v \cdot \mu$, wo α ein von der Natur des Gases abhängiger Faktor ist, der für einatomige Gase z. B. den Wert 2.5 hat (Chapman, Philos. Transactions 211, 1912, S. 433), für zweiatomige 1.9 und für dreiatomige 1.5–1.75 beträgt (Eucken, Physikal. Zeitschr. 14, 1913, S. 324–332). Doch ist diese Korrektur für Friedmanns Folgerung ohne Belang. Für die Richtigkeit der Friedmannschen Folgerungen spricht übrigens die Tatsache, daß der aus Lindenberger Pilotaufstiegen ermittelte Wert von μ genau in die von Friedmann geforderte Größenordnung fällt. (Exner, F. M., Dynamische Meteorologie, 2. Aufl. 1925, S. 121.)

²⁾ Desselben Wertes bedient sich Kotschin, Proceedings of the First Int. Congress for Applied Mechanics, Delft 1924. S. 405–408.

³⁾ Die Ableitung findet man z. B. bei Christiansen-Müller, Elemente der Theoretischen Physik. Vierte Aufl. 1921. S. 661–667.

ferner die hydrodynamischen Bewegungsgleichungen, die wir der Kürze halber in Form der Vektorgleichung

$$\frac{dv}{dt} = -\text{grad } \Phi - \frac{1}{\rho} \text{grad } p + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 v + \frac{\mu}{3\rho} \text{grad } \text{div } v \quad (4)$$

schreiben. ($\Phi =$ Potential der äußeren Kräfte.) Die in den Gleichungen (1) bis (4) auftretenden Konstanten haben folgende Bedeutung:

- $c_v =$ spezifische Wärme bei konstantem Volumen,
- $A =$ kalorisches Arbeitsäquivalent,
- $\mu =$ Koeffizient der inneren Reibung,
- $k =$ Koeffizient der inneren Wärmeleitung.

Das Symbol ∇^2 bezeichnet den Laplaceschen Differentialoperator $\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$. Das Koordinatensystem ist so orientiert, daß die positive z-Achse nach oben weist; die x- und die y-Achse liegen in der Horizontalebene.

Das vorliegende Problem läßt sich als eindimensionales behandeln. Die horizontalen Geschwindigkeitskomponenten u, v und ihre Derivierten verschwinden also. Da der betrachtete Prozeß sehr langsam verläuft, ist die Beschleunigung $\frac{dw}{dt}$ gegen die Erdbeschleunigung g zu vernachlässigen. Ferner sind w und $\frac{\partial w}{\partial z}$ kleine Größen, so daß Potenzen und Produkte derselben als kleine Größen höherer Ordnung vernachlässigt werden dürfen. Durch diese Vereinfachungen gehen die Gleichungen (1) bis (4) in die folgenden über:

$$\frac{c_v}{A} \cdot \rho \left(\frac{\partial T}{\partial t} + w \frac{\partial T}{\partial z} \right) - \frac{k}{A} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = -p \frac{\partial w}{\partial z} \quad (1a),$$

$$\frac{d\rho}{\rho dt} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (2a), \quad p = RT\rho \quad (3a),$$

$$0 = -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{4}{3} \mu \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \quad (4a).$$

Aus der Gl. (1) ist die Reibung ganz herausgefallen, als Folge der Vernachlässigung der zweiten Potenzen von $\frac{\partial w}{\partial z}$. Aber auch das Glied $\frac{4}{3} \mu \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}$ ist sehr klein und kann, als innerhalb der Grenze der Meßfehler liegend, fortgelassen werden. So ergibt sich tatsächlich die statische Grundgleichung als erste und genügende Annäherung: die Zustandsänderung verläuft quasistatisch. Berücksichtigen wir noch,

daß $\frac{\partial T}{\partial t} + w \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{dT}{dt}$ die totale Änderung der Temperatur des bewegten Teilchens darstellt, so erhalten wir die Gleichungen:

$$\frac{c_v}{A} \cdot \rho \cdot \frac{dT}{dt} - \frac{k}{A} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = -p \cdot \frac{\partial w}{\partial z} \quad (1b), \quad \frac{d\rho}{\rho dt} = -\frac{\partial w}{\partial z} \quad (2b),$$

$$p = RT\rho \quad (3b), \quad g \cdot \rho = -\frac{\partial p}{\partial z} \quad (4b).$$

Nun bilden wir aus (1b) unter Berücksichtigung von $AR = c_p - c_v$ und $\frac{c_p}{c_v} = \alpha$ ($c_p =$ spez. Wärme bei konst. Druck):

$$\frac{1}{\alpha - 1} \frac{dT}{dt} - \frac{k}{A \cdot p} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = -\frac{\partial w}{\partial z},$$

oder

$$\frac{dT}{dt} - \frac{k}{A} \cdot \frac{(\alpha - 1)}{p} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = -\alpha \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial z}.$$

Addieren wir hierzu

$$\frac{d\rho}{\rho dt} = -\frac{\partial w}{\partial z},$$

so erhalten wir mit Rücksicht auf (3b)

$$\frac{dp}{p dt} - \frac{k}{A} \frac{(\alpha - 1)}{p} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = -\alpha \cdot \frac{\partial w}{\partial z},$$

also

$$-\frac{1}{\alpha} \frac{dp}{dt} + \frac{k}{A} \cdot \frac{(\alpha - 1)}{\alpha} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = p \cdot \frac{\partial w}{\partial z}.$$

Da $\frac{\partial w}{\partial z}$ eine kleine Größe ist und der „dynamische Druck“ p sich nur wenig von dem „statischen Druck“ p_s unterscheidet, also von dem Druck, der vor Beginn der stratosphärischen Druckänderung herrschte, ist bis auf kleine Größen höherer Ordnung genau:

$$-\frac{1}{\alpha} \frac{dp}{dt} + \frac{k}{A} \frac{(\alpha - 1)}{\alpha} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = p_s \cdot \frac{\partial w}{\partial z},$$

oder

$$-\frac{1}{\alpha \cdot p_s} \cdot \frac{dp}{dt} + \frac{k}{A} \frac{(\alpha - 1)}{\alpha} \cdot \frac{1}{p_s} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = \frac{\partial w}{\partial z} \quad (a).$$

Nun folgt durch Integration der Kontinuitätsgleichung über die Höhe H :

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial p_0}{\partial t} + g \rho \cdot w.$$

Hierin bedeutet $\frac{\partial p}{\partial t}$ die lokale Druckänderung in der Höhe H , $\frac{\partial p_0}{\partial t}$ die Druckänderung am Boden, die bei fehlender Advektion mit der stratosphärischen Druckänderung $\frac{\partial \pi}{\partial t}$ identisch ist. Wir können daher schreiben:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial \pi}{\partial t} + g \rho w \quad (b)$$

und mit Beachtung der statischen Grundgleichung: $\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial \pi}{\partial t} - \frac{\partial p}{\partial z} \cdot w$. Also ist $\frac{\partial p}{\partial t} + w \frac{\partial p}{\partial z} = \frac{dp}{dt} = \frac{\partial \pi}{\partial t}$. $\frac{\partial \pi}{\partial t}$ ist von z unabhängig, deshalb folgt aus (a) durch Integration von $z = 0$ bis $z = H$ ¹⁾:

$$-\frac{1}{x} \frac{\partial \pi}{\partial t} \int_0^H \frac{dz}{p_s} + \frac{k}{A} \frac{(x-1)}{x} \cdot \int_0^H \frac{1}{p_s} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \cdot dz = w \quad \dots \quad (c),$$

denn für $z = 0$ muß w verschwinden. Integrieren wir Gl. (b) über ein Zeitintervall $t - t_0 = \Delta t$, so erhalten wir in erster Näherung:

$$\delta p = \delta \pi + g \rho \delta H \quad \dots \quad (c'),$$

wenn δp die in diesem Zeitintervall erfolgte lokale Druckänderung, $\delta \pi$ die entsprechende stratosphärische Druckänderung und δH die Verschiebung des ursprünglich in der Höhe H gelegenen Massenelements bedeutet. Dieselbe Operation, auf Gl. (c) angewandt, liefert:

$$-\frac{1}{x} \int_{t_0}^t \frac{\partial \pi}{\partial t} dt \int_0^H \frac{dz}{p_s} + \frac{k}{A} \frac{(x-1)}{x} \cdot \int_{t_0}^t dt \int_0^H \frac{1}{p_s} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \cdot dz = \delta H \quad (d).$$

In erster und für praktische Zwecke vollkommen genügender Annäherung kann $\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$ durch den „statischen“ Wert $\left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)_s$, also den Wert von $\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$ zu Beginn der Zustandsänderung ersetzt werden. Da p_s und $\left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)_s$ nicht von t abhängen, läßt sich die letzte Gleichung schreiben:

$$-\frac{\delta \pi}{x} \cdot \int_0^H \frac{dz}{p_s} + \frac{k}{A} \frac{(x-1)}{x} \cdot \Delta t \cdot \int_0^H \frac{1}{p_s} \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)_s \cdot dz = \delta H \quad \dots \quad (e).$$

In dem zweiten Term rechts denken wir uns $\left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)_s$ durch einen Mittelwert $\overline{\left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)_s}$ ersetzt. Zum Zwecke der Abschätzung der Größenordnung der beiden Glieder genügt es, an Stelle des exakten Mittelwertes

$$\overline{\left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)_s} = \frac{\int_0^H \frac{1}{p_s} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)_s \cdot dz}{\int_0^H \frac{dz}{p_s}}$$

¹⁾ Wenn wir annehmen, daß k unabhängig von z sei, so ist dies strenggenommen nicht richtig; k ist, wie μ , mit der Temperatur veränderlich, allerdings nicht sehr stark, und mangels exakter Angaben über das Verhalten von k in den verschiedenen Höhen bleiben wir bei unserer vereinfachten Annahme.

das arithmetische Mittel zu setzen. Wir haben also

$$\overline{\left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)_s} = \frac{1}{H} \cdot \int_0^H \left(\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)_s \cdot dz = \frac{1}{H} \left\{ \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_H - \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_0 \right\} \quad (f),$$

wenn wir den Index s von jetzt an fortlassen. Es bedeuten also $\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_H$ resp. $\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_0$ die statistischen Temperaturgradienten in der Höhe H und am Boden. Durch Einsetzung des Mittelwertes (f) in Gleichung (e) resultiert:

$$\delta H = -\frac{\delta \pi}{\alpha} \cdot \int_0^H \frac{dz}{p} + \frac{k}{A} \frac{(\alpha - 1)}{\alpha} \cdot \frac{\Delta t}{H} \left\{ \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_H - \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_0 \right\} \cdot \int_0^H \frac{dz}{p} \quad (g).$$

Jetzt soll die Größenordnung der beiden Glieder der rechten Seite dieser Gleichung gegeneinander abgeschätzt werden unter der Voraussetzung, daß $k = k_{Lab} = 5.7 \cdot 10^{-5} \left[\frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{grad}} \right]$ ist. Die übrigen Konstanten haben folgende Werte:

$$\alpha = 1.4, \quad A = \frac{1}{0.427} \frac{\text{cal}}{\text{mkg}}.$$

Wählen wir ferner:

$$\delta \pi = 0.5 \text{ mm Hg},$$

$$\Delta t = 1 \text{ Stunde},$$

$$H = 10 \text{ km},$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_0 = -0.6 \frac{\text{grad}}{100 \text{ m}}, \quad \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_H = 0,$$

$$\int_0^H \frac{dz}{p} = 25 \frac{\text{m}}{\text{mm Hg}},$$

so wird

$$-\frac{\delta \pi}{\alpha} \int_0^H \frac{dz}{p} = -9 \text{ m}$$

und das zweite Glied

$$\frac{k}{A} \frac{(\alpha - 1)}{\alpha} \frac{\Delta t}{H} \left\{ \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_H - \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_0 \right\} \int_0^H \frac{dz}{p}$$

ergibt $3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, ein gegenüber dem ersten Glied ohne weiteres zu vernachlässigender Wert. Setzen wir aber mit Friedmann $k = 5 \cdot 10^5 k_{Lab}$, so wird das zweite Glied 1.5 m , also von der Größenordnung des ersten Gliedes. Die Vernachlässigung der Wärmeleitung führt in diesem Fall zu merkbaren Fehlern.

In unserm Beispiel ist die Differenz der Temperaturgradienten $\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_H - \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_0$ ziemlich groß gewählt. Proportional der Verringerung dieser Differenz wird auch das Glied $\frac{k}{A} \frac{(\alpha - 1)}{\alpha} \cdot \frac{\Delta t}{H} \left\{ \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_H - \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_0 \right\} \cdot \int_0^H \frac{dz}{p}$ gegenüber dem Glied $-\frac{\delta \pi}{\alpha} \int_0^H \frac{dz}{p}$ kleiner. Man wird daher in den Fällen, wo $\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_H - \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_0$ klein ist, das den Einfluß der Wärmeleitung enthaltende Glied ganz unterdrücken können, da der hierdurch bewirkte relative Fehler bei der Berechnung der lokalen Druckänderung $\delta p = \delta \pi + g \rho \delta H$ noch weniger störend wirkt als bei der Berechnung der Verschiebung δH und rasch unter die Grenze der Meßgenauigkeit herabsinkt. Nehmen wir also an, daß die Wärmeleitung vernachlässigt werden kann, so folgt aus der Energiegleichung (1a): $\frac{c_v}{A} \rho \cdot \frac{dT}{dt} = -p \frac{\partial w}{\partial z}$, woraus in Verbindung mit der Kontinuitätsgleichung $\frac{d\rho}{\rho dt} = -\frac{\partial w}{\partial z}$ folgt: $\frac{dT}{T dt} = (\alpha - 1) \frac{d\rho}{\rho dt}$. Dies ist die Adiabaten-gleichung. Nun ist es aber keineswegs selbstverständlich, daß bei verschwindender Wärmeleitung die Zustandsänderung adiabatisch verlaufen muß, weil nämlich in unserer Energiegleichung auch die durch die innere Reibung erzeugte Wärmemenge erhalten ist. Es ist interessant, daß die Ursache des adiabatischen Verlaufs der Zustandsänderung darin zu suchen ist, daß sich die Energiegleichung (1) auf (1a) reduzieren läßt, was wiederum nur möglich ist, weil die Geschwindigkeit w und ihre Derivierten keine Größen sind, so daß wir Produkte und Potenzen derselben vernachlässigen durften. Ergo: Weil der Prozeß quasistatisch verläuft, verläuft er auch adiabatisch. Natürlich muß das Fehlen anderer energieliefernder Geschehnisse, z. B. der Strahlungsvorgänge, auch weiterhin Bedingung sein. Aber gerade diese Bedingung ist in der Atmosphäre nicht erfüllt, weshalb die Untersuchung des Einflusses der Strahlung auf die betrachteten Zustandsänderungen von größtem Interesse wäre.

Ist $\frac{\partial T}{\partial z}$ von z unabhängig, so verlaufen die erwähnten Zustandsänderungen streng adiabatisch, ist dagegen $\frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \neq 0$, so stellt die Annahme des adiabatischen Verlaufs dieser Zustandsänderungen immer noch eine für die Praxis genügende Annäherung dar, solange $\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_H - \left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)_0$ nicht zu groß ist. Nimmt jedoch letzterer Ausdruck größere Werte an, so ist die Wärmeleitung bei den hier betrachteten

quasistatischen Zustandsänderungen wohl zu berücksichtigen. Doch können genaue quantitative Ergebnisse an Hand der Formeln (c'), (g) nicht gewonnen werden, da zu diesem Zweck k nicht nur der Größenordnung, sondern absolut genau bekannt sein müßte. Nun ist jedoch k als „Austauschgröße“ im Sinne von Wilh. Schmidt¹⁾ stark von dem Turbulenzzustand der Luft abhängig. Ein aus vielen Beobachtungen errechneter Mittelwert k_m kann sich daher von dem im Einzelfall geltenden Werte k recht beträchtlich entfernen und damit die Ergebnisse der Rechnung illusorisch machen. Das bisherige Ergebnis der Theorie ist somit mehr ein qualitatives; sie zeigt jedoch auch, von welcher Größenordnung von k die quasistatischen Zustandsänderungen durch die Wärmeleitung beeinflusst werden. Es sei noch bemerkt, daß die Einführung eines Wertes von k , der vom Turbulenzzustand der Luft abhängt, sehr wohl verträglich ist mit den eingangsgemachten Bemerkungen, wonach das vorliegende Problem als laminares behandelt werden soll. Die Grundströmung ist laminar und wird überlagert von der Turbulenz, die das Ansnellen von k auf das Vielfache des Laboratoriumswertes bewirkt. Natürlich bedeuten p , T usw. nun nicht wie in der strengen Hydrodynamik die Drucke resp. Temperaturen unendlich kleiner Volumenelemente, sondern die Mittelwerte endlicher Volumina, wie wir sie eben mit den aerologischen Meßmethoden ermitteln. Man vergleiche hierzu die Ausführungen von Exner in seiner „Dynamischen Meteorologie“.²⁾

¹⁾ W. Schmidt, Der Massenaustausch in freier Luft usw. Hamburg 1925.

²⁾ Exner, F. M., Dynamische Meteorologie. 2. Aufl. 1925. S. 129.

Temperatur, Niederschlag und Sonnenschein im Jahre 1928.

Nach den Beobachtungen der im deutschen Witterungsbericht erscheinenden Stationen.

Stationen	Seehöhe der Stationen m	Temperatur						Niederschlag			
		Mittel C°	Abweichung v. der normalen der normalen C°	höchste C°	Datum	niedrigste C°	Datum	Gesamthöhe mm	Prozente der normalen	Tages- maximum	
										mm	Datum
Westerland a. Sylt	6	8.2	+0.2	26.0	9. 9.	- 6.3	2. I.	688	93	18.7	28. 7.
Flensburg	12	7.9	+0.1	28.7	15. 7.	-11.2	3. I.	840	113	24.7	17. 2.
Neumünster	22	8.0	0.0	30.9	15. 7.	-12.5	3. I.	855	118	23.6	17. 2.
Hamburg	26	8.6	+0.2	33.5	15. 7.	- 7.4	21. 12.	869	121	.	.
Schwerin i. M.	56	8.6	+0.5	32.5	15. 7.	-10.6	4. I.	717	117	32.1	22. 5.
Lüneburg	25	8.4	+0.2	33.8	15. 7.	-11.2	23. 12.	765	127	27.1	5. 11.
Bremen	16	9.5	+0.6	32.5	15. 7.	- 8.3	3. I.	661	99	29.1	22. 5.
Emden	4	8.8	+0.3	29.6	15. 7.	- 7.2	2. I.	738	108	24.0	17. 12.
Hannover	51	9.0	+0.6	32.1	13. 7.	- 8.7	2. I.	655	108	34.7	24. 5.
Cassel	201	8.8	+0.6	32.8	15. 7.	- 9.5	2. I.	630	108	39.5	26. 11.
Arnsberg	212	8.8	+0.3	31.4	15. 7.	-10.5	16. 12.	942	104	47.2	16. 8.
Münster i. W.	64	9.4	+0.6	32.4	15. 7.	- 9.0	3. I.	886	120	39.2	26. 11.
Cleve	47	9.5	+0.4	34.2	15. 7.	- 7.4	16. 12.	842	109	30.8	2. 8.
Köln	57	10.9	+0.7	31.1	15. 7.	- 6.5	16. 12.	743	114	27.5	29. 4.
Aachen	205	9.7	+0.6	32.7	15. 7.	- 7.5	16. 12.	924	110	37.3	30. 4.
Neuwied	66	10.3	+0.8	34.9	27. 7.	-12.9	16. 12.	606	109	29.3	30. 4.
Frankfurt a. M.	120	10.2	+0.4	36.4	16. 7.	- 9.5	16. 12.	717	121	32.9	26. 11.
Geisenheim	98	10.2	+0.7	35.0	16. 7.	- 6.7	2. I.	587	112	26.4	30. 4.
Trier	148	10.0	+1.0	34.8	27. 7.	- 8.0	3. I.	754	110	33.0	4. 7.
Putbus	53	7.5	0.0	29.6	13. 7.	- 9.9	4. I.	647	111	26.4	25. 9.
Köslin	46	7.2	0.0	31.1	13. 7.	-16.8	19. 12.	672	98	24.8	5. 7.
Stettin	26	8.1	+0.4	33.0	13/16. 7.	-12.3	20. 12.	524	98	28.5	5. 7.
Kyritz	44	8.4	+0.5	34.4	16. 7.	- 9.6	4. I.	637	119	27.7	5. 7.
Berlin	55	8.6	+0.3	33.8	16. 7.	-11.5	21. 12.	517	90	32.7	21. 5.
Frankfurt a. O.	34	8.3	+0.2	34.0	13/16. 7.	-16.5	19/20. 12.	439	85	18.5	12. 6.
Torgau	94	9.3	+0.4	34.3	15. 7.	- 9.7	21. 12.	522	99	21.6	5. 11.
Magdeburg	54	9.4	+0.5	35.0	13. 7.	- 9.5	21. 12.	540	109	31.0	5. 11.
Erfurt	219	8.7	+0.9	34.2	13. 7.	-18.8	20. 12.	414	80	22.3	17. 4.
Plauen	369	8.1	+0.5	36.6	15. 7.	-12.2	21. 12.	714	104	.	.
Leipzig	113	9.3	+0.5	32.8	15. 7.	-12.3	3. I.	630	101	.	.
Dresden	110	9.7	+0.6	36.0	15. 7.	-12.7	20. 12.	586	92	.	.
Tilsit	17	6.5	-0.1	30.5	16. 7.	-19.6	15. 2.	782	116	35.5	31. 8.
Königsberg i. Pr.	23	7.0	0.0	29.6	16. 7.	-17.4	18. 12.	770	118	47.4	31. 8.
Marggrabowa	155	5.9	+0.2	29.6	16. 7.	-19.0	5. 2.	667	115	29.0	19. 5.
Osterode i. Ostpr.	112	7.1	+0.4	32.0	16. 7.	-20.0	19. 12.	629	113	54.2	24. 9.
Lauenburg i. Pom.	43	7.2	+0.1	31.7	13. 7.	-16.3	19. 12.	595	96	17.6	5. 7.
Deutsch-Krone	124	7.6	+0.3	33.7	13. 7.	-20.0	19. 12.	483	84	20.4	11. 6.
Grünberg i. Schl.	154	8.4	+0.5	34.9	13. 7.	-17.2	20. 12.	472	70	26.5	26. 5.
Görlitz	214	8.7	+0.5	32.7	15. 7.	-13.6	20. 12.	614	91	37.2	11. 6.
Breslau	125	8.6	+0.8	36.3	16. 7.	-16.3	20. 12.	504	87	37.6	27. 5.
Rosenberg O.-S.	240	8.1	+0.9	34.8	16. 7.	-16.6	19. 12.	568	84	29.0	26. 5.
Ratibor	191	8.8	+0.9	36.2	16. 7.	-12.8	24. 12.	505	78	30.3	22. 8.
Kaiserslautern	238	9.9	+1.3	32.8	27. 7.	- 6.2	22. 12.	663	99	.	.
Karlsruhe i. B.	120	10.3	+0.5	35.4	27. 7.	- 7.9	16. 12.	639	86	.	.
Stuttgart	269	10.8	+1.2	36.0	15. 7.	- 6.2	25. 12.	554	83	.	.

Stationen	Seehöhe der Stationen m	Temperatur						Niederschlag			
		Mittel C°	Abweichung v. der normalen	höchste C°	Datum	niedrigste C°	Datum	Gesamthöhe mm	Prozente der normalen	Tages- maximum	
										mm	Datum
Freudenstadt . . .	723	5.9	-0.7	31.8	3. 7.	-12.8	16. 12.	1378	93	.	.
Ulm	479	8.9	+1.1	32.5	15/27. 7.	-10.8	25. 12.	568	83	.	.
Friedrichshafen . .	408	9.3	+0.8	33.4	14. 7.	- 9.1	24. 12.	822	80	.	.
Würzburg	179	9.7	+0.9	35.8	13. 7.	-10.8	2. 1.	592	108	.	.
Nürnberg	309	9.6	+1.1	35.7	15. 7.	-12.0	2. 1.	509	87	22.8	22. 8.
München	526	8.3	+0.2	34.0	16. 7.	-17.4	25. 12.	820	90	27.7	5. 8.
Metten	328	8.5	+0.9	33.8	14. 7.	-15.3	21. 12.	942	117	.	.
Feldberg i. Taunus	801	5.5	+0.3	29.8	16. 7.	-11.8	2. 1.	964	103	27.5	26. 11.
Wasserkuppe	923	4.5	.	27.3	16. 7.	-12.7	21/22. 12.	831	.	23.9	17. 11.
Brocken	1153	2.5	+0.2	24.9	13/16. 7.	-13.1	19. 12.	1287	78	35.4	12. 10.
Fichtelberg	1213	2.7	0.0	26.3	16. 7.	-13.9	3. 1.	1051	98	.	.
Schneekoppe	1610	0.2	+0.4	28.0	15/16. 7.	-16.2	3. 1.	1430	113	99.1	27. 5.
Feldberg (Schwarz- Zugspitze . [wald)	2962	-4.5	-0.8	12.6	4. 8.	-20.6	15. 12.	1741	96	.	.

Sonnenscheindauer in Stunden und in Prozenten
der möglichen Dauer.

Stationen	Stdh.	%	Stationen	Stdh.	%	Stationen	Stdh.	%
Westerlanda. Sylt	1881	42	Kolberg	1816	41	Marggrabowa . . .	1713	39
Meldorf	1712	39	Neubrandenburg	1777	40	Königsberg i. Pr.	1643	37
Bremen	1733	39	Potsdam	1929	43	Osterode i. Ostpr.	1255	28
Emden	1896	43	Quedlinburg . . .	1735	39	Grünberg i. Schl.	1930	44
Münster i. W.	1514	34	Brocken	1671	37	Breslau	2043	46
Aachen	1751	39	Magdeburg	1699	38	Schneekoppe . . .	1808	40
Cassel	1631	37	Köthen	1894	43	Karlsruhe i. B. . .	1799	40
Marburg	1654	37	Erfurt	1854	42	Nürnberg	1790	40
Frankfurt a. M. . . .	1651	37	Plauen	1662	37	München	1966	44
Feldberg i. T.	1561	35	Dresden	1830	41	Zugspitze	1888	42
Geisenheim	1804	40						

Buchdruckerei A. W. Schade, Schulzendorfer Straße 26.

