

Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

H. von Flocker

Nr. 380



Bericht über die Tätigkeit

des

**Preußischen
Meteorologischen Instituts**

im Jahre 1930

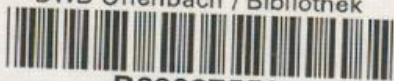
Erstattet vom Direktor

Mit einem Anhang, enthaltend wissenschaftliche Mitteilungen

Berlin 1931
JULIUS SPRINGER

Preis 12 RM

DWD Offenbach / Bibliothek



B23027556

3.26

Geographisches Institut
Freiburg
Meteorologischen Institut
am 10. 10. 1900
Freiburg

△
T. Ag

40292/30

Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts

Herausgegeben durch dessen Direktor

H. von Ficker

Nr. 380

Bericht über die Tätigkeit

des

**Preußischen
Meteorologischen Instituts**

im Jahre 1930

Erstattet vom Direktor

Mit einem Anhang, enthaltend wissenschaftliche Mitteilungen

**Berlin 1931
JULIUS SPRINGER**

Preis 12 RM

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or title.

Faint, illegible text in the upper middle section.

Faint, illegible text in the middle section, possibly a main title or subtitle.

Faint, illegible text in the lower middle section.

Faint, illegible text in the lower section.

Faint, illegible text in the lower section.

Faint, illegible text in the lower section.

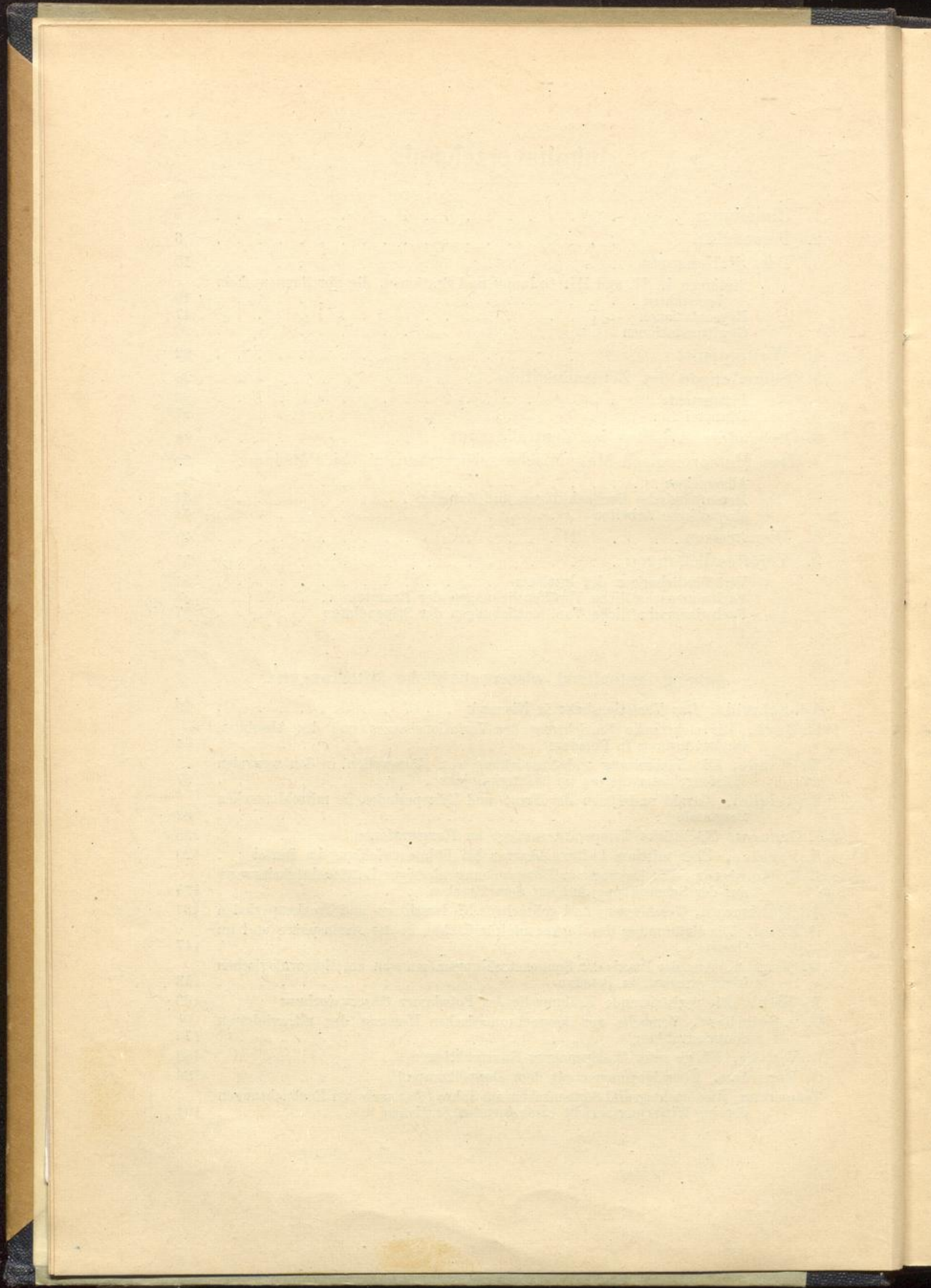
Faint, illegible text in the lower section.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	5
2. Personalien	6
3. Das Stationsnetz	10
Stationen I., II. und III. Ordnung und Stationen, die nur Sonnenschein beobachten	10
Regenstationen	17
Gewitterstationen	20
4. Wetterdienst	22
5. Sammlungen des Zentralinstituts	26
Instrumente	26
Bücherei	27
6. Besondere Arbeiten im Zentralinstitut	28
7. Das Meteorologisch-Magnetische Observatorium bei Potsdam	30
Allgemeines	30
Meteorologische Beobachtungen und Arbeiten	31
Magnetische Arbeiten	44
8. Dienstreisen	49
9. Veröffentlichungen	51
Veröffentlichungen des Instituts	51
Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen der Beamten	53
Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen der Stipendiaten	57

Anhang, enthaltend wissenschaftliche Mitteilungen:

Ad. Schmidt, Das Variationshaus in Niemegek	59
R. Bock, Die elektrische Einrichtung des Variationshauses und des Absoluten Observatoriums in Potsdam	64
W. Haude, Die Ausbreitung und Auswirkung von Kältewellen in den zentralen Wüstengebieten Asiens im Winterhalbjahr	67
E. Reichel, Anzahl und Dauer der Frost- und Kälteperioden im mitteldeutschen Berglande	82
J. Grunow, Nächtliche Temperaturanstiege an Hangstationen	105
E. Pernice, Über mittlere Luftdruckkarten bei Föhnentwicklung im Inntal	120
J. Hoffmeister, Ein Beitrag zur Untersuchung niedriger Luftfeuchtwerte auf der Schneekoppe und auf dem Brocken	125
A. Dieckmann, Geschlossene und gebrochene Niederschlags- und Trockenperioden	137
H. Ertel, Die Krümmung der Diskontinuitätsflächen in der Atmosphäre und im Ozean	147
W. Marten, Aus der Praxis der Sonnenstrahlungsmessungen am Meteorologischen Observatorium in Potsdam	153
W. Kühl, Die registrierende Kaliumzelle des Potsdamer Observatoriums	163
O. v. Schubert, Versuche zur monochromatischen Messung der ultravioletten Sonnenstrahlung	170
O. Venske, Einige neue Waagemagnet-Konstruktionen	182
G. Fanselau, Über Messungen mit dem Doppelkompaß	186
Temperatur, Niederschlag und Sonnenschein im Jahre 1930 nach den Beobachtungen der im Witterungsbericht erscheinenden Stationen	194



1. Einleitung.

Wie bereits im vorjährigen Tätigkeitsbericht angekündigt wurde, konnte während dieses Jahres das neu erbaute Magnetische Observatorium in Niemegek seine Tätigkeit beginnen. Am 23. Juli 1930 fand in Gegenwart von Vertretern des Ministeriums für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung, des Preußischen Finanzministeriums, der Reichseisenbahngesellschaft und zahlreicher Gäste die Eröffnung des Observatoriums statt.

Zur besonderen Freude gereicht es uns, daß der Herr Minister für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung durch Erlaß vom 1. April 1930 in Anerkennung der wissenschaftlichen Verdienste, die sich Herr Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. Adolf Schmidt als Leiter des Magnetischen Observatoriums bei Potsdam erworben hat, für das neu erbaute Erdmagnetische Observatorium in Niemegek den Namen „Adolf Schmidt-Observatorium“ genehmigt hat. Im Sinne Adolf Schmidts die magnetischen Arbeiten in Potsdam und Niemegek fortzuführen, wird in unser aller Bestreben sein. Auch an dieser Stelle möchte ich den beteiligten Ministerien und der Reichseisenbahngesellschaft den Dank dafür abstaten, daß in einer finanziell so schwierigen Zeit die Verlegung des Observatoriums nach Niemegek durchgeführt werden konnte.

Der Preuß. Akademie der Wissenschaften in Berlin haben wir es zu verdanken, daß auf dem Gelände unseres Potsdamer Observatoriums eine eigene Forschungsstätte für die dauernde Beobachtung der sogenannten Höhenstrahlung errichtet werden konnte. Der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft (jetzt Deutsche Gemeinschaft zur Erhaltung und Förderung der Forschung) sind wir auch in diesem Jahre zu besonderem Dank verpflichtet, da mehreren Stipendiaten die Arbeit am Institut und in unseren Observatorien ermöglicht worden ist.

Von besonderer Wichtigkeit für die meteorologische Wissenschaft im allgemeinen ist es, daß das Observatorium in Potsdam nunmehr

die im Gebiete des ganzen Deutschen Reiches laufend durchgeführten Strahlungsbeobachtungen sammelt und regelmäßig veröffentlicht.

An der im Rahmen der 5. Grünen Woche im Februar 1930 veranstalteten Landeskulturausstellung hat sich das Institut durch eine Abteilung „Meteorologie und Wettervorhersage“ beteiligt.

Die seit mehreren Jahren im Gange befindlichen Vorarbeiten für eine Klimatographie Deutschlands stehen nunmehr vor ihrem Abschluß. Mit der Drucklegung des groß angelegten Werkes kann aller Voraussicht nach noch Ende des Jahres 1931 begonnen werden, allerdings nur unter der Voraussetzung, daß die beträchtlichen Mittel für den Druck dieses Werkes aufgebracht werden können.

Auf Antrag des Instituts wurde in Anerkennung ihrer dem Institut und der Wissenschaft geleisteten Dienste folgenden langjährigen Beobachtern die Hellmann-Medaille durch den Herrn Minister für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung verliehen:

Stationen höherer Ordnung.

Lehrer L. Eilert, Kyritz,
Wetterwarte der Magdeburgischen Zeitung, Magdeburg,
Obermaschinenmeister Huhn, Quedlinburg,
Gärtnereibesitzer Schöne, Friedland,
Studienrat Ellemann, Köthen.

Niederschlagsstationen.

Geh. Ökonomierat Säuberlich, Gröbzig,
Gutsbesitzer Kluge, Lindenberg,
Gutsbesitzer Ehlers, Rauten i. Ostpr.,
Handelsgärtner Ehrlich, Gramzow,
Gärtner Biehl II, Pohldorf,
Lehrer Ossig, Zobten,
Lehrer Kühl, Bramstedt,
Kaufmann Berentzen, Haselünne.

2. Personalien.

a) Wissenschaftliche Beamte und Angestellte.

Der Urlaub des Studienassessors Dr. Joh. Hoffmeister zum Institut wurde bis Ostern 1931 verlängert. Der wissenschaftliche Hilfsarbeiter des Instituts, Dr. Haude, war auch im Berichtsjahre noch für die schwedisch-chinesische Sinkiang-Expedition beurlaubt.

Nach Vereinbarung mit dem Herrn Preußischen Minister für Landwirtschaft wurde der wissenschaftliche Angestellte Dr. Wagemann für die Zeit vom 1. Oktober 1930 bis 31. März 1931 zur vorübergehenden Leitung der Wetterdienststelle in Stettin beurlaubt; als sein Vertreter wurde Dr. Pernice beschäftigt.

Die durch den Haushalt für 1930 Neubewilligte Observatorstelle im Adolf Schmidt-Observatorium für Erdmagnetismus in Niemegek ist am 1. April d. Js. mit dem bisherigen wissenschaftlichen Hilfsarbeiter Dr. Bock besetzt worden, der später im Observatorium Wohnung nahm. Die dadurch freien Stellen wurden mit Wirkung vom 1. August 1930, und zwar die eines wissenschaftlichen Hilfsarbeiters an den oben genannten Dr. Haude, die eines wissenschaftlichen Angestellten an Dr. Fanselau beim Magnetischen Observatorium in Potsdam übertragen.

Am 1. Juli 1930 erhielt der Observator Dr. Wussow die Amtsbezeichnung „Observator u. Professor“.

b) Mittlere, Unterbeamte und Angestellte.

Am 1. Januar 1930 ist anstatt des mit dem gleichen Zeitpunkte an die Hochschule für Leibestübungen — Landesturnanstalt in Spandau — versetzten Obersekretärs Kriegler, der am 7. Dezember 1929 die Obersekretärprüfung abgelegt hatte, dem bisherigen Rechnungsführer und Sekretär Witten die Stelle eines Obersekretärs im Zentralinstitut übertragen worden; Obersekretär Kriegler trat am 1. April d. Js. zum Institut zurück.

Am 1. April 1930 sind die durch den Haushalt für das neuerbaute Magnetische Observatorium in Niemegek geschaffenen Stellen eines Hilfsrechners und eines Arbeiters mit dem Angestellten Bredée und dem Arbeiter Brauer besetzt worden, die später im Observatorium Werkwohnungen bezogen haben.

An die Stelle des am 1. Oktober d. Js. aus dem Zentralinstitut ausscheidenden Heizers Nietsch ist in gleicher Eigenschaft Paul Herrmann getreten.

Personalbestand des Preußischen Meteorologischen Instituts am Schlusse des Jahres 1930.

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

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

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

Büroangestellte: Frl. von Elsner (15. II. 1923).
 Zeichnerische Hilfskraft: Keiser.
 Bücherei: Abteilungsvorsteher u. Professor Dr. Knoch (15. I. 1905) [s. u.].
 Wissenschaftliche Hilfskraft: cand. phil. Ertel.
 Instrumentensammlung und Drucklegung der Veröffentlichungen:
 Observator und Professor Dr. Joester (1. III. 1901).

Zentralbüro.

Verwaltungs-Oberinspektor: Rechnungsrat Seeliger (1. IV. 1895).
 Verwaltungs-Inspektor: Kroll (1. IV. 1925).
 Kasse: Obersekretär Piper (1. XII. 1908).
 Bürohilfskraft: Frl. Born.

Registratur.

Obersekretär: Kriegler (18. I. 1909).

Kanzlei.

Kanzleisekretär: Lienek (1. V. 1902).
 Kanzlist: Müller (1. VIII. 1928).

Amtsmeisterei.

Techn. Gehilfe: Tugend (1. VII. 1899).
 Institutsgehilfe: Conrad (1. VII. 1914).
 Pförtner: Institutsgehilfe Reinicke (1. VI. 1906).
 Buchbinder: Walter (1. II. 1925).
 Hilfsdiener: Sammüller (7. VII. 1926).
 Heizer: Herrmann (1. X. 1930).

Zentralinstitut in Berlin.

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

Abteilungsvorsteher u. Professor: a. o. Univ.-Prof. Dr. Knoch (15. I. 1905)
 [s. o.].
 Observator u. Professor: Dr. Schwalbe (1. IX. 1891).
 Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter: Dr. Hoffmeister (1. IV. 1927).
 Wissenschaftlicher Angestellter: Dipl.-Ing. Grunow (1. VIII. 1926).
 Wissenschaftliche Hilfskraft: Dr. Reichel.
 Obersekretäre: Ullé (1. III. 1921), Witten (1. I. 1930).
 Rechnerische Hilfskräfte: Frl. Isigkeit, Frl. Budig, Lieneck, Frau
 Riemer.

Abteilung II: Regenstationen.

Mit der Leitung beauftragt: Observator u. Professor Dr. Henze (1. X. 1902).
 Observatoren u. Professoren: Dr. Langbeck (1. IV. 1905), Dr. Wussow
 (16. X. 1905).
 Observator: Dr. Treibich (1. X. 1923).
 Wissenschaftliche Hilfskraft: Dr. Dieckmann.
 Verwaltungs-Inspektor: Ebert (14. II. 1902).

Verwaltungssekretär: Blechschmidt (1. VIII. 1920).

Büroangestellter: Schütte (1. VI. 1923).

Rechnerische Hilfskräfte: Teetz, Frau Henning.

Abteilung III: Gewitterstationen.

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

Rechnerische Hilfskraft: Bouvier.

Abteilung IV: Wetterdienst.

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

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

Wissenschaftliche Angestellte: Dr. Thomas (1. X. 1926), Dr. Wagemann (1. X. 1926) [z. Zt. beurlaubt].

Volkswirtschaftlicher Beirat: Dr. Pundt (1. II. 1928).

Wissenschaftliche Hilfskräfte: cand. phil. Grünberg, Dr. Pernice.

Büroangestellte: Ewert (1. X. 1923), Marzilger (1. X. 1923), Fr. Riecke (1. VII. 1929).

Büro- und technische Hilfskräfte: Thieroff, Fr. Fetting, Peters, Frau Willke, Schulz, Rothe, Joachim.

Observatorium bei Potsdam.

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

Verwaltungs-Inspektor: Nielbock (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), Dr. Kolhörster (1. X. 1928).

Observatoren: a. o. Univ.-Professor Dr. Kähler (1. IV. 1907), Dr. Schindelhauer (1. IV. 1911), Dr. Albrecht (1. X. 1923).

Verwaltungs-Inspektor: Busch (20. IV. 1905) [halbe Dienstzeit].

Büroangestellte: Rockel (1. IV. 1913), Fr. Klingbeil (1. IV. 1923) [halbe Dienstzeit].

Technischer Institutsgehilfe: Hahn (1. VII. 1899).

Magnetische Abteilung.

Abteilungsvorsteher und Professor: Dr. Nippoldt (1. IV. 1898).

Observator u. Professor: Dr. Venske (1. IV. 1902).

Wissenschaftlicher Angestellter: Dr. Fanselau (1. IX. 1928).

Verwaltungs-Inspektor: Busch (20. IV. 1905) [halbe Dienstzeit].

Büroangestellte: Neubert (1. IX. 1909), Fr. Klingbeil (1. IV. 1923) [halbe Dienstzeit].

Obermechaniker: Urbansky (1. I. 1905).
Rechnerische Hilfskraft: Feist.

Adolf Schmidt-Observatorium für Erdmagnetismus in Niemegek.

Observator: Dr. Bock (1. X. 1923).
Büroangestellter: Bredée (1. IV. 1930).
Arbeiter: Brauer (1. IV. 1930).

Zur Zeit beurlaubt:

Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter: Dr. Haude (1. VIII. 1923).

3. Das Stationsnetz.

Stationen I., II., III. Ordnung und Stationen, die nur Sonnenschein beobachten.

Leider muß auch dieser Bericht mit der Feststellung beginnen, daß die Bemühungen des Instituts beim vorgesetzten Ministerium, eine Erhöhung der Dienstaufwandsentschädigungen der meteorologischen Beobachter zu erreichen, in diesem Berichtsjahr, wie in den vorhergehenden Jahren, ohne Erfolg geblieben sind. Die augenblickliche Finanzlage des Staates bietet immer noch ein nicht zu überwindendes Hindernis. Hoffentlich gelingt es auch weiterhin, die Dienstaufwandsentschädigungen wenigstens auf der jetzigen Höhe zu erhalten.

Das ständig zunehmende Interesse der verschiedensten Zweige des praktischen Lebens an meteorologischen Beobachtungen, das äußerlich in der Zahl der vom Institut angeforderten Auskünfte und Gutachten zum Ausdruck kommt, und daneben auch die wissenschaftlichen Untersuchungen bestimmter Witterungsereignisse haben immer mehr gezeigt, daß das Stationsnetz an manchen Stellen unbedingt verdichtet werden muß. Um in dieser Hinsicht die dringendsten Mängel abstellen zu können, hatte das Institut bei den Anmeldungen zum Staatshaushalt 1930 die Bereitstellung der Mittel für die Einrichtung und Unterhaltung von 10 neuen Stationen III. Ordnung angefordert. Dieser Anforderung konnte nur zum geringen Teil entsprochen werden, und die Anmeldung ist daher für den Haushaltsplan 1931 wiederholt worden. Daneben ist aber auch, wie es bereits in manchen Fällen schon früher mit Erfolg geschah, versucht worden, Magistrate oder andere an meteorologischen Beobachtungen interessierte Körperschaften zur Errichtung einer Station zu veranlassen, wobei das Institut die Stellung des Instrumentariums übernimmt.

Eine systematische Weiterentwicklung des Netzes wird leider dadurch erschwert, daß es noch nicht gelungen ist, den laufenden Fonds der Dienstaufwandsentschädigungen der Beobachter zu erhöhen, wodurch es möglich sein würde, für die neugegründeten Stationen eine, wenn auch nur bescheidene Dienstaufwandsentschädigung auszuwerfen. Es wurden zwar sehr häufig Wünsche wegen Ueberlassung von Instrumenten dem Institut übermittelt, die Erfahrung hat aber immer wieder bewiesen, daß in den meisten Fällen das Interesse an dem Beobachtungsdienst, der für den ausführenden Beobachter mit starken Bindungen verknüpft ist, bald erlahmt, wenn in einer Dienstaufwandsentschädigung nicht ein Anreiz zur Überwindung der Schwierigkeiten vorhanden ist.

Neben der Neueinrichtung von Stationen wurde darauf gesehen, die Stationen mit Sonderbeobachtungen und Registrierinstrumenten gleichmäßiger über das ganze Gebiet zu verteilen und besonders große Lücken auszufüllen. So wurden z. B. einige neue Meßstellen zur fortlaufenden Beobachtung der Erdbodentemperatur im Nordwesten des Gebietes geschaffen. Auch wurde damit begonnen, das Netz der Stationen, die regelmäßig den Wassergehalt der Schneedecke bestimmen, mehr auf das Flachland auszudehnen, während bisher solche Messungen fast ausschließlich in den gebirgigen Teilen ausgeführt wurden.

Dem näheren Studium des klimatologischen Einflusses breiter Wasserläufe dienten die Neueinrichtungen von Beobachtungsstellen in Grünendeich, im sog. Alten Land an der Unterelbe, und in Volkhoven, im Norden von Köln. Grünendeich (seit Dezember im benachbarten Lühe) ist als Parallelstation zu der bereits auf dem Geestrücken liegenden Station in Stade (Nebenstelle der Biologischen Reichsanstalt), Volkhoven als Parallelstation zu Leverkusen gedacht, wo die Instrumente dicht am Rhein stehen. An beiden Stationspaaren sind Thermo- und Hygrographen in Betrieb.

Schließlich ist beabsichtigt, eine intensivere klimatische Erforschung des Harzgebirges durchzuführen, das mit seiner geschlossenen Form sicher ein dankenswertes Studiengebiet abgibt. Die Vorarbeiten hierfür sind im Gange, wobei an eine Zusammenarbeit mit dem im Harzer Verkehrsverband zusammengeschlossenen Kur- und Badeorten gedacht ist. Einige Neueinrichtungen von Stationen an diesen Plätzen sind im Rahmen der Verdichtung des Beobachtungsnetzes im Harz bereits durchgeführt worden. Daß die Forsteinrichtungs- und Forstliche Ver-

suchsanstalt in Braunschweig neuerdings dem Institut Abschriften der Beobachtungsergebnisse jener Regenstationen zur Verfügung stellt, die über ein Maximum- und Minimumthermometer verfügen und an zwei Terminen auch Aufzeichnungen über Bewölkung und Wind anstellen, ist sehr zu begrüßen, zumal ein großer Teil dieser Stationen im Harz liegt.

Im einzelnen sind folgende Veränderungen im Stationsnetz eingetreten:

Nach Unterbrechung wieder eingerichtet:

II. O.: Carlshagen.

Neu eingerichtet bzw. neu aufgenommen:

II. O.: Berlin - Lichterfelde, Brandenburg, Goseck - Dechantenberg, Gründen-deich-Lühe, Greifenhagen, Bad Harzburg, Köln-Volkhoven, Langeoog, Lüneburg II, Misdroy, Norderney II, Oppeln II, Saalhäuser, Bad Sachsa, Bad Salzbrunn.

III. O.: Biesterfeld (Lippe), Biesdorf (bei Trier), Kreuz.

Sonnenscheinstation: Schwelm.

Außer dem Meteorologischen Observatorium in Potsdam zählte das Beobachtungsnetz des Preußischen Meteorologischen Instituts am Ende des Jahres 1930:

Stationen	I. O.	2	} zusammen 198 Stationen höherer Ordnung
"	II. O.	141	
"	III. O.	55	
"	, die nur Sonnenschein beobachten . . .	17.	

Weiterhin erhält das Meteorologische Institut abschriftlich die Beobachtungsergebnisse von nachstehenden Stellen:

Stettin, Öffentliche Wetterdienststelle

Göttingen-Hainberg, Geophysikalisches Institut der Universität
Weimar, Thüringische Landeswetterwarte (Beobachtungen sämtlicher Stationen in Thüringen)

Danzig (Freistaat), Staatliches Observatorium

Wasserkuppe, Rhön - Rossitten - Gesellschaft (Beobachtungen der Stationen Gersfeld, Wüstensachsen, Sieblos, Obernhäusen)

Stuttgart, Württembergische Landeswetterwarte (Beobachtungen der Station Trochtelfingen i. Hohenzollern)

Braunschweig, Forsteinrichtungs- und Forstliche Versuchsanstalt (Beobachtungen von 13 Stationen s. oben)

Altenbruch, Hauptlehrer Fr. Meyer

Blumenthal (Unterweser), Landwirtschaftliche Schule

Eberswalde, Forstliche Hochschule

} Ablesungen
der Extrem-
Thermometer

Müncheberg, Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung (Niederschlagsergebnisse von 14 verschiedenen Meßstellen, vgl. Bericht 1929).

Von den genannten 198 Stationen des eigentlichen Netzes liegen 170 Stationen höherer Ordnung und 15 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.), Osterode, Rossitten (Runder Berg), Stallupönen, Tilsit, Treuburg.
 III. O. Heilsberg I, Heilsberg II, Marienburg, Ortelsburg, Rossitten.
 ⊙ Osterode (Seminar), Rossitten, Treuburg (Wasserturm).
- Grenzmark: II. O. Deutsch-Krone, Fraustadt.
 III. O. Kreuz.
- Brandenburg: II. O. Berlin (Invalidenstr.), Berlin-Dahlem, Berlin-Lichterfelde, Brandenburg, Frankfurt a. O., Jüterbog, Landsberg a. W., Müncheberg, Insel Scharfenberg.
 III. O. Angermünde, Berlin (Friedrichshain), Berlin-Buch, Groß-Dölln, Kleinbeeren, Kottbus, Kyritz, Neuwedell.
 ⊙ Hoppenrade.
- Pommern: II. O. Carlshagen, Greifenhagen, Greifswald, Köslin, Lauenburg, Misdroy, Muhlendorf, Neu-Hammerstein, Paatzig, Putbus, Stettin.
 III. O. Greifenberg, Heinrichshof, Reinwasser.
 ⊙ Kolbergermünde.
- Schlesien: I. O. Schneekoppe.
 II. O. Arnsdorf, Beuthen, Breslau, Friedland, Görlitz, Grünberg, Habelschwerdt, Heinrichau, Hindenburg, Krietern, Landeck, Lautawerk, Liegnitz, Oppeln I, Oppeln II, Proskau, Ratibor, Reinerz, Bad Salzbrunn, Schreiberhau, Wang, Ziegenhals.
 III. O. Charlottenthal, Grunwald, Krummhübel, Rosenberg, Simsdorf, Weigelsdorf.
 ⊙ Niesky, Warmbrunn.
- Sachsen: I. O. Brocken.
 II. O. Bitterfeld, Erfurt, Gardelegen, Goseck-Dechantenberg, Halle, Leunawerk, Magdeburg, Nordhausen, Quedlinburg, Saalhäuser, Bad Sachsa, Schmatzfeld, Torgan, Wehnde.
 III. O. Eigenrieden, Eisleben, Krüssau.
- Schleswig-Holstein: II. O. Büsum, Flensburg; Helgoland, Husum, Neumünster, Westerland.
 III. O. Marienleuchte, Schleswig, Wyk.
 ⊙ Kiel, Meldorf, Westerland.

Hannover:	II. O. Celle, Emden, Göttingen, Grünendeich-Lühe, Hameln, Hannover, Hildesheim Klausthal, Langeoog, Lüneburg I, Lüneburg II, Nienburg, Norderney I, Norderney II, Osnabrück, Soltau, Stade.
	III. O. Bremervörde, Schöninghsdorf, Uelzen.
	⊙ Emden (Außer dem Boltentore).
Westfalen:	II. O. Arnsberg, Bochum, Herford, Hövelriege, Kahler Asten, Lüdenscheid, Münster.
	III. O. Alt Astenberg, Dortmund, Siegen.
	⊙ Münster (Schleuse), Schwelm.
Hessen-Nassau:	II. O. Abmannshausen, Esch, Frankfurt a. M., Fulda, Geisenheim, Hattenheim, Kassel, Kl. Feldberg, Marburg, Oberlahnstein, Wasserkuppe, Wiesbaden, Witzenhausen.
	III. O. Brotterode, Gelnhausen, Hauptschwenda, Mengerlinghausen, Salzburg, Weilburg.
Rheinprovinz:	II. O. Aachen, Bernkastel, Elberfeld, Essen, Kleve, Köln, Köln-Volkhoven, Krefeld, Leverkusen, Neuwied, Schloßböckelheim, Trier.
	III. O. Biesdorf, Blankenrath, Kaisersesch, Koblenz, Schneifel-forsthaus.
	⊙ 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.
Oldenburg:	II. O. Edewechterdamm, Elsfleth, Jever, Lönigen, Oldenburg.
	III. O. Birkenfeld, Eutin, Vechta.
Braunschweig:	II. O. Braunschweig, Bad Harzburg, Helmstedt.
	⊙ Braunschweig.
Thüringen:	⊙ Sonneberg.
Anhalt:	II. O. Bernburg, Dessau, Harzgerode, Köthen.
	III. O. Sandersleben, Zerbst.
Lippe:	III. O. Biesterfeld.
Bremen:	II. O. Bremen.
Lübeck:	II. O. Lübeck.

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 u. a. Aachen, Bremen, Essen, Frankfurt a. M., Kahler Asten, Kleiner Feldberg (Taunus), Krietern, Magdeburg. 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, und zu wissenschaftlichen Untersuchungen besonderer Witterungserscheinungen.

Folgende Stationen sind mit Registrierinstrumenten neu ausgerüstet worden bzw. senden neuerdings dem Institut ihre Registrierungen ein:

Barographen: Carlshagen, Hindenburg, Reinerz.

Thermographen: Carlshagen, Deutsch-Krone, Grünendeich-Lühe, Langeoog, Lautawerk, Stade.

Hydrographen: Deutsch-Krone, Grünendeich-Lühe, Lautawerk, Stade.

Thermo-Hydrographen: Hindenburg, Köln-Volkhoven, Leverkusen, Reinerz.

Aktinographen: Brocken, Harzburg.

Sonnenscheinautographen: Harzburg, Rossitten, Schwelm.

Insgesamt verfügte Abteilung I Ende 1930 über Aufzeichnungen von 43 Barographen, 41 Thermographen, 28 Hydrographen, 7 Thermo-Hydrographen, 15 Anemographen, 2 Aktinographen, 1 Baro-Thermograph und 76 Sonnenscheinautographen. (Die Registrierinstrumente von Potsdam sind hierbei nicht mitgerechnet.)

Von wesentlichen Änderungen an den Stationen II. und III. Ordnung selbst ist hervorzuheben, daß in Beuthen, Erfurt, Eutin, Fulda, Grünendeich-Lühe, Hauptschwenda, Marburg, Oberlahnstein, Proskau, Reinerz, Rosenberg, Schwerin, Soltau ein Wechsel des Beobachters stattgefunden hat und in Grünendeich-Lühe, Soltau, Edewechterdamm und Schwerin eine Umstellung der Instrumente vorgenommen wurde. In Torgau werden seit dem 1. September an einer Nebenaufstellung Thermometerablesungen in einer Hütte vorgenommen. Die Station in Stade wurde mit einem Barometer, die Stationen Jever, Kleve, Lüneburg, Rostock, Schleswig, Wehnde mit Erdbodenthermometern und die Stationen Deutsch-Krone, Kleve mit je einem Schneeausstecher ausgerüstet.

Mit Bezug auf die Beobachter kann ich zu meiner großen Freude erwähnen, daß Herr Obermaschinenmeister Huhn in Quedlinburg, Herr Gärtneribesitzer Schoene in Friedland, Herr Lehrer Eilert in Kyritz ihr 25 jähriges Beobachterjubiläum und die Wetterwarte Magdeburg ihr 50 jähriges Bestehen feiern konnten. Ihnen allen möge auch an dieser Stelle wärmste Anerkennung und aufrichtigster Dank für so treue und wertvolle Mitarbeit im Dienste der Wissenschaft ausgesprochen sein.

Leider ist aber auch der Tod einer Reihe von verdienten und langjährigen Beobachtern zu beklagen. Es starben:

Weinbauoberinspektor Schwarz in Oberlahnstein (Beob. seit 1912),

Obergärtner Rauer in Reinerz (Beob. seit 1906),

Hausmeister Tröbitz in Göttingen (Beob. seit 1920).

Außerdem ist hier des plötzlichen Ablebens von Herrn Dr. Eckardt zu gedenken, wodurch das mit dem Institut in engen Beziehungen stehende Observatorium in Essen seines Direktors beraubt wurde.

Den Verstorbenen allen wird das Institut ein ehrendes Andenken bewahren.

Unter tatkräftiger Mithilfe aller Mitglieder der Abt. I ist es im Berichtsjahre gelungen, die Rückstände in der Verarbeitung des Beobachtungsmaterials nahezu vollkommen zu beseitigen. Mitte Februar war die rechnerische Prüfung des Jahrgangs 1927 beendet, seitdem ist Jahrgang 1928 vollständig, 1929 fast vollständig rechnerisch durchgeprüft worden, Die wissenschaftliche Prüfung des Jahrgangs 1930 ist im Gange, so daß die neu eingehenden Tabellen künftighin einer sofortigen Kontrolle unterzogen und etwa auftretende Unstimmigkeiten möglichst bald erkannt und ausgemerzt werden.

Im Druck erschienen sind die Jahrgänge 1926 und 1927 sowie der Sammelband mit den Monats- und Jahresübersichten der Jahre 1919—1923. Vom Jahrgang 1928 ist bereits mehr als die Hälfte abgesetzt. Eine schnellere Drucklegung läßt sich leider nicht erzielen, da dem Institut hierfür nicht genügend Mittel zur Verfügung stehen. Immerhin war es möglich, die veröffentlichten Jahrgänge durch Neuaufnahmen einiger Stationen wesentlich zu erweitern.

Wiederum wurde die Abteilung sehr häufig durch die verschiedensten Zweige der Praxis, sowohl von Behörden als auch Privatpersonen, zu Auskünften und Berichten über Witterungsereignisse in Anspruch genommen. Genauere Angaben finden sich dar-

über auf Seite 28. Daneben wurde der allmonatlich in der Statistischen Korrespondenz erscheinende »Deutsche Witterungsbericht« bearbeitet. Laufende Berichte erhalten ferner: Der Regierungspräsident (Chef der Märkischen Wasserstraßen) in Potsdam aus dem Spree-Havelgebiet und die Öffentliche Wetterdienststelle Magdeburg aus ihrem Dienstbezirk in Mitteldeutschland. In vielen Fällen wurde die Abteilung bei Errichtung von meteorologischen Privatstationen als Beratungsstelle und zur Vermittlung bei Beschaffung der Instrumente in Anspruch genommen.

Bezüglich der Auswertung der Sonnenscheinregistrierungen ist im Berichtsjahre ein wesentlicher Schritt zur Erzielung einer größeren Einheitlichkeit in der Methodik der Auswertung getan worden. Eine von der Direktorenkonferenz der Deutschen Meteorologischen Institute eingesetzte Kommission hat in Beratungen sich auf bestimmte Richtlinien geeinigt. Um die Beobachter, die die Sonnenscheinregistrierungen selbst auswerten, mit diesen Richtlinien vertraut zu machen, sind typische Originalregistrierungen ausgewertet worden, und diese Auswertungsergebnisse werden zusammen mit den Kartonsstreifen in geeigneter Form den Beobachtern zur Einsichtnahme übersandt. Auf diese Weise ist zu hoffen, daß die größten Ungleichheiten bei der Auswertung der Sonnenscheinregistrierungen allmählich verschwinden werden.

Über die Beteiligung der Abt. I an den Arbeiten für eine neue Klimakunde von Deutschland siehe S. 29.

Regenstationen.

Nach mehrjährigen Bemühungen ist es durch die im Berichtsjahr erfolgte Fertigstellung und Herausgabe der „Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen im Jahre 1928 und 1929“ der Niederschlagsabteilung gelungen, die seit Jahren sehr in Rückstand geratene Veröffentlichung der Beobachtungsergebnisse nunmehr auf das Laufende zu bringen. Es wird Aufgabe der Abteilung sein, im nächsten Jahr die Bearbeitung noch soweit vorwärts zu bringen, daß es möglich sein wird, die monatsweise einlaufenden Beobachtungen sofort nach ihrem Eingang kritisch zu prüfen und eine fehlerhafte oder nicht regelmäßige Ausführung der Niederschlagsmessungen durch entsprechende Maßnahmen zu beheben. •

Welche Bedeutung dem gesamten Niederschlagswesen zukommt, ergibt sich aus der relativ großen und in den letzten Jahren ständig zunehmenden Zahl von Auskünften über Zeit, Form und Intensität der Niederschläge. Insgesamt wurden im Berichtsjahr von der Niederschlagsabteilung 1085 Gutachten und Auskünfte gegeben. Besonders zahlreich waren wieder die Auskünfte, die Zivil- und Strafprozesse betrafen; andere Anfragen ergingen namentlich von wasserwirtschaftlichen und landwirtschaftlichen Kreisen, sowie von Finanz- und Kulturbauämtern. Die seit 1926 in Deutschland eingeführte Regenversicherung hat außerdem in etwa 200 Fällen durch Vermittelung des Instituts die Mitarbeit von Regenbeobachtern in Anspruch genommen. Monatliche Zusammenstellungen von Niederschlagssergebnissen wurden laufend abgegeben an nachstehende Stellen:

1. Öffentliche Wetterdienststelle in Königsberg i. Pr., 2. Kulturbauamt in Lötzen, 3. Lehrer i. R. K. Müller in Mohrungen, 4. Landwirtschaftskammer für die Grenzmark Posen-Westpreußen in Schneidemühl, 5. Anstalt für Pflanzenbau in Stettin, 6. Braunkohlenwerke „Eintracht“ in Welzow i. Nied.-Lausitz, 7. Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements in Berlin, 8. Brandenburgische Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke in Berlin, 9. Charlottenburger Wasser- und Industriewerke in Berlin, 10. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin, 11. Zeitschrift „Die deutsche Zuckerindustrie“ in Berlin, 12. Verwaltung der märkischen Wasserstraßen in Potsdam, 13. Wasserbauamt in Rathenow, 14. Öffentliche Wetterdienststelle in Magdeburg, 15. Kanalbauamt für den Mittellandkanal in Merseburg, 16. Landwirtschaftsschule und Wirtschaftsberatungsstelle in Wernigerode, 17. Weserstrombauverwaltung in Hannover, 18. I.G. Farbenfabriken in Hannover, 19. Kulturbauamt in Lüneburg, 20. Kreisbauamt in Lüchow, 21. Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Stade, 22. Kohlenzeche „Maximilian“ in Hamm i. W., 23. Lippeverband in Essen, 24. Gelsenkirchener Bergwerks-Gesellschaft in Essen, 25. Niersverband in Viersen, 26. Guillaume'sche Vermögensverwaltung in Köln, 27. Pfarrer Diesner in Oberbieber, 28. Waldeckscher Landbund in Korbach, 29. Wasserbauamt in Kassel, 30. Landwirtschaftskammer in Sigmaringen, 31. Landesstelle für Wetter- und Gewässerkunde in Darmstadt, 32. Württembergische Landeswetterwarte in Stuttgart, 33. Bayerische Landesstelle für Gewässerkunde in München, 34. Sächsische Landeswetterwarte in Dresden, 35. Hydrologische Staatsanstalt in Prag.

Zudem werden von der Niederschlagsabteilung seit 4 Jahren „Wochenberichte über Niederschlag und Temperaturverlauf in Norddeutschland“, denen im Winter regelmäßig Karten über die Verteilung und Höhe der Schneedecke beigelegt sind, sowie „Monatsberichte über die Niederschlagsverhältnisse in Norddeutschland“ herausgegeben, um den Wünschen der Technik und Praxis von vornherein entgegenzukommen. Zu ihren Beziehern zählen neben Zentralbehörden vor allem Kultur- und Wasserbauämter, Strombauverwaltungen, Finanzämter, Landwirtschaftskammern, Saatzucht-, Rebenveredelungs- und forstliche Versuchsanstalten, ebenso das Preußische Statistische Landesamt und die Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene.

Eine wesentliche Mehrarbeit, die einen Teil der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte beansprucht, ist der Niederschlagsabteilung durch die Übertragung der Bearbeitung der Niederschlagsverhältnisse für die vom Institut in Angriff genommene Herausgabe einer Klimakunde von Deutschland erwachsen. Ihre nächstliegende wichtigste Aufgabe sieht die Abteilung darin, auf Grund der Beobachtungen von rund 4000 Stationen aus den 35 Jahren 1891—1925 Karten der mittleren Niederschlagsverteilung für die einzelnen Monate und das Jahr zu entwerfen, wozu von etwa $\frac{2}{3}$ aller Stationen mit einer unvollständigen Beobachtungsreihe Normalmittel nach der Reduktionsmethode errechnet werden müssen. Diese Arbeiten sind bereits rüstig fortgeschritten, so daß die Fertigstellung der Karten im Spätherbst 1931 erwartet werden kann; doch sollen nebenher auch eine Reihe anderer Fragen der Niederschlagsverhältnisse in eingehender Weise untersucht und behandelt werden.

Die Zahl der Stationen, von denen das Institut monatliche Berichte ihrer Meßergebnisse erhalten hat, ist mit 2730 annähernd die gleiche geblieben; 136 Stationen gehörten dem thüringischen Stationsnetz an.

Der wasserwirtschaftliche Wetternachrichtendienst, über dessen Organisation in den letzten Tätigkeitsberichten ausführliche Mitteilungen gegeben sind, umfaßte 100 Stationen mit täglicher Abgabe von Berichten über Niederschlagsmenge, sowie Höhe und Wassergehalt der Schneedecke an die öffentlichen Wetterdienststellen und Strombauverwaltungen. Außer diesen beteiligten sich noch weitere 177 Stationen an der wöchentlichen Berichterstattung an das Institut, so daß die Herausgabe der bereits erwähnten Wochen- und Monatsberichte für Norddeutschland sich auf die Ergebnisse von 277

Stationen stützen konnte, von denen 14 dem sächsischen, 8 dem thüringischen und 4 dem hessischen Stationsnetz angehören.

Der im Odergebiet bestehende Sondermeldedienst bei starken und länger anhaltenden Niederschlägen ist in diesem niederschlagsreichen Berichtsjahr häufiger in Tätigkeit getreten; es berichteten, z. T. telegraphisch, 6 Stationen an die Oderstrombauverwaltung in Breslau und 12 an das Staubeckenbauamt in Ottmachau.

Die Zahl der mit registrierenden Regenmessern ausgerüsteten Stationen konnte um zwei (Lötzen in Ostpr. und Losheim im Rheinl.) vermehrt werden, so daß z. Z. vom Institut 23 derartige Stationen unterhalten werden. Im Laufe der letzten Jahre sind seitens der Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements im Landwirtschaftsministerium 20 Stationen mit Regenschreibern ausgestattet worden, deren Aufzeichnungen dem Institut für die seit 1927 in den „Ergebnissen der Niederschlagsbeobachtungen“ veröffentlichten Zusammenstellungen von Stark- und Dauerregen in entgegenkommender Weise überlassen werden.

Im Herbst des Berichtsjahres wurde an die Station Schmiedefeld (Kr. Schleusingen) ein Gebirgsregenschreiber von 500 qcm Auffangfläche abgegeben. Nunmehr führen in Norddeutschland sämtliche über 700 m Seehöhe gelegenen Stationen mit diesem Gerät, das für die winterlichen Niederschläge ein größeres Fassungsvermögen besitzt, ihre Messungen aus; es wird Aufgabe der nächsten Jahre sein, noch eine Anzahl hoch gelegener Stationen Hohenzollerns mit dem gleichen Beobachtungsinstrument auszurüsten.

Von den langjährigen Beobachtern, die sich über 20 Jahre hindurch an der regelmäßigen Berichterstattung über Niederschläge beteiligten, verlor das Institut durch Tod den Amts- und Gemeindevorsteher Thumann in Brokdorf i. Holstein (Beobachter seit 1908).

Gewitterstationen.

Die durch den empfindlichen Personalmangel neuerdings notwendig gewordene Einschränkung des Schriftverkehrs mit den Gewitterstationen hat leider an manchen Stellen eine Stockung in der Meldetätigkeit zur Folge gehabt, die die Erfüllung der wichtigen Aufgabe, ein vollständiges Bild von der Verbreitung der Gewittertätigkeit in Norddeutschland zu geben, ernstlich gefährdet. Nicht alle Beobachter sind sich der Tatsache bewußt, daß die Beobachtung und die Meldung aller Gewittererscheinungen, auch der schwächeren und

vermeintlich nebensächlichen, genau so wichtig sind wie die der anderen meteorologischen Elemente und nicht vernachlässigt werden dürfen. Zum Teil ist allerdings das Nachlassen der Meldetätigkeit auch darauf zurückzuführen, daß an einer nicht geringen Zahl von Stationen die ausführliche „Anleitung zur Beobachtung und Meldung der Gewittererscheinungen“ fehlt. Dieser Übelstand, dem in der letztvergangenen Notzeit wegen Mangels an den dazu erforderlichen Mitteln noch nicht abgeholfen werden konnte, wird nun sein Ende finden; denn die Anleitung ist jetzt neu in vierter Auflage bearbeitet worden und wird in der nächsten Zeit den Stationen, denen es daran fehlt, zugesandt werden.

Für die Neubearbeitung der Gewitterverhältnisse Norddeutschlands im Rahmen der Klimakunde Deutschlands sind die tabellarischen Unterlagen fertiggestellt worden.

Das Stationsnetz hat im vergangenen Jahre keine wesentlichen Änderungen erfahren. Zwar waren, wie von jeher, zahlreich die Fälle, daß Beobachter, teils durch Versetzung in ein anderes Amt und dadurch veranlaßte Verlegung ihres Wohnsitzes gezwungen, teils infolge Nachlassens der Liebe zur Sache, ihr Beobachteramt niederlegten; doch gelang es fast in allen Fällen, mit Hilfe der um Beistand angegangenen zuständigen Behörden — Landeswetterwarten und Statistischen Landesämter der innerhalb des norddeutschen Stationsnetzes gelegenen Bundesstaaten, Landratsämter, Forst-, Stadt-, Gemeinde- und Kreisschulverwaltungen — sofort zuverlässigen Ersatz zu finden. So traten an 106 Stationen neue Beobachter in Tätigkeit. Nur eine Station mußte aufgehoben werden, weil sich kein neuer Beobachter fand; demgegenüber wurden 11 Stationen neu errichtet, teils zur Verdichtung des Netzes an solchen Stellen, wo sich örtliche Einflüsse auf die Gewittertätigkeit geltend machen, teils in Berücksichtigung freiwilliger Angebote zur Mitarbeit und in Anlehnung an neubegründete Beobachtungsstationen höherer Ordnung. Zwei wegen Beobachtermangels zeitweise aufgehobene Stationen wurden wieder errichtet.

15 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.

An den Meldungen über Gewittererscheinungen beteiligten sich wie bisher auch 16 hessische Stationen, deren Beobachtungsergebnisse dem Preußischen Meteorologischen Institut durch die Hessische

Landesanstalt für Wetter- und Gewässerkunde in Abschriften übermittelt werden.

Unter den besonderen Berichten, die der Abteilung neben den Gewitter- und Wetterleuchtenmeldungen zuzugingen, befinden sich 8 über Kugelblitze, 1 über Sankt Elmsfeuer, 6 über Tromben, 9 über Nordlicht (außer zahlreichen kurzen Bemerkungen über Nordlicht auf Meldekarten), 2 über Meteore, 1 über ein Erdbeben u. a. m.

Auskünfte und Gutachten wurden in 17 Fällen erteilt, und zwar je 2 an wissenschaftliche Anstalten des In- und Auslandes, 2 an Elektrizitätsgesellschaften, 3 an Versicherungsämter und Versicherungsgesellschaften und 8 an Privatpersonen.

Dem Institut wurde leider auch im vergangenen Jahre wieder eine Anzahl verdienter Gewitterbeobachter durch den Tod entrissen, nämlich die Herren Landwirt Walther in Reinstädt (Beobachter seit 1887), Mittelschullehrer Hirschelmann in Wernigerode (1891), Lehrer Schäfer in Hersfeld (1905), Professor Hübner in Stralsund (1911), Lehrer Neuroth in Neuhäusel (1911), Kirchenrat Langbein in Schwichtenberg (1915), Oberstleutnant a. D. Münzer in Goldberg (1921), Pfarrer Stieber in Roßdorf (1922), Lehrer Kiesow in Wopersnow (1922) und Realschullehrer i. R. Hentschel in Lauterberg (1924).

4. Wetterdienst.

Im Laufe des Berichtsjahres wurde in Deutschland und nach und nach auch in den meisten anderen europäischen Ländern der neue internationale Schlüssel für Wettertelegramme eingeführt, der 1929 von der Kopenhagener Konferenz beschlossen worden war. Naturgemäß bedeutete diese Umstellung manche Sonderbelastung, nach deren Überwindung jedoch der neue Schlüssel im ganzen als ein Fortschritt bezeichnet werden kann. Bei der Eintragung des durch den neuen Schlüssel wieder vermehrten Beobachtungsmaterials werden die Symbole und Anordnungen verwendet, die dem norwegischen Vorbild entsprechen und auch in anderen Ländern mehr und mehr Verbreitung finden, so daß man auch für sie auf internationale Annahme hoffen darf. Es hat sich gezeigt, daß mit Hilfe der Angaben nach dem neuen Schlüssel die Analyse der Wetterkarten leichter gelingt, und der Vergleich unserer analysierten Arbeitskarten mit Karten anderer Wetterdienststellen, die ebenfalls nach den norwegischen Vorbildern und Definitionen arbeiten, zeigt in der Mehrzahl der Fälle

erfreuliche Übereinstimmung. Die Bereicherung des Schlüssels durch eine Zahl für den Erdbodenzustand gibt uns im Winter erstmalig die Möglichkeit, die Grenze des schneebedeckten Festlandes zu erkennen, die ja eine bemerkenswerte Rolle für die Entwicklung der Witterungsvorgänge spielt. Das im Schlüssel eingeführte Millibarmaß für die Luftdruckangaben findet auf unseren für die Öffentlichkeit herausgegebenen Wetterkarten zunächst noch keine Verwendung.

Die Verbreitung der Wetterkarte geschieht weiterhin in ausgedehntestem Umfange. Namentlich durch die Tageszeitungen, von denen je nach der Erscheinungsweise die Morgen- oder die Abendwetterkarte abgedruckt wird, ist es jedermann möglich, die Wetterkarte laufend zu verfolgen. Im Berliner Wetterdienstbezirk veröffentlichen nunmehr an 40 Zeitungen laufend die Wetterkarte. Die im eigenen Druck hergestellte Wetterkarte, die früher in erster Linie für das große Publikum bestimmt war, hat deshalb diese ursprüngliche Bedeutung verloren, entwickelt sich aber mehr und mehr zu einem Lehr- und Anschauungsmittel für Schulen. Auf Wunsch der Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen werden seit diesem Jahre einige uns telephonisch zugehende Wasserstandsmeldungen von der Havel mit in die täglichen Wetterberichte aufgenommen. Druck und Aussehen dieser selbst hergestellten Wetterkarte ließen sich weiter verbessern, so daß mehrfach anerkennende Äußerungen über ihren jetzigen Zustand einliefen. Leider hat vor kurzem der Polizeipräsident von Berlin den seit dem vorigen Jahre an 30 Stellen der Stadt erfolgenden Aushang der Wetterkarte mit Rücksicht auf die neue Berliner Verkehrsordnung untersagt.

Auf der anderen Seite war es dafür aber möglich, durch eine Reihe von Vorträgen im Rundfunk sowie vor den verschiedensten anderen Hörerkreisen wetterkundliche Kenntnisse zu vermitteln, auch wurde die Wetterdienststelle von wissenschaftlich interessierten Gesellschaften und Einzelpersonen des öfteren unter Führung besichtigt. Ihr Kartenmaterial und ihre anderen Einrichtungen finden auch steigende Verwendung zu Lehrzwecken, einige junge Meteorologen bildeten sich an unserer Wetterdienststelle für ihren praktischen Beruf aus. Es gelang, neben den dreimal täglichen Wetterkarten laufend auch Karten der fünftägig gemittelten und der monatlichen Luftdruckverteilung zu zeichnen, die einen guten Überblick über die Entwicklung der Großwetterlagen vermitteln. Die schon im vorigen Bericht erwähnte streng objektive Prognosenkritik nach einem sonst

noch nicht angewandten Verfahren wurde ebenfalls das ganze Jahr über durchgeführt und bietet ein lehrreiches Material für tiefere Einblicke in die Leistungsmöglichkeiten der heutigen Vorhersagekunst und ihre Grenzen bei verschiedenen Wettersituationen. Viel unfruchtbare Tätigkeit muß geleistet werden durch den Verkehr mit Personen, die ohne hinreichende meteorologische Vorkenntnisse das Problem der Langfristvorhersage gelöst zu haben vorgeben, Begutachtung ihrer eingebildeten Entdeckungen und Prüfung ihrer Vorhersagen verlangen und trotz aller Fehlschläge und wissenschaftlich begründbarer Gegenargumente gegen ihre Anschauungen sich nicht von diesen abbringen lassen wollen.

Im Laufe des Jahres wurde die auf unseren Antrag hin zuerst in Berlin versuchsweise zugelassene Möglichkeit, Prognosen durch das Fernsprechamt zu erfragen, auf einige andere Städte des Reiches übertragen, woraus zu folgern ist, daß diese Einrichtung auch bei der Reichspost Anklang gefunden hat. Die Zahl der täglich durch die Berliner Rundfunksender verbreiteten Wetterberichte mußte weiter vermehrt werden, um den aus landwirtschaftlichen Kreisen geäußerten Wünschen gerecht zu werden. Auch seitens der Presse zeigte sich ein stark gesteigertes Interesse für Wetterauskünfte, die meist telefonisch erbeten wurden. Da indessen die Inanspruchnahme durch solche Telefongespräche derart wuchs, daß die glatte Abwicklung der wichtigeren Arbeiten darunter litt, mußte hier das bisher geübte Entgegenkommen eingeschränkt werden, zumal oft genug allzu deutlich der rein sensationelle Zweck der Anfragen erkennbar wurde. Ersatz wurde durch größere Ausführlichkeit der regelmäßig ausgegebenen Wetterberichte geboten. Der Sondernachrichtendienst für den Wintersport und den sommerlichen Reiseverkehr wurde, wie in den Vorjahren, in Gemeinschaft mit dem gesamten deutschen Wetterdienst und Verkehrsinstitutionen durchgeführt, wobei der Berliner Wetterdienststelle wieder die Geschäftsführung oblag. Die Verbreitung dieser Meldungen geschieht durch besondere Berichte an die Presse, an Reise- und Nachrichtenbüros, Sportgeschäfte, Behörden und Einzelinteressenten.

Im Funkwesen der Wetterdienststelle sind im Laufe des letzten Jahres befriedigendere Verhältnisse eingetreten. Zwar ist die Beschaffung der Funkprüche für die nahezu 500 Stationen der heutigen Wetterkarte eine nicht leicht zu bewältigende Aufgabe, eine neue Erschwerung ist auch dadurch eingetreten, daß das gebührenpflichtige

Funkobs Deutschland, dessen Kosten die pekuniäre Leistungsfähigkeit der Wetterdienststellen überschritten, gekürzt werden mußte und zu seiner Ergänzung nun die Flugwettermeldungen mitaufgenommen werden müssen, aber die im Vorjahr errichtete Außenfunkstation, die ja auch eine Vermehrung des Funkpersonals bedingt hatte, brachte in vieler Beziehung merkliche Hilfe. Die Wetterdienststelle beteiligte sich, soweit der Wetterfunkdienst es zuließ, mit Aufnahmen an den häufig stattfindenden französischen Kurzwellenversuchen.

Sehr hemmend für die freie Entwicklung des Wetterdienstes wirkt sich der neue Haushaltsplan aus, nach welchem die Hälfte der im Wetterdienst erzielten Einnahmen an die Staatskasse fließt, während auf der anderen Seite nur ein kleinerer Betrag für wetterdienstliche Zwecke im Etat ausgeworfen ist. Da nun die im Wetterdienst erzielten Einnahmen zum weitaus größten Teil für Personalausgaben, Funkbetrieb und Anfertigung von Wetterkartenmatern aufgewendet werden müssen, also für Ausgaben, die einerseits zur Ausübung des Wetterdienstes unumgänglich notwendig sind, andererseits erst die Grundlage jeder Einnahme überhaupt bilden, so ist die Beschneidung der verfügbaren Mittel besonders hart fühlbar und läßt sich der wetterdienstliche Betrieb zurzeit nur noch auf Grund von Reserven aus den Vorjahren in bisherigem Umfang aufrechterhalten. Da diese bald erschöpft sind, wird sich eine künftige Einschränkung des Betriebes nicht vermeiden lassen, vor allem aber ist es gar nicht mehr möglich, Mehraufgaben für die Wirtschaft oder andere Zwecke zu übernehmen, die zunächst nur versuchsweise in Angriff genommen werden sollen und nicht sofort und auf lange Sicht mehr als das Doppelte ihrer Unkosten an Einnahmen abwerfen. Damit ist die Bewegungsfreiheit, die die erste Grundlage für Ausgestaltung des Wirtschaftswetterdienstes sein muß, durch die neue Form des Etats leider verloren gegangen und diese Einengung in der Betriebsführung, von der übrigens die Berliner Wetterdienststelle im Gegensatz zu ihren Schwesterinstituten allein betroffen worden ist, führt daher nicht nur einen vollständigen Stillstand herbei, sondern droht eine Rückentwicklung und einen Abbau des in den letzten Jahren mühsam aufgebauten Wirtschaftswetterdienstes an.

Der Mangel an Mitteln war auch ausschlaggebend für das ablehnende Verhalten gegenüber einem vom Preußischen Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten erfolgten Angebot, auf Wiederangliederung des Wetterdienstbezirks Pommern an Berlin. Nachdem

die Deutsche Seewarte ihre Zweigstelle in Stettin aufgegeben hatte, sollte nämlich früheren Abmachungen entsprechend der Stettiner Wetterdienstbezirk eigentlich an die Berliner Wetterdienststelle zurückfallen. Unter den geschilderten Umständen mußte aber von der Wiederübernahme der Stettiner Wetterdienststelle als Nebenstelle von Berlin Abstand genommen werden, da hiermit sicherer Voraussicht nach eine finanzielle Mehrbelastung eingetreten wäre. Dagegen ließ sich die für ein halbes Jahr erbetene Entsendung eines Meteorologen der Berliner Wetterdienststelle zur Vertretung des Wetterdienstleiters in Stettin durchführen, da dessen Bezüge zurückerstattet wurden, so daß für den Dienst in Berlin ein junger Meteorologe als Ersatz angenommen werden konnte.

5. Sammlungen des Zentralinstituts.

Instrumente.

Neben der notwendigen Ergänzung des Bestandes an Stationsinstrumenten wurden im Berichtsjahr 1 Morellsches Tachometer Anemo, 2 Aktinographen Robitzsch, 1 Totalisator für monatliche Niederschlagsmengen, 1 Thermo-Hygrograph, 3 Schwarzkugelthermometer angeschafft.

An die Stationen wurden abgegeben:

8 Stationsbarometer	2 Sonnenscheinautographen
39 $\frac{1}{8}^{\circ}$ Thermometer	8 Thermometerhütten
1 $\frac{1}{2}^{\circ}$ Thermometer	104 Regenschneemesserpaare
47 Maximumthermometer	86 einzelne Regenschneemesser
51 Minimumthermometer	1 Gebirgsregenschneemesser
54 Erdböden-thermometer	1 registrierender Regenschneemesser
50 Psychro-Aspiratoren	348 Meßgläser
4 Haarhygrometer	6 Schneeausstecher
2 Anemometer	3 Schneepegel
11 Windfahnen mit Stärketafel	3 Aneroidbarometer
6 Barographen	2 Six-Thermometer
16 Thermographen	2 Aktinographen
19 Hygrographen	1 Wolkenspiegel
3 Thermo-Hygrographen	3 Schöpfthermometer
1 Chronograph	2 Schwarzkugelthermometer.

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

Zu Forschungszwecken wurde eine größere Anzahl von Instrumenten verliehen, und zwar:

- an Herrn Prof. Dr.-Ing. Königer für Hilfsbeobachtungen bei Messungen mit dem Owenschen Staubzähler 1 Abmannsches Aspirationspsychrometer, 1 Schalenkreuzanemometer,
- an Herrn Dr. Eisentraut vom Zoologischen Institut Berlin für eine Reise nach dem Mittelmeer 1 Schwarzkugelthermometer, 1 Graukeilphotometer Eder-Hecht, 1 kleines Abmannsches Aspirationspsychrometer,
- an Herrn Prof. Dr. Wegener für die Grönlandexpedition 1 große Thermometerhütte, 1 Regenschirm, 19 Thermometer für tiefe Temperaturen, 2 Hypsometer,
- an Herrn Stabsarzt Ruge für Messungen des Staub- und Salzgehalts der Luft während der Afrikafahrt des Kreuzers „Karlsruhe“ 1 Staubzähler,
- an Herrn Dr. Storz vom Universitätsinstitut für Geologie in München 1 kleines Abmannsches Aspirationspsychrometer, 1 Schalenkreuzanemometer,
- an Herrn Dr. Haude für die Sven Hedin-Expedition 1 Sonnenscheinautograph.

Bücherei.

Der Eingang an Neuerscheinungen ist im Berichtsjahr gegenüber dem Vorjahr merkbar angestiegen. Es gingen 1137 Nummern ein, so daß am Ende des Berichtsjahres der Gesamtbestand der Bücherei an selbständigen Werken und Sonderdrucken die Zahl 39836 erreicht hatte.

Durch Aufstellung von drei neuen Regalen konnte zwar ein kleiner Teil der Bücherbestände besser untergebracht werden; die seit Jahren erwähnte Raumnot ist dadurch aber nicht beseitigt worden. Wirksame Besserung wäre in dieser Hinsicht nur durch Hinzunahme neuer Räume zu schaffen.

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 Berichtsjahr auf 3204 belief (gegen 3247 im Vorjahre). Davon wurden von Abt. I 2102, von Abt. II 1085 und von Abt. III 17 bearbeitet.

Von den Auskünften entfielen auf:

Gerichtsbehörden	221	Berufsgenossenschaften und Schieds-	
Kultur- und Wasserbauämter . . .	252	gerichte	98
Militärbehörden und Truppenteile .	8	Versicherungsanstalten	767
Finanzämter	22	Städtische Verwaltungen	144
Deutsche Reichsbahngesellschaft .	33	Rechtsanwälte	131
Sonstige Behörden	166	Sportverbände	12
Industrie-, Handels- und Bauunter-		Privatleute	637
nehmungen	225	Presse	31
Land- und Forstwirtschaft	210		

Nach ihrem Inhalt bezogen sich auf:

Menge und Form der Niederschläge	1117	Gewitter	21
Luftdruck	26	Mehrere Witterungselemente zugleich	954
Temperatur	346	Klimatische Verhältnisse	184
Bewölkung, Sonnenschein, Helligkeit	84	Meteorologische Literatur	238
Windrichtung und Stärke	200	Instrumente	34

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.

Eine wesentliche Beanspruchung der Kräfte des Instituts bedeutete die Vorbereitung zur Teilnahme an der im Rahmen der „5. Grünen Woche“ im Februar 1930 stattgefundenen Landeskultur-Ausstellung, für die das Institut die Gruppe „Klimatologie und Wettervorhersage“ zu bearbeiten hatte. Die Ausstellung gliederte sich inhaltlich in drei Teile: 1. Beschaffung der meteorologischen Beobachtungen, dargestellt durch eine reichhaltige Zusammenstellung des an den Stationen verwandten Instrumentariums, eine Karte von Deutschland (1:500000) mit Markierung der Landeswetterwarten, Observatorien und Stationen und eine Bilderserie der Observatorien Potsdam, Brocken, Schneekoppe und Zugspitze. 2. Die Hauptergebnisse der klimatischen Erforschung Deutschlands in Form von Karten der Temperatur, Niederschläge, des Frostes, des Schnees, der Schneedecke, des Frühlingseinzuges, des Hochsommers und der Klimaprovinzen; graphische Darstellungen zeigten die jährlichen Gänge

von Temperatur, Sonnenstrahlung, Sonnenschein, Bewölkung, sowie die Häufigkeit der Windrichtungen. 3. Die Organisation und Arbeitsweise des Wetterdienstes mit Darstellungen der Nachrichtensammlung auf der Nordhemisphäre und besonders in Europa, der Entstehung und Veröffentlichung der Wetterkarte und einer Sammlung der von den einzelnen Wetterdienststellen bearbeiteten Tageswetterkarten.

Bearbeitung einer Klimakunde von Deutschland.

Entsprechend einer um die Mitte des Jahres durchgeführten Aufteilung des ganzen Arbeitsstoffes unter die einzelnen Abteilungen des Instituts ist über den Fortgang der Arbeiten das Folgende zu berichten:

In Abteilung I, die die Bearbeitung der Kapitel Luft- und Bodentemperatur, Luftdruck und Wind, Feuchtigkeit, Bewölkung, Sonnenschein, Klimaprovinzen, Klima und Praxis, Klimaschwankungen übernommen hat, wurden zusammengestellt und berechnet: Mittelwerte des Sonnenscheins, 2 Uhr Werte der Feuchtigkeit, tägliche Temperaturmittel einiger ausgewählter Stationen und Monatsmittel der Temperaturen 1851—1930. Ferner besorgte Herr Dr. Renier die Zusammenstellung der Klimatabellen von rund 70 Orten. Herr Dr. Reichel bearbeitete als Material für einen von Herrn Geh.-Rat Sering an den sogenannten Enquête-Ausschuß des Reichstags zu erstattenden Bericht die allgemeinen klimatischen Einflüsse in der Landwirtschaft und die Bedingungen des Anbaus der einzelnen Kulturpflanzen. Mit der Bearbeitung einiger Anemographenstationen nach Häufigkeiten einzelner Windstärkengruppen unter Berücksichtigung der Windrichtung wurde begonnen. Sie bilden einen Teil der von Herrn Dr. Hoffmeister und Dr. Grunow zu bearbeitenden Luftdruck- und Windverhältnisse.

Abteilung II, der die Bearbeitung der Niederschläge obliegt, besorgte die Überprüfung und Reduktionen der kürzeren Reihen auf die Normalreihe 1891—1925, soweit die Monatswerte bisher zusammengestellt waren. Die Aufstellung der Tabellen ist mit Ausnahme von Bayern jetzt beendet. Die Bearbeitung der Niederschlagskarten für die Monate, das Jahr und die Jahreshälfte liegt vor von Ostpreußen, Schlesien, Pommern, Grenzmark, Brandenburg und Mecklenburg. Mit der Aufstellung der Tabellen für die Häufigkeiten der Niederschläge ist gegen Ende des Berichtsjahres begonnen worden. Außer-

dem sind noch folgende Sonder-Untersuchungen geplant und z. T. bereits in Angriff genommen: Prof. Henze, die monatlichen Extreme der Niederschläge; Prof. Langbeck, die Verteilung der Tagesmengen nach Stufenwerten; Prof. Wussow, die Verteilung der Monatswerte nach Stufenwerten; Dr. Treibich, die Trocken- und Dürreperioden; Dr. Dieckmann, die Schneesverhältnisse.

An Hilfskräften wurden außer den bereits im vorigen Bericht genannten beschäftigt: Herr Dr. Renier als Stipendiat der Notgemeinschaft seit Juni, Frl. Witzke seit Januar, Frl. Landwehrkamp seit April, Frl. Ruge, Frl. Stillmann, Herr Müller II seit Mai. Frl. Methe schied Ende April aus.

7. Das Meteorologisch-Magnetische Observatorium.

Allgemeines.

Die Erweiterung der Tätigkeit des Observatoriums während des Jahres 1930 ist äußerlich gekennzeichnet durch die Fertigstellung des erdmagnetischen Adolf Schmidt-Observatoriums in Niemegek und des aus Mitteln der preußischen Akademie der Wissenschaften erbauten Laboratoriums für Messungen der durchdringenden Höhenstrahlung. Sonstige bauliche Arbeiten wurden nur in dem für Erhaltung der Gebäude unbedingt notwendigen Umfange ausgeführt.

Mit außerordentlichen Mitteln des vorgesetzten Ministeriums konnte die Werkstatt des Meteorologischen Observatoriums besser ausgestattet werden (z. B. Beschaffung einer neuen Drehbank und Bohrmaschine mit elektrischem Antrieb). Leider konnte der Übelstand, daß der Hilfswerkmeister gleichzeitig Kastellanspflichten zu erfüllen hat, noch immer nicht behoben werden. Infolgedessen müssen manche präzisions-mechanische Arbeiten, welche sonst schneller und billiger in eigener Werkstatt ausgeführt werden könnten, außerhalb des Hauses erledigt werden.

Der Verkehr mit auswärtigen und ausländischen Gelehrten hat sich im Berichtsjahre stark erweitert. Die Gastzimmer des Observatoriums wurden benutzt von den Herren Dr. Angervo-Helsingfors, Fräulein Dr. Bender-Greifswald, Fräulein von Bülow-Friedrichsroda, Dr. Grotewahl-Kiel, Dr. A. Corlin-Lund, Dr. Haude-Berlin, Geheimrat Haußmann-Schwäbisch Gmünd, Dr. Israel-Frankfurt a. M., Fräulein Dr. Lammert-Leipzig, Magister Laurssen-Kopenhagen, Dipl.-Ing. Rühle-Danzig, Geheimrat Adolf Schmidt-Gotha, Fräulein Dr. Sutter-Berlin.

Meteorologische Beobachtungen und Arbeiten.

Allgemeines. Bei den für laufende Registrierungen benutzten Instrumenten wurden die Abnutzungsschäden des großen Anemographen Sprung-Fuess gründlich ausgebessert. Von Dr. Albrecht wurde nach dem Abkühlungsprinzip ein Anemometer zur Messung kleinster Windgeschwindigkeiten gebaut. Mit diesem Apparat ist auf dem Thermometerfelde des Observatoriums die Wind- und gleichzeitig mit einem Widerstandsthermometer die Temperaturunruhe an mehreren ausgezeichneten Tagen und Nächten registriert. Die ersten Ergebnisse sind in der Met. Zeitschr. 1930, S. 465 veröffentlicht. Das Prinzip des Abkühlungsanemometers wurde auch zur Untersuchung der Austauschgröße benutzt und auf derselben Grundlage ein „Austauschmesser“ gebaut. Dieser Apparat wurde ebenfalls einige Zeit in Betrieb gehalten und am Schluß des Jahres Herrn Dr. Haude mitgegeben, der auf seiner Expedition nach Innerasien insbesondere auch Untersuchungen des Wärmehaushaltes erstrebt. Für die Expedition Dr. Haude wurde auch ein Meßgerät für den Wärmeumsatz der Erdoberfläche entwickelt, das gleichzeitig Temperaturdifferenz und Wärmeleitfähigkeit in der obersten Bodenschicht zu messen gestattet.

Durch Verlegung eines neuen zehnadrigen Kabels von dem Observatorium nach dem Thermometerfelde der Beobachtungswiese und von dort nach dem Dienerhaus wurden alle Vorbedingungen geschaffen für zweckentsprechende Ausnutzung der neu geschaffenen Meßgeräte zur Registrierung des Wärmeumsatzes in Erdboden und Luft unter Beibehaltung der schon bestehenden Registrierung der Komponenten des Strahlungsumsatzes.

Das Instrumentarium zur Messung der Bodentemperatur wurde versuchsweise durch einen von der Firma R. Fuess-Steglitz konstruierten Boden-Thermographen ergänzt. Einige Ergebnisse der langjährigen Temperaturaufzeichnungen zwischen Bodenoberfläche und 12 m Tiefe wurden von Prof. Süring in der Zeitschr. f. Geophys. 1930, S. 285 veröffentlicht.

Von der internationalen Kommission zum Studium der Wolken wurde Prof. Süring zum Vorsitzenden einer Unterkommission für Physik der Wolken und Organisation eines internationalen Wolkenjahres 1932/33 ernannt. In einer am 11. und 12. Dezember in Brüssel abgehaltenen Konferenz, an welcher Meteorologen aus Belgien, Deutsch-

land, Frankreich, Holland, Norwegen und Portugal teilnahmen, wurden die Richtlinien für solche Arbeiten festgelegt.

An den Arbeiten des vom Verein Deutscher Ingenieure gebildeten Fachausschusses für Staubtechnik beteiligten sich Prof. Süring und Dr. Albrecht. Ersterer war u. a. mit Vorarbeiten für ein Versuchsfeld zur Ermittlung der Einwirkungen von Rauchgasen auf das Pflanzenwachstum beschäftigt, letzterer führte seine 1926 begonnene Theorie der Raufrostablagerung weiter und ergänzte sie durch eine Theorie der Staubablagerung in Filtern. Für Prof. A. Wegener wurde von ihm ein Raufrostgitter zur Bestimmung des Wassergehaltes und der Tropfengröße der polaren Winternebel und für Dr. Haude ein Ablagerungsgitter für Staub zur Bestimmung der Kornverteilung im Wüstenstaub bei Sandstürmen hergestellt.

Die Drucklegung des Jahrganges 1929 der „Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen in Potsdam“ war im Herbst 1930 beendet.

Sonnen- und Himmelsstrahlung. Prof. Marten beschäftigte sich vorwiegend mit der Überwachung und Sicherstellung der Unveränderlichkeit der an die absolute Smithsonianskala angeschlossenen Potsdamer aktinometrischen Standardskala. Es ist dies eine Frage von größter Wichtigkeit, weil Potsdam in immer mehr wachsendem Maße als Eichzentrale benutzt wird und bereits etwa 100 Bimetallaktinometer an diese seit 1914 eingeführte Skala angeschlossen sind. Unter Berücksichtigung eines Fehlers in der elektrischen Nebenapparatur, auf welchen zuerst Herr Dr. Mörikofer-Davos hingewiesen hat, ergaben sich folgende Beziehungen der Absolutinstrumente (Ängströms Kompensationspyrheliometer A 74 und A 140^{III}, sowie Abbots Silverdisk-Pyrheliometer S. I. XII):

$$\frac{A\ 74}{S.\ I.\ XII} = 0.961 \qquad \frac{A\ 140^{III}}{S.\ I.\ XII} = 0.962,$$

während die ursprüngliche Beziehung im Jahre 1913

$$\frac{A\ 74}{S.\ I.\ XII} = 0.966$$

lautete. Daraus ist der erfreuliche Schluß zu ziehen, daß der Basisapparat S. I. XII in seinen Angaben seit 1913 in zulässigen Grenzen konstant geblieben ist. Weitere Einzelheiten enthält die Arbeit von Prof. Marten im Anhang dieses Berichtes. Neben diesen Untersuchungen war Prof. Marten mit der gründlichen Durchprüfung des Bimetallaktinometers Michelson-Martens in der neuesten Bauart und mit Eichungen fremder Aktinometer stark beschäftigt. Der neue

Apparat übertrifft die Leistungsfähigkeit der Instrumente der letzten Serie beträchtlich. Die Hauptfortschritte bestehen in der Unabhängigkeit des Skalenwertes von der Temperatur, in sehr erheblicher Milderung der Windempfindlichkeit und in weitgehender Sicherung der Konstanz der Angaben, so daß die neuen Apparate auch als sekundäre Standardinstrumente Verwendung finden können.

Die im vorigen Tätigkeitsbericht erwähnten Bemühungen um Schaffung eines eigenen absoluten Pyrheliometers zur Messung der Wärmestrahlung führten zu einer Zusammenarbeit mit den an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg tätigen Herren Prof. Henning und Dr. Tingwall. Nach den Plänen von Henning und Tingwall und auf Kosten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft wurde ein Apparat fertiggestellt, welcher gewissermaßen eine Vereinigung der Grundgedanken des Abbotschen „Waterstir-Pyrheliometers“ und des Ängströmschen Kompensationspyrheliometers verkörpert. Infolge ungünstiger Witterung konnten bisher noch keine Versuche im Freien ausgeführt werden. (Süring.)

Die von Dr. Büttner angegebene Abänderung des Michelsonschen Bimetall-Aktinometers mit kompensiertem Temperaturgang des Nullpunktes wurde in zwei weiteren Exemplaren untersucht. Die Theorie dieser Instrumente ist in dem zweiten Teil der von Dr. Albrecht und Dr. Büttner in „Gerlands Beiträgen zur Geophysik 26, 1930, S. 241“ veröffentlichten Studie „Zur Theorie von Aktinometern und Pyranometern“ entwickelt. Außerdem ist in dieser Arbeit die Theorie der elektrischen Aktinometer entwickelt.

Die Messungen der kurzwelligen Strahlung von Sonne und Himmel mit photoelektrischen Zellen wurden von Prof. Kühl in ähnlicher Weise wie in den Vorjahren fortgesetzt. Die auch in diesem Jahre bewährte Konstanz der galvanometrisch arbeitenden Kaliumzelle der im Jahre 1913 von Günther & Tegetmeyer gelieferten Apparatur Nr. 3850 rechtfertigt das Bestreben, die Meßgenauigkeit möglichst noch zu verbessern; es wurde daher eine Kompensations-einrichtung für die Messung des Eichlampenstromes zusammengestellt und erprobt und die Abhängigkeit des Zellenstromes von Spannung und Lichtmenge erneut eingehend im Laboratorium untersucht.

Der Registrierapparat für die Gesamthelligkeit (Kaliumzelle unter Milchglasplatte) erforderte im Berichtsjahre noch wesentliche Verbesserungen mechanischer Art, ehe insbesondere der automatische Filterwechsel sicher und zweckentsprechend arbeitete. Nachdem sich

im Vorjahre verschiedene neu gelieferte Zellen als unbrauchbar für diese Zwecke erwiesen hatten, wurde im März 1930 die alte im Jahre 1913 von Günther & Tegetmeyer für die Messungen in Kolberg gelieferte Zelle Nr. 4055 nach gründlicher Untersuchung im Laboratorium eingesetzt; Näheres über die Konstruktion des Apparates und über einige Ergebnisse der Registrierungen ist von Prof. Kühl im Anhang mitgeteilt.

Die elektrometrischen Cadmiumzellen-Messungen der Jahre 1925 bis 1930 wurden zusammengestellt und einheitlich reduziert; für 1931 ist der Übergang von der bisher benutzten, behelfsmäßig mit einem Einfaden-Elektrometer zusammengebauten Apparatur auf ein Photometer neuerer Bauart vorgesehen.

Über die Messungen der Intensitätsschwankungen des kurzwelligen Endes des Sonnenspektrums mit dem Doppelmonochromator des Observatoriums berichtet Herr Dr. von Schubert im Anhang dieses Tätigkeitsberichtes.

In enger Zusammenarbeit mit dem Berliner Universitätsinstitut für Strahlenforschung wurden von Dr. Büttner und Fräulein Dr. Sutter sämtliche in Potsdam und Berlin benutzten Filter für Cadmium- und Kaliumzellen und Aktinometer, welche in den letzten zwei Jahren in Potsdam zusammengestellt waren, spektral geeicht. Durchweg je 4 Exemplare von 20 verschiedenen Filtern wurden mit Quarz- und Flintdoppelmonochromator, Quecksilber- oder Bandlampe und Kaliumzelle oder Vakuum-Thermoelement für Wellenlängen zwischen 250 und 2800 m μ durchgemessen. Die Untersuchung wird Anfang 1931 in gleicher Weise wiederholt werden zur Feststellung etwaiger Änderungen. Mit der Eichung von Cadmiumzellen wurde mit der Apparatur und nach den Vorschlägen des Instituts für Strahlenforschung begonnen. Diese Untersuchungen wurden ergänzt durch häufige Vergleichen verschiedener Apparaturen vor Sonne. Die Vergleichsmessungen zwischen Potsdam und Berlin wurden fortgeführt. In den wesentlichen Spektralteilen wird dabei gleichzeitig Sonnen- und Himmelsstrahlung gemessen. Die früheren Ergebnisse wurden für den Winter, wo die Verluste in Berlin viel größer sind, vervollständigt.

Mit Hilfe der jetzt gut geeichten und exakt arbeitenden Spektral-Apparaturen mit Filtern konnten aus Messungen an guten Tagen in Potsdam, Tripolis und früher in den Alpen (1928) einwandfreie spektrale Werte der Luftdurchlässigkeit gewonnen werden. Sie konnten

bereits zur Prüfung der Theorien über die Durchlässigkeit reiner und getrübler Luft benutzt werden. Hierzu sollen jetzt auch die zahlreichen Messungen der Himmelsstrahlung an den genannten Orten benutzt werden. (Büttner.) Dr. Büttner beteiligte sich an einem Hochaufstieg im Flugzeug zur Messung der Gesamtintensität der Strahlung und an einer Fahrt im Verkehrsflugzeug zum Zwecke von Albedomessungen der Erdoberfläche. Ferner machte er im März auf eigene Initiative Messungen der atmosphärischen Durchlässigkeit und des Strahlungshaushaltes in El Misda (Tripolitanische Sahara) und auf der Reise dorthin. Es wurde große Ähnlichkeit der Strahlungsverhältnisse in der Wüste und im Hochgebirge festgestellt.

Unstimmigkeiten, die Herr Prof. Falckenberg-Rostock an den Konstanten verschiedener Pyrgeometer gefunden hatte, wurden in Potsdam nachgeprüft und machten eine Dienstreise von Dr. Albrecht nach Rostock erforderlich. Die Eichungen wurden im Laufe des Sommers in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt fortgesetzt und führten schließlich in Potsdam zur Herstellung eines besonderen Eichgerätes für die Strahlungsmeßgeräte des langwelligen Strahlungsgebietes, das die Erfahrungen von Falckenberg, der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und von Ångström verwendet (Albrecht).

Von Dr. Albrecht wurde ein Pyranometer konstruiert, bei dem sowohl die Schwierigkeiten der Schwarzflächenpyranometer (Glasrückwirkung) als auch die der Schwarz-Weiß-Pyranometer vermieden wurden. Das Instrument wurde zunächst als Versuchsapparat gebaut und befindet sich im Dauerbetrieb parallel mit dem Solarimeter Gorczynski. Eine Veröffentlichung hierüber für die „Strahlentherapie“ befindet sich im Druck. Die Registrierung eines gegen die Sonne abgeschirmten Doppel-Effektivpyranometers und eines Solarimeters wurde mit wenigen Unterbrechungen das ganze Jahr hindurch aufrechterhalten.

Luftelektrizität. Die bisher benutzte Registrierung des Potentialgefälles mittels Radiothor-Kollektor auf dem Dache des luftelektrischen Beobachtungshauses erwies sich als störend für die Untersuchungen über Zahl und Beweglichkeit der Ionen. Die fälschende Wirkung erklärt sich aus Aktivierung des über das ganze luftelektrische Haus gespannten Drahtnetzes durch Emanation aussendende Ra-Beimengungen, welche das Radiothor-Präparat enthält. Wenn der Wind die „Ionenfahne“ vom Kollektor zur Kondensatoröffnung brachte, trat mehrfach eine Verdoppelung oder gar Vervielfachung

der Ausschläge im Meßkondensator für Ionenzählung ein. Wie stark die Wirkung werden kann, beweist eine Versuchsreihe, bei welcher der Kollektor nahe dem oberen Rand des Kondensators angebracht wurde. Dadurch stieg die Zahl der leichten Ionen, die bei entferntem Kollektor nur 350 betrug, auf über 14000 im Kubikzentimeter. Es wurde daher bei allen Ionenzählungen der Kollektor vorher entfernt, also die Potentialgefälle-Registrierung unterbrochen und dafür zum Ersatz eine Benndorf-Registrierung am Turm des Observatoriums in Gang gesetzt. Bei Parallelmessungen, die Dr. Scholz im Frühsommer mit zwei gleichen Meßkondensatoren für das Leitvermögen ausführte, zeigte sich aber auch bei entferntem Kollektor ein Einfluß der Ionenfahnen und zwar stets in dem Sinne, daß Wind von der Meßstelle des Kollektors zuviel Ionen lieferte: Bei E-Wind stimmten beide Kondensatoren überein, bei W-Wind gab der eine, bei NW-Wind der andere zuviel. Seit dem 12. Juli wurde der Kollektor dauernd entfernt. Jetzt nahmen die Unterschiede in den beiden Kondensatoren langsam ab, um in etwa 14 Tagen ganz zu verschwinden. Die Potentialgefälle-Registrierung wurde daher vorläufig auf der Wiese ganz eingestellt und dafür die Turm-Registrierung dauernd in Betrieb gehalten. Durch diese Verlegung sind allerdings neue Schwierigkeiten entstanden. Einmal ist der tägliche Gang des Gefälles am Turm, wie frühere Parallelmessungen gezeigt haben, stets etwas von dem auf der Wiese verschieden. Auch die absoluten Werte sind nicht die gleichen. Ferner macht die Reduktion der aufgezeichneten Werte auf die freie Ebene neue Berechnungen und Kontrollmessungen nötig, weil durch die in den letzten Jahren neu gespannten Antennen am Turm die Niveauflächen des Erdfeldes sich gegen früher verschoben haben. Diese Neuberechnungen sind noch nicht abgeschlossen (Kähler).

Die Messungen mit dem senkrecht aufgestellten, durch das Dach des Beobachtungshauses geführten großen Zylinder-Kondensator für mittlere und schwere Ionen wurden fortgesetzt. Sie lieferten fast stets ein im wesentlichen „kontinuierliches Ionenspektrum“, dessen Zusammensetzung sich aber stets mit dem Wetter ändert. Die ersten Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in der Met. Zeitschr. 1930, S. 57 veröffentlicht. Im Frühjahr und im Frühsommer wurde das Ionenspektrum bei Niederschlägen, Böen und Gewittern genauer untersucht. Die Ergebnisse der bisherigen Messungen, aus denen sich auch interessante Schlüsse auf den Elektrisierungsprozeß in der

regnenden Wolke ziehen ließen, wurden in „Gerlands Beiträgen zur Geophysik“ 27, 1930, S. 226 veröffentlicht (Kähler).

Im Juni wurden Parallelmessungen ausgeführt zwischen dem großen Potsdamer Meßkondensator und dem von Dr. Israel-Frankfurt a. M. gebauten Meßkondensator für die schweren Ionen. Zu dem Zweck stellte Herr Israel seinen Meßkondensator an einem offenen Nordfenster desselben Beobachtungsraumes auf, in dem der große Kondensator steht. Es zeigte sich bei diesen gleichzeitigen Messungen eine ganz gute Übereinstimmung in den Mittelwerten. Die Einzelwerte wichen bisweilen ab. So fand sich z. B. bei schwachen S-Winden, bei denen die Luft auf der N-Seite des Hauses stagnieren muß, im Israelschen Apparat eine größere Ionenzahl als im Potsdamer Meßkondensator, der die Luft vom Dach des Hauses ansaugt. Das wichtige, im vorigen Tätigkeitsbericht erwähnte Ergebnis der Potsdamer Messungen, daß in der Atmosphäre noch Ionen (Träger) von der Beweglichkeit $0.0001 \text{ cm/sec/Volt/cm}$ und darunter vorhanden sind, wurde von Herrn Israel bestätigt. Im Herbst wurde der große Meßkondensator überholt, und im Anschluß daran sind dann eine Reihe von Nachprüfungen und Kontrollmessungen durchgeführt worden, die aber noch nicht abgeschlossen sind (Kähler).

Die Untersuchungen von Dr. Scholz über Leitfähigkeit und Beweglichkeit leichter Träger wurden fortgesetzt und durch Vergleichen mit einem zweiten, ganz gleich gebauten Kondensator, für dessen Bau die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft die erforderlichen Mittel bereitstellte, wesentlich erweitert. Die Ergebnisse, welche sich besonders auf das Verhältnis der Leitfähigkeit und Zahl der leichten Träger zu denen der mittleren und schweren Träger, auf Vergleichen der Auf- und Entlademethode sowie auf verschiedene Formen des Luftzuführungsrohres beziehen, sind druckfertig zusammengestellt und werden in der Physik. Zeitschr. veröffentlicht werden. Eine weitere Veröffentlichung, die sich auf die Wirksamkeit eines am oberen Rande der Kondensatoren ausgebildeten elektrischen Gegenfeldes und eine etwaige neue Methode zur Bestimmung der Trägerbeweglichkeit mit Hilfe dieses Gegenfeldes bezieht, ist gleichfalls im Manuskript fertig.

Von Dr. Scholz wurden ferner Untersuchungen über die Veränderungen eines Luftgemisches in einem luftdicht verschlossenen Ionisationsgefäß begonnen. Während bei der Auswertung des Stromspannungs-Diagramms am ersten Tage eine bestimmte Verschwin-

dungskonstante gefunden wurde, änderte sich dieselbe im Laufe von einigen Tagen im Sinne eines Kleinerwerdens, d. h. die mittlere Lebensdauer der stets neu gebildeten, leicht beweglichen Träger wurde größer. Dies ist aber nur dann möglich, wenn die Zahl der Grossionen und ungeladenen Kerne langsam abnimmt. Wenn das Gefäß nicht hermetisch abgedichtet war und sich in der Dunkelkammer des luftelektrischen Beobachtungshauses befand, wurde bei fallendem Luftdruck stets dieselbe Ionisierungsstärke erhalten. Nahm jedoch der Luftdruck zu, so konnte die in der Dunkelkammer befindliche, durch radioaktive Substanzen (Bodenatmung) verseuchte Luft in das Gefäß dringen. Die Folge davon müßte ein Größerwerden der Ionisierungsstärke sein. In der Tat stimmten auch die Versuchsergebnisse bei geschlossenem, aber nicht abgedichtetem Gefäß mit dieser Überlegung überein. Inwieweit hier eine Möglichkeit vorliegt, aus dem Differenzbetrage der Ionisierungsstärken auf die radioaktive Verunreinigung der Kellerluft zu schließen (quantitativ), müssen erst weitere Versuche zeigen.

Die unbefriedigenden Ergebnisse des kleinen Aitken'schen Taschenzählers — wenn es sich um Bestimmung sehr großer Kernzahlen handelt — führten zu der Neukonstruktion eines größeren Kernzählers, welcher außer der gewöhnlichen Kernzählung auch Untersuchungen bezüglich der geladenen und ungeladenen Kerne zuläßt. Dies wurde durch Einbauen eines Kondensators erreicht. In Westerland auf Sylt unternommene Messungen zeigten, daß das Verhältnis der ungeladenen zu den geladenen Kernen eines Vorzeichens den Betrag 1.72 annahm, in sehr guter Übereinstimmung mit den von Hess auf Helgoland und von J. J. Nolan in Irland gefundenen Werten. Gleichzeitig mit diesen Elementen wurde mit dem Ionisierungsgefäß die Ionisierungsstärke und die Verschwindungskonstante bzw. mittlere Lebensdauer der Leichtionen bestimmt. Es ergaben sich ähnliche Resultate, wie sie bereits Hess bei seinen Helgoländer Messungen erhalten hat. Mit steigender Kernzahl wurde die Lebensdauer der kleinen Träger kleiner und umgekehrt. Die in Potsdam an demselben (für mehrere Tage gleichen) Luftquantum unternommenen Messungen zeigen demnach einwandfrei, daß im Gefäß eine Selbstreinigung von schweren Trägern, die nach den Westerländer Versuchen identisch mit den geladenen Kernen sind, vorherrschend ist, daß man also nicht die zeitliche Veränderung der Zahl der schwerbeweglichen Träger, wie dies bisher angenommen wurde, gleich Null

setzen darf. Diese Untersuchungen werden am Meteorologisch-Magnetischen Observatorium Potsdam weiter fortgesetzt (Scholz).

Schließlich wurde von Dr. Scholz eine theoretische Untersuchung über die Feldverteilung in den untersten Atmosphärenschichten bei Gegenwart von schwerbeweglichen Trägern durchgeführt.

Elektromagnetische Störungen in den höheren Luftschichten (Arbeiten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, ausgeführt von Dr. Schindelhauer). Das registrierende Radiogoniometer von Watson-Watt zur Messung der Richtung der Störungen wurde mit kurzen Unterbrechungen in Betrieb gehalten. Die Aufarbeitung der Aufzeichnungen ist bis Mitte 1929 fortgeschritten, so daß bald Material von 4 vollen Jahren vorliegt. Es wurden Vorversuche gemacht, die darauf hinzielen, die Richtung der Einzelstörung mit der Braunschen Röhre abzulesen. Zum Aufbau der Goniometeranordnung bewilligte die Notgemeinschaft in dankenswerter Weise neue Mittel.

Die Auswertung der Anzahl der Störungen ist fast vollendet worden. Es wurde der solare Einfluß auf die Störungen eingehend untersucht, da die Vermutung besteht, daß die Periode der Sonnenrotation in der Störungszahl wiederzufinden ist. Eine Zählung der Störungen mit der Braunschen Röhre wurde versucht. Es ergaben sich Schwierigkeiten sowohl wegen der hohen Feldstärken der in der Nähe befindlichen Großstationen wie auch wegen schlechter Erdung. Die Registrierung der Störungszahl auf kurzen Wellen wurde aufgegeben und dafür eine Zählung mit dem Einfadenelektrometer benutzt. Die Beobachtung der Form der Störungen mit der Braunschen Röhre hatte gleichfalls unter schlechter Erdung und unter künstlichen Störungen zu leiden. Die Registrierungen der Störungen nach einer Bildfunkmethode, die für das Radio Research Board in Angriff genommen waren, wurden nach längerer Unterbrechung mit eigener Apparatur wieder aufgenommen. Das Observatorium beteiligte sich schließlich auch an den Wellenausbreitungsversuchen des Office National Météorologique de France (Zusammenarbeit mit Herrn Bureau-Paris).

Blitzaufnahmen (Kolhörster). Da optische bzw. magnetische Untersuchungen über die Richtung der Blitze noch keine eindeutigen Ergebnisse liefern, wären Blitzaufnahmen, die mehr Einzelheiten als die bisherigen Photographien mit bewegter Kamera geben, für die Kenntnis vom Blitz und letzten Endes für den Mechanismus der Gewitter recht wichtig. Die Verwendung der neuen Zeitlupen, z. B. von

Joachim oder Thun, zu solchen Aufnahmen bietet aus verschiedenen Gründen noch zu wenig Aussicht, eher geeignet erscheinen Mehrfachkameras. Dem ganz besonderen Entgegenkommen der Askania-Werke A.G. und der Unterstützung der A.E.G. ist es zu danken, daß zwei derartige Instrumente von den Askaniawerken zu diesem Zweck gebaut und zur Verfügung gestellt wurden. Sie gestatten 12 Platten im Format $4\frac{1}{2} \times 6$ cm mit einer Zeitfolge von rund ein zehntausendstel Sekunde zu exponieren und sollen für die nächstjährige Gewitterperiode zu Einfach- und Stereoaufnahmen verwendet werden. Hierfür hat die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in dankenswerter Weise die Mittel bewilligt. Zur Erprobung sind inzwischen mit beiden Apparaten Gleichstromfunken zwischen Kugel und Spitzeplatte photographiert worden, wozu die A.E.G. ihre große Stoßfunkenstrecke und die nötigen Behelfe zur Verfügung gestellt hat. Außer vielen Einzelheiten haben die Versuche zu der Entdeckung geführt, daß derartige Funken kurz nach dem Überschlag sich in Spiralen auflösen, die im weiteren Zerfall das Aussehen von Perlschnurblitzen zeigen. Für die Erklärung der Perlschnur- und Kugelblitze, etwa im Sinne Meissners, scheint diese Spiralbildung von Bedeutung zu sein.

Durchdringende Höhenstrahlung. (Kolhörster, als Gäste Masuch, Suckstorff und Tuwim). Von größter Bedeutung für die Arbeiten im Berichtsjahr war, daß die Preußische Akademie der Wissenschaften die Mittel für den Bau eines Höhenstrahlungslaboratoriums zur Verfügung stellte. Mit der Ausführung des schon lange ausgearbeiteten Entwurfes wurde Anfang April begonnen, und bereits Ende Juni konnte das Laboratorium bezogen und noch zu den vorbereitenden Messungen für eine Seereise benutzt werden. Zweck und Einzelheiten des Baues sind in den Sitzungsberichten der Preußischen Akademie der Wiss. 1930, S. 395 geschildert. Hier sei nur angeführt, daß etwa 100 m südwestlich vom Observatorium am Waldrande auf schwach aktivem Sandboden ein Beton-Eisenschrott-Fundament von $9 \times 5,4 \times 0,4$ m Ausmaßen als Panzer gegen die Erdstrahlung verlegt wurde, der mit insgesamt 65 t Gewicht und einem Wasseräquivalent von 1,4 m die Erdstrahlung auf 1 bis 2 % schirmt. Über diesen Panzer wurde ein einstöckiges doppelwandiges Holzhaus mit Pappdach und den Innenmaßen $12 \times 5 \times 2,5$ m³ errichtet, dessen Dach und Wände auch die weichen Komponenten der Höhenstrahlung durchlassen. Zentral-(Narag)-Heizung sowie Gas-, Wasser- und Elektrizitätsanschlüsse

sind vorhanden. Das Installationsmaterial für letztere ist der A.E.G. zu verdanken. Das Innere wird durch eine große Schiebetür und einen doppelten Filzvorhang in ein Schreibzimmer von 3×5 m², einen Experimentierraum von 6×5 m² und einen Registrierraum von 3×5 m² unterteilt, kann aber auch als Ganzes verwendet werden. Zum Einbringen schwerer Lasten ist eine große doppelwandige Flügeltür nach außen vorgesehen, sonst dienen als Eingang 2 normale Türen mit kleinem Vorraum.

Alle zu dem Aufbau verwendeten Materialien wurden auf Strahlungsfreiheit untersucht. Dadurch ist erreicht, daß im Laboratorium dieselben Strahlungswerte vorhanden sind, wie sie bald darauf an Bord des Dampfers „Resolute“ mitten auf der Nordsee gefunden wurden. Insofern ist das Laboratorium auch besonders gut als Eichplatz verwendbar und zu diesem Zweck bereits von den Herren Prof. Clay-Amsterdam und Dr. Corlin-Lund benutzt worden. Da der Anschluß der einzelnen Strahlungskomponenten bisher nur auf den Angaben des Apparates 5659 beruht, der im Juni 1929 in Staßfurt im Berlepschschacht untersucht worden war, so soll der endgültige Anschluß an Staßfurt in allernächster Zeit erfolgen.

Für die nach der Ionisationsmethode arbeitenden Strahlungsapparate ist eine neue Mikroskop-Optik mit Objektabständen bis zu 80 mm fertiggestellt worden. Die Konstruktion vereinfachter, auch für Überdruck benutzbarer Ionisationsgefäße wurde auf Grund der bisherigen Erfahrungen mit den für Kaliummessungen konstruierten Instrumenten begonnen. Über die mit den transportablen Apparaten erreichbare Meßgenauigkeit unterrichtet Abhandlung 2 des Verzeichnisses der Kolhörsterschen Veröffentlichungen, wonach nunmehr alle Konstanten solcher Apparate auf ± 1 % sicher zu bestimmen sind.

Die gemeinsamen Untersuchungen mit Prof. Eggert über die Einwirkung der Höhen- und anderer Strahlungen auf photographische Platten mit Unterstützung der I. G. Farbenindustrie laufen weiter. Die nächste Auszählung von Proben der verschiedenen Emulsionen, die in Staßfurt im Berlepsch-Schacht unter Tage und in Wolfen, Kreis Bitterfeld, über Tage lagern, soll Anfang 1931 erfolgen.

Die Zählmethode mit Geiger-Müllerschen Zählrohren wurde weiter erprobt, eine größere Anzahl von Zählrohren gebaut und die Verstärkung mit Elektronenröhren sowohl für einfache als auch Koinzidenzzählungen weiter entwickelt. Hierüber berichtet Abhandlung 3

von Prof. Kolhörster, worin gezeigt wird, daß durch Wahl geeigneter Elektronenröhren die Verstärkung selbst mit einem einzigen Rohr außerordentlich hochgetrieben werden kann. Automatisch summierende Zählwerke (Telephongesprächszähler), sogar elektrolytische und Gleichstromzähler, auch Kerrzellen lassen sich verwenden. Der Gleichstromzähler wurde von den Aronwerken A. G., der Elektrolytzähler und die Kerrzelle und Optik von der Siemens & Halske A. G. zur Verfügung gestellt. Zwei Zweiröhrenverstärker wurden für die Seereise gebaut. Unter Mitarbeit der Firma Panadi wurden hochohmige Widerstände für Zählrohre erprobt. Ein photographischer Registrierapparat für Einfach- und Koinzidenzzählungen konnte mit Hilfe der Firma Günther & Tegetmeyer-Braunschweig in Erprobung genommen werden.

Da die Höhenverteilung der durchdringenden Strahlungen seit den Ballonfahrten vor dem Kriege nicht mehr systematisch untersucht worden ist und noch immer die damals nicht mehr ausgeführten Nachtaufstiege sowie eingehendere Messungen bis zu 2 km und über 6 km Höhe hinaus fehlen, so wurde zur Ausführung dieses Programms mit Messungen am Funkturm in Witzleben begonnen. Diese zeigen den Einfluß der bisher nicht bemerkten Thorium- und Kaliumkomponente der Erdstrahlung sowie die ebenfalls noch nicht gefundenen Absorptionswirkungen der Türme. An diesen Aufgaben beteiligt sich, auch mit eigenen selbständigen Arbeiten, Herr Suckstorff. Über das Verhalten der Erd- und Höhenstrahlung in Beziehung zu den meteorologischen Elementen arbeitet Herr Masuch, über Zählrohre und Verstärker Herr Tuwim. Mit der Richtungsbestimmung der Höhenstrahlung nach der Koinzidenzmethode konnte nunmehr begonnen werden. Es wird versucht, die Apparatur möglichst vollständig zu automatisieren, um zu Dauerregistrierungen zu gelangen. Für die gemeinsam mit Prof. Bothe geplanten Beobachtungen über die Breitenabhängigkeit der Höhenstrahlung war eine Fahrt auf dem Vermessungsschiff „Meteor“ vorbereitet worden. Doch ergab eine Besichtigung an Bord, daß die umfangreiche Apparatur auf dem Schiff nicht geeignet unterzubringen war, so daß auf das Entgegenkommen der Reichsmarineleitung verzichtet werden mußte. Infolgedessen vermittelte die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft eine Fahrt mit dem 20 000 t Dampfer „Resolute“ der Hapag für die Reise nach Nordengland, Island, Spitzbergen, Norwegen vom 19. 7. bis 12. 8. 1930. Es wurde dieser Reiseweg gewählt, um wo-

möglich gleich entscheiden zu können, ob eine Abhängigkeit von der geographischen oder geomagnetischen Breite vorliegt, wenn ein Effekt zu finden war. Zur Untersuchung wurden drei Strahlungsapparate und Zählrohre mit automatischer und photographischer Registrierung benutzt. Ein großer transportabler 10 cm - Bleipanzter konnte in Potsdam zusammengestellt werden, ebenso ein Satz Zählrohre sowie zwei Verstärker. In der Phys.-Techn. Reichsanstalt wurde der für die Reise besonders konstruierte transportable Registrierapparat, der Schrank für die Hochspannungsbatterie sowie ein zweiter Satz Zählrohre gebaut. Die gesamte Apparatur im Gewicht von 1.7 t konnte in einer Ladeluke des Dampfers aufgestellt und dauernd beobachtet werden. Innerhalb der Meßgenauigkeit von 5 % wurde keine systematische Abhängigkeit der Höhenstrahlungsintensität zwischen 53° und 81° nördlicher Breite und 24° bzw. 25° westlicher bzw. östlicher Länge gefunden (Abh. 4 von Kolhörster). Weitere Bearbeitung des Materials ergibt neben vielen Einzelheiten einen schon auf große Entfernungen merklichen, eigenartigen Landeinfluß. Der Reichsmarineleitung sowie der Hapag, besonders aber der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft sei auch an dieser Stelle für die Gewährung der Mittel und für das Zustandekommen der Untersuchung gedankt.

Kaliumstrahlung. (Kolhörster, Dr. Schuppe als Gast). Die Kaliforschungsanstalt G.m.b.H., Berlin, hat in gleicher dankenswerter Weise wie im Vorjahre die Weiterführung der Untersuchungen über Kaliumstrahlung ermöglicht. Das im vorigen Bericht erwähnte Versuchsinstrument, das Arbeiten bis zu 100 atü (Atmosphären-Überdruck) gestattet, wurde fertiggestellt, wobei bereits die neue Mikroskop-Optik mit 80 mm Objektstand Verwendung fand. Nachdem mit dieser Apparatur das Verhalten der einzelnen Konstruktionselemente gegenüber den hohen Drucken und besonders das der Ionisierungsstärke und der Sättigung bis zu Drucken von 60 atü studiert worden war, wurde auf Grund der gewonnenen Erfahrungen ein zweiter vereinfachter Apparat für einen Betriebsdruck von 20 atü gebaut, der noch in Erprobung ist. Ferner konnte mit den Arbeiten zu einer für Kaliummessungen geeigneten Zählapparatur (Geiger-Müller-Zählrohr mit automatischer Summierung) begonnen werden. Die früheren Ergebnisse der Untersuchungen an Kalium-Gammastrahlen sind ausführlich in Abh. 5 von Kolhörster dargestellt.

Magnetische Arbeiten.

Die Umarbeitung der früheren erdmagnetischen Beobachtungshäuser in geomagnetische Laboratorien schritt im Jahre 1930 nach Maßgabe der zur Verfügung gestellten Mittel weiter fort.

Auf dem Gelände des neuen Observatoriums in Niemeck wurde das Heizhaus für die beiden magnetischen Häuser errichtet, und die ganze Inneneinrichtung, soweit sie baulicher Natur war, vollendet. Noch vor Schluß des Jahres wurde auch die Wege- und Gartenanlage fast beendet. Am 13. Dezember wurde in Niemeck in einer Verhandlung vor dem Amtsgericht Belzig die Auflassung der letzten Anteile des Grundstücks — es waren im ganzen 30 Parzellen — an den Preußischen Staat ausgesprochen.

Der Hilfsrechner Bredée und der Arbeiter Brauer konnten am 30. Mai in ihre Dienstwohnungen im Hauptgebäude Niemeck einziehen und damit den Dienst dort aufnehmen. Am 1. Dezember wurde der Observator Dr. Bock nach Niemeck versetzt. Damit ist die volle Besetzung der im Haushaltsplan für das Observatorium Niemeck vorgesehenen Stellen erreicht.

Die amtliche Einweihung der neuen Anlage geschah am 23. Juli in Gegenwart der Vertreter des Ministeriums für Wissenschaft, Kunst- und Volksbildung, des Finanzministeriums, der Reichsbahngesellschaft, der Regierung zu Potsdam, der Hochbauabteilung, der Stadt Niemeck, und in Anwesenheit zahlreicher Fachleute aus Deutschland und Österreich. Besonders begrüßt wurde der frühere Leiter der Magnetischen Abteilung, Herr Geheimrat Professor Dr. Adolf Schmidt, der Anreger des neuen Baues. Ihm zu Ehren war die Einweihung auf den Tag seines 70. Geburtstags gelegt. Zur dauernden Ehrung und in Anerkennung seiner hervorragenden Dienste um das Magnetische Observatorium zu Potsdam erhielt das neue in Niemeck seitens des vorgesetzten Ministeriums die amtliche Bezeichnung:

Adolf Schmidt-Observatorium für Erdmagnetismus.

Die regelmäßigen, laufenden erdmagnetischen Beobachtungen finden nur noch in dem Hilfsobservatorium in Seddin statt. Die Durchführung der absoluten Messungen und die Verarbeitung der Registrierungen geschahen durch Dr. Bock und Dr. Fanselau. Die Arbeiten am alten Instrumentarium von Seddin lagen wie seit langem in den Händen von Professor Venske. Den örtlichen Dienst be-

sorgten, wochenweise abwechselnd, der Staatliche Förster Hillebrand und die im Observatorium Seddin wohnhafte Frau Derdey.

Die „Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam und Seddin im Jahre 1928“ sind zu Anfang 1930 erschienen. Sie enthalten zum letzten Mal noch Beobachtungen in Potsdam selbst, jedoch nur im ersten Halbjahr, da die Reihe mit Juni 30 aufhört. In Niemeck begann die Aufstellung verschiedener Instrumente. Registrierungen mittels eines Satzes Eschenhagenscher Variometer lieferten den Nachweis, daß keine Spur von Störungen durch irgend welche Industrieströme vorhanden ist. Mit der Justierung des Systems der Variometer für die Elemente D, H, Z und I wurde begonnen, nachdem die früher im Potsdamer Hauptsystem arbeitenden Instrumente seitens des Hilfswerkmeisters Urbansky einige Umbauten erfahren hatten. Vor Aufstellung der Apparate wurde der lokale Unterschied der erdmagnetischen Elemente zwischen den Pfeilern des Variationshauses eingehend gemessen. Dabei erwies sich der Raum als praktisch einwandfrei. Daneben wurden die verschiedenen elektrischen Signalanlagen, die der Bau vorgesehen hatte, an die einzelnen Pfeiler angeschlossen, wie überhaupt die Inbetriebnahme in Angriff genommen.

Durch das freundliche Entgegenkommen des Direktors des Dänischen Meteorologischen Instituts, Herrn Dr. La Cour, erhielt das Observatorium ein Exemplar seiner Magnetischen Waage zu längerer Untersuchung. Der Aufgabe widmete sich Dr. Venske, ebenso wie der einer Prüfung eines ellipsoidischen Normalmagneten, Eigentum der Hauptkammer für Maße und Gewichte in Leningrad und auf deren Wunsch hin. Umgekehrt liehen wir Herrn Dr. La Cour einen Schnellregistrierapparat nach Ad. Schmidt, der inzwischen wieder zurückgesandt wurde. Der Reisetheodolit Hechelmann 2003 blieb weiterhin der Meteorologischen Zentralanstalt zu Zürich zur Vollendung der magnetischen Aufnahme der Schweiz geliehen.

Der für die Aeroarktik auf Kosten der Magnetischen Abteilung der Carnegie-Institution bei den Askaniawerken hergestellte Doppelkompaß wurde zweimal im Luftschiff „Graf Zeppelin“ geprüft, das erste Mal durch Dr. Grotewahl auf der Reise nach Sevilla und zurück, das zweite Mal durch Geheimrat Dr. Haussmann und Professor Nippoldt auf einer Fahrt von Friedrichshafen nach Mannheim und zurück. Über die Ergebnisse der ersten Reise erscheinen demnächst Berichte in der Zeitschrift „Terrestrial Magnetism“ und in der

„Arktis“; jener über die zweite ist in Vorbereitung. Für das überaus freundliche Entgegenkommen der Zeppelinwerft, insbesondere des Leiters, Dr. Eckener, anlässlich dieser Probefahrten sei auch an dieser Stelle bestens gedankt. Inzwischen ist auch durch den Mechaniker G. Schulze-Potsdam nach der Angabe von Dr. Bock ein Lokalvariometer für Vertikalintensität hergestellt, bei dem der Magnet durch eine Stromspule ersetzt ist. Auch hier sollte eine Erprobung im Luftschiff stattfinden, die ungünstiger Wetterlage wegen aber zweimal abgesagt und so verschoben werden mußte.

Das Berichtsjahr 1930 war reich an Kongressen und Besprechungen. Am 26. Februar fand eine Beratung der Deutschen Geologischen Landesanstalten im Geologischen Institut zu Berlin statt, wozu der Vorsteher des magnetischen Observatoriums eingeladen war. Es handelte sich darum, eine vereinigte geologische und magnetische Karte des Deutschen Reichs vorzubereiten. Am 25. Januar tagten in Berlin die Direktoren der Deutschen Meteorologischen Institute wegen des geplanten Internationalen Polarjahrs 1932/33; es erfolgte die Gründung einer Anzahl Unterkommissionen, darunter einer magnetischen, in die der frühere und der derzeitige Vorsteher der Magnetischen Abteilung gewählt wurden. In Angelegenheiten dieses Polarjahrs fanden mehrere Besuche seitens auswärtiger Fachleute mit anschließenden Verhandlungen statt, so mehrmals seitens Dr. La Cour-Kopenhagen und Geheimrat Haußmanns und ferner von dem Direktor des Observatoriums auf Samoa, Herrn A. Thomson, des Direktors der Magnetischen Abteilung der Carnegie-Institution, Dr. J. Fleming-Washington, begleitet von Dr. Harradon. Das gleiche Thema spielte auch eine bedeutende Rolle auf der Tagung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik im August zu Stockholm, die der Vorsteher der Magnetischen Abteilung als einer der sechs Delegierten der Deutschen Fachwelt gastweise besuchte. Mitte September tagte in Potsdam die Deutsche Geophysikalische Gesellschaft und besuchte am 14. September das neue Observatorium zu Niemeck. Es sei erwähnt, daß auf dieser Versammlung Herr Dr. Mögel von der Empfangsstation Geltow bei Potsdam der Transradio-Gesellschaft über den Zusammenhang der Empfangsstörungen im drahtlosen Telegraphenverkehr mit den erdmagnetischen Variationen berichtete und zwar an hand seiner regelmäßigen im Observatorium ausgeführten Vergleichen. — In der Kopenhagener Tagung der Internationalen Kommission für Erdmagnetismus und Luftelektrizität der Direktorenkonferenz der Meteoro-

logischen Institute wurde — nachdem ihr Prof. Venske schon längere Zeit angehörte — auch der Vorsteher der magnetischen Abteilung zum Mitglied gewählt. Im November tagte in Berlin die Aeroarktik, bei der Bericht über die vorbereitenden Arbeiten des Observatoriums gegeben wurde.

Bei der geplanten Neuerrichtung eines Magnetischen Observatoriums in Córdoba in Argentinien und der Neubestellung von Magnetometern für das Observatorium in Lukiapang in China wurde der Vorsteher um Mitarbeit gebeten.

Anschlußmessungen besorgten, meistens in Seddin, sonst in Niemeck die Herren A. v. Gernet-Reval, Dr. Schedler-Wien, Dr. Grotewahl-Kiel, Geheimrat Haußmann-Schwäbisch Gmünd, Professor St. Kalinowski-Swidr, Professor Uljanin-Kasan. Außer den bisher Genannten besuchten uns: Professor Linke-Frankfurt a. M., P. Brazdziunas-Kowno, Geheimrat Kühn-Berlin, Professor Schuh-Rostock, Dr. Laursen-Kopenhagen, Professor K. Popoff-Sofia, Dr. Tenani-Genua, Dr. Galbas-Madrid, Professor Ullergießen, Prof. J. Koenigsberger-Freiburg i. Br., Dr. Stenz-Lemberg, Professor Angenheister-Göttingen, Diplomingenieur Meyrowitz-Buenos Aires, und zahlreiche andere Herren gelegentlich der Einweihung des Adolf Schmidt-Observatoriums und der Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft.

Die Anschlußmessungen von Herrn Dr. Grotewahl geschahen zwecks Durchführung von magnetischen Messungen an der Ostküste von Grönland, und zwar im Auftrage der dänischen Regierung und sind als Vorbereitung für das Internationale Polarjahr anzusehen. Die instrumentelle Ausrüstung geschah unter Mitwirkung der magnetischen Abteilung durch das Marine-Observatorium zu Wilhelmshaven.

Da sich bei der oben erwähnten Tagung der Geologischen Landesanstalten in aller Klarheit gezeigt hat — was uns selbst längst bekannt war —, daß die erdmagnetische Landesaufnahme Preußens der Jahre 1898—1903 in bezug auf das geologisch wichtigste Element, die Vertikalintensität, nicht die Genauigkeit besitzt, die den anderen Elementen zukommt, so erscheint es unumgänglich, die Aufnahme zu wiederholen. Dies war seitens des Observatoriums schon seit Jahren immer wieder betont worden. In Würdigung dieser Sachlage hat das vorgesetzte Ministerium gestattet, die dazu notwendigen Beiträge zunächst Fonds zu entnehmen, die ursprünglich zu anderen

Zwecken bewilligt waren. Den Wünschen der Geologen entsprechend sollte zunächst die Provinz Schleswig-Holstein vermessen werden.

Weiter trat das Land Mecklenburg-Schwerin an den Staat Preußen mit dem Wunsche heran, zugleich die Wiedervermessung seines Gebiets vorzunehmen. Es kam daraufhin zu einem Vertrage zwischen den beiden Ländern, der aber am Schluß des Berichtsjahres noch nicht zum formellen Abschluß gekommen ist. Teils aus diesem Grunde, teils wegen der großen Fülle anderweitiger Aufgaben konnte an die Inangriffnahme der Messungen im Felde im Berichtsjahre noch nicht herangegangen werden, doch soll dazu das Frühjahr 1931 benutzt werden. Im Jahre 1930 selbst ist jedoch schon das zur Vermessung bestimmte elektrische Gerät hergestellt und untersucht worden, und sind an einem Ort in der Nähe von Rostock Probe-registrierungen vorgenommen worden, um über den Unterschied der zeitlichen Variationen im Vermessungsgebiet und Seddin Klarheit zu erhalten.

Auf Veranlassung von Geh. Rat Prof. Dr. Ad. Schmidt wurden am magnetischen Observatorium noch folgende Arbeiten ausgeführt, über die Dr. Fanselau wie nachstehend berichtet:

Die theoretischen Arbeiten bestanden einmal in der Bearbeitung eines umfangreichen Materials zur Schaffung weiterer Grundlagen für die Untersuchung des hypothetischen sterntägigen Ganges. Zur Rechnung herangezogen wurden bis jetzt im Ganzen 11 Observatorien, für die die Beobachtungsdaten in den ersten vier Heften des „Archivs für Erdmagnetismus“ bequem zugänglich waren. Für diese Orte wurde der sterntägige Gang abgeleitet und z. T. harmonisch analysiert. Ferner wurde für eine größere Anzahl von Observatorien der Vektor der Nachstörung berechnet, um hierdurch das Ausgangsmaterial für eine Erforschung der örtlichen und zeitlichen Veränderung der Nachstörung zu gewinnen. Die experimentellen Arbeiten beschränkten sich im wesentlichen auf die Untersuchung der Schmidtschen Fadenwaage. Nachdem es gelungen war, die Waage zum mechanisch einwandfreien Arbeiten zu bringen (Sprünge, Versetzungen), wurde sie magnetisch untersucht (Skalenwert, Temperaturkoeffizient). Zur Trennung des magnetischen vom rein mechanischen Temperaturkoeffizienten wurden mit unmagnetischer Waage sorgfältige Temperierungsversuche ausgeführt, die zur vollen Zufriedenheit ausfielen: keine elastischen Nachwirkungen, sondern völliges Mitgehen der Waage mit der Temperatur. Die versuchsweise angebrachte Arretierungsvorrichtung (Klemmen des Waagekörpers)

ergab ziemlich grobe und unregelmäßige Versetzungen, so daß eine andere Art (Anheben des Körpers) versucht werden soll. Die Waage wird augenblicklich zur endgültigen magnetischen Dauerregistrierung fertiggestellt. Nebenher wurden noch einige Beobachtungen an der unmagnetischen Schmidtschen Schneidenwaage mit verstellbaren Lagerflächen gemacht, die aber vorläufig noch zu keinem Abschluß gebracht werden konnten. Die Ausführung der rechnerischen Arbeiten hatte Herr Feist und z. T. Fr. Klingbeil übernommen, die Mechanikerarbeiten sowie die Hilfeleistung bei den Versuchen Herr Urbansky.

8. Dienstreisen.

Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. Süring war vom 10. Dezember—12. Dezember in Brüssel, um Sitzungen der internationalen Wolken-Kommission zu leiten, welche sich mit der Physik der Wolken und mit der Organisation eines internationalen Wolkenjahres 1932/33 beschäftigten.

Der Abteilungsvorsteher Prof. Dr. Knoch nahm an den folgenden Tagungen teil:

Vom 10.—12. April: 45. Kongress der Balneologischen Gesellschaft in Bad Elster und Teilnahme an den Verhandlungen zur Gründung einer Arbeitsgemeinschaft für Kurort-Klimaforschung. (Letztere nicht zustande gekommen). Vom 17.—19. Mai: Gründungsversammlung der Niedersächsisch-westfälischen Studiengesellschaft für Klimatologie und Balneologie in Bad Pyrmont. Am 25./26. Oktober: Tagung der Badischen Gesellschaft für Wetter- und Klimaforschung in Mannheim zur Feier des 150. Gründungstages der Societas Meteorologica Palatina.

Im Berichtsjahre wurden die folgenden Stationen höherer Ordnung besucht:

durch den Abteilungsvorsteher Prof. Dr. Knoch

vom 10.—12. März Soltau, Bremen (dienstliche Besprechungen auf der Landeswetterwarte), Oldenburg, Edewechterdamm, Löningen, Vechta, Elsfleth, Jever, Schöninghsdorf, Emden, Bremervörde, Stade, Grünendeich (Verhandlungen wegen einer Neueinrichtung), Hamburg (dienstliche Besprechungen an der Deutschen Seewarte), Meldorf, Büsum, Magdeburg,

am 26. und 27. Juni Erfurt (Aufstellung eines Sonnenschein-
autographen. Dienstliche Besprechungen an der Landes-
wetterwarte in Weimar),

am 26., 28. und 29. August Swinemünde (Station der Bade-
verwaltung), Carlshagen, Misdroy,

vom 5.—11. Oktober Saalhäuser b. Kösen (Neueinrichtung),
Goseck, Nordhausen, Sülzhayn (Besprechungen wegen Neu-
einrichtung), Bad Sachsa, Klausthal, Bad Harzburg, Brocken,

am 27. Oktober Geisenheim, Hattenheim, Assmannshausen,

am 20. November Scharfenberg b. Tegel,

am 29. November Berlin-Dahlem;

durch Dr. Hoffmeister

vom 21. Mai—5. Juni Jüterbog, Dessau, Bitterfeld, Torgau,
Lautawerk, Görlitz, Arnsdorf, Reinerz, Grunwald, Hin-
denburg, Ratibor, Oppeln, Grünberg, Kottbus, sowie die
Sonnenscheinstation Niesky;

durch Dipl.-Ing. Grunow

vom 26. März—3. April Flensburg, Schleswig, Neumünster,
Eutin, Kiel, Marienleuchte, Lübeck, Schwerin, Rostock,
Güstrow, Waren,

vom 23.—25. November Stade, Grünendeich, Hamburg (Dienst-
liche Besprechungen an der Deutschen Seewarte);

durch Dr. Reichel

am 23. Juli und 13. August Lichterfelde-Süd (Neueinrichtung),

vom 16.—27. August Groß-Dölln, Stettin I u. II, Heinrichshof,
Muhlendorf, Paatzig, Greifenberg, Angermünde, Neubran-
denburg, Greifswald, Putbus, Kloster (Anschluß einer be-
stehenden Beobachtungsstelle an das Netz), Kirchdorf, Mar-
nitz, Kyritz.

Zum Besuch von Regenstationen wurden im Berichtsjahre folgende
Dienstreisen ausgeführt:

vom Observator und Professor Dr. Henze

vom 22.—29. September nach Merseburg, Dürrenberg, Altran-
städt, Lützen, Weißenfels, Grunau, Teuchern, Osterfeld,
Zeitz, Wetterzeube, Heuckewalde, Naumburg, Kösen und
Zeddenbach;

vom Observator und Professor Dr. Wussow

vom 8.—20. Juli Paderborn, Dörenhagen, Asseln, Atteln,
Wewelsburg, Büren, Geseke, Lippstadt, Wadersloh, Eickel-

born, Hovestadt, Soest, Schmerleke, Effeln, Belecke, Warstein, Rüthen, Brilon, Beringhausen, Wünnenberg, Niedermarsberg, Blankenrode, Rhoden;

vom Observator Dr. Treibich

vom 19.—30. März nach Hanau-Kesselstadt, Nieder-Rodenbach, Salmünster, Schlüchtern, Elm, Hintersteinau, Ellers, Marbach, Michelsrombach, Hünfeld, Unterstoppel, Wehrda, Solms, Kirchheim, Hersfeld, Rotenburg a/Fulda, Seifertshausen, Dagobertshausen, Melsungen, Eiterhagen, Breitenau, Wellerode, Hoof, Wilhelmshöhe, Landwehrhagen, Münden.

Bei Gelegenheit dieser Dienstreisen fanden gleichzeitig Besprechungen mit den Vorständen der Kultur- und Wasserbauämter in Fulda, Kassel, Lippstadt und Merseburg bezüglich der ihnen durch Erlaß des Herrn Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten im Jahre 1928 übertragenen Besichtigung von Regenstationen statt.

Der Abteilungsvorsteher Prof. Dr. Stade nahm behufs Vertretung meteorologischer Interessen an dem vom 21.—23. Juni in Kassel abgehaltenen 24. Deutschen Luftfahrttage teil.

Die Dienstreisen der magnetischen Abteilung betrafen nur den Verkehr mit Seddin und Niemeck. Die Fertigstellung des Neubaus in Niemeck und der inneren Einrichtung an Gas-, Wasser- und Elektrizitätsanlagen in den Werkstätten, Laboratorien und Observatorien verlangten eine sehr starke Steigerung der Dienstreisen dorthin, desgleichen der Transport und die erste Aufstellung der Instrumente und Apparate.

9. Veröffentlichungen.

Veröffentlichungen des Instituts.

- Nr. 369. Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II. und III. Ordnung im Jahre 1926, von K. Knoch. 4°. XIII, 164 S. 1 Karte.
- Nr. 370. Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II. und III. Ordnung in den Jahren 1919—1923, von K. Joester. 4°. XVIII, 298 S. 1 Karte.
- Nr. 371. Abhandlungen Bd. IX, Nr. 5. Die Beobachtungen der Erdbodentemperaturen im Beobachtungsnetze des Preußischen Meteorologischen Instituts während der Jahre 1912—1927, von H. R. Scultetus. 4°. 44 S. 1930.

Nr. 372. Bericht über die Tätigkeit des Preußischen Meteorologischen Instituts im Jahre 1929. Erstattet vom Direktor. Mit einem Anhang, enthaltend wissenschaftliche Mitteilungen. 8°. 152 S. 1 Taf.

Der Anhang enthält: J. Grunow, Bericht über die Vergleichung der Normalbarometer der deutschen meteorologischen Zentralanstalten. — K. Knoch, Die Säkularstationen im norddeutschen Beobachtungsnetz. — G. Schwalbe, Tiefer Luftdruck und Witterungsumschlag. — E. Reichel, Anzahl und Dauer der Frost- und Kälteperioden im norddeutschen Flachlande. — J. Hoffmeister, Über die Bestimmung des Niederschlagscharakters der einzelnen Monate. — A. Dieckmann, Über den jährlichen und monatlichen Anteil des Schnees an der Gesamtmenge des Niederschlags. — H. Ertel, Theoretische Begründung einiger Guilbertscher Regeln. — Ad. Schmidt, Über die Bestimmung der Parameter von Magneten auf galvanischem Wege. — A. Nippoldt, Neuberechnung der Beobachtungen von James Clark Ross über die Lage des nördlichen magnetischen Pols der Erde. — O. Venske, Die Bestimmung des Azimutes mit dem Sonnenspiegel. — R. Bock, Ersatz von Magneten durch Stromspulen. — G. Fanselau, Über ein neues Spulenaggregat. — Temperatur, Niederschlag und Sonnenschein im Jahre 1929 nach den Beobachtungen der im deutschen Witterungsbericht erscheinenden Stationen.

Nr. 373. Ergebnisse der Niederschlags-Beobachtungen im Jahre 1928, von H. Henze. 4°. XIII, 40 S.

Nr. 374. Ergebnisse der Magnetischen Beobachtungen in Potsdam und Seddin im Jahre 1928, von A. Nippoldt. 4°. 38 S. 1 Kurventafel, 8 lose Kurvenblätter.

Nr. 375. Abhandlungen Bd. IX, Nr. 6. Verteilung und jährlicher Gang der Niederschläge in den Alpen von K. Knoch und E. Reichel. 4°. 84 S., 4 Beilagen.

Nr. 376. Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II. und III. Ordnung im Jahre 1927, von K. Knoch. 4°. XVII, 174 S. 1 Karte.

Nr. 377. Ergebnisse der Niederschlags-Beobachtungen im Jahre 1929, von H. Henze. 4°. XIII, 40 S.

Nr. 378. Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen in Potsdam im Jahre 1929, von R. Süring. 4°. IV, 84 S.

Monatsübersichten der Witterung als Beilagen der vom Statistischen Landesamt herausgegebenen „Statistischen Korrespondenz“ unter dem Titel: „Deutscher Witterungsbericht für (Monatsname) 1930 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.

Täglicher Wetterbericht der Öffentlichen Wetterdienststelle Berlin.

Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen der Beamten.

H. v. Ficker.

Die meteorologischen Verhältnisse der Insel Teneriffa. (Abhandlungen der Preuß. Akademie der Wissenschaften. Jahrgang 1930. Phys.-Mathem. Klasse Nr. 1. 4°. 105 S.)

F. M. Exner †. (Meteorol. Zeitschrift 1930, S. 89—91.)

R. Stüring.

Dr. Cornelis Easton †. (Meteorol. Zeitschrift 1930, S. 68—79.)

Luftdruckwellen und leuchtende Nachtwolken infolge eines Meteorfalles. (Meteorol. Zeitschrift 1930, S. 490—492.)

Der Temperaturverlauf im Sandboden. (Zeitschr. für Geophysik 1930, Adolf Schmidt-Festschrift, S. 285—291.)

Die Bedeutung der letzten Sonnenfinsternisexpeditionen für die Meteorologie. (Forschungen und Fortschritte 1930, S. 197—198.)

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

H. Stade.

Nordlichtbeobachtungen in Nord- und Mitteldeutschland. (Meteorol. Zeitschrift 1930, S. 492.)

W. König.

Kapitel „Physik der Atmosphäre“ im Westphalschen Lehrbuch der Physik, 2. Auflage, S. 221—229. Verlag Julius Springer, Berlin 1930.

A. Nippoldt.

Neuberechnung der Beobachtungen von James Clark Ross über die Lage des nördlichen magnetischen Pols der Erde. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 137—148.)

Ergebnisse der erdmagnetischen Beobachtungen in Seddin im Jahre 1930. (Meteorol. Zeitschrift 1930, S. 487—488.)

Wesensgleiche und wesensverschiedene Darstellungen. (Zeitschr. für Geophysik 1930, Adolf Schmidt-Festschrift, S. 182—186.)

Secular variations of Terrestrial Magnetism. (Hydrographic Review, Intern. Hydr. Bureau, Monaco 1930, S. 98—104, zugleich französische Ausgabe.)

Dasselbe deutscher und estnischer Text. (Topo-hydrograafia Aastaraamat 1928/29, Reval 1930, S. 57—71.)

Verwertung magnetischer Messungen zur Mutung für Geologen und Bergingenieure. 8°. 74 S. 36 Tafeln. Verlag Julius Springer, Berlin 1930.

Adolf Schmidt zum 70. Geburtstage. (Forschungen und Fortschritte 1930, S. 282—283.)

Adolf Schmidt zum 70. Geburtstag. (Die Naturwissenschaften 1930, S. 677—678.)

Neunte Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft. (Die Naturwissenschaften 1930, S. 893—894.)

K. Knoch.

- ✓ Klimakunde von Südamerika. 8°. VIII, 349 S. Verlag Gebrüder Bornträger, Berlin 1930.
- ✓ Klima und Klimaschwankungen. Wissenschaft und Bildung Nr. 269. 8°. 151 S. Verlag Quelle u. Meyer, Leipzig 1930.
- ✓ Schneekrystallformen. (Die Naturwissenschaften 1930, S. 244—246.)
- ✓ Verteilung und jährlicher Gang der Niederschläge in den Alpen. Gemeinsam mit E. Reichel. (Abhandlungen des Preuß. Meteorol. Instituts, Band IX, Nr. 6.)
- ✓ Die Säkularstationen im norddeutschen Beobachtungsnetz. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 54—63.)
- ✓ Ist das Wetter am sogenannten Siebenschläfer bedeutungsvoll für das Wetter der späteren Zeit? (Zeitschrift für ärztliche Fortbildung 1930, Nr. 12.)
- ✓ Das unperiodische Element im Tropenklima. (Zeitschr. für Geophysik 1930, Adolf Schmidt-Festschrift, S. 318—329.)

G. Schwalbe.

Tiefer Luftdruck und Witterungsumschlag. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 64—70.)

W. Kühl.

Über die Form der Fernschallwelle. (Zeitschr. für Geophysik 1930, Adolf Schmidt-Festschrift, S. 358—361.)

O. Venske.

- Die Bestimmung des Azimutes mit dem Sonnenspiegel. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 143—146.)
- Die innere Genauigkeit von Inklinationsmessungen mit dem Erdinduktor. (Zeitschrift für Geophysik 1930, Adolf Schmidt-Festschrift, S. 248—251.)
- Die erdmagnetischen Beobachtungen Dr. W. Filchners auf seiner großen Reise in Zentralasien in den Jahren 1926—1928. Vorläufiger Bericht. (Meteorologische Zeitschrift 1930, S. 452—453.)

K. Langbeck.

Gewitterkarte für Schlesien, Darstellung der durchschnittlichen Verteilung der Gewitterzüge in Zugrichtung, Häufigkeit und mittlerer Längserstreckung. (Elektrotechn. Zeitschr. 1930, Jahrg. 52, S. 121.)

G. Wussow.

Die Häufigkeit nasser und dürerer Sommermonate im mittleren Deutschland. (Der Kulturtechniker 1930, S. 243—269.)

K. Kähler.

Über die Verteilung der Elektrizitätsträger in der Atmosphäre. (Meteorol. Zeitschrift 1930, S. 57—68.)

Messungen der Anzahl der atmosphärischen Elektrizitätsträger bei Niederschlägen. (Gerlands Beiträge zur Geophysik 1930, Band 27, S. 226—240.)

F. Schindelhauer.

Die Luftstörungen der drahtlosen Telegraphie. (Forschungen und Fortschritte 1930, S. 173.)

W. Kolhörster.

Das Potsdamer Höhenstrahlungslaboratorium. (Sitzungsberichte der Preuß. Akademie der Wissenschaften, Phys.-math. Klasse 1930, S. 395—397.)

Bestimmung der Konstanten, insbesondere der Kapazität von Strahlungsapparaten. (Physik. Zeitschr 1930, S. 280—284.)

Verstärkung der Stromstöße bei Geiger-Müllerschen Zählrohren. (Die Naturwissenschaften 1930, S. 567.)

Vergleichende Höhenstrahlungsmessungen auf nördlichen Meeren. Gemeinsam mit W. Bothe. (Sitzungsberichte der Preuß. Akademie der Wissenschaften, Physik.-math. Klasse 1930, S. 450—456.)

Gammastrahlen an Kaliumsalzen. (Zeitschr. für Geophysik 1930, Adolf Schmidt-Festschrift, S. 341—357.)

A. Treibich.

Die Versorgung der meteorologischen Registrierapparate mit elektrischem Strom. (Zeitschrift für angewandte Meteorologie. Das Wetter 1930, S. 353—356.)

F. Albrecht.

Über den Zusammenhang zwischen täglichem Temperaturgang und Strahlungshaushalt. (Gerlands Beiträge zur Geophysik 1930, Band 25, S. 1—35.)

Zur Theorie von Aktinometern und Pyranometern. II. Gemeinsam mit K. Büttner. (Gerlands Beiträge zur Geophysik 1930, Band 26, S. 241—282.)

Der Wärmeumsatz durch die Wärmestrahlung des Wasserdampfes in der Atmosphäre. (Zeitschr. für Geophysik, 1930, Adolf Schmidt-Festschrift, S. 421—435.)

Ein Meßgerät zur Messung und Registrierung kleiner Windgeschwindigkeiten und seine Anwendung auf die Untersuchung des Wärmeumsatzes an der Erdoberfläche. (Meteorol. Zeitschrift 1930, S. 465—474.)

R. Bock.

Ersatz von Magneten durch Stromspulen. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 147—149.)

Theorie einer neuen galvanischen Waage. (Zeitschr. für Geophysik 1930, Adolf Schmidt-Festschrift, S. 251—253.)

J. Hoffmeister.

Das Klima Niedersachsens. (Heft 6 der Veröffentlichungen der Wirtschaftswissenschaftlichen Gesellschaft zum Studium Niedersachsens. Hannover 1930. 1. Textband, 198 S. 2. Kartenanhang, 22 Karten.)

Das Klima des Regierungsbezirks Lüneburg. (Festschrift aus Anlaß des 100 jährigen Bestehens des land- und forstwirtschaftlichen Provinzialvereins für das Fürstentum Lüneburg. S. 477—489.)

Das Klima des Kreises Prenzlau. (Heimatskalender für den Kreis Prenzlau 1931, S. 74—77.)

Über die Bestimmung des Niederschlagscharakters der einzelnen Monate. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 96—109.)

J. Grunow.

Bericht über die Vergleichung der Normalbarometer der deutschen Zentralanstalten. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 49—54.)

G. Fanselau.

Über ein neues Spulenaggregat. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 149—150.)

Einfluß des Mondes auf die erdmagnetischen Elemente in Samoa. (Zeitschr. für Geophysik 1930, S. 65—68.)

Was sagen uns die Parameter eines Magneten? (Zeitschr. für Geophysik 1930, Adolf Schmidt-Festschrift, S. 258—262.)

E. Reichel.

Anzahl und Dauer der Frost und Kälteperioden im norddeutschen Flachlande. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 71—95.)

Vergleich der Frühjahrs- und Herbstmittel für Temperatur und Niederschlag in Deutschland. (Annalen der Hydrographie 1930, S. 84—89, 1 Tafel.)

Der jährliche Gang der Frost- und Kältehäufigkeit im norddeutschen Flachlande. (Meteorol. Zeitschrift 1930, S. 215—222.)

Verteilung und jährlicher Gang der Niederschläge in den Alpen. Gemeinsam mit K. Knoch. (Abhandlungen des Preuß. Meteorol. Instituts Bd. IX, Nr. 6.)

A. Dieckmann.

Über den jährlichen und monatlichen Anteil des Schnees an der Gesamtmenge des Niederschlags. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 199—114.)

- Die Grenzen der Ozeanität der sommerlichen Niederschläge in Europa. (Meteorol. Zeitsch. 1930, S. 24—26.)
- Über Schneedeckenperioden. (Zeitschrift für angewandte Meteorologie. Das Wetter 1930. S. 171—177.)
- Die Häufigkeit des Eintritts der größten monatlichen Niederschlagsmenge an der deutschen Ostseeküste und ihre Beziehungen zur Ozeanität der Niederschläge. (Berichte des Strahlungs-Klimatolog. Stationsnetzes im Deutschen Nordseegebiet. 2. Band, 1928, S. 61—63. Berlin, 1930.)
- Ozeanität und Kontinentalität als Begriffe. (Zeitschrift für angewandte Meteorologie. Das Wetter. 1930, S. 283—286.)
- Niederschlags- und Trockenperioden in den ostiriesischen Marschen. Ein Beitrag zur landwirtschaftlichen Klimatologie. (Ebenda 1930, S. 305—311, 340—349, 369—380.)

H. Ertel.

- Zur Dynamik der atmosphärischen Druckschwankungen. (Gerlands Beiträge zur Geophysik 1930, Band 25, S. 59—73.)
- Eine Methode zur Berechnung des Austauschcoeffizienten aus den Feinregistrierungen der turbulenten Schwankungen. (Ebenda, S. 279—289)
- Theoretische Begründung einiger Guilbertscher Regeln. (Bericht über die Tätigkeit des Preuß Meteorol. Instituts im Jahre 1929, S. 114—118)
- Die vertikale Druckverteilung in turbulenten Strömungen. (Meteorolog. Zeitschrift 1930, S. 222—227.)
- Zur Theorie der Maxwell'schen Geschwindigkeitsverteilung in turbulenten Strömungen. (Zeitschrift für Geophysik 1930, Adolf Schmidt-Festschrift, S. 329—333.)

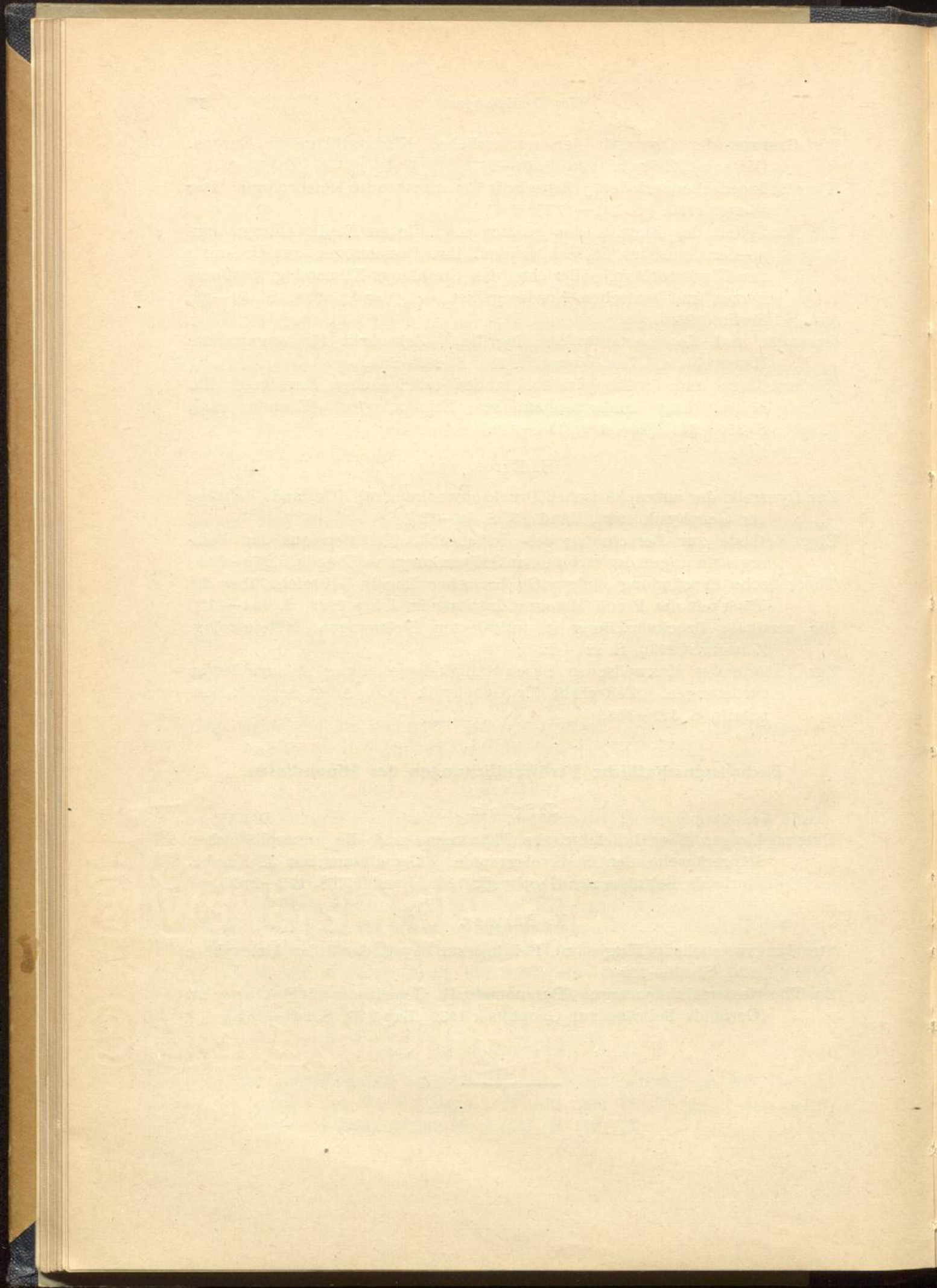
Fachwissenschaftliche Veröffentlichungen der Stipendiaten.

J. Scholz.

- Untersuchungen über luftelektrische Phänomene und die atmosphärischen Störgeräusche der Radiotelegraphie. Gemeinsam mit J. Fuchs. (Gerlands Beiträge zur Geophysik 1930, Band 27, S. 175—216.)

K. Büttner.

- Strahlungsversuche im Flugzeug. (Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre 1930, S. 156—162.)
- Zur Theorie der Aktinometer und Pyranometer II. Gemeinsam mit F. Albrecht. (Gerlands Beiträge zur Geophysik 1930, Band 26, S. 241—282.)
-



Anhang

enthaltend wissenschaftliche Mitteilungen

Das Variationshaus in Niemegek.

Von Adolf Schmidt.

Die Einrichtungen der neuen Magnetwarte in Niemegek unterscheiden sich von denen anderer ähnlicher Anstalten in einigen Punkten hinreichend, um einer gewissen Erläuterung und Begründung zu bedürfen. Eine ausführliche Beschreibung der ganzen Anlage, die dazu vielleicht Gelegenheit böte, dürfte aber erst nach längerer Zeit zu erwarten sein, da sie wohl zweckmäßigerweise dem ersten ausschließlich auf dortigen Beobachtungen beruhenden Jahrbuch des Potsdamer Observatoriums vorbehalten bleiben wird, was den vorherigen Abschluß der Vergleichsbeobachtungen in Seddin voraussetzt.

Ich bin daher sehr dankbar dafür, daß mir schon jetzt die Möglichkeit gegeben wird, an dieser Stelle die Gesichtspunkte darzulegen, die mich seinerzeit bei meinem Entwurf des Variationshauses — nur um dieses handelt es sich hier — geleitet haben. Daß ich mich bei meinen Erwägungen der sachlichen Zustimmung der anderen Mitglieder des Magnetischen Observatoriums, mit denen ich alle Fragen besprach, zu erfreuen hatte, möchte ich bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt lassen.

Für die Einrichtungen eines magnetischen Variationshauses ist die Forderung maßgebend, daß es den Instrumenten einen möglichst weitgehenden Schutz vor Temperaturschwankungen gewähren und damit die Magnete vor Änderungen des magnetischen Moments bewahren soll. Bei der Beobachtung der Deklination wie auch bei der der Inklination, die ich einmal versuchsweise (1906 auf der Basisstation der Vermessung von Südwestdeutschland) habe registrieren lassen, spielt dieser Umstand praktisch keine Rolle, wenschon auch

bei diesen Elementen der Temperatureinfluß streng genommen nicht völlig wegfällt. Das ist eine Folge davon, daß in die Bedingung für die beobachtete Gleichgewichtslage das etwas von der Temperatur abhängige Verhältnis des magnetischen Drehmoments zum Drehmoment der Torsion oder der Schwerewirkung eingeht.

Man könnte daran denken, sich auch bei den Intensitätselementen H und Z von dem störenden Einfluß der Temperatur dadurch frei zu machen, daß man stromdurchflossene Spulen anstelle von Magneten verwendet. Dem steht allerdings anscheinend die Schwierigkeit entgegen, den die als Nadel dienende Spule durchfließenden Strom so konstant zu halten, wie es für die hohe Empfindlichkeit der Variometer nötig ist. Die Stromschwankungen müßten dauernd merklich unter 0.00001 der ganzen Stromstärke gehalten werden, was zu erreichen praktisch unmöglich ist. Dieser Schwierigkeit läßt sich aber, worauf ich schon früher hingewiesen habe, dadurch begegnen, daß man die Hälfte des Feldes der zu beobachtenden Komponente durch die Wirkung einer festen Spule kompensiert, die von demselben Strom wie die Nadel (oder von einem damit proportionalen) durchflossen wird¹⁾. Genauere Überlegung zeigt aber, daß ein solches galvanisches Variometer im laufenden Betriebe weniger bequem sein würde, als ein magnetisches, und vor allem, daß sich damit unter praktisch durchführbaren Bedingungen nur eine sehr geringe Empfindlichkeit erreichen läßt. Dem widerspricht es nicht, daß Dr. R. Bock das in der Technik schon längst bewährte galvanische Verfahren kürzlich mit gutem Erfolg zur Konstruktion eines Lokalvariometers für die Vertikalintensität verwenden konnte, nachdem die schwierige Frage der Stromzuleitung von Feinmechaniker G. Schulze in ebenso einfacher wie befriedigender Weise gelöst worden war. Bei einem solchen ist die zu erstrebende Empfindlichkeit sehr viel niedriger, und die Genauigkeit der Beobachtung kann durch Wiederholung der Messung beliebig gesteigert werden, was bei der Registrierung nicht angeht.

War nach diesen Erwägungen an den bisher üblichen, rein magnetischen Variometertypen festzuhalten und daher ein genügendes Wärmeschutz bietendes Gebäude zu schaffen, so kamen dafür im wesentlichen zwei Möglichkeiten in Betracht: ein oberirdischer Holzbau mit sehr dicken, aus verschiedenen isolierenden Schichten gebil-

¹⁾ Enzykl. d. Math. Wiss. Bd. VI, I, 10. S. 320. Bei dieser Einrichtung braucht der Strom nur auf etwa 0.002 bis 0.003 seiner Stärke konstant zu sein.

deten Wänden, wie in De Bilt und den nordamerikanischen Observatorien, oder eine unterirdische steinerne Anlage, wie in Potsdam, München, Wilhelmshaven und anderwärts. Der größeren Feuersicherheit wegen und zur Verminderung des äußeren Umfangs und der Kosten entschied ich mich für die zweite Form. Eingehende Überlegung ließ es dabei zulässig erscheinen, dem zuletzt erwähnten Gesichtspunkte noch weiter Rechnung zu tragen — einerseits durch die Ausführung der Wände, der Bodenplatte und der Pfeilersockel in Beton, andererseits dadurch, daß das Gebäude nicht ganz unter das Niveau der Umgebung versenkt werden sollte. Dabei erübrigte sich obendrein die Wegschaffung der aus der Baugrube auszuhebenden Erde, die zur Herstellung einer die herausragenden oberen Mauerenden umgebenden, abgeöschten Umwallung dienen konnte. Diese, auch in Wilhelmshaven benutzte Art der Anlage erwies sich übrigens bei der späteren Ausführung des hohen Grundwasserstandes wegen sogar als notwendig.

Die Frage nach dem anzustrebenden Ausmaß des Wärmeschutzes hängt eng zusammen mit der Frage der Heizung und nicht zum wenigsten auch mit der weiteren, wie das Auftreten von Feuchtigkeit sicher zu vermeiden sei, das sich in manchen älteren unterirdischen Observatorien sehr störend bemerkbar gemacht hat. Den Schutz so wirksam zu gestalten, daß im Innern eine konstante Temperatur herrscht, die dann mit dem Jahresmittel des Ortes (hier etwa 9°) übereinstimmen würde, ist in unserem Klima kaum möglich. Es ist aber auch durchaus nicht nötig; es kommt vielmehr nur darauf an, daß unregelmäßige und schnelle Temperaturänderungen vermieden werden. Andererseits ist es aber auch nicht zweckmäßig, wie früher in Potsdam, die Gleichmäßigkeit der Temperatur durch dauernde Heizung sichern zu wollen. Selbst eine automatische Regulierung ist dann nicht imstande, das Auftreten dauernder kleiner Schwankungen zu verhindern, die viel schädlicher wirken, als selbst große, aber langsam verlaufende Änderungen. Ich habe deshalb später die Heizung in dem die Registrierinstrumente enthaltenden Hauptsystemsraume ganz eingestellt.

Für die neue Magnetwarte ergaben sich danach die folgenden, auch der zu erstrebenden Sparsamkeit bei der Einrichtung wie im laufenden Betrieb Rechnung tragenden Grundzüge des Planes des Variationshauses, die natürlich durch rechnerische Abschätzungen näher zu bestimmen waren.

1. Beschränkung der baulichen Einrichtung auf das zur Unterdrückung der täglichen Temperaturschwankung Notwendige, dies im Sinne einer Herabsetzung der Tagesamplitude auf 0.01 bis 0.02 ihres Betrags im Freien. Bei der Jahresamplitude entspricht dem die Reduktion auf etwa zwei Zehntel.

2. Keine Heizanlage in den zwei innersten Instrumentenräumen, dagegen eine solche in dem diese Räume umgebenden Gange. Diese soll nur soweit benutzt werden, wie es erforderlich ist, damit in der kältesten Zeit die Temperatur nicht unter eine angemessene Grenze, etwa 10—12°, sinkt.

Die für den Betrieb bequemste und durch ihre besonders genaue Regulierbarkeit ausgezeichnete Heizungsform, die elektrische, wäre, da in Niemegk Wechselstrom zur Verfügung steht, zulässig gewesen, konnte aber ihrer Kostspieligkeit wegen nicht in Betracht gezogen werden.

Gasheizung mußte, von anderen Unzuträglichkeiten abgesehen, wegen der Gefahr gelegentlichen Ausströmens von Gas, das in dem abgeschlossenen, schwer zu entlüftenden Raume die schlimmsten Folgen haben könnte, unbedingt verworfen werden.

Ich sah deshalb in meinem Entwurfe eine Warmwasserheizung vor, die eine in jeder Hinsicht befriedigende Lösung der Aufgabe bietet, und von der besonders in den Anlagen für Gewächshäuser durchgearbeitete und erprobte Vorbilder zur Hand sind. Zur Vermeidung eines horizontalen Temperaturgefälles erschien eine aus zwei entgegengesetzt verlaufenden Zweigen gebildete Rohrleitung entlang der Wand des Umgangs ohne Verwendung besonderer Heizkörper am zweckmäßigsten.

Da das Haus immer nur während kurzer Zeit und selten von mehr als einer Person betreten wird, da ferner nichts darin vorgeht, was zu einer Verschlechterung der Luft führen könnte, so genügt im allgemeinen der durch die natürlichen Luftdruckänderungen bewirkte Luftwechsel, indem für je 2—3 mm Druckänderung 1 m³ Luft hinein- oder herausströmt.

Dieser Luftaustausch sollte unter hermetischem Abschluß des ganzen Hauses nur auf vorgeschriebenen Wegen erfolgen. Dem Zu- strom sollte ein etwa 80 m langes, mit schwacher Neigung im Erdboden verlegtes Tonrohr dienen, das in der Mitte der Südseite des Umgangs unten einmündet. Bei ihrem langsamen Einströmen hat die Luft Zeit, die Erdbodentemperatur anzunehmen, die in 2 m Tiefe

während des Jahres zwischen rund 5° und 15° schwankt und einen etwaigen über die Sättigung bei dieser Temperatur hinausgehenden Wassergehalt auszuschleiden. Auch in der wärmeren Jahreszeit, in der die einfließende Luft den entsprechenden Höchstwert absoluter Feuchtigkeit vielfach besitzen wird, liegt zwar die Innentemperatur unter der äußeren, aber doch auch ohne Heizung über der der überdies nur in geringer Menge neu hinzukommenden Luft. Es kann daher nie zu einer übermäßigen Steigerung der Luftfeuchte kommen. Bei fallendem Luftdruck schließt sich das Rohr. Das Abströmen erfolgt dann durch ein im Dachraum endigendes Abzugsrohr am Nordende des Umgangs, das sich bei steigendem Luftdruck schließt. Es hat zweckmäßigerweise mehrere, je nach Umständen zu verwendende Eintrittsöffnungen in verschiedener Höhe und zur gelegentlichen Benutzung kleine elektrische Heizkörper (etwa Lampen).

Da in Niemegk (im Gegensatz zu Seddin) der Betrieb und die Wartung der Anlagen dauernd in sachkundigen Händen liegt, ist es leicht möglich, bei passendem Anlaß in den geschilderten automatischen Luftwechsel ändernd einzugreifen. So könnte es gelegentlich, wenn die äußere Luft sehr trocken ist, gut sein, sie durch das Nordrohr einströmen zu lassen. Auch könnte gelegentlich eine umfassendere Lüfterneuerung erwünscht sein.

Selbstverständlich, aber der Vollständigkeit halber zu erwähnen, ist, daß die großen, die Grundlage und die Wände des Hauses bildenden Betonmassen von Anfang an durchaus nicht nur äußerlich ausgetrocknet sind, sondern daß auch die Umwandlung des darin enthaltenen Calciumhydroxyds in Calciumcarbonat in der Hauptsache abgeschlossen ist. Die in Seddin gemachten Erfahrungen haben gezeigt, daß sich dies erreichen läßt.

Erwähnt sei ferner noch, daß besonders in den fast ganz abgeschlossenen Variometerräumen eine nicht unbeträchtliche Temperaturschichtung zu erwarten ist, die mir indessen unschädlich zu sein scheint. Von Bedeutung ist ja nur die Gesamtstrahlung und die Temperatur in der Schicht, die die Variometer enthält.

Zusatz zur vorstehenden Arbeit.

Bei der wirklichen Ausführung des Baus durch die Hochbauabteilung II bei der Regierung zu Potsdam wurde außer der im ganzen wie oben geschildert angelegten Beheizung doch noch eine Entlüftungsanlage eingebaut. Einesteils sollte sie die von der Bauleitung befürchtete und auch eingetretene Gebäudefeuchtigkeit rascher beseitigen können, und dann auch die Möglichkeit bieten, die Innenräume planmäßig mit warmer oder kalter Luft in einem gewollten Tempo zu versorgen. Dies kann in den einzelnen

Räumen unabhängig voneinander geschehen und so zur Bestimmung von Temperaturkoeffizienten von Magnetometern dienen. Die Anlage besteht aus einer Ventilation durch Zufuhrkanäle, die von unten einmünden, während Abzugsröhren in der Decke die Luft entführen. Die Hitze und Geschwindigkeit der zuströmenden Luft kann reguliert werden. Sie kann auch zur Beförderung der chemischen Freigabe des Wassers in den großen Betonmassen durch Mitführen der Heizgase der Koksfeuerung des Heizhauses verwendet werden.

Nippoldt.

Die elektrische Einrichtung des Variationshauses und des Absoluten Observatoriums in Potsdam.

Von R. Bock.

Mit den vorhandenen Mitteln die zweckmäßigste, vielseitigste und eine leicht erweiterungsfähige Anlage zu schaffen, war der leitende Gedanke bei dem Entwurf und der Durchführung der Einrichtung.

Die beiden Häuser besaßen bisher lediglich Anschluß an nieder-voltige Kleintransformatoren, die den Strom für die instrumentelle Kleinbeleuchtung und eine jetzt unzureichende Übersichtsbeleuchtung lieferten.

Da das vom Haupttransformator (der sich im Astrophysikalischen Observatorium befindet) zum Hauptgebäude des Meteorologisch-Magnetischen Observatoriums führende Kabel bereits fast bis zu seiner Belastungsgrenze beansprucht wird, erwies es sich als zweckmäßiger, unmittelbar am Haupttransformator abzugreifen, zumal die Strecke von dort zum Variationshaus nicht viel weiter ist als vom Meteorologisch-Magnetischen Hauptgebäude. Dementsprechend wurde in fast geradliniger Verbindung ein eisenbandarmiertes Kabel (4×10 qmm) vom Astrophysikalischen Observatorium zum Variationshaus verlegt und in den mittleren Lichtschacht der nördlichen Seite des Umganges eingeführt.

Da die Eisenfreiheit des Variationshauses nicht zu bewahren beschlossen war, infolge der Anlage auch unmöglich aufrechterhalten werden konnte, so erregte die Eisenarmierung dieses Kabels keine Bedenken. Da es infolge seiner Dimensionen in absehbarer Zeit keiner Erweiterungen bedarf, auch sonst keine weitere Kabelverbindung mit dem Astrophysikalischen Observatorium vorauszusehen ist, konnte hier die übliche Verlegung in der Erde Anwendung finden. Anders liegen die Verhältnisse bei der Verbindung des Variationshauses mit dem Haus für die früheren absoluten Messungen. Hier

sollte keine Fremdstörung entstehen und außerdem ist hier die Verlegung weiterer Kabel in späterer Zeit auch bei weitgehendster derzeitiger Berücksichtigung aller Erfordernisse mit Sicherheit zu erwarten. Hier kamen daher Kabelformstücke (Postmodell) zur Anwendung, und zwar mit vier Kanälen von je 10 cm Durchmesser. Trotz der hierfür recht großen Höhenunterschiede im Gelände gelang die Verlegung unter geschickter Ausnutzung des Gefälles ohne besondere Hilfsmaßnahmen.

Im Untergeschoß des Variationshauses im Raum zwischen den beiden früheren Systemen kamen zwei Schalttafeln zu beiden Seiten der Tür zum Umgang zur Aufstellung. Die Tafeln stehen auf einem Bodengestell und sind durch je eine Gittertür hinten zugänglich. In beiden seitlichen Lichtschächten des Isolierganges haben je 36 Zellen einer Akkumulatorenbatterie in je drei Etagen Aufstellung gefunden. Eine Zelle dieser Batterie liefert 54 Ah (18 A bei dreistündiger Entladung). Auf eine Vergrößerung auf 81 Ah (27 A bei dreistündiger Entladung) durch Einbau weiterer Platten ist bei der Wahl der Gläser bereits Rücksicht genommen. Die Batterie läßt sich durch eine eigens gewählte Schaltung kurzschlußsicher in vier Gruppen wahlweise parallel oder hintereinander schalten. Jede dieser Kombinationen kann auch bei der Entladung geladen werden, also auch als Pufferbatterie Verwendung finden.

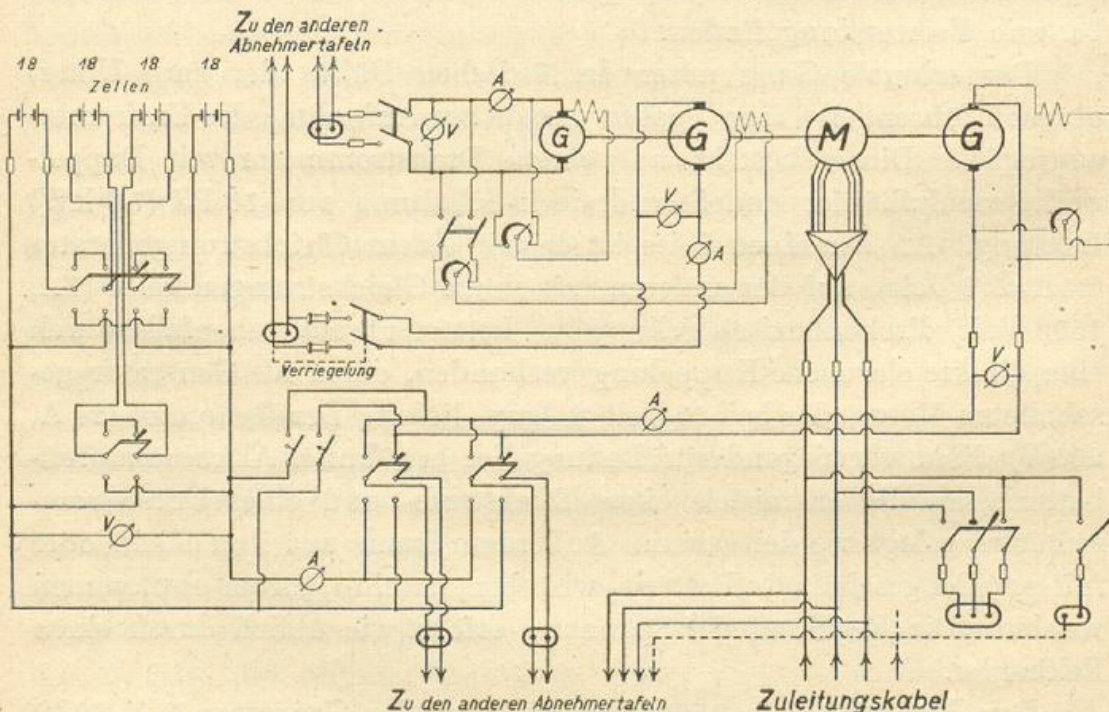
Der schmale Gang unter der östlichen Hälfte der zum Untergeschoß führenden Treppe paßte gerade zur Aufnahme des Umformeraggregats. Dieses besteht aus einem Drehstrommotor mit Doppelnutkurzschlußläufer und Sterndreieck-Schaltung von 10 PS (7.5 kW) Leistung. An der einen Seite ist er mit einem Gleichstromgenerator (24 A, 250 Volt), auf der anderen mit einem Gleichstromgenerator (1 A, 1500 Volt) direkt elastisch gekuppelt. Letzterer treibt, ebenfalls durch eine direkte elastische Kuppelung verbunden, einen als Generator geschalteten Motor, der bei 60 Volt 8 Amp. liefert. Der Generator (24 A, 250 V) dient vorwiegend zur Ladung der erwähnten Akkumulatorenbatterie, an die er mittels eines Rückstrom- und eines Unterstromschalters gelegt werden kann. Außerdem kann aus ihm allein oder mit parallel geschalteter Batterie, wie oben erwähnt, Strom entnommen werden. Die Regelung der Spannung erfolgt wie üblich durch einen Feldregler.

Der Generator (1 A, 1500 V) wird durch den Generator (8 A, 60 V) mittels Regler fremderregt, seine Spannung ist sehr genau regulier-

bar. Aus ihm kann Strom an den Tafeln durch eine speziell konstruierte Steckdose entnommen werden, die von einem doppelpoligen zweifachen Quecksilberschalter verriegelt wird.

Im oberen Geschoß des Variationshauses befindet sich eine Abnehmertafel, an der mithin Drehstrom 220 V bis 20 kW, Wechselstrom 127 V bis 60 A, Gleichstrom aus Akkumulatoren und zwar bei dem jetzigen Zustande 144 V 18 A oder 72 V 36 A oder 36 V 72 A, Gleichstrom aus den Generatoren und zwar mit den Höchstgrenzen 250 V 24 A und 1500 V 1 A und 60 V 8 A entnommen werden kann. Außerdem befindet sich auf der Tafel eine Erd- und Nullklemme. Durch letztere, deren Erdung am Haupttransformator erfolgt ist, wird die Einführung von Strom in die Erde in unmittelbarer Nähe verhindert.

Im absoluten Observatorium befindet sich eine vollkommen gleiche, aber sorgfältigst eisenfrei gehaltene Tafel. Die beiden Häuser sind durch zwei Kabel von je 4×10 qmm (Drehstrom und 2 Arten hochampèriger Gleichstrom), 1 Kabel 4×2.5 qmm (für 1500 V und 60 V) verbunden. Diese Kabel liegen in den oben erwähnten Röhren und haben außer dem Bleimantel keine Armierung. Außerdem ist noch ein Signalkabel ($2 \times 10 \times 0.8$ mm Durchmesser) in den Röhren verlegt. Die Gesamtschaltung ergibt sich aus nachstehender Skizze.



Die Ausbreitung und Auswirkung von Kältewellen in den zentralen Wüstengebieten Asiens im Winterhalbjahr.

Von W. Haude.

Allgemeines über Kältewellen in Zentralasien.

Ausschlaggebend für die Witterungsverhältnisse von Zentralasien sind die Kältewellen, die im Winter und Sommer bis dorthin vordringen. Die Untersuchungen von H. v. Ficker¹⁾ über die Ausbreitung kalter Luft in Nordasien sind seiner Zeit nur deshalb nicht bis Zentralasien ausgedehnt worden, weil die gleichzeitigen Beobachtungen an dort gelegenen Stationen fehlten. Die meisten der Kältewellen haben ihren Ursprung im Nördlichen Eismeer und nehmen von Novaja Semlja ihren Ausgang. Sie dringen nach Süden vor, um über Asien bald nach Ost umzubiegen. Die Wirkung dieser Kältewellen reicht bis nach Indien herunter.

Beeinflußt werden diese sich ausbreitenden Kältewellen in ihrem Lauf in höchstem Maße durch die Gebirgszonen Zentralasiens. Entweder wird die Kaltluft durch die Gebirge in die Senken geradezu kanalartig abgeleitet oder doch zum mindesten sehr aufgehalten und in ihrem Feuchtigkeitsgehalt stark verändert.

Chinesisch-Zentralasien ist im Westen durch den Pamir und den Tienschan abgeschlossen, deren Pässe nur höchst selten 3000 m an Höhe unterschreiten. Im Norden liegt der Altai und das Gebirgsland der äußeren Mongolei. Hier sind es eine Reihe von Ketten, wie der Tannuola und Changai, das Jablonoigebirge und seine Ausläufer, deren Pässe etwas tiefer liegen, aber doch nur selten 2000 m unterschreiten. Geöffnet ist Zentralasien den Einbrüchen kalter Luft nur durch die Dsungarische Pforte im Westen mit einer Grenzhöhe gegen Rußland von weniger als 500 m. Im Osten sind es die Randgebirge der mongolischen Steppe, deren Paßhöhen um 1000 m liegen. Ist die Kaltluft mächtig genug, so wird sie alle diese Gebirgszüge überströmen können.

Das Vordringen der Kältewellen erfolgt aber vorwiegend durch diese beiden Einfallstore. Im Westen setzen sie ihre ursprüngliche

¹⁾ v. Ficker, Aus den Sitzungsberichten der Kaiserl. Akad. der Wissenschaften in Wien, Math.-naturw. Kl. CXIX, 1910.

Bewegungsrichtung durch die Dsungarei fort. Im Osten jedoch wird die Kaltluftwelle durch die Nähe des Ozeans und die dort befindliche und durch diesen im Wärmegehalt veränderte Luft neue Bewegungsenergie erfahren. Teiltiefs bilden sich an den sich entwickelnden Fronten aus. Sie tragen dazu bei, daß die Kaltluft schneller und weiter nach Süden fließt, zumal dies auch der Abfall des Geländes begünstigt. Gerade diese Zyklonenbildung an der Grenze der verschiedenen Luftmassen trägt dazu bei, daß die W-Komponente der sich ausbreitenden Kaltluft in eine östliche umschlagen kann. Auf diese Weise kann in der östlichen Mongolei der Zufluß der polaren Kaltluft aus NO erfolgen. Dieser Nordstrom der Kaltluft läßt sich leicht bis nach Südchina verfolgen. Schostakowitsch¹⁾ hat den Untersuchungen v. Fickers folgend für die einzelnen Orte die mittlere Stundenzahl ausgerechnet, die bis zum Erreichen der Kaltluft, z. B. von Shanghai nach einem Ausbruch bei Novaja Semlja vergeht. Auch hier lassen die Linien gleichen Fortschreitens deutlich den Einfluß der Gebirge erkennen und die Begünstigung des ostasiatischen Küstengebietes für eine südwärts gerichtete Ausbreitung der Kaltluft. Eine Zusammenstellung der Bodenwindrichtung bei gleichzeitigem Niederschlag in Nanking²⁾ 1929 zeigt besonders im Winter, daß die Niederschläge an N—NO-Winde, d. h. an Kälteeinbrüche gebunden sind. Im ganzen Jahr ist bei N—NO-Winden 55 % des Gesamtniederschlages bei 58 % Tagen mit Niederschlag gefallen. Nach den Beobachtungen in der östlichen Gobi im Sommer 1927 sind auch hier die Kaltluftereinbrüche aus N—NO für den Witterungscharakter von wesentlicher Bedeutung. Im Hochwinter sind jedoch die Kaltluftmassen von solcher Mächtigkeit und Energie, daß ihnen die Gebirgszone der Mongolei weniger Widerstand entgegengesetzt. Sie beherrschen dann, von Nordwesten kommend, die östliche Gobi und z. T. auf Nordosten drehend, das darauf folgende Küstengebiet vollständig³⁾.

Jahreszeitliche Regelmäßigkeit im Eintritt der Hauptkälteeinbrüche.

Schon ein kürzerer Aufenthalt in Zentralasien, verbunden mit Befragen der eingesessenen Bewohnerschaft läßt erkennen, daß die

¹⁾ Schostakowitsch, Verhandlungen des magn.-meteor. Observatoriums zu Irkutsk Nr. 4 (1929).

²⁾ John Lee, Memoir of the National Research Institute of China. Institute of Meteorology II, Nanking.

³⁾ W. Haude, Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre. 17. Bd., S. 30 ff., 1930.

Hauptsturmzeiten, zum Teil mit merkbaren Begleiterscheinungen, wie Temperaturfall unter 0° , mit außerordentlicher Regelmäßigkeit auftreten. Besonders drei Zeitpunkte: Beginn der Sturmzeit mit Kaltlufteinbrüchen im Frühjahr, sommerliche Hauptregenzeit im Gebirge und im Osten, und Ausbreitung der ersten winterlichen Kaltluftwelle, bleiben auf denselben Monatstagen fast von Jahr zu Jahr bestehen.

Für Zentralasien kann man die erste Zeit auf ungefähr den 25. Februar mit einem oder zwei schwächeren Vorläufern nach dem 15. Februar legen. Außerordentlich extrem wirken sich, wie auch nicht anders zu erwarten, die Kälteeinbrüche des Frühjahrs aus. Starke Einstrahlung auf die schneefreien Flächen Zentralasiens erzeugt bei den Kaltlufteinbrüchen aus Norden die stärksten Gegensätze und gibt auf den Leeseiten der Gebirge, auf den Pässen und den nachfolgenden Hangflächen zu den wütendsten Schneestürmen Anlaß, besonders auf der Südseite des Tienschan. Stürme gibt es hier zu jeder Jahreszeit. Doch Häufigkeit und Stärke sind im Frühjahr am größten. Die Orte auf der Nordseite des Tienschan sind abgesehen von sommerlichen Gewitterböen fast sturmfrei. Nur im Frühjahr reichen heftige Föhnstürme beim Herannahen eines tieferen Druckfallgebietes bis unter 900 m herab. Das Einströmen der Kaltluft in die eingeschlossenen Wüstenflächen, deren unterste Luftmassen und Sandschichten stärker erwärmt sind, ruft verstärkte Instabilität, größere Unruhe und Böigkeit der Luft und leichteres Emporwirbeln des Sandes hervor. Wesentlich geringere Windstärken genügen jetzt, um die gleichen Sandmassen aufzunehmen wie im Winter. Die erste Frühjahrskältewelle, die mit Macht ihren Eingang nach dem Tarimbecken findet, erzeugt dann hier den ersten wirklichen Karaburan oder schwarzen Sturm, da der außerordentlich stark aufgewirbelte Sand das Tageslicht verdunkelt. Die Zeit ihres Eindringens fällt auf Ende Februar. Sie ist auch von Sven Hedin (Im Herzen von Asien) in ihrer Auswirkung schon früher beschrieben worden.

Die Hauptregenzeit im Tienschan setzt Anfang Juli ein und dauert nach Auskunft der Bewohner 10 Tage. Nach Hedin beginnt etwa um den 10. Juli herum die Regenzeit über Tibet, die zwei Monate dauern soll. Es scheint, daß jetzt die kontinentale Monsunzeit verschieden sich äußernd über ganz Innerasien zum Ausbruch gekommen ist und sich hauptsächlich auf den höheren Gebirgszonen durch andauernden Umsturz der Luftmassen und oft sich hier folgendes Eindringen kälterer Luft in der Höhe auswirkt. Sie macht

sich auf den Hochflächen über den Wüsten- und Steppenzonen Zentralasiens, abgesehen vom östlichsten Teil, in 1000 m Höhe im Niederschlag nur wenig bemerkbar.

Um den 25. Oktober setzt der erste große Kaltluftvorstoß ein, der ganz Zentralasien das erste winterliche Gepräge verleiht. Ein schwächerer Vorläufer geht in den ersten Oktobertagen voraus, welcher meist den ersten Nachtfrost auch in tieferen Lagen im Gefolge hat.

v. Ficker¹⁾ hat einen solchen Kälteeinbruch dieser Zeit unter der Überschrift: Erstes Auftreten großer Kälte in Nordasien im Spätherbst 24.—30. Okt. 1901 beschrieben, der am 27. wohl auch Zentralasien erreicht haben mag. Diese Kältewellen des Oktobers überschwemmen Zentralasien nur für einige Tage mit kalter Luft. Bald wird die Kaltluftschicht seicht und verliert ihren polaren Charakter. Die winterliche Kaltluftschicht, die mit starker Inversion begrenzt den Kontinent überdeckt, erreicht Zentralasien erst im November. Reich an extremen Kältewellen ist der Januar. Diese Kältewellen erzeugen dann die tiefsten Temperaturen auch in dem eingeschlossenen Turkestan nach ihrem Einbruch durch die dann bei folgender nächtlicher Aufheiterung einsetzende Ausstrahlung.

Es folgen nun drei Beispiele der Kaltlufteinbrüche im Herbst und Frühjahr, die das Eindringen der Kaltluft nach Zentralasien näher erläutern sollen. Die Werte sind den Beobachtungsergebnissen des von der Expedition Sven Hedins geschaffenen Stationsnetzes entnommen.

Kälteeinbruch vom 23.—26. Oktober 1928.

Am 23. ist es vom Nördl. Eismeer zum Ausfluß kalter Luft nach Süden gekommen. Sie reicht am Morgen bis etwa zum 63. Breitengrad. Am 24. wird die Kirgisische Steppe erreicht; gegen Abend wahrscheinlich schon Semipalatinsk. Es hatte morgens noch -0.4° . Am 25. meldet Akmolinsk -18.6° . Am 29. gelangt die Kaltluft bis an die Küste des Stillen Ozeans. In Urumtschi herrscht schon vor dem eigentlichen Kälteeinbruch bei geringer Abkühlung trübes Wetter, dichte stratus- bis stratocumulus-Decke mit Regen bei Nord- bis Nordwestwinden. Dieser Zustrom kühlerer Luft, am Gebirge leicht ansteigend und Niederschlag verursachend, bewirkt an der oberen Inversionsgrenze (siehe die Kurve der Bogdostation 2500 m) starke

¹⁾ a. a. O.

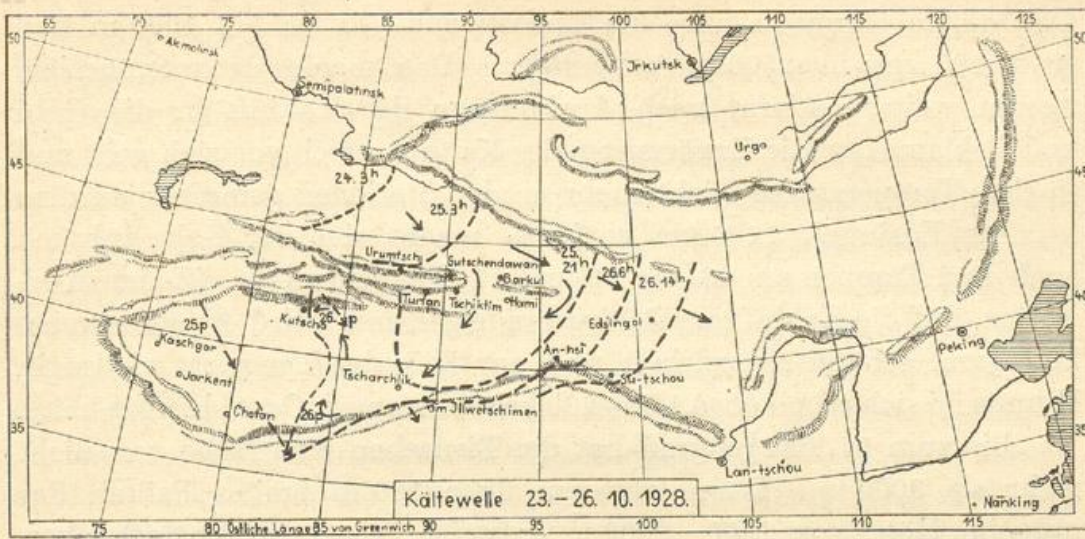


Fig. 1.

Schwankungen in dem Temperaturverlauf. Vom Mittag des 24. an wird der Zustrom kühlerer Luft in der Höhe immer größer. Die Temperaturumkehr verschwindet mehr und mehr. Mit Beginn des 25. dringt die Kaltluft in die Dsungarei ein. Ein erster Temperaturfall tritt in Urumtschi um 3^h morgens ein (Fig. 1). Der Hauptfall ist am Nachmittag. 1000 m höher als Urumtschi verzögert sich der Einsatz um 6 und 2 Stunden. Der erste Kälteeinbruch ist flacher und von geringerer Geschwindigkeit, etwa 30 km/std. Die Hauptkältewelle zieht durch die Dsungarei mit etwa 50 km/std. — Die Hauptkältewelle ist nicht von großer Mächtigkeit. 2500 m werden bald nach 19 Uhr erreicht. Am Morgen des 26. 7^h beginnt bei südlichen Winden schon wieder starke Inversionsbildung, und Föhnströmung setzt ein, die auch in der Nacht zum 27. bis Urumtschi herunterdringt und in der Höhe von 2500 m Temperaturen über 0° erzeugt. Der Hauptwelle polarer

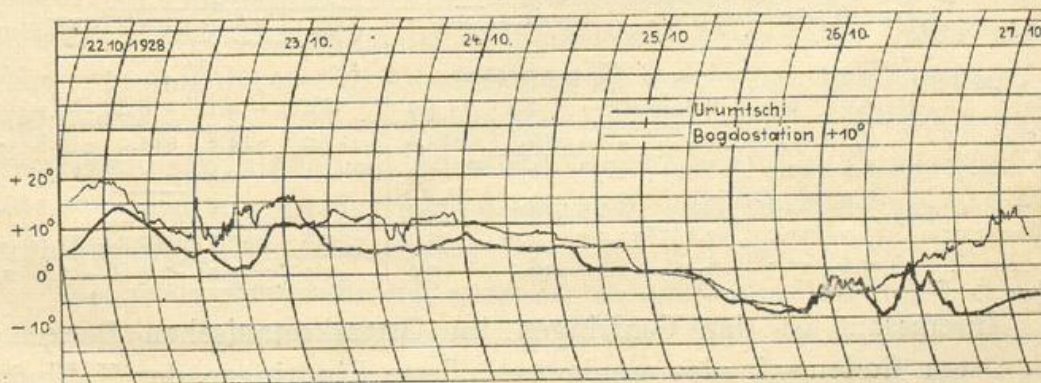


Fig. 2.

Luft dürfte demnach nur eine Tiefe von 6—700 km in 1000 m und etwa 500 km in 2500 m zukommen. Das macht es verständlich, warum weiter entfernt nach Ausbreitung der Kaltluft in die Gobi und Taklamakan die Erwärmung der Kaltluft rasch vor sich geht und so tiefe Temperaturen nicht mehr an den Stationen gemessen werden.

Am Edsingol, 1200 km entfernt, macht sich der Kälteeinbruch auch in 2 Etappen am 26. um 10 und 14 Uhr bemerkbar. Es ist zu erwarten, daß die Kaltluft am Gebirgsrande gehemmt wird, über der freien Dsungarei schneller vordringt und zur Zeit des Temperaturfalles in Urumtschi sich schon etwa 100—200 km weiter nach Osten bewegt hatte.

Bis zum 91. Längengrad hat der Tienschan eine Höhe von nicht mehr als 3000 m. Dann folgt ein über 100 m breites Paßtal, das nur eine Höhe von 1500—2000 m aufweist. Wenig später nach Überschreiten dieses Längengrades kann sich die Kaltluft bereits über diese Gebirgssenke ergießen. Bei Urumtschi wurden 2500 m schon nach 2 Stunden erreicht. Die Föhnwärmung bleibt bei den 6—800 m Höhendifferenz relativ gering. Bald sind auch die Barkulberge mit dem Kerlykdag umspült. In Ostturkestan dringt die Kaltluft auch um diese Gebirge herumfließend ein. Am Abend des 25. wird Tscharchlik von ihr mit einem kräftigen Sandsturm aus Nordosten überflutet. 9 Stunden später erfährt auch die Station 3200 m über den ersten Kuenlunketten starke Abkühlung. (Tab. 1.)

Tab. 1.

	24. 10. 1928			25. 10. 1928			26. 10. 1928			27. 10. 1928		
	7 ^a	2 ^p	9 ^p	7 ^a	2 ^p	9 ^p	7 ^a	2 ^p	9 ^p	7 ^a	2 ^p	9 ^p
Windverhältnisse.												
Urumtschi	SSE 1	N 3	N 1	NW 4	NNW 3	NW 5	N 2	SSW 1	—	—	—	—
Tscharchlik	SE 1	NE 3	NNE 1	WSW 2	WNW 4	NE 6	NE 6	ENE 3	NW 3	—	—	—
Kutschea	C	C	C	C	ESE 4	NNW 5	N 6	ESE 3	C	—	—	—
Edsingol	W 1	WSW 1	WSW 1	C	WNW 2	NW 2	WNW 1	NW 4	NW 8	WSW 3	—	—
Temperatur.												
Urumtschi	5.0	6.3	4.5	-0.7	-0.4	-5.1	-8.2	-3.1	-6.9	-9.1	—	—
Bogdo	1.3	0.0	-2.0	-4.8	-10.5	-13.8	-19.0	-14.8	-12.0	-5.8	—	—
Kutschea	2.2	20.9	6.0	1.3	16.5	Fö. 9.4	Fö. 4.0	10.2	-1.0	-2.5	—	—
Tscharchlik	4.6	19.5	9.9	6.9	23.6	7.4	0.6	1.6	-3.2	-7.8	—	—
Illwetschimen 3200 m	-12.9	11.0	-3.6	-11.0	4.9	3.1	-0.8	-7.3	-10.3	-21.8	—	—
Edsingol	3.6	17.5	6.1	2.8	16.0	9.1	2.1	7.1	-1.4	11	-7.6	2.8 -3.2

Interessant ist das Vordringen im Ostturkestanischen Becken. Im Osten finden wir das wenig behinderte Eindringen der Kaltluft nach Um- und Überfließen des flacher werdenden Tienschan. Auf

der Südseite des Zentralen Tienschan herrscht zunächst starker Föhn. Infolgedessen bringt hier der „Kaltluft“-Einbruch gegenüber der Abendtemperatur des Vortages eine Erhöhung von 8° mit entsprechendem Druckfall. Mit Aufhören des weiteren Zuflusses kalter Luft auf der Nordseite des Tienschan tritt in Urumtschi am 26. 14^{h} Winddrehung von NW auf SSW ein, und damit beginnt auch mit Aufhören des Föhns die im östlichen Teil am Boden nur wenig durch Föhnwirkung erwärmte Luft westwärts zu fließen und erreicht am 26. nachmittags Kutscha. Der eigentliche Temperaturfall in Kutscha tritt also später ein als am etwa 1500 km weiter östlich gelegenen Edsingol.

Schon aus den früheren Beobachtungen von Hedin geht hervor, daß in Tscharchlik die NE-Windrichtung besonders auch bei den stärkeren Winden zu den häufigsten gehört, um dann in etwa 1000 bis 2000 m, wie aus den Ballonaufstiegen hervorgeht, in West- bis Nordwest-Richtung zu drehen. Aber schon die Dünenbildung der Tjertjenwüste zeigt nach Hedin, daß hier das Vorherrschen der NE-Winde sein Ende findet. Weiter westlich scheinen W- bis NW-Winde auch am Boden vorzuherrschen. Durch den Druckfall über dem westlichen Teil der Taklamakan infolge der föhnigen Erwärmung breitet sich dann mit Ostwinden besonders am Südfuß des Tienschan langsam die Kaltluft über das ganze Becken aus. Nach den Beobachtungen von Herrn Liu in Kutscha kommt es hier im Winter und Frühjahr immer bei E-Winden zu Niederschlägen. Wenn trotzdem Niederschlag ausbleibt, so ist es wahrscheinlich, daß die Kaltluftmasse schon sehr flach geworden ist.

Bei ihrem Eindringen nach Zentralasien wird die Kaltluft ganz außerordentlich erwärmt. Am 25. morgens werden in Akmolinsk (385 m) in der Kältewelle -18° gemessen, in Urumtschi (900 m) am 26. 7^{h} nur -8° bei bedecktem Himmel, am Edsingol (870 m) am 27. um 7^{h} auch -8° . Aber hier ist es bald nach Mitternacht völlig aufgeheitert, und die starke Ausstrahlung ist ausschlaggebend mit wirksam gewesen. In Tscharchlik werden am 26. 7^{h} nur $+1^{\circ}$ gemessen. Die eigentliche klimatisch wirksame Abkühlung mit Temperaturen bis -9° setzt hier in der folgenden Nacht auch erst bei klarem Ausstrahlungswetter ein.

Die große Kältewelle hat ganz Zentralasien überflutet und ist bis nahe an die tibetanische Grenze verfolgbar. Aber die Gebirge halten das Eindringen des kältesten Kerns ganz außerordentlich auf und tragen so zu seiner schnelleren Aufzehrung bei.

Die Auswirkungen des Kälteeinbruchs sind zunächst verbreitete Sandstürme in der Gobi und der Taklamakan, die den Staub über die 4000—5000 m hohen Bergketten des Kuenlun hinüberwerfen. Die Staubtrübung in der Luft hält 3 Tage an. Beim Überschreiten eines etwa 2200 m hohen Passes des Gutschendawans im östlichen Tienschan verlor eine Kamelkarawane infolge des wütend einsetzenden Schneesturmes etwa 25 ihrer Tiere, die trotz sofortiger Lastabnahme nicht zu retten waren. Die Temperatur betrug dabei -10 bis -15° . In Urumtschi fielen am 25. 6—7 cm Schnee. Am Edsingol wurde bei dem nächtlichen Staubsturm nicht beobachtet. In Tscharchlik fällt in der Nacht bis gegen Mittag des 26. schwach Schnee. Auch auf dem Kuenlun wird eine schwache Schneedecke beobachtet.

Kälteeinbruch vom 26.—30. November 1928.

Der Kaltluftereinbruch ist deshalb interessant, weil sich hier in der Gobi zwei Wellen treffen, eine schwächere aus Osten und eine stärkere aus Nordwesten und die Überflutung besonders der westlichen Hälfte von Ostturkestan erst nach Vorüberzug der Welle ganz langsam bei schwacher Luftbewegung durch Ausbreitung der Kaltluft zu Ende kommt (s. Fig. 3).

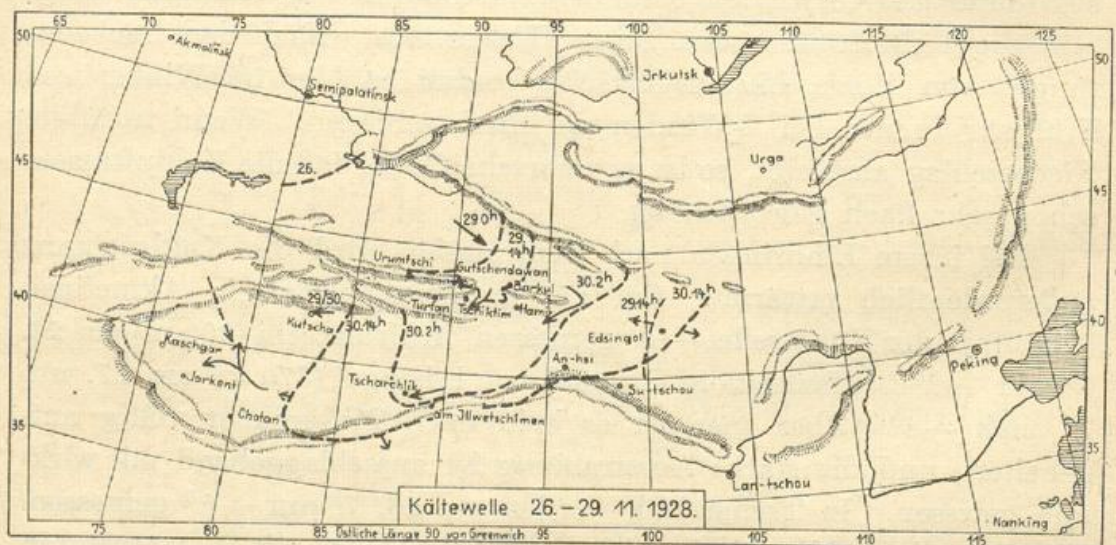


Fig. 3.

Der Ausfluß der Kaltluft findet am 21. statt. Am 23., 24. ist es in der Kirgisensteppe noch sehr warm. Akmolinsk meldet am 24. morgens noch 1.3° , am 25. -13.4° bei NW 5, während in Semipalatinsk noch 4.4° bei SSE 3 herrschen. Am 26. morgens ist Semipalatinsk bei -12.1° schon von der Kältewelle überschritten

Urumschi liegt seit Mitte November an der Grenzzone der bodenkalten sibirischen Kaltluft, wie die großen scharfen, innerhalb von wenigen Stunden bis zu 15° betragenden Temperaturschwankungen zeigen. Die Grenze ist eine Nebelzone, die am Gebirge bis zu 1000 m Höhe und weiter vordringt und bald sich wieder mehr in die Ebene zurückzieht. Erst am 26., zu der Zeit, als die Grenze der Dsungarei von der polaren Kaltluft erreicht wird, schwillt wohl von dieser, im Westen gedrängt, die vorher niedrig über der Dsungarei liegende Kaltluft über 900 m und später auch mit Inversionsbildung über 2500 m an, abends und nachts Schneefall bringend. Man kann dies als Vorwelle des Kälteeinbruchs bezeichnen.

Die eigentliche polare Kaltluft erreicht Urumschi erst am 29. 0^h, während in Semipalatinsk schon seit dem 26. bis 27. die Temperatur unter —20° bis zu —29° liegt (Tab. 2). Der Zustrom der kalten Luft hält den ganzen 29. an, so daß 24 Stunden später —24° erreicht werden. Um diese 1000 km zurückzulegen, braucht die Kälte etwa 70 Stunden. Das sind etwa 15 km/std. mittlere Fortbewegungsgeschwindigkeit.

Tab. 2.

	28. X.			29. X.			30. X.			31. X.			1. XI.
	7 ^a	2 ^p	9 ^p	7 ^a	2 ^p	9 ^p	7 ^a	2 ^p	9 ^p	7 ^a	2 ^p	9 ^p	7 ^a
Windverhältnisse.													
Semipalatinsk	W	4	—	—	W	4	—	—	—	—	—	—	—
Urumschi . .	NNE 1	NE 1	NNW 1	NNW 3	N 2	NNW 2	SE 1	NNW 1	—	—	—	—	—
Edsingol . .	W 1	SE 1	E 2	E 4	E 4	E 1	NW 3	NW 8	NNW 6	—	—	—	—
Tscharchlik .	WSW 4	NW 2	C	E 1	NE 2	ENE 9	ENE 8	ENE 6	E 3	SW 1	—	—	—
Kutscha . . .	C	C	C	C	E 4	E 2	NNE 4	SSW 2	W 1	C	C	—	—
Temperatur.													
Semipalatinsk	-25.9	—	—	-20.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Urumschi . .	-6.3	-3.1	-5.8	-14.5	-15.7	-17.6	-23.9	-14.4	-19.3	—	—	—	—
Bogdo . . .	-10.0	-8.8	-11.8	-22.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Edsingol . .	-5.5	5.0	1.7	-3.9	-1.6	-6.1	-11.0	-8.2	-11.2	—	—	—	—
Tscharchlik .	-4.5	5.2	1.0	-1.9	9.2	-2.4	-7.6	-4.8	-8.6	-15.5	-2.9	-11.4	-15.2
Kutscha . . .	-4.6	3.3	-6.0	-8.6	3.1	-0.2	-1.8	1.2	-4.5	-9.0	-5.1	-9.6	-14.6

Die erste Kaltluft erreicht die Edsingolstation am 29. 14^h, was zu einem leichten Druckanstieg führt. Aber diese Abkühlung wird durch einen schon seit dem 28. abends herrschenden E-Wind, der zeitweise Sturmesstärke erreicht, hervorgerufen. Eine flache Kältewelle aus E fließt über die Gobi. Nach 21^h am 29. hört der E auf zu wehen und dreht auf NW. Am 30. mittags schwillt er bis zu

50—60 km/std. an. Jetzt erreicht auch die polare Kältewelle von der Dsungarei her die Station. Das entspricht einer Bewegungsgeschwindigkeit Urumtschi bis hierher von 30 km/std. im Mittel. Tatsächlich dringt sie aber mit etwa der doppelten Geschwindigkeit über die Gobi vor. Bis Urumtschi entsprach die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im Mittel 15 km/std. Es ergibt sich daraus, daß die Kaltluft nach Erreichen des Grenzgebietes zur Gobi eine außerordentliche Beschleunigung erfährt.

Auf Tscharchlik trifft die Vorwelle am Nachmittag des 29. Bald nach 19^h setzt der ENE plötzlich mit 60—70 km/std. ein. Sandsturm herrscht bis zum Nachmittag des 30. Die Kaltluftwelle kommt nach Mitternacht heran. Nach dem kräftigen Druckanstieg ist zu schließen, daß die Kaltluft auch über die ersten Ketten des Kuenlun hinüberdringt.

Kutscha auf der Südseite des Tienschan wird von der Kaltluft nicht mit größerer Windstärke erreicht. Es findet nur ein leichtes Überfluten am 30. und 1. statt. Auffällig ist der große Druckanstieg in Kutscha, der ungefähr gleichzeitig mit Tscharchlik in fast gleichem Betrage einsetzt (Tab. 3).

Tab. 3. 24stündige Luftdruckänderung.

	26./27.	27./28.	28./29.	29./30.
Urumtschi	— 0.1	— 2.7	+11.5	+ 6.3
Kutscha	+ 1.3	— 3.1	— 1.3	+13.3
Tscharchlik. . . .	+ 3.5	— 4.0	— 2.7	+14.5

Als Grund ist außerordentlich starke Abkühlung in der Höhe anzunehmen. Wenn auch die untersten 1000 m bei einem Übersteigen der Kaltluft über die Westkämme des Tienschan durch Föhnwirkung kaum eine Temperaturänderung durchmachen, da diese z. T. auch gar nicht bis zum Boden durchdringt, so tritt doch oberhalb von 1000 m starke Abkühlung ein, wo gerade vorher starke antizyklonale Erwärmung geherrscht hat. Nach dem Beispiel vom 26. Oktober und der Drucksteigerung von 6.5 mm in 3200 m am Illwetschimen bei Eintritt der Abkühlung von 12° ist anzunehmen, daß die Kältewelle 600 km weiter nordwestlich die Höhe von mindestens 5000 m erreicht hat.

Kälteeinbruch vom 25. bis 27. Februar 1929.

Während bei den beiden vorher erwähnten Kälteeinbrüchen ein merklicher Luftdruckfall nicht vorausging, beträgt er jetzt vom 25. bis 26. morgens etwa 15 mm. Das Druckfallgebiet macht sich 5 Stunden später als in Urumtschi in Tscharchlik und 8 Stunden später am Edsingol bemerkbar. Es breitet sich nach Süden und nach Osten aus. Leider war es nicht möglich, die gleichzeitigen Beobachtungen der russischen Stationen zu erhalten.

Tab. 4.

	25. 2. 1929			26. 2. 1929			27. 2. 1929			28. 2. 1929		
	7 ^a	2 ^p	9 ^p	7 ^a	2 ^p	9 ^p	7 ^a	2 ^p	9 ^p	7 ^a	2 ^p	9 ^p
Urumtschi . . .	ESE 1	NW 1	NW 5	SW 1	NW 4	NW 4	NW 4	NNW 1	NNW 1	SSE 2	—	—
Gutschendawan .	SW 3	SW 4	WSW 5	ESE 2	ENE 9	NE 8	E 9	ENE 9	E 8	NE 4	SW 3	—
Tscharchlik . . .	SSW 2	NE 4	E 1	NW 2	W 2	C	NE 5	NE 6	NE 6	NE 5	SW 1	—
Kutscha	C	W 3	C	C	W 4	E 2	C	SW 3	C	C	W 1	C
Edsingol	C	SW 1	SW 1	NE	WNW 1	NW 3	NW 3	NW 2	NW 5	NW 1	E 3	—

Bei dem über der Dsungarei stärker als auf der Südseite des Tienschan einsetzenden Druckfall kommt es zu kräftigen Föhnwinden auf der Nordseite, die hier zu größerer Erwärmung führen und damit zur Verstärkung des Druckfalls über Urumtschi (Fig. 4). In

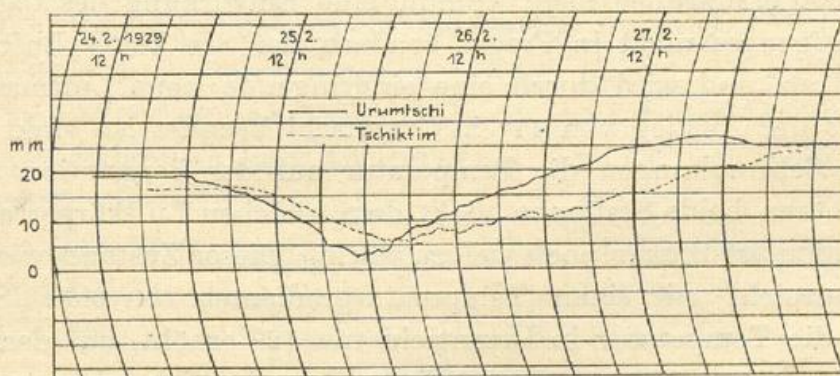


Fig. 4.

2500 m steigt die Temperatur bis auf $+8^{\circ}$ an. Bis nach Urumtschi dringt der Föhnwind nachts in Stößen während 4 Stunden. Die Temperatur steigt aber nur bis -1.4° an.

Diese extremen Erhöhungen der Temperatur auf Bergstationen vor Einsatz eines Kälteeinbruchs, die auch in Europa beobachtet werden, kann nur als ein außerordentliches starkes Absinken der Luftmassen gedeutet werden, wobei es nicht unwahrscheinlich ist, daß

Gebirgszüge die Bildung dieser antizyklonalen Erwärmungen begünstigen.

Über der Dsungarei lagert stark geschichtet den 25. über kalte Luft bei geringer Luftbewegung, deren Mächtigkeit immer geringer wird, so daß die Grenzschicht zur antizyklonal erwärmten Luft zeitweise wie erwähnt Urumtschi erreicht. Mit Winddrehung in 2500 m beginnt um 4^h des 26. in der Höhe die Temperatur stark zu fallen. Luft steigt am Nordhang empor. In Urumtschi steigt von 7^h die Temperatur steil an bis auf 2° (Fig. 5). Da eine dichte str-Decke etwa

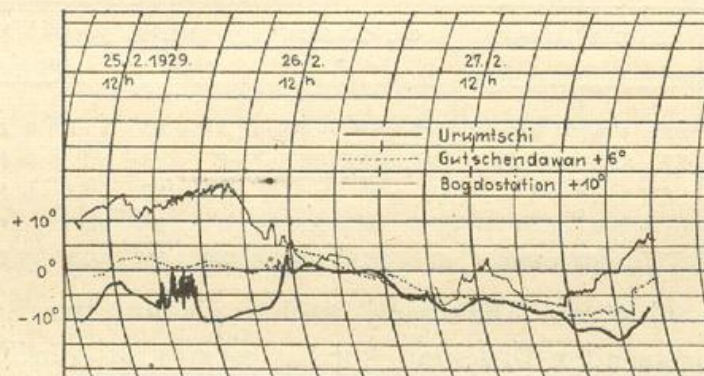


Fig. 5.

300 bis 500 m darüber liegt, kommt eine Einwirkung des täglichen Strahlungsganges nicht in Frage, sondern der See kalter Luft fließt zum Teil ab und wird durch eine eindringende neue Luftmasse ersetzt. Als der Anstieg von 11° in Urumtschi beendet ist, sinkt unter größeren Schwankungen die Temperatur auf der Bergstation weiter. Noch gehören beide Stationen nicht dem gleichen Luftkörper an, die Bogdostation ist immer noch viel zu warm. Dieser Zustand wird erst um 14^h erreicht mit einem Temperaturgradienten von 0.6°. Seit 2^h hat sich die Temperatur in Urumtschi um 12° erhöht, auf der Bergstation ist sie um 17° gesunken. Ein außerordentlich wirksamer verkappter Kälteeinbruch in der Höhe von Urumtschi.

Gegen Abend hat sich bis 2500 m ein normaler Gradient von 0.6° eingestellt. Eine Luftmasse beherrscht beide Stationen. Gegen Mitternacht kommt eine neue Welle noch kälterer Luft heran, die gleichzeitig an beiden Stationen wirksam wird, aber schon am 27. 23^h starker antizyklonaler Erwärmung in 2500 m Platz macht.

Betrachten wir die Verhältnisse auf der Südseite des Tienschan nahe der Stelle, wo der Tienschan im Osten bis gegen 1500 m ab-

sinkt, bei Tschiktim (43° Breite, $90^{\circ} 40'$ Länge, 600 m) und einer Station 40 km nördlich von Tschiktim am Gutschendawan (Paß-Station) in 2000 m.

Über einer Höhe von 1000 m liegt eine dichte Staubdecke in 2000 m zum Teil alles nebelartig einhüllend. Es ist höchst wahrscheinlich, daß in ungefähr 3000 m eine starke Inversion liegt. Zwischen Tschiktim 600 m und der Paßhöhe 2000 m besteht ein normales Temperaturgefälle. Während des 25. herrschen über den Pässen Winde mit Südkomponenten. Das ändert sich am 26. gegen 9^h . Der Wind dreht auf ENE und erreicht bald 50 km/std. und am Abend und nächsten Tage 60–80 km/std. Die Winddrehung findet nach Änderung der Druckgradientrichtung statt. Dieser Moment zeigt sich an der Bogdostation durch größere Temperaturschwankungen an. Da die Luft aber auf der Nordseite zu dieser Zeit noch höher war als auf der Südseite, so bewirkt der Kaltluftenbruch zunächst auch auf der Südseite in 2000 m eine Temperatursteigerung von mehreren Graden, bis gegen Abend nach Ausgleich der Temperaturen bei weiterem Zustrom kalter Luft ein gleichmäßiger Abfall einsetzt.

Tschiktim, noch etwas geschützt liegend, wird zunächst von dem wütenden NE-Wind und der Kaltluft nicht erreicht, sondern außerordentlich stark mit Staub durchsetzte warme Luft bei Westwind 25 km/std. liegt über dem Ort in der flachen Talmulde. Der Temperaturgradient zum Gutschendawan beträgt am 26. 0.8° bis 0.9° , am 27. bis zu 1.5° . Erst am Morgen des 28. macht sich in Tschiktim, allerdings verbunden mit Ausstrahlung, der Kälteeinbruch in der Temperatur mit -7° bemerkbar.

Interessant ist der Vergleich der Luftdruckkurven zwischen Urumtschi und Tschiktim. Anfangs herrscht beim Druckfall Süd \rightarrow Nord-Gradient verstärkt durch die Föhnausbildung auf der Nordseite.

Der Beginn der Temperaturabnahme in der Höhe wirkt sich in Urumtschi durch Druckanstieg aus, der durch den Warmluftenbruch in den untersten Schichten nur wenig gemildert wird. Über Ostturkestan dürfte in der Höhe die stark antizyklonal erwärmte Luft sich auch abkühlen, was am Boden zu leichtem Anstieg in Tschiktim führt. Der Gradient in der Höhe kehrt sich gegen 9^h um. Wärmere Luft der Übergangszone dringt zunächst herüber. Es folgt Abnahme des Druckanstieges und Verstärkung des Gradienten. Da die über die Pässe dringende Kaltluft sich teils durch Herabströmen erwärmt,

dann aber nicht bis auf den Boden durchdringt, nimmt der Gradient bald große Werte an.

Der Sturm tobt mit Gewalt über den Pässen und rast über die abfallenden Schotterflächen mit kaum zu widerstehender Kraft, große Kiesel neben Sand und Grus durch die Luft schleudernd. Es ist dies ein Musterbeispiel für die im „Teufelstal“ so gefürchteten Stürme, die auch jetzt fast jedes Jahr ihre Opfer an Menschenleben fordern. Die Bedingung für ihre Entstehung ist eine Kältewelle auf der Nordseite, deren Luft in nicht sehr großer Mächtigkeit über das Gebirge auf die Südseite herüberströmt, und zu einem zeitlich verzögerten Druckanstieg führt.

Die Kältewelle erreicht am 27. nachmittags sowohl den Edsingol wie auch Tscharchlik und Tschiktim. An beiden Stationen dürfte gemäß dem Temperaturgradienten schon am 26. nachmittags bzw. morgens bei NW-Winden starke Abkühlung in der Höhe nach der antizyklonalen Erwärmung eingetreten sein. In Tscharchlik herrscht seit 3^h wieder Sandsturm aus NE. In Kutscha tritt bis Ende Februar überhaupt keine merkbare Abkühlung ein. Dafür kommt es in der Nacht vom 27. zu ausgedehntem und für die dortige Gegend beträchtlichem Niederschlag: Schnee und Regen von 10 mm bei W- und SW-Winden am Boden und ESE in den Regenwolken. In Urumtschi fielen 9 mm als Schnee. Stärker war der Schneefall in den Bergen. Große Schneemassen wurden über die Pässe hinübergetrieben und auf der Südseite des Tienschan abgelagert.

Zusammenfassung.

Die drei Beispiele des Winterhalbjahres haben erwiesen, daß die Kaltluftereinbrüche, die am Boden ihren Weg durch die Dsungarei nehmen, für die Witterung von Zentralasien in dieser Jahreshälfte von ausschlaggebender Bedeutung sind. Späteren Arbeiten muß es vorbehalten bleiben zu zeigen, daß sie es ausschließlich sind. Desgleichen habe ich die Kaltluftereinbrüche des Sommerhalbjahres weggelassen, da sie eine gesonderte Betrachtung verdienen.

Warmluftfronten in dem Sinne wie in Europa oder anderen ozeanisch beeinflussten Klimaten gibt es hier nicht. Wohl aber zeigen sich große Wetterstürze schon vorher durch die Bildung eines tiefen ei-str an, der bald mehr oder minder fracto-Formen annimmt, dessen Höhe aber nicht weniger als etwa 6000 m beträgt.

Die Bildung tiefer Wolkendecken über dem Tarimbecken im Winter gehört zu den auffälligsten klimatischen Erscheinungen. Die

Paßhöhen, die die Kaltluft auf der Ostseite des Tienschan überschreiten muß, liegen zwischen 1500 und 2000 m. Wolkendecken in Höhe von 400—500 m über dem Boden finden dann bei der geringen notwendigen Hebung bis zur Kondensationsgrenze darin durchaus ihre Erklärung. Im Winter sind diese tiefen Niederschlagswolken immer an E bis NE-Winde gebunden.

Die kalten polaren Luftmassen, die nach der Dsungarei eindringen, suchen ihren Weiterfluß sowohl nach E wie nach Süden, hier über die natürlichen tiefsten Lagen der Gebirgshindernisse. Zum Teil über die Senke zwischen Tschiktim und Hami fließend, zum Teil aber auch den Karlyktag umfließend, dringen sie von NE in das Tarimbecken ein, um am Boden mit großer Geschwindigkeit besonders am Nordabfall des Kuenlungebirges entlang nach Westen zu strömen. Weiter im Innern erlischt mehr und mehr mit Weitung des Tarimbeckens die Windgeschwindigkeit am Boden, und ein allgemeines Ausfließen der Kaltluft setzt ein.

Es dürfte möglich sein, die Kaltluftwelle über die Gobi bis an ihren Ostrand zu verfolgen, wo sie dort auf den verstärkten Ausflußarm aus N bis NW-Richtung trifft, der für die östlichsten Gebiete Asiens von größter Wichtigkeit ist.

Wie an solche Kaltlufteinbrüche ein großer Teil der auftretenden Niederschläge geknüpft ist, so zeigen die Beispiele, daß jeder von ihnen sowohl in der Gobi als auch in der Taklamakan starke Sandstürme auslöste, deren emporgewirbelter Staub nach Beruhigung des Sturmes noch 2 bis 3 Tage die Sicht sehr getrübt lassen kann. Besonders stark, und für die Bevölkerung unheilvoll, wirken sich die Temperaturstürze verbunden mit starken Stürmen an den Gebirgspässen und den kahlen und fast völlig ebenen geneigten Schotterflächen aus.

Prognostisch läßt sich das Eintreten der Winterstürme gut erkennen, da das Ausbreiten einer Kältewelle durch Rußland gut vorher verfolgt werden kann, und ebenso ihre wirksam werdende Eintrittszeit. Auch ist es hierfür von Bedeutung, daß die Hauptsturmzeiten und die Form ihres Auftretens fast kalendermäßig festgelegt werden können. Mit ein wichtiges Mittel zur Vorhersage von solchen Wetterstürzen sind die im Winterhalbjahr immer in Höhe von 2500 m vorher auftretenden extrem starken antizyklonalen Erwärmungen. Sie können wohl besonders an den Stationen am Nordhang durch Föhnwirkung zum Teil Verstärkung erfahren, aber nicht durch sie erklärt

werden. Ebenso prognostisch sehr wichtig ist das Auftreten von dichten tiefen Cirren.

Die Kaltluft erreicht über dem Tarimbecken immer noch solche Höhen, daß sie an den ersten Ketten des Kuenlun emporsteigend diesen überschreitet und wohl weit in das tibetische Hochland vordringen kann.

Anzahl und Dauer der Frost- und Kälteperioden im mitteldeutschen Berglande.

Von E. Reichel.

I.

In dem vorhergehenden Jahrgang dieses Berichtes war eine Übersicht über die Zahl und Dauer der Frost- und Kälteperioden gegeben worden, die sich auf den in orographischer Hinsicht einförmigsten Teil Norddeutschlands beschränkt hatte, nämlich auf das norddeutsche Flachland. Nachdem diese Untersuchung gezeigt hatte, daß bestimmte Gesetzmäßigkeiten die betrachteten Größen bestimmen, soll die zunächst als Versuch gewertete Arbeit nunmehr auch auf das mitteldeutsche Bergland ausgedehnt werden; sie wird damit in zwiefacher Richtung ergänzt, indem einmal der klimatisch-mildere Südwesten Preußens in die Betrachtung einbezogen wird, und indem zum andern die höheren Lagen der mitteldeutschen Gebirge, soweit sie zum Bezirk des preußischen Netzes gehören, untersucht werden sollen.

In dieser Beschränkung auf ein bestimmtes Beobachtungsnetz, das aus einer natürlichen Einheit der Landschaft nur ein, wenn auch ziemlich großes Teilgebiet umfaßt, zeigt sich eine Schwierigkeit, die die wünschenswerte Erschöpfung des Gegenstandes hindert: dem Bearbeiter ist nur ein Teil der Quellen zugänglich. Wichtiger aber ist noch, daß in diesem Teile nicht so viele ausreichend lange Reihen vorhanden sind, wie man sich für die Untersuchung gewünscht hätte. So fallen die Rhön und leider auch der Thüringer Wald vollkommen aus, und auch für die Eifel und das Rheinische Schiefergebirge ließen sich die notwendigen Zahlenwerte nur dadurch beschaffen, daß man auf die Einheit der Periode 1881—1925 verzichtete, deren Wahl in der ersten Untersuchung gerechtfertigt wurde, und abweichend davon der 40jährige Zeitraum 1888—1928 bei den Stationen Schneifelforst-

haus und Altastenberg gewählt wurde; ferner mußte man sich beim Brocken mit der 35jährigen Periode 1895—1930 begnügen.

Für das restliche Gebiet stützen wir uns auf die 45jährigen Reihen 1881—1926 (wir beginnen in dieser Untersuchung erst mit dem Herbst 1881) von Aachen, Trier, Wiesbaden, Kassel und Erfurt sowie von Klausthal, Wang und Schneekoppe. Die Auswahl der Stationen aus den höheren Lagen verdient kaum eine Rechtfertigung, da man sich an die vorhandenen wenigen langen Reihen halten muß. Es wurde nur versucht, einen Teil der Stationen aus einem mittleren Niveau von 600—800 m zu erhalten. Aber auch bezüglich der fünf Orte aus der Niederung bot sich kaum eine Möglichkeit, eine andere Wahl zu treffen. Die Gesichtspunkte, die in der vorigen Untersuchung maßgebend für die Auswahl des grundlegenden Materials waren, konnten mangels ausreichender Beobachtungen nicht zur Geltung gebracht werden. So sind hier zum großen Teil Beobachtungen aus Gehäuseaufstellungen in verschiedener Höhe über dem Erdboden verwendet worden; bei Aachen und Trier war es allerdings möglich, diese älteren Messungen aus dem Innern der Städte mittels bekannter Vergleichswerte auf die neueren Hüttenaufstellungen in freierer Lage zu beziehen.

Im übrigen ist bei der Bearbeitung des Zahlenmaterials nach denselben Grundsätzen verfahren worden, wie im vorigen Bericht geschildert wurde [S. 72—74]. Dies gilt sowohl für die äußere Anordnung der Auszüge, die ebenfalls noch eine anderweitige Auswertung des Materials erwarten lassen¹⁾, wie für die Umrechnung sämtlicher Berechnungen auf einen 45jährigen Zeitraum, wie für die Art der Vervollständigung der Lücken.

Im einzelnen waren folgende Ergänzungen notwendig. Aachen: —. Trier: —. Wiesbaden: —. Kassel: 6 Mon. nach Göttingen. Erfurt: 76 Mon. nach Jena. Schneifel-forsthaus: —. Altastenberg: 6 Mon. nach Arnberg, Neukirch. Klausthal: —. Wang: —. Brocken: —. Schneekoppe: —.

In der Einteilung und in der Reihenfolge der Darstellung wie auch in der Zusammenstellung des Materials wurde überall das in der vorhergehenden Arbeit gegebene Muster genau eingehalten. Die in [eckige Klammern] gesetzten Seitenzahlen sollen dem Hinweis auf die entsprechenden Absätze der früheren Arbeit dienen. Nur in einem Punkte weichen wir hier ab: Im Abschnitt V ist eine Zusammen-

¹⁾ Vgl. E. Reichel, Der jährliche Gang der Frost- und Kältehäufigkeit im nord-deutschen Flachlande. Meteorol. Zeitschr. 1930, S. 215—222.

fassung aller bisherigen Ergebnisse gegeben, indem die erhaltenen Werte aus dem Flachlande und dem Berglande in Beziehung zur mittleren Temperatur gesetzt werden. Daß im übrigen Vergleiche mit den vorher berechneten Werten an passenden Stellen angestellt werden, ist selbstverständlich. Der übersichtlichen Darstellung dient ferner, daß alle Figuren den gesamten Stoff umfassen.

II.

Wie die in den Tabellen 1 und 2 gegebenen Mittelwerte [S. 74—76] zeigen, sind mit den Stationen Aachen, Wiesbaden und Trier diejenigen in die Untersuchung einbezogen, bei denen die Frosthäufigkeit bis fast an die früher durch Keitum bereits gesetzte Grenze herankommt, während die Zahl der Eistage nur von Cleve unterboten wird. Kassel und Erfurt fallen in den früheren Rahmen

Tab. 1. Mittlere Zahl der Frosttage.

	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Jahr
Aachen	—	—	1.4	7.6	11.9	14.8	12.8	10.4	3.3	0.2	—	—	62.4
Trier	—	0.1	3.1	10.2	15.3	19.1	15.6	13.1	5.2	0.7	—	—	82.4
Wiesbaden	—	—	1.5	7.8	13.9	17.6	13.6	9.3	1.7	0.0	—	—	65.4
Kassel	—	0.0	2.8	9.9	14.9	18.2	15.5	12.3	4.2	0.3	—	—	78.1
Erfurt	—	0.4	4.5	14.1	19.4	21.1	19.0	16.6	8.5	1.3	—	—	104.9
Schneifelforsthaus	—	0.1	5.3	16.3	23.2	25.0	21.9	20.6	12.5	3.3	0.0	—	128.2
Altastenberg	—	0.1	6.2	17.7	25.5	27.2	23.5	22.1	14.1	3.6	0.0	—	140.0
Klausthal	—	0.0	5.0	16.3	24.0	26.2	22.3	21.4	11.7	2.4	—	—	129.3
Wang	—	1.1	9.6	22.0	28.1	28.9	25.6	24.7	16.9	5.0	0.2	—	162.1
Brocken	—	1.9	12.7	23.7	29.2	29.5	26.7	27.2	21.6	10.0	2.2	—	184.7
Schneekoppe	1.2	8.4	19.2	27.2	30.2	30.6	27.7	29.8	24.8	13.1	5.8	0.8	218.8

Tab. 2. Mittlere Zahl der Eistage; mittlere Frost- und Kältengrenzen.

	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Jahr	Frost			Kälte		
												erster	letzter	Z. ¹⁾	erste	letzte	Z. ¹⁾
Aachen	—	—	0.7	3.5	4.7	3.0	0.7	—	—	—	12.6	30. X.	17. IV.	170	19. XII.	12. II.	56
Trier	—	—	0.6	3.9	5.4	2.3	0.4	—	—	—	12.6	24. X.	28. IV.	187	14. XII.	7. II.	56
Wiesbaden	—	—	0.6	4.2	6.2	2.3	0.3	—	—	—	13.6	1. XI.	10. IV.	163	11. XII.	4. II.	56
Kassel	—	0.0	1.9	6.1	8.9	4.8	1.5	—	—	—	23.2	24. X.	21. IV.	180	30. XI.	23. II.	86
Erfurt	—	0.1	3.0	6.8	10.8	6.2	2.1	0.0	—	—	29.0	12. X.	4. V.	205	24. XI.	28. II.	97
Schneifelforsth.	—	0.2	4.3	10.9	11.4	8.4	3.3	0.5	—	—	39.0	15. X.	12. V.	210	21. XI.	15. III.	115
Altastenberg	—	0.5	6.0	11.7	14.4	11.5	6.5	0.9	—	—	51.5	15. X.	13. V.	211	12. XI.	26. III.	135
Klausthal	—	0.3	4.7	11.2	12.8	9.9	5.5	0.4	—	—	44.8	18. X.	6. V.	201	17. XI.	19. III.	123
Wang	—	1.3	7.8	13.3	15.7	13.3	9.2	2.1	0.0	—	62.7	2. X.	19. V.	230	4. XI.	7. IV.	155
Brocken	—	3.6	12.2	20.0	20.5	18.6	16.4	9.0	1.5	—	101.8	26. IX.	8. VI.	256	22. X.	3. V.	194
Schneekoppe	0.9	7.8	16.9	24.0	25.7	23.5	22.6	13.1	3.4	0.3	138.2	31. VIII.	29. VI.	303	7. X.	15. V.	221

1) Zwischenzeit.

Andererseits bleiben bei den westlichen Hochstationen beide Größen hinter den Werten von Treuburg zurück, die erst — trotz höherer mittlerer Wintertemperatur — bei Wang überschritten werden; Brocken und Schneekoppe schließen sich natürlich dann an.

Bei den Frost- und Kältengrenzen ändern sich diese Verhältnisse etwas. Zwar bleibt innerhalb der Tieflandstationen die Reihenfolge des Eintritts etwa die gleiche, wie sie durch die Häufigkeiten gegeben ist. Dagegen verschiebt sich bei den höheren Orten das Ende des Winters auf einen relativ späten Termin, wie dies durch das Nachhinken des Temperaturganges in der Höhe leicht zu erklären ist. Bei den extremen Eintrittszeiten (Tabelle 3) verdient Beachtung, daß in Aachen die erste Kälte einmal bis auf den 8. März verschoben ist,

Tab. 3. Äußerste Frost- und Kältengrenzen.

	Frost				Kälte			
	erster		letzter		erste		letzte	
	früh.	spät.	früh.	spät.	früh.	spät.	früh.	spät.
Aachen	4. X.	4. XII.	11. III.	24. V.	2. XI.	8. III.	14. XI.	24. III.
Trier	19. IX.	1. XII.	10. III.	20. V.	2. XI.	26. I.	8. XII.	19. III.
Wiesbaden	5. X.	7. XII.	13. III.	1. V.	16. XI.	20. I.	29. XI.	15. III.
Kassel	16. IX.	20. XI.	23. III.	13. V.	31. X. ¹⁾	25. I.	2. I.	5. IV.
Erfurt	16. IX.	15. XI.	31. III.	29. V.	24. X.	8. I.	14. I.	5. IV.
Schneifelforsthaus	16. IX.	7. XI.	14. IV.	11. VI.	22. X.	9. I.	20. I.	20. IV.
Altastenberg	16. IX.	20. XI.	18. IV.	2. VI.	3. X.	8. XII.	17. II.	27. IV.
Klausthal	5. IX.	13. XI.	23. III.	31. V.	15. X.	7. XII.	29. I.	21. IV.
Wang	10. IX.	28. X.	19. IV.	21. VI.	3. X.	6. XII.	7. III.	15. V.
Brocken	4. IX.	25. X.	7. V.	30. VI.	3. X.	19. XI.	13. IV.	23. V.
Schneekoppe	2. VIII.	4. X.	21. IV.	26. VII.	9. IX.	14. XI.	14. IV.	25. VI.

¹⁾ In den übrigen Tabellen tritt im Oktober wegen der Verrechnung in einer in den November reichenden Periode kein Eistag auf.

während andererseits einmal der letzte Eistag bereits am 14. November eingetreten ist. Daneben finden wir in Trier und besonders Wiesbaden die Orte, in denen die letzten Eistage zu einem sehr frühen Termin aufgetreten sind, ein Ausdruck der relativen Wärme des Frühlings in diesem etwas mehr kontinentalen aber wintermilden Gebiet. Erst Erfurt fällt in das Gebiet, in dem der späteste Termin der ersten Kälte vor dem frühesten Termin der letzten Kälte auftritt [S. 75]. Während bei Treuburg der niemals kältefreie Zeitraum 2½ Monate beträgt, erreicht diese Differenz in Wang 3 Monate, auf der Schneekoppe 5 Monate.

Aus den damit skizzierten Verhältnissen leiten wir die Reihenfolge ab, in der in den Figuren die Stationen zusammen mit den

früher behandelten aufgeführt werden sollen. Neben den in Tabelle 1—3 gegebenen Elementen ist dabei die Temperatur November—März

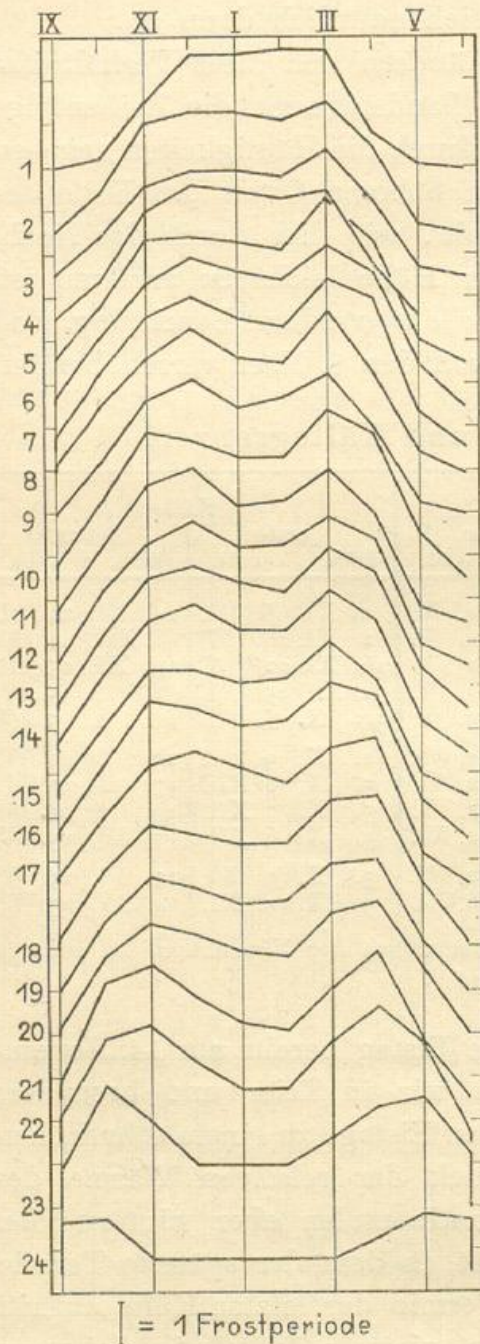


Fig. 1. Mittlere Zahl der Frostperioden.

Wiesbaden sowie der Brocken haben es — wohl ein Ergebnis des Zufalls — im Spätherbst. Bei den Stationen bis Ratibor fällt es auf

und der geographische Zusammenhang berücksichtigt worden. Die folgenden Ziffernbezeichnungen werden in den Abbildungen immer angewendet werden; in Klammern ist die Seehöhe der Station gegeben.

1. Keitum (9 m); 2. Cleve (48 m); 3. Aachen (204 m); 4. Wiesbaden (115 m); 5. Trier (148 m); 6. Lönningen (27 m); 7. Lüneburg (20 m); 8. Quedlinburg (130 m); 9. Kassel (200 m); 10. Erfurt (218 m); 11. Liegnitz (129 m); 12. Rostock (27 m); 13. Neustrelitz (75 m); 14. Landsberg (70 m); 15. Ratibor (191 m); 16. Köslin (46 m); 17. Königsberg (7 m); 18. Schneifelforsthaus (659 m); 19. Klausthal (585 m); 20. Altastenberg (783 m); 21. Treuburg (162 m); 22. Wang (874 m); 23. Brocken (1150 m); 24. Schneekoppe (1618 m).

Für die weiteren Erörterungen sind in Tabelle 4 und 4 a die notwendigen Zahlen Grundlagen gegeben. Wir diskutieren zunächst den jährlichen Gang der Zahl der Frostperioden [S. 76—77]. Bis auf Keitum treten überall (Fig. 1) zwei Maxima auf, zwischen denen im Januar oder Februar eine geringere Häufigkeit zu finden ist. Das Hauptmaximum liegt fast durchweg im zeitigen Frühjahr, nur Liegnitz und

Tab. 4. Mittlere Zahl und Dauer der Frostperioden.

	Ang.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Jahr
Mittlere Zahl.													
Aachen	—	—	0.9	2.1	2.4	2.4	2.3	2.9	1.7	0.2	—	—	14.9
Trier	—	0.1	1.3	2.8	2.9	2.8	2.6	3.8	2.8	0.5	—	—	19.6
Wiesbaden	—	—	0.9	2.5	3.1	3.0	2.8	3.0	1.2	0.0	—	—	16.5
Kassel	—	0.0	1.2	2.7	3.1	2.5	2.7	3.2	2.0	0.2	—	—	17.6
Erfurt	—	0.3	1.8	3.4	3.2	2.8	2.8	3.9	3.4	1.0	—	—	22.6
Schneifellforsthaus	—	0.2	1.8	2.8	2.7	2.4	2.4	3.4	3.5	1.5	0.1	—	20.8
Altastenberg	—	0.1	1.8	2.5	2.3	1.9	1.8	2.8	3.0	1.5	0.0	—	17.7
Klausthal	—	0.0	1.6	2.6	2.4	2.0	2.1	2.9	3.0	1.1	—	—	17.7
Wang	—	0.7	2.4	2.7	1.7	2.5		2.3	3.1	2.3	0.2	—	17.9
Brocken	—	0.9	2.8	2.0	3.1			1.6	2.3	2.5	1.3	—	16.5
Schneekoppe	0.7	2.3	2.5	3.0				1.6	2.7	2.4	0.7	—	15.9
Mittlere Dauer.													
Aachen	—	—	1.6	3.6	5.1	5.9	6.4	3.2	2.0	1.3	—	—	4.2
Trier	—	1.0	2.3	3.6	5.4	6.3	6.7	3.2	1.8	1.5	—	—	4.2
Wiesbaden	—	—	1.6	3.1	4.5	6.0	4.8	3.1	1.4	1.0	—	—	4.0
Kassel	—	1.0	2.4	3.6	5.0	7.2	6.2	3.5	1.9	1.4	—	—	4.4
Erfurt	—	1.5	2.3	4.2	6.2	7.5	7.4	3.8	2.5	1.3	—	—	4.6
Schneifellforsthaus	—	1.2	2.9	5.3	9.2	9.8	9.8	5.9	3.5	2.2	1.0	—	6.2
Altastenberg	—	1.2	3.3	6.4	11.6	16.6	12.9	7.0	4.4	2.3	1.0	—	7.9
Klausthal	—	1.0	3.3	5.6	10.2	13.4	10.9	7.1	3.9	2.2	—	—	7.3
Wang	—	1.6	4.2	8.2	13.2	24.8		10.0	5.0	2.2	1.2	—	9.0
Brocken	—	2.1	4.4	11.6	31.3			11.8	8.8	3.7	1.6	—	11.2
Schneekoppe	1.7	3.4	6.8	52.0				10.5	4.3	2.5	1.3	—	13.8

Tab. 4a. Mittlere Zahl und Dauer der Kälteperioden.

	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Jahr	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Jahr
Mittlere Zahl.												Mittlere Dauer.										
Aachen	—	—	0.4	1.1	1.5	1.0	0.4	—	—	—	4.4	—	—	1.8	3.2	3.1	3.0	1.4	—	—	—	2.9
Trier	—	—	0.3	1.5	1.8	0.8	0.3	—	—	—	4.7	—	—	2.1	2.6	3.1	2.7	1.5	—	—	—	2.7
Wiesbaden	—	—	0.3	1.6	2.0	0.9	0.2	—	—	—	5.0	—	—	2.5	2.6	3.1	2.6	1.6	—	—	—	2.8
Kassel	—	—	1.0	1.7	2.3	1.7	0.6	0.0	—	—	7.3	—	—	1.9	3.9	4.1	2.8	2.8	1.0	—	—	3.3
Erfurt	—	0.0	1.3	1.7	2.2	1.9	0.8	0.0	—	—	7.9	—	1.0	2.5	3.8	5.3	3.3	2.5	1.0	—	—	3.8
Schneifellforsth.	—	0.1	1.2	2.5	2.6	2.4	1.4	0.3	—	—	10.5	—	1.2	3.3	4.4	4.4	3.5	2.2	1.8	—	—	3.7
Altastenberg	—	0.3	1.6	2.7	2.8	2.4	2.2	0.6	—	—	12.6	—	1.6	3.6	4.5	5.0	5.2	2.7	1.5	—	—	4.1
Klausthal	—	0.2	1.3	2.9	2.6	2.3	1.8	0.3	—	—	11.4	—	2.0	3.3	4.1	4.7	4.5	2.8	1.7	—	—	3.9
Wang	—	0.5	2.1	3.2	3.2	2.7	2.8	1.0	0.1	—	15.6	—	2.5	3.6	4.2	4.6	5.3	3.2	1.8	1.0	—	4.0
Brocken	—	1.2	2.7	3.0	3.1	2.2	3.1	2.9	0.9	—	19.1	—	3.0	4.5	6.2	7.1	7.9	5.3	3.0	1.6	—	5.3
Schneekoppe	0.4	2.4	2.9	2.6	2.1	1.8	2.6	3.1	1.3	0.3	19.5	2.2	3.4	5.6	8.8	13.1	14.5	8.3	4.0	2.4	1.3	7.2

den März, von Köslin bis Wang¹⁾ verschiebt es sich auf den April, bei den beiden Gipfelstationen¹⁾ auf den Mai. Das herbstliche Maximum liegt anfangs im Dezember und Januar, dann im Dezember,

¹⁾ Über die Zusammenfassung einzelner Monate siehe S. 89.

aber bei Erfurt und von Köslin ab — Königsberg ist eine Ausnahme — im November, bei der Schneekoppe im Oktober. Dabei nimmt der Betrag der beiden Spitzenwerte gegen das Ende der Reihe

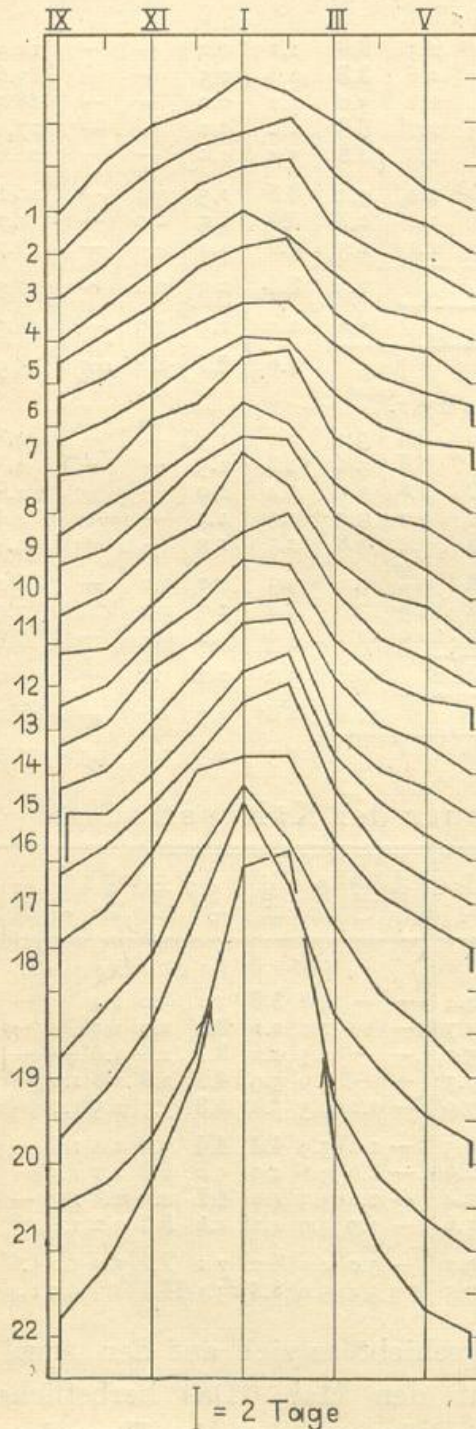


Fig. 1 a. Mittlere Dauer der Frostperioden.

etwas ab. Für diese Verhältnisse bieten die mittleren Temperaturen eine gute Erklärung. Bei allen Stationen mit dem Maximum im März ist dessen Temperatur über 1.5° , fällt es auf den April, so ist der März unter 1.5° warm; bei Brocken und Schneekoppe ist seine Temperatur unter -2.0° . Beim zweiten Höchstwert im Herbst ist der Zusammenhang durch drei Ausnahmen gestört. Kennzeichnend ist die Temperatur des November, die bei den Stationen der ersten Gruppe über 4.8° , in der zweiten von 2.6° bis 4.7° , in der dritten unter 2.5° und bei den Gipfelstationen unter 0.0° beträgt. Das Minimum liegt teilweise im Januar, vorwiegend aber im Februar, wo unter dem Einfluß der geringeren Bewölkung wenige längere Perioden eintreten. Auch die früheren Ergebnisse bezüglich der jährlichen Zahl der Frostperioden finden wir bestätigt. In Erfurt erreicht dieser Wert das absolute Maximum mit 22.6, von Altastenberg ab bleiben diese Zahlen hinter Treuburg zurück, und die für die Schneekoppe gefundene Größe von 15.9 Frostperioden im Jahre liegt nicht viel über dem Keitumer Wert von 13.2. An den Orten mit den meisten Frostperioden beträgt die mittlere Temperatur der Monate Dezember

bis März 0.5° bis 1.5° , bei wärmeren und bei kälteren Stationen (also östlich und westlich davon) ist die Periodenzahl kleiner.

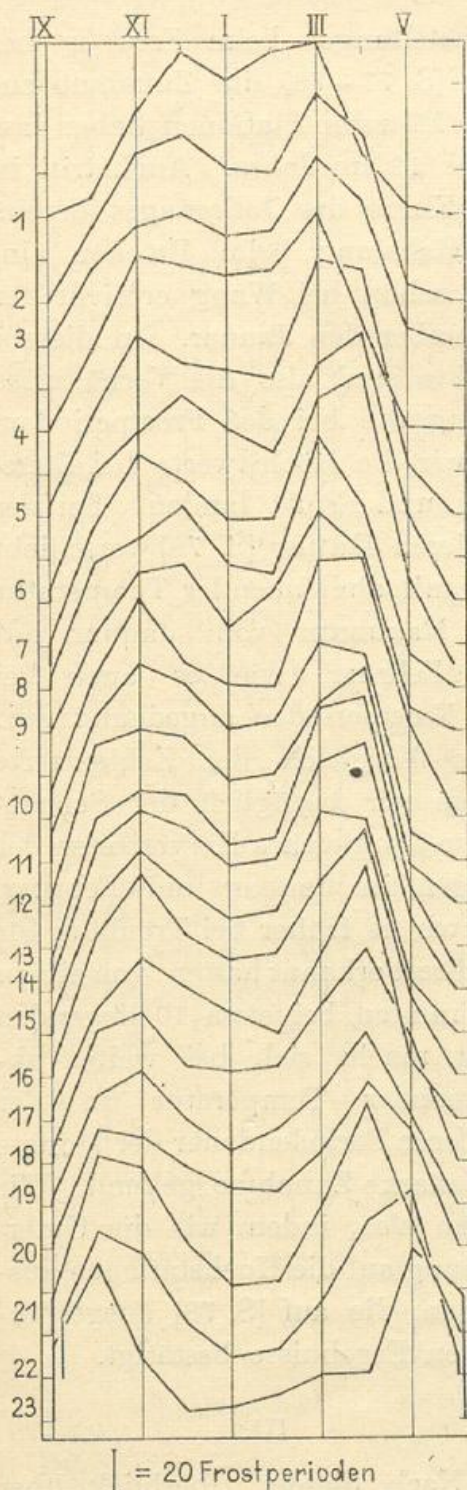


Fig. 2. Anzahl der Frostperioden von 1—3 Tagen Dauer.

Die für die mittlere Dauer [S. 77] gefundene Zunahme der Längen setzt sich fort (Fig. 1a): Altastenberg übertrifft bereits Treuburg. Wir werden häufiger finden, daß die höheren Stationen relativ zur mittleren Temperatur extremere Verhältnisse aufweisen als die Flachlandstationen. Die mittlere Dauer erreicht im Westen als Ergebnis des ozeanischen Einflusses im Februar ihr Maximum (Fig. 1a). Keitum aber zeigt als die frostärmste Station — hierin liegt die Erklärung — den Höchstwert in der Wintermitte. Weiter östlich tritt dann zunächst der Januar mit dem Maximum hervor, da der maritime Einfluß zurücktritt, bis bei den winterstrengen Stationen der Februar wieder den Höchstwert aufweist. Dies wurde schon früher als ein Ergebnis der Bewölkungsabnahme erkannt. Dagegen tritt bei den Hochstationen das Maximum im Januar ein. Von Wang ab wurden jedoch die jeweils kältesten Monate zusammengefaßt, da eine Aufteilung der häufig über mehrere Monate reichenden Perioden nicht zweckmäßig erschien. Deshalb ist auch das Ergebnis der letzten Betrachtungen mit Vorsicht aufzunehmen, da natürlich der Zufall, wohin nun gerade eine sehr lange Periode zu rechnen ist, stark die Mittelwerte beeinflusst. Die früher

auffallenden hohen Werte von Treuburg fügen sich jetzt durchaus dem allgemeinen Rahmen einer starken Längenzunahme in den Monaten Dezember bis Februar ein.

Im Gegensatz zu den obigen Feststellungen beim Frost ist bei der Häufigkeit der Kälteperioden [S. 77—78] die Zunahme anscheinend gerade begrenzt: die beiden kältesten Stationen haben fast die gleichen höchsten Werte von über 19 im Jahre. Auch tritt in

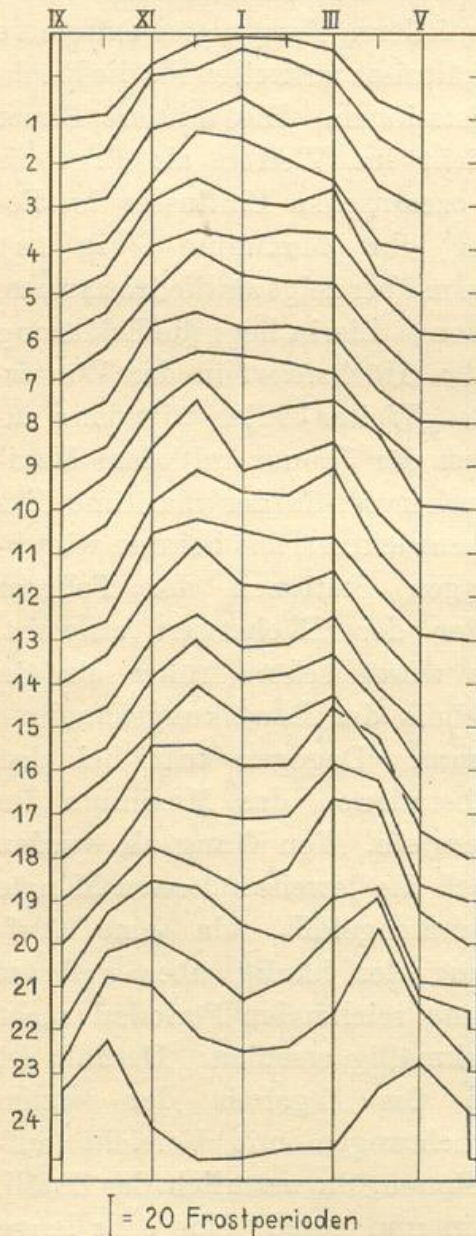


Fig. 2 a. Anzahl der Frostperioden von 4—15 Tagen Dauer.

der Kurve des Jahrganges bereits die Gabelung beim Brocken ein, und schon bei Wang erreicht der Dezember den Januar. In diesem Punkte sind also die Verhältnisse analog wie bei den Frostperioden, wo wir die Höchstwerte bei Lüneburg und Erfurt fanden. Bei der mittleren Dauer [S. 78] verschiebt sich mit abnehmender Temperatur das Maximum vom Januar auf den Februar, wie es auch bei den Frostperioden angedeutet war. Beim Vergleich der Zahlenwerte finden wir bezüglich der Schneekoppe ein gleiches Hervortreten der Längen im Januar und Februar, wie wir es früher bei Treuburg für den Frost erkannt hatten: von einem bestimmten bei etwa 10 liegenden Wert macht sich bei weiter abnehmender Temperatur in der mittleren Periodendauer der Monate eine starke Zunahme geltend. Wir finden also, indem wir die Untersuchung auf die Hochstationen ausdehnen, die auf [S. 78] ausgesprochenen Ergebnisse bestätigt.

III.

Nach diesem Überblick über die mittleren Verhältnisse wenden

wir uns der Betrachtung der Häufigkeit bestimmter Periodenlängen zu; die Zahlenwerte sind in den Tabellen 5 und 6 vereinigt, die Figuren 2—5 geben einen Überblick über die wichtigsten Züge des Bildes.

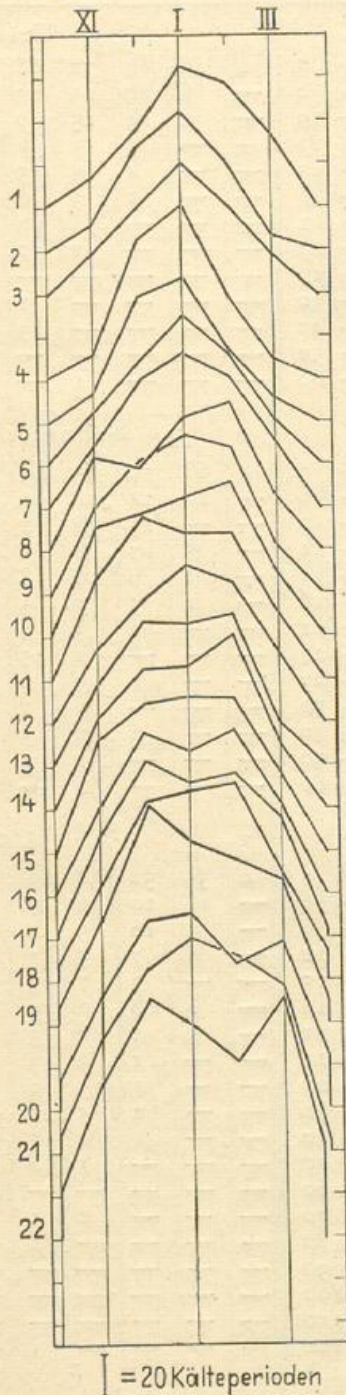


Fig. 3. Zahl der Kälteperioden von 1—5 Tagen Dauer.

Wiederum sind die kürzesten Frostperioden [S. 78—88] von 1—3 Tagen (Fig. 2) in allen Monaten an allen Stationen die häufigsten. Der Wert von Erfurt (657) kommt nahe an die früheren Höchstwerte heran, von denen gegen Osten und Westen und nunmehr auch gegen die Hochstationen eine Abnahme stattfindet, herunter bis rund 400 Perioden in 45 Jahren. Allgemein tritt im jährlichen Gang die von den mittleren Verhältnissen bekannte Einsattelung im Januar — mit wenigen Ausnahmen im Februar — ein, wo auf der Schneekoppe nur drei solcher Perioden vorgekommen sind. Das Hauptmaximum liegt durchweg im Frühjahr, erst im März, dann im April, Mai und Juni, im Westen mit einer Häufigkeit von 90, die über den Wert 136 (Lüneburg) wieder auf 80—90 bei Treuburg und den östlichen Hochstationen sinkt. Das herbstliche, sekundäre Maximum wandert vom Dezember auf den September, wobei im äußersten Westen und bei den Hochstationen die Häufigkeit von 80—90 gegen 60 sinkt. Den maritimen Einfluß erkennt man erneut beim herbstlichen Maximum durch den Vergleich Cleve, Aachen — Wiesbaden, Trier.

In Ergänzung dazu werden zunächst die Perioden von 4—15 Tagen Dauer (Fig. 2a) behandelt. Der jährliche Gang zeigt zunächst nur ein einziges Maximum, dann tritt der Dezember neben dem März stark hervor und bedingt, daß in der mittleren Gesamtzahl die Häufigkeit nahe an die des März herankommt. Bei den Hochstationen kehrt sich

Frost

Tab. 5. Zahl und Länge der

Länge	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Jahr	Länge	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.
Aachen											Trier						
1— 3	—	36	55	61	50	53	87	67	7	416	1— 3	4	48	84	71	68	64
4— 6	—	2	23	22	26	19	26	9	—	127	4— 6	—	8	20	25	23	19
7— 9	—	1	13	12	19	10	9	2	—	66	7— 9	—	2	14	15	9	8
10— 12	—	—	1	3	3	7	5	—	—	19	10— 12	—	—	5	5	6	7
13— 15	—	—	—	5	3	2	2	—	—	12	13— 15	—	—	4	9	5	7
16— 18	—	—	1	3	3	4	—	—	—	11	16— 18	—	—	1	3	7	5
19— 21	—	—	—	—	2	1	—	—	—	3	19— 21	—	—	—	1	4	—
22— 24	—	—	—	2	1	2	—	—	—	5	22— 24	—	—	—	1	2	1
25— 27	—	—	—	1	—	2	—	—	—	3	25— 27	—	—	—	—	—	1
28— 30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28— 30	—	—	—	—	1	4
31— 40	—	—	—	—	3	—	—	—	—	3	31— 40	—	—	—	—	3	2
41— 50	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	41— 50	—	—	—	—	—	1
Wiesbaden											Schneifel-						
1— 3	—	38	81	77	72	75	101	49	1	494	1— 3	7	62	70	45	43	45
4— 6	—	4	20	31	22	20	19	3	—	119	4— 6	—	14	24	28	19	15
7— 9	—	—	11	16	13	9	8	—	—	57	7— 9	—	—	15	6	7	14
10— 12	—	—	1	4	10	10	3	—	—	28	10— 12	—	3	7	8	8	5
13— 15	—	—	—	5	7	3	3	—	—	18	13— 15	—	1	6	10	8	9
16— 18	—	—	1	2	5	6	1	—	—	15	16— 18	—	1	3	7	5	3
19— 21	—	—	—	1	3	—	—	—	—	4	19— 21	—	—	1	3	6	6
22— 24	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	22— 24	—	—	—	2	5	1
25— 27	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	25— 27	—	—	1	3	2	1
28— 30	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	28— 30	—	—	—	3	1	1
31— 40	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4	31— 40	—	—	2	2	5	6
41— 50	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	41— 50	—	—	—	1	3	2
Kassel											Alt-						
1— 3	1	45	74	77	47	66	99	79	10	498	1— 3	4	55	52	38	29	27
4— 6	—	6	26	26	22	22	23	11	—	136	4— 6	—	18	20	16	9	7
7— 9	—	2	16	18	12	10	10	2	—	70	7— 9	—	3	16	9	7	12
10— 12	—	—	4	4	9	10	7	—	—	34	10— 12	—	3	7	5	7	9
13— 15	—	1	—	5	9	6	3	—	—	24	13— 15	—	—	3	7	3	6
16— 18	—	—	—	3	3	1	2	—	—	9	16— 18	—	1	6	2	5	5
19— 21	—	—	1	2	4	—	—	—	—	7	19— 21	—	1	1	6	3	1
22— 24	—	—	—	2	1	1	—	—	—	4	22— 24	—	—	1	3	3	1
25— 27	—	—	—	—	1	2	—	—	—	3	25— 27	—	—	1	5	2	2
28— 30	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	28— 30	—	—	2	5	2	—
31— 40	—	—	—	—	2	3	—	—	—	5	31— 40	—	—	1	1	5	7
41— 50	—	—	—	1	1	1	—	—	—	3	41— 50	—	—	—	3	8	4
Klausthal											III— 120						
1— 3	2	51	62	40	26	35	53	80	41	390	1— 3	—	—	—	—	—	—
4— 6	—	12	24	20	13	16	28	32	5	150	4— 6	—	—	—	—	—	—
7— 9	—	4	7	7	10	9	15	16	2	70	7— 9	—	—	—	—	—	—
10— 12	—	1	10	8	9	6	13	5	—	52	10— 12	—	—	—	—	—	—
13— 15	—	1	7	6	6	8	8	2	—	38	13— 15	—	—	—	—	—	—
16— 18	—	1	3	8	5	3	4	—	—	24	16— 18	—	—	—	—	—	—
19— 21	—	1	1	1	2	2	3	1	—	11	19— 21	—	—	—	—	—	—
22— 24	—	—	2	2	4	—	4	—	—	12	22— 24	—	—	—	—	—	—
25— 27	—	—	—	6	4	5	2	1	—	18	25— 27	—	—	—	—	—	—
28— 30	—	—	1	2	1	1	—	—	—	5	28— 30	—	—	—	—	—	—
31— 40	—	—	1	5	5	3	2	—	—	16	31— 40	—	—	—	—	—	—
41— 50	—	—	—	1	5	3	—	—	—	9	41— 50	—	—	—	—	—	—
51— 60	—	—	—	—	—	3	—	—	—	3	51— 60	—	—	—	—	—	—
61— 70	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	61— 70	—	—	—	2	1	1
71— 80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71— 80	—	—	—	—	1	—
81— 90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81— 90	—	—	—	—	—	—
91— 100	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	91— 100	—	—	—	—	—	—

Frost- und Kälteperioden.

Frost

März	April	Mai	Juni	Jahr	Länge	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Jahr
Trier					Erfurt											
119	115	23	—	596	1—3	13	65	102	71	62	61	119	120	44	—	657
28	6	—	—	129	4—6	—	12	23	31	21	18	28	23	1	—	157
15	3	—	—	66	7—9	—	3	10	13	11	10	10	7	—	—	64
5	—	—	—	28	10—12	—	1	7	16	7	15	11	5	—	—	62
—	—	—	—	25	13—15	—	—	7	3	4	5	2	—	—	—	21
2	—	—	—	18	16—18	—	—	2	2	3	4	3	—	—	—	14
—	—	—	—	5	19—21	—	—	1	3	9	2	—	—	—	—	15
—	—	—	—	4	22—24	—	—	3	2	3	1	1	—	—	—	10
—	—	—	—	1	25—27	—	—	—	1	1	2	—	—	—	—	4
—	—	—	—	5	28—30	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	3
—	—	—	—	5	31—40	—	—	—	2	3	2	—	—	—	—	7
—	—	—	—	1	41—50	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	2
—	—	—	—	1	51—60	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	2
forsthaus					Wang											
74	99	55	2	502	1—3	30	68	58	24	8	12	36	72	87	9	404
30	37	10	—	177	4—6	2	22	23	10	6	11	18	34	12	—	138
19	10	1	—	72	7—9	—	9	6	5	3	4	12	14	2	—	55
12	6	—	—	49	10—12	—	4	6	9	2	6	9	12	1	—	49
8	3	—	—	45	13—15	—	1	8	7	3	2	6	1	—	—	28
2	—	—	—	21	16—18	—	2	4	4	3	3	5	5	—	—	26
—	—	—	—	16	19—21	—	—	2	3	2	3	5	1	—	—	16
1	—	—	—	9	22—24	—	—	3	1	1	2	1	2	—	—	10
3	1	—	—	11	25—27	—	1	2	—	4	—	3	—	—	—	10
1	—	—	—	6	28—30	—	1	4	3	3	—	2	—	—	—	13
—	—	—	—	15	31—40	—	—	2	4	7	6	3	—	—	—	22
1	—	—	—	7	41—50	—	—	3	2	—	5	2	—	—	—	12
—	—	—	—	2	51—60	—	—	—	2	—	6	—	—	—	—	8
astenberg					Brocken											
46	77	54	1	383	61—70	—	—	—	—	—	5	1	—	—	—	6
35	30	14	—	149	71—80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	17	—	—	78	81—90	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	3
9	9	—	—	49	91—100	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2
9	7	—	—	35	101—110	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
7	—	—	—	26	111—120	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
2	—	—	—	14	121—130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	10	1—3	36	73	28	4	6	12	21	21	80	55	336
—	—	—	—	10	4—6	4	28	15	8	3	4	11	32	14	4	123
—	—	—	—	9	7—9	—	9	10	3	3	4	5	17	8	—	59
2	—	—	—	16	10—12	—	8	6	3	4	1	8	8	6	—	44
—	—	—	—	15	13—15	—	—	9	3	—	3	4	10	—	—	29
—	—	—	—	1	16—18	—	—	1	—	1	—	5	6	1	—	14
—	—	—	—	4	19—21	—	3	5	8	3	3	5	6	—	—	33
—	—	—	—	1	22—24	—	—	1	4	1	—	3	1	—	—	10
—	—	—	—	—	25—27	—	1	1	3	1	—	1	3	—	—	10
—	—	—	—	—	28—30	—	—	3	4	1	1	1	—	1	—	11
—	—	—	—	—	31—40	—	1	3	3	5	5	4	1	—	—	22
—	—	—	—	1	41—50	—	—	4	—	8	—	—	—	—	—	12
—	—	—	—	—	51—60	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	61—70	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	71—80	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	10
—	—	—	—	—	81—90	—	—	1	—	3	—	1	—	—	—	5
—	—	—	—	—	91—100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	101—110	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	111—120	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	121—130	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3

Frost Tab. 5 (Forts.). Zahl und Länge der Frost- u. Kälteperioden.

Länge	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Jahr
Schneekoppe													
1—3	29	72	45	12	3	3	5	3	22	72	86	30	382
4—6	1	23	25	6	—	1	2	3	12	25	15	—	113
7—9	—	7	17	3	—	—	1	1	12	9	6	—	56
10—12	—	1	10	2	—	—	1	1	4	9	—	—	28
13—15	—	—	3	2	—	—	1	—	5	2	—	—	13
16—18	—	—	4	1	1	2	—	—	4	2	—	—	14
19—21	—	—	3	3	—	—	—	—	2	—	—	—	8
22—24	—	—	1	1	—	—	—	—	3	—	—	—	5
25—27	—	—	1	2	1	—	—	1	2	—	—	—	7
28—30	—	1	1	1	—	1	—	—	2	—	—	—	6
31—40	—	—	1	3	1	3	1	3	2	1	—	—	15
41—50	—	—	1	7				—	2	—	—	—	10
51—60	—	—	—	9				—	—	—	—	—	9
61—70	—	—	—	4				—	—	—	—	—	4
71—80	—	—	—	6				—	—	—	—	—	6
81—90	—	—	—	4				—	—	—	—	—	4
91—100	—	—	—	2				—	—	—	—	—	2
100—120	—	—	—	8				—	—	—	—	—	8
121—140	—	—	—	10				—	—	—	—	—	10
141—160	—	—	—	4				—	—	—	—	—	4
161—180	—	—	—	5				—	—	—	—	—	5
181—200	—	—	—	2				—	—	—	—	—	2

Kälte

Tab. 5 (Fortsetzung). Zahl und Länge

Länge	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Jahr	Länge	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.
Aachen									Trier					
1—5	—	19	40	60	41	18	—	178	1—5	—	14	59	67	34
6—10	—	—	7	6	2	—	—	15	6—10	—	—	6	9	2
11—15	—	—	2	2	—	—	—	4	11—15	—	—	1	2	—
16—20	—	—	—	1	—	—	—	1	16—20	—	—	—	—	—
21—25	—	—	—	—	1	—	—	1	21—25	—	—	—	1	1
Wiesbaden									Kassel					
1—5	—	11	64	80	38	9	—	202	1—5	—	42	61	75	69
6—10	—	—	7	8	1	—	—	16	6—10	—	1	8	21	5
11—15	—	—	2	—	—	—	—	2	11—15	—	—	5	3	1
16—20	—	—	—	1	1	—	—	2	16—20	—	—	1	1	—
21—25	—	—	—	—	—	—	—	—	21—25	—	—	—	2	1
Erfurt									Schneifel-					
1—5	2	52	57	65	72	30	1	279	1—5	5	44	83	88	92
6—10	—	3	13	18	9	4	—	47	6—10	—	10	18	17	12
11—15	—	1	5	10	2	—	—	18	11—15	—	1	7	4	2
16—20	—	—	—	2	—	—	—	2	16—20	—	—	6	4	—
21—25	—	—	—	—	1	—	—	1	21—25	—	—	—	1	—
26—30	—	—	—	1	—	—	—	1	26—30	—	—	—	—	2
31—40	—	—	—	1	—	—	—	1	31—40	—	—	—	1	—
Altastenberg									Klaus-					
1—5	13	55	87	91	78	88	26	438	1—5	7	48	102	85	77
6—10	—	17	21	20	18	9	1	86	6—10	1	10	18	20	17
11—15	—	2	7	8	8	2	—	27	11—15	—	1	7	7	6
16—20	—	—	5	6	3	—	—	14	16—20	—	—	3	4	1
21—25	—	—	—	—	—	—	—	—	21—25	—	—	1	1	—
26—30	—	—	—	—	1	—	—	1	26—30	—	—	—	1	1
31—40	—	—	—	2	—	—	—	2	31—40	—	—	—	—	—
41—50	—	—	—	—	1	—	—	1	41—50	—	—	—	—	1

Tab. 6. Zahl der zu den einzelnen Periodenlängen usw. (s. S. 96 u. 97). Frost

Länge	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Jahr
Schneekoppe													
1— 3	90	41	10	2	0	0	1	0	6	25	56	100	6.8
4— 6	10	32	16	2	—	0	1	1	8	24	27	—	5.6
7— 9	—	16	18	2	—	—	1	1	12	13	17	—	4.4
10— 12	—	3	14	2	—	—	1	1	6	20	—	—	3.1
13— 15	—	—	5	2	—	—	1	—	9	5	—	—	1.8
16— 18	—	—	9	1	1	2	—	—	8	7	—	—	2.4
19— 21	—	—	8	4	—	—	—	—	5	—	—	—	1.6
22— 24	—	—	3	2	—	—	—	—	9	—	—	—	1.2
25— 27	—	—	3	4	2	—	—	3	7	—	—	—	1.9
28— 30	—	8	4	2	—	2	—	—	8	—	—	—	1.8
31— 40	—	—	4	7	3	7	3	7	10	6	—	—	5.4
41— 50	—	—	6	4				—	12	—	—	—	4.6
51— 60	—	—	—	7				—	—	—	—	—	5.1
61— 70	—	—	—	4				—	—	—	—	—	2.7
71— 80	—	—	—	6				—	—	—	—	—	4.6
81— 90	—	—	—	5				—	—	—	—	—	3.4
91— 100	—	—	—	3				—	—	—	—	—	2.0
101— 120	—	—	—	13				—	—	—	—	—	9.3
121— 140	—	—	—	19				—	—	—	—	—	13.5
141— 160	—	—	—	9				—	—	—	—	—	6.3
161— 180	—	—	—	12				—	—	—	—	—	8.5
181— 200	—	—	—	5				—	—	—	—	—	4.0

der Frost und Kälteperioden.

Kälte

März	April	Jahr	Länge	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Jahr
Trier														
11	—	185	1— 5	—	22	73	111	98	82	111	45	2	—	544
—	—	17	6— 10	—	2	17	20	28	26	12	2	—	—	107
—	—	3	11— 15	—	—	4	9	12	7	5	—	—	—	37
—	—	—	16— 20	—	—	—	5	4	3	—	—	—	—	12
—	—	2	21— 25	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	3
Kassel														
23	1	271	26— 30	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
2	—	37	31— 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	9	41— 50	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Brocken														
—	—	2	1— 5	—	48	86	86	73	54	90	109	40	—	586
—	—	3	6— 10	—	6	24	30	28	19	31	19	—	—	157
forsthaus														
60	14	386	11— 15	—	3	10	8	24	12	12	1	—	—	70
5	—	62	16— 20	—	—	—	1	6	10	6	—	—	—	23
—	—	14	21— 25	—	—	1	4	4	1	3	—	—	—	13
—	—	10	26— 30	—	—	—	5	—	3	—	—	—	—	8
—	—	1	31— 40	—	—	—	1	3	3	—	—	—	—	7
Schneekoppe														
—	—	2	1— 5	18	88	80	61	43	35	59	106	52	11	553
—	—	1	6— 10	—	14	23	22	13	12	23	23	6	—	136
thal														
68	12	399	11— 15	—	2	17	16	9	7	17	9	1	—	78
11	—	77	16— 20	—	1	3	6	10	6	7	1	—	—	34
2	—	23	21— 25	—	1	4	5	4	6	4	—	—	—	24
—	—	8	26— 30	—	—	1	1	4	1	2	—	—	—	9
—	—	2	31— 40	—	—	—	6	3	6	4	—	—	—	19
—	—	2	41— 50	—	—	—	1	4	4	—	—	—	—	9
—	—	2	51— 60	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	2
—	—	—	61— 70	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
—	—	—	71— 80	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	3
—	—	1	81— 90	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1

Tab. 6. Zahl der zu den einzelnen Periodenlängen

Frost											Länge						
Länge	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Jahr	Länge	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.
Aachen																	
1—3	—	71	28	22	14	14	35	62	100	24.4	1—3	100	58	29	18	13	14
4—6	—	16	34	19	19	14	28	28	—	21.3	4—6	—	30	21	16	14	11
7—9	—	13	30	17	22	12	17	10	—	18.2	7—9	—	12	23	18	9	8
10—12	—	—	3	7	5	12	13	—	—	7.5	10—12	—	—	11	8	8	10
13—15	—	—	—	12	7	4	7	—	—	5.9	13—15	—	—	12	18	9	12
16—18	—	—	5	10	7	11	—	—	—	6.7	16—18	—	—	4	8	15	11
19—21	—	—	—	—	6	3	—	—	—	2.0	19—21	—	—	—	3	10	—
22—24	—	—	—	8	4	7	—	—	—	4.2	22—24	—	—	—	3	6	3
25—27	—	—	—	5	—	8	—	—	—	2.8	25—27	—	—	—	—	—	3
28—30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28—30	—	—	—	—	4	14
31—40	—	—	—	—	16	—	—	—	—	3.7	31—40	—	—	—	—	12	8
41—50	—	—	—	—	—	15	—	—	—	3.3	41—50	—	—	—	—	—	6
51—60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51—60	—	—	—	8	—	—
Trier																	
1—3	—	74	38	21	16	21	34	80	100	26.2	1—3	100	42	17	7	7	8
4—6	—	26	28	24	13	16	22	20	—	19.3	4—6	—	28	17	13	8	7
7—9	—	—	26	20	12	12	15	—	—	15.2	7—9	—	—	17	4	5	11
10—12	—	—	3	7	14	19	8	—	—	10.5	10—12	—	15	11	8	8	5
13—15	—	—	—	12	12	7	10	—	—	8.5	13—15	—	7	12	13	10	12
16—18	—	—	5	5	10	17	4	—	—	8.7	16—18	—	8	8	10	7	6
19—21	—	—	—	3	7	—	—	—	—	2.7	19—21	—	—	3	6	10	11
22—24	—	—	—	—	—	4	—	—	—	0.8	22—24	—	—	—	5	10	3
25—27	—	—	—	—	—	4	—	—	—	0.9	25—27	—	—	5	8	6	3
28—30	—	—	—	—	—	—	7	—	—	1.0	28—30	—	—	—	8	3	4
31—40	—	—	—	—	16	—	—	—	—	4.6	31—40	—	—	10	7	13	15
41—50	—	—	—	8	—	—	—	—	—	1.6	41—50	—	—	—	5	13	9
51—60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51—60	—	—	—	6	—	6
Schneifel-																	
1—3	—	74	38	21	16	21	34	80	100	26.2	1—3	100	42	17	7	7	8
4—6	—	26	28	24	13	16	22	20	—	19.3	4—6	—	28	17	13	8	7
7—9	—	—	26	20	12	12	15	—	—	15.2	7—9	—	—	17	4	5	11
10—12	—	—	3	7	14	19	8	—	—	10.5	10—12	—	15	11	8	8	5
13—15	—	—	—	12	12	7	10	—	—	8.5	13—15	—	7	12	13	10	12
16—18	—	—	5	5	10	17	4	—	—	8.7	16—18	—	8	8	10	7	6
19—21	—	—	—	3	7	—	—	—	—	2.7	19—21	—	—	3	6	10	11
22—24	—	—	—	—	—	4	—	—	—	0.8	22—24	—	—	—	5	10	3
25—27	—	—	—	—	—	4	—	—	—	0.9	25—27	—	—	5	8	6	3
28—30	—	—	—	—	—	—	7	—	—	1.0	28—30	—	—	—	8	3	4
31—40	—	—	—	—	16	—	—	—	—	4.6	31—40	—	—	10	7	13	15
41—50	—	—	—	8	—	—	—	—	—	1.6	41—50	—	—	—	5	13	9
51—60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51—60	—	—	—	6	—	6
Alt-																	
1—3	—	74	38	21	16	21	34	80	100	26.2	1—3	100	30	13	6	3	6
4—6	—	26	28	24	13	16	22	20	—	19.3	4—6	—	31	14	7	3	3
7—9	—	—	26	20	12	12	15	—	—	15.2	7—9	—	10	17	6	4	9
10—12	—	—	3	7	14	19	8	—	—	10.5	10—12	—	14	11	4	5	9
13—15	—	—	—	12	12	7	10	—	—	8.5	13—15	—	—	6	8	4	8
16—18	—	—	5	5	10	17	4	—	—	8.7	16—18	—	7	13	3	5	7
19—21	—	—	—	3	7	—	—	—	—	2.7	19—21	—	8	3	9	5	2
22—24	—	—	—	—	—	4	—	—	—	0.8	22—24	—	—	4	7	6	3
25—27	—	—	—	—	—	4	—	—	—	0.9	25—27	—	—	4	10	4	5
28—30	—	—	—	—	—	—	7	—	—	1.0	28—30	—	—	9	11	5	—
31—40	—	—	—	—	16	—	—	—	—	4.6	31—40	—	—	6	3	11	23
41—50	—	—	—	8	—	—	—	—	—	1.6	41—50	—	—	—	13	25	13
51—60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	51—60	—	—	—	—	—	6
61—70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61—70	—	—	—	13	5	6
71—80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71—80	—	—	—	—	6	—
81—90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81—90	—	—	—	—	—	—
91—100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91—100	—	—	—	—	—	—
101—110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101—110	—	—	—	—	—	—
110—120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110—120	—	—	—	—	9	—
Klausthal																	
1—3	100	38	17	6	4	6	10	25	62	11.7	1—3	100	30	13	6	3	6
4—6	—	22	17	9	6	7	14	28	22	12.1	4—6	—	31	14	7	3	3
7—9	—	13	8	5	7	7	12	23	16	9.4	7—9	—	10	17	6	4	9
10—12	—	5	17	8	9	7	15	10	—	9.8	10—12	—	14	11	4	5	9
13—15	—	6	14	8	7	11	12	5	—	9.0	13—15	—	—	6	8	4	8
16—18	—	7	8	13	7	5	8	—	—	7.1	16—18	—	7	13	3	5	7
19—21	—	9	3	2	3	4	6	4	—	3.8	19—21	—	8	3	9	5	2
22—24	—	—	7	4	7	—	10	—	—	4.7	22—24	—	—	4	7	6	3
25—27	—	—	—	14	8	12	6	5	—	7.9	25—27	—	—	—	4	10	4
28—30	—	—	—	4	5	2	3	—	—	2.5	28—30	—	—	9	11	5	—
31—40	—	—	—	5	16	15	10	7	—	9.7	31—40	—	—	6	3	11	23
41—50	—	—	—	—	4	18	13	—	—	6.8	41—50	—	—	—	13	25	13
51—60	—	—	—	—	—	15	—	—	—	2.7	51—60	—	—	—	—	—	6
61—70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61—70	—	—	—	13	5	6
71—80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	71—80	—	—	—	—	6	—
81—90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81—90	—	—	—	—	—	—
91—100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91—100	—	—	—	—	—	—
101—110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101—110	—	—	—	—	—	—
110—120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110—120	—	—	—	—	9	—

gehörenden Tage (in Prozent der Gesamtzahl).

Frost

März	April	Mai	Juni	Jahr	Länge	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Jahr	
Trier					Erfurt												
36	77	100	—	26.1	1—3	100	54	25	15	12	11	32	46	91	—	22.7	
25	13	—	—	16.8	4—6	—	29	18	16	11	10	22	27	9	—	16.1	
22	10	—	—	14.0	7—9	—	12	12	12	9	8	12	14	—	—	10.7	
11	—	—	—	8.3	10—12	—	5	12	20	8	18	19	13	—	—	14.4	
—	—	—	—	9.3	13—15	—	—	15	4	6	8	4	—	—	—	6.3	
6	—	—	—	8.3	16—18	—	—	5	4	5	8	8	—	—	—	5.1	
—	—	—	—	2.7	19—21	—	—	3	7	19	4	—	—	—	—	6.4	
—	—	—	—	2.5	22—24	—	—	10	5	7	2	3	—	—	—	4.8	
—	—	—	—	0.7	25—27	—	—	—	3	3	6	—	—	—	—	2.2	
—	—	—	—	3.9	28—30	—	—	—	—	4	6	—	—	—	—	1.9	
—	—	—	—	4.5	31—40	—	—	—	7	11	8	—	—	—	—	5.1	
—	—	—	—	1.3	41—50	—	—	—	—	5	5	—	—	—	—	1.9	
—	—	—	—	1.6	51—60	—	—	—	7	—	6	—	—	—	—	2.4	
Forsthaus					Wang												
15	31	64	100	15.0	1—3	81	28	11	5	9	1	7	19	64	100	9.7	
16	31	31	—	14.5	4—6	18	24	11	5	2	4	8	24	25	—	9.2	
17	13	5	—	9.8	7—9	—	15	5	4	2	2	9	15	7	—	5.8	
15	11	—	—	8.9	10—12	—	10	7	10	2	5	10	19	4	—	7.4	
12	9	—	—	10.9	13—15	—	3	11	10	3	2	8	2	—	—	5.3	
4	—	—	—	6.3	16—18	—	8	7	7	3	4	8	12	—	—	6.0	
—	—	—	—	5.5	19—21	—	—	4	6	3	4	10	3	—	—	4.4	
3	—	—	—	3.6	22—24	—	—	7	2	2	3	2	6	—	—	3.1	
10	5	—	—	5.5	25—27	—	6	5	—	7	—	7	—	—	—	3.5	
3	—	—	—	3.4	28—30	—	6	11	9	6	—	6	—	—	—	5.1	
—	—	—	—	8.4	31—40	—	—	7	14	17	15	10	—	—	—	10.7	
5	—	—	—	6.0	41—50	—	—	14	9	—	8	9	—	—	—	7.4	
—	—	—	—	2.2	51—60	—	—	—	11	—	12	—	—	—	—	6.2	
astenberg					Brocken												
10	23	62	100	10.8	61—70	—	—	—	—	11	—	6	—	—	—	5.3	
19	25	38	—	11.3	71—80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	21	—	—	9.7	81—90	—	—	—	8	—	6	—	—	—	—	3.5	
11	16	—	—	8.3	91—100	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	2.6	
15	15	—	—	7.7	101—110	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	1.5	
13	—	—	—	6.7	111—121	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	3.3	
5	—	—	—	4.6													
6	—	—	—	4.2	1—3	78	26	5	0	1	2	4	4	37	81	7.4	
—	—	—	—	4.2	4—6	22	24	7	3	1	1	7	17	17	19	7.1	
—	—	—	—	4.1	7—9	—	13	8	1	1	2	5	14	14	—	5.5	
9	—	—	—	8.8	10—12	—	15	7	2	3	1	10	9	18	—	5.7	
—	—	—	—	10.4	13—15	—	—	12	2	—	2	7	15	—	—	4.7	
—	—	—	—	1.0	16—18	—	—	2	—	1	—	10	12	5	—	3.1	
—	—	—	—	4.7	19—21	—	9	10	11	3	4	13	14	—	—	7.7	
—	—	—	—	1.4	22—24	—	—	3	6	2	—	7	3	—	—	2.8	
—	—	—	—	—	25—27	—	6	3	5	2	—	4	7	—	—	3.2	
—	—	—	—	—	28—30	—	—	7	8	3	2	4	—	9	—	4.0	
—	—	—	—	—	31—40	—	7	9	6	12	12	16	5	—	—	9.0	
—	—	—	—	2.1	41—50	—	—	17	—	8	—	—	—	—	—	6.2	
—	—	—	—	—	51—60	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	5.1	
—	—	—	—	—	61—70	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	3.0	
—	—	—	—	—	71—80	—	—	—	—	18	—	—	—	—	—	9.6	
—	—	—	—	—	81—90	—	—	10	—	5	—	13	—	—	—	5.3	
—	—	—	—	—	91—100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	101—110	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	4.9	
—	—	—	—	—	111—120	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	3.7	
—	—	—	—	—	121—130	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	2.0	

Kälte Tab. 6. Zahl der zu den einzelnen Periodenlängen

Länge	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Jahr	Länge	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.
Aachen									Trier					
1-5	—	100	52	59	73	100	—	64.6	1-5	—	100	68	54	66
6-10	—	—	34	20	10	—	—	19.2	6-10	—	—	26	28	12
11-15	—	—	14	13	—	—	—	9.1	11-15	—	—	6	10	—
16-20	—	—	—	8	—	—	—	3.0	16-20	—	—	—	—	—
21-25	—	—	—	—	17	—	—	4.1	21-25	—	—	—	8	22
Wiesbaden									Kassel					
1-5	—	100	64	74	75	100	—	72.5	1-5	—	91	48	40	69
6-10	—	—	24	20	7	—	—	17.9	6-10	—	9	24	37	15
11-15	—	—	12	—	—	—	—	3.7	11-15	—	—	22	9	6
16-20	—	—	—	6	18	—	—	5.9	16-20	—	—	6	4	—
21-25	—	—	—	—	—	—	—	—	21-25	—	—	—	10	10
Erfurt									Schneifel-					
1-5	100	78	41	29	59	69	100	46.0	1-5	100	55	36	36	51
6-10	—	14	36	26	24	31	—	27.0	6-10	—	38	27	26	25
11-15	—	8	23	26	9	—	—	18.0	11-15	—	7	17	11	7
16-20	—	—	—	7	—	—	—	2.6	16-20	—	—	20	15	—
21-25	—	—	—	—	8	—	—	1.8	21-25	—	—	—	5	—
26-30	—	—	—	6	—	—	—	2.2	26-30	—	—	—	—	17
31-40	—	—	—	6	—	—	—	2.4	31-40	—	—	—	7	—
Altastenberg									Klaus-					
1-5	100	43	38	31	32	65	83	39.8	1-5	61	57	43	34	35
6-10	—	46	31	25	26	24	17	28.2	6-10	39	37	27	28	28
11-15	—	11	16	16	18	11	—	14.9	11-15	—	6	16	17	17
16-20	—	—	15	16	10	—	—	10.3	16-20	—	—	10	12	4
21-25	—	—	—	—	—	—	—	—	21-25	—	—	4	4	—
26-30	—	—	—	—	5	—	—	1.3	26-30	—	—	—	5	6
31-40	—	—	—	12	—	—	—	3.3	31-40	—	—	—	—	—
41-50	—	—	—	—	9	—	—	2.2	41-50	—	—	—	—	10

jedoch dieses Verhältnis zwischen den entsprechenden Monaten wieder um: der November tritt gegenüber dem März zurück; Treuburg zeigt dieses Verhalten nicht, wir haben es also mit einer Erscheinung des Gebirges zu tun.

Die Perioden 16—30 haben mit 8—17 an der Zahl bei den Flachlandstationen im Januar oder auch Februar ihre größte Häufigkeit. Bei Schneifelforsthaus tritt daneben der Dezember hervor, auf den in Altastenberg und Klausthal das Maximum fällt; hier tritt bei den längeren Perioden die gleiche Verschiebung auf den Vorwinter auf, die bei den wärmeren Tieflandstationen entsprechend bei 4—15 erkannt wurde. Von Wang ab findet sich wieder eine Gabelung (Maxima November und März), die bei Brocken (November, April) und Schneekoppe (Oktober, April) natürlich deutlicher wird. Die längsten Perioden (mehr als 30 Tage) fallen in unserem Gebiet zu meist auf den Januar. Im Westen sind es in den 45 Jahren 5, in

gehörenden Tage (in Prozent der Gesamtzahl).

Kälte

März	April	Jahr	Länge	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Jahr
Trier			Wang											
100	—	63.6	1—5	—	75	48	41	31	27	63	84	100	—	41.6
—	—	22.3	6—10	—	25	36	26	31	32	23	16	—	—	29.1
—	—	6.4	11—15	—	—	16	18	22	14	14	—	—	—	16.4
—	—	—	16—20	—	—	—	15	12	9	—	—	—	—	7.9
—	—	7.7	21—25	—	—	—	—	4	7	—	—	—	—	2.4
Kassel			26—30	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	1.0
81	100	54.4	31—40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	25.8	41—50	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	1.6
—	—	10.3	Brocken											
—	—	3.2	1—5	—	51	36	25	18	14	26	61	100	—	28.2
—	—	6.3	6—10	—	29	34	27	21	19	31	35	—	—	26.0
forsthaus			11—15	—	20	25	12	31	20	20	4	—	—	19.8
80	100	46.0	16—20	—	—	—	3	12	24	15	—	—	—	10.0
20	—	26.5	21—25	—	—	5	11	9	3	8	—	—	—	6.6
—	—	10.4	26—30	—	—	—	17	—	9	—	—	—	—	4.7
—	—	10.1	31—40	—	—	—	5	9	11	—	—	—	—	4.7
—	—	1.4	Schneekoppe											
—	—	3.5	1—5	100	51	23	15	9	6	16	45	59	100	19.7
—	—	2.1	6—10	—	30	23	17	9	8	19	32	33	—	17.0
thal			11—15	—	7	29	21	10	7	23	20	8	—	16.0
55	100	42.0	16—20	—	5	8	10	14	9	13	3	—	—	9.6
35	—	29.3	21—25	—	7	13	11	7	11	10	—	—	—	8.8
10	—	14.3	26—30	—	—	4	2	9	2	6	—	—	—	4.0
—	—	7.1	31—40	—	—	—	20	9	18	13	—	—	—	10.5
—	—	2.3	41—50	—	—	—	4	15	16	—	—	—	—	6.6
—	—	2.8	51—60	—	—	—	—	5	5	—	—	—	—	1.9
—	—	—	61—70	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	1.0
—	—	—	71—80	—	—	—	—	6	13	—	—	—	—	3.6
—	—	2.2	81—90	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	1.3

Erfurt 11, in Ostpreußen 30—40. Diese Zahl nimmt dann bis auf 69 und 79 bei den beiden Gipfelstationen zu.

Bei der Betrachtung der mittleren Zahl der Kälteperioden fand sich oben eine ständige Zunahme bis zum Brocken. Bei der Auflösung des Gesamtbildes [S. 88—89] ergibt sich nun, daß bei den kurzen Perioden (1—5) bei der Schneekoppe gegenüber dem Brocken bereits eine geringe Abnahme von 586 auf 553, ebenso in der folgenden Stufe 6—10, eintritt, so daß wir hier eine weitere Bestätigung dafür finden, daß bei noch tieferen Temperaturen die Häufigkeit der Kälteperioden wegen der Zunahme ihrer Länge abnimmt. Der Jahresgang der Perioden 1—5 (Fig. 3) zeigt bei fast allen Stationen das Maximum im Januar oder Februar oder auch im Dezember. In einigen Fällen tritt bereits im Flachland eine Gabelung der Kurve ein, die wir dann bei Altastenberg und den kälteren Stationen der Höhe ganz ausgesprochen finden. Die beiden Maxima fallen bei Wang auf Dezember

und März, beim Brocken auf November/Dezember und April und bei der Schneekoppe auf Oktober und April. Die längeren Perioden treten dann mehr und mehr in den eigentlichen Wintermonaten ein; nur bei den Gipfelstationen sind sie in der Stufe 6—10 in diesen Monaten noch etwas seltener, um Raum für die größere Zahl der noch längeren Perioden von über 10 Tagen zu lassen. Deren Häufigkeit beträgt im Westen nur etwa 5 in 45 Tagen, in Ostpreußen 40—50. Diese Werte erreichen wir in den höheren Lagen erst bei Altastenberg wieder, und auf der Schneekoppe gibt es ihrer 180, also 4 pro Jahr.

Da die Zahl der Perioden verschiedener Länge natürlich in hohem Maße davon abhängt, wieviel Frost- oder Eistage an der betreffenden Station überhaupt vorkommen, so daß ein Ort mit zahlreichen Frosttagen relativ mehr Frostperioden aufweisen könnte, erscheint es zweckmäßig, die Zahl der zu jeder Längengruppe gehörenden Tage im Verhältnis zur Gesamtzahl der im Jahre bzw. in den einzelnen Monaten verrechneten Frost- oder Eistage zu betrachten [S. 89—91]. Tabelle 6 enthält diese Größen.

Bei der Untersuchung der Jahreswerte sehen wir diesmal von einer graphischen Darstellung ab [früher Fig. 4]. In der Stufe der kleinsten Längen (1—3) weisen die westlichen Orte mit 26—27% die meisten Frosttage auf, bei Treuburg ergeben sich dann 12%; wieder schließen sich die östlichen Hochstationen hier an, bis in erklärlicher Weise bei den Gipfeln der Anteil auf 7% sinkt. Von diesen Höchstwerten des Anteils einer Längengruppe findet eine gegen den Osten und die Höhen immer mehr verzögerte Abnahme statt. Bei den meisten Stationen — bis auf die beiden Gipfelstationen — sind die Anteilziffern in den Stufen 13—24 mit 8% bis herab zu 3% annähernd gleich; dann entfallen bei den wärmeren Stationen die geringeren Anteile auf die höheren Stufen und umgekehrt. In den Perioden mit über 100 Tagen treten dann bei Treuburg 3.6%, Altastenberg 2.1%, Wang 4.8%, Brocken 10.6% und Schneekoppe 41.6% aller Frosttage auf.

Bei den Eistagen beginnt in der Stufe 1—5 Wiesbaden mit über 70%, dem sich Aachen und Trier und danach erst die früher behandelten Stationen anschließen. In Ostpreußen sinkt der Anteil unter 40%, bei der Schneekoppe auf 20%. Natürlich ist im Westen die nun folgende Abnahme wegen der geringen Zahl der Perioden etwas unregelmäßig. 21—25 ist etwa die letzte Stufe mit wenigen Prozent.

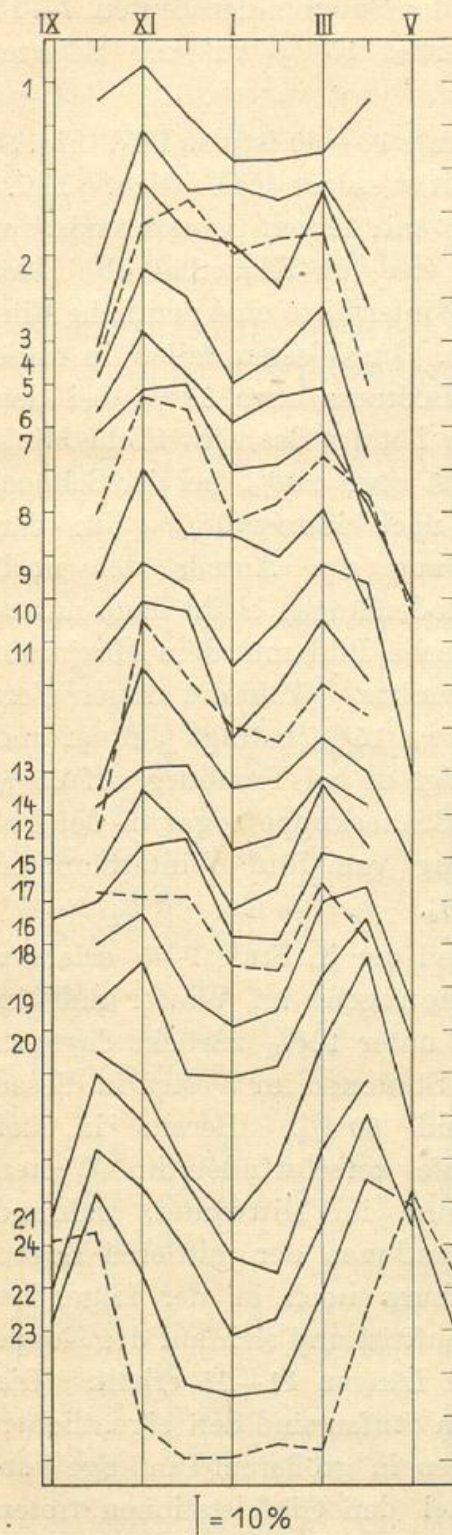


Fig. 4. Zahl der Frosttage in den Perioden von 4—15 Tagen Dauer (in %).

In den höheren Stufen über 25 Tage liegen in Ostpreußen etwa 10 % der Tage, auf der Schneekoppe aber 28.9 %.

Wir wenden uns nun der Betrachtung des Jahresganges in einzelnen Stufen zu. Unter den Frosttagen greifen wir die Länge 1—3 heraus. Von einem Maximum in den Übergangsmontaten sinkt im Westen der Anteil im Januar oder auch Februar am tiefsten mit höchstens 16 % (Wiesbaden). Der Wert 3 % von Treuburg wird nur von Wang und den folgenden Stationen unterschritten, wo schließlich fast kein Tag mehr auf die kürzesten Perioden fällt; der Verlauf der Jahreskurve ist überall ganz regelmäßig. Der Gang in den höheren Stufen 4—15 ist in Fig. 4 veranschaulicht. Überall tritt auch hier um die Wintermitte ein Minimum ein, das bei den mehr maritimen Stationen und in dem sehr kalten Treuburg auf den Februar fällt, sonst auf den Januar. Das Hauptmaximum liegt im Westen im Spätherbst, im Osten dagegen im Frühjahr, ebenso in den Gebirgen, weil in den in Frage kommenden Monaten die Anteile an den Perioden 1—3 im Osten — infolge der niedrigen Temperatur — im Frühjahr mehr zurücktreten, um den mittleren Periodenlängen Raum zu geben. Das herbstliche Maximum tritt anfangs im November ein, verfrüht sich aber schließlich auf den Oktober. Dagegen verschiebt sich das Frühjahrsmaximum um zwei Monate, vom März auf den

Mai. Die Minimalwerte betragen für die Summe der Stufen 4—15 im Westen über 50 %, in Treuburg rund 15 %, auf der Schneekoppe wiederum beinahe Null.

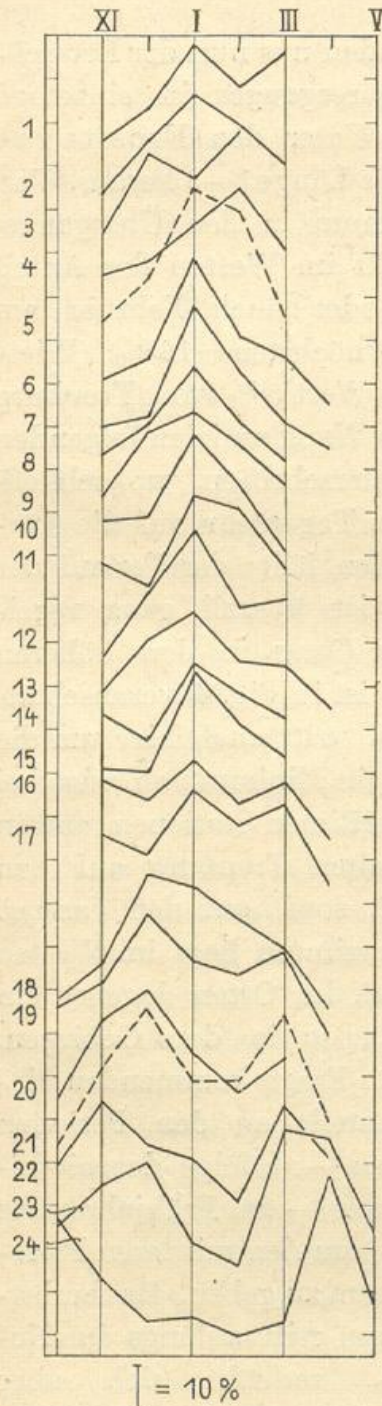


Fig. 5. Zahl der Frosttage in den Perioden von 16—30 Tagen Dauer (in %).

In der Stufe 16—30 ist das Bild (Fig. 5) natürlich weit weniger einheitlich. Meist haben wir es mit einem Januarmaximum zu tun, und erst von Klausthal ab bildet sich in der Wintermitte eine deutliche Einsattelung aus. Im Westen fallen in diese Stufen im Maximum etwa 30 %, bei den Bergstationen beträgt das winterliche Minimum zunächst etwa 20 %, bei der Schneekoppe aber noch immer 0 %. Für den jährlichen Gang des Anteils der noch größeren Periodenlängen bleibt dann natürlich das einfache Bild mit dem Maximum in der Wintermitte. Während dieser Wert im Westen etwa 15 % beträgt (Januar und Februar), steigt er bei Treuburg auf 60 % und bei der Schneekoppe sogar in der Zusammenfassung von fünf Wintermonaten auf über 90 %.

Der Anteil der in Stufe 1—5 erfaßten Kälteperioden geht im Winter auf der Schneekoppe unter 10 % zurück, dagegen erreichen die Stationen im Westen in diesen Monaten rund 60 %. Bereits in der nächsten Stufe verschwindet im Westen dieses Minimum im Mittwinter, während es bei den Stationen der mittleren Lagen und in Treuburg noch in der folgenden Stufe 6—10 auftritt und sich auf der Koppe auch bei den Längen 11—15 erhält. Die nun folgenden Stufen sind den eigentlichen Wintermonaten in größerem Umfange vorbehalten. Bei den Gipfelstationen treten wie am Meer die genannten Minima erst im Februar ein.

IV.

Die Untersuchung der längsten Frost- und Kälteperioden [S. 91—93], die jeweils während eines Winters aufgetreten sind, faßt die Ergebnisse der bisherigen Betrachtungen noch einmal zusammen. Die kleinste mittlere Länge beträgt in Wiesbaden bei den Frostperioden knapp 17 Tage, und steigt bei den westlichen Hochstationen auf 30—40. Hier schließen sich dann Treuburg, Wang und die

Tab. 7. Jährliche Höchstwerte für die Länge der Frost- und Kälteperioden nach Stufen und im Mittel.

Länge	Aachen	Trier	Wiesbaden	Kassel	Erfurt	Schneifel- forsthaus	Alt- astenberg	Klausthal	Wang	Brocken	Schnee- koppe
Frostperioden.											
1—10	11	7	9	6	1	—	—	—	—	—	—
11—20	22	24	27	23	18	7	3	7	—	—	—
21—30	7	7	4	8	15	17	11	13	4	1	—
31—40	3	5	4	5	7	11	10	12	10	4	—
41—50	2	1	1	3	2	8 ¹⁾	13	8	10	6	1
51—60	—	1	—	—	2	2	1	3	7	7	3
61—70	—	—	—	—	—	—	5 ¹⁾	1	6	4	1
71—80	—	—	—	—	—	—	1	—	—	10	5
81—90	—	—	—	—	—	—	—	—	3	5	4
91—100	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	2
101—120	—	—	—	—	—	—	1	—	2	5	8
121—140	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	10
141—160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
161—180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
181—200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Mittel	17.6	20.1	16.9	20.3	24.7	30.8	41.6	34.7	54.7	70.0	117.3
Maximum	48	59	48	49	60	60	118	91	121	130	197
Minimum	7	8	5	8	10	14	15	15	26	21	50
Kälteperioden.											
1—5	30	31	31	16	10	5	1	2	—	—	—
6—10	9	9	10	17	16	17	13	19	11	—	—
11—15	4	3	2	7	14	10	16	13	21	16	—
16—20	1	—	2	2	2	9	12	6	8	9	7
21—25	1	2	—	3	1	1	—	2	3	10	5
26—30	—	—	—	—	1	2	1	2	1	5	5
31—35	—	—	—	—	1	1	1	—	—	4	7
36—40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5
41—45	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	4
46—50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
51—60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
61—70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
71—80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
81—90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Mittel	5.5	5.4	5.1	8.3	10.2	12.6	15.2	13.2	14.4	21.0	37.8
Maximum	23	22	19	23	32	32	46	45	45	36	85
Minimum	1	1	1	2	3	3	5	4	6	11	16

¹⁾ Differenz zu Tab. 5 durch die Umrechnung auf 45 Jahre entstanden.

beiden Gipfelwerte an. Bei den höchsten Werten, die von 46 (Cleve) auf 197 (Schneekoppe) steigen, zeigt sich dieselbe Reihenfolge wie auch bei den niedrigsten, wo 5 mehrmals auftritt und die Schneekoppe mit 50 erscheint. Die häufigsten Werte sind anfangs die von 11—20 Tagen, in den mittleren Lagen etwa 21—40, während bei der Schneekoppe die Stufen über 100 größeren Anteil haben, jedoch kann man von einer besonders hervortretenden Stufe kaum reden.

Bei den größten Kälteperioden beträgt das Mittel anfangs etwa 7 Tage, der Höchstwert 37.8; auffällig ist der relativ niedrige Wert für Wang. Nach Hinzutreten der Höhenstationen wird nur auf der Schneekoppe ein wesentlich höheres Maximum (85) erreicht, als aus den bisherigen Auszählungen schon bekannt war, und auch beim Minimum treten nur Brocken (11) und Schneekoppe (16) wesentlich hervor. Schließlich finden wir auch in der Häufigkeitsverteilung dieselben Tatsachen bestätigt, die wir aus der früheren Arbeit schon kennengelernt haben.

V.

Die früher auf [S. 93—95] gewonnenen Ergebnisse über den Zusammenhang der hier untersuchten Größen mit anderen klimatologischen Elementen bedürfen kaum der Ergänzung. Wenn wir die Orte aus den höheren Lagen heranziehen, müssen wir nur noch den Umstand beachten, daß das Höhenklima eine Verzögerung des Temperaturganges aufweist, so daß die Beziehungen zwischen einander in der Ebene entsprechenden Monaten, also etwa Dezember und Februar usw., andere werden. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache ordnen sich die neueren Ergebnisse den alten vollständig ein. Und der am Ende erscheinende Satz, daß die abnehmende Wintertemperatur die Hauptursache für die Zunahme der Periodenlängen gegen Osten ist, findet auch bei der Ausdehnung des Gebietes nach der Höhe seine Bestätigung. In der Tat ist es die mittlere Temperatur, die alle anderen Einflüsse weitgehend unterdrückt und fast allein die im Vorhergehenden geschilderten Ergebnisse bedingt.

Um diese Verhältnisse näher aufzuklären, wurde der Zusammenhang zwischen der Temperatur und den mittleren Periodenlängen graphisch für alle Monate dargestellt. In allen Fällen ergeben sich alsdann ohne Zwang Mittelkurven, so daß den niedrigeren Temperaturen relativ höhere Periodenlängen zugeordnet sind und die Kurven leicht gebogen erscheinen. In den kälteren Monaten ist die Zunahme

der Periodenlänge zudem stets stärker als in den Übergangsmonaten. Schließlich ist eine gewisse Gesetzmäßigkeit in dem Verhalten der einzelnen Stationen zueinander erkennbar, indem bei den Frostperioden die höheren Orte relativ große Längen aufweisen, umgekehrt dagegen bei den Kälteperioden. In letzterem Umstande erkennen wir die Tatsache der häufigeren Unterbrechung der Kälteperioden durch Warmlufleinbrüche in der Höhe, welche am Boden die den Hochstationen entsprechenden Orte im östlichen Deutschland — wo sich erst die gleichen Mitteltemperaturen wiederfinden können — nicht mehr erreichen. Dagegen übt diese Tatsache auf die Frostverhältnisse keinen Einfluß aus, vielmehr ist die Länge der Frostperioden ein Anzeichen für die Regelmäßigkeit des nächtlichen Frostes in den höheren Lagen. Weitere Zusammenhänge dagegen sind aus der Darstellung der mittleren Periodenlängen relativ zur mittleren Temperatur nicht klar zu erkennen, und es erscheint daher zweckmäßig, sich auf die Mitteilung des angeführten Ergebnisses zu beschränken, das gesichert ist. Im übrigen wird aber durch den sonst regellosen Zusammenhang bestätigt, daß die mittlere Temperatur der Hauptfaktor für die Verteilung der Frost- und Eistage auf die einzelnen Längestufen ist, so daß wir aus dem bisher gebotenen Material aus Nord- und Mitteldeutschland bei Kenntnis der Temperaturmittel bereits weitgehende Folgerungen für die hier untersuchten Größen an jedem Orte des Gebietes ziehen können.

Nächtliche Temperaturanstiege an Hangstationen.

Von J. Grunow.

Bei der Durchsicht der Temperaturregistrierungen von Krummhübel lassen sich vereinzelt Unregelmäßigkeiten im Verlauf des täglichen Temperaturganges feststellen, die dadurch gekennzeichnet sind, daß in klaren Ausstrahlungsnächten an Stelle des nächtlichen Abfalls ein Anstieg verzeichnet ist, der in später Abendstunde oder in der Nacht einsetzt und meist $3-4^{\circ}$, in extremen Fällen jedoch $5-6^{\circ}$ beträgt. Die Erwärmung dauert meist bis in die Morgenstunden an; die Temperaturkurve geht alsdann in den ungestörten Tagesverlauf über. An die Stelle des nächtlichen Minimums ist also der Kurve ein sekundäres Maximum aufgesetzt. Für die Jahre 1928—1930 wurden zu allen Jahreszeiten insgesamt 68 Fälle eines solchen nächt-

lichen Maximums verschiedener Intensität herausgefunden, wobei nur die Anstiege berücksichtigt wurden, die sich auf die Nachtstunden beschränken. Die Fälle wurden in bestimmte Gruppen, beurteilt nach der jeweiligen Wetterlage, eingeteilt. Über die dabei gefundenen Typen nächtlichen Temperaturanstiegs soll an Hand von einigen Beispielen berichtet werden.

Das Vorhandensein mehrerer Stationen am Nordostabhang des Riesengebirges in verschiedener Höhenlage bietet die Möglichkeit, die Witterungserscheinungen in einer starken vertikalen Luftschicht, von der Schneekoppe bis nach Arnsdorf, zu verfolgen. Dazwischen liegen Krummhübel und Wang. Schreiberhau konnte wegen des Fehlens von Temperaturregistrierungen nicht benutzt werden. Über die Lage der einzelnen Orte sei folgendes ausgeführt:

Krummhübel liegt am Nordfuß der Schneekoppe, der höchsten Erhebung des Riesengebirges, etwa 5 km von derselben entfernt, in dem Tal, das sich zwischen der großen und der kleinen Lomnitz von NE nach SW hinzieht. Die Station selbst ($H = 650$ m) liegt in dem höheren Ortsteil an der Straße nach Brückenberg und am Fuß der Lehne, die den Talabschluß nach S hin bildet. Westlich von Krummhübel breitet sich die Kolonie Brückenberg auf einem aus der Hauptrichtung des Gebirgszuges etwas nach NE hervorspringenden, an das Lomnitztal grenzenden Bergrücken aus, an deren nahezu höchsten Punkt in 875 m Seehöhe die weithin sichtbare Kirche Wang gelegen ist. Neben der Kirche befindet sich auf einer schmalen Terrasse des ziemlich steilen Abhanges das Schulhaus, bei welchem die Station untergebracht ist ($H = 872$ m). Arnsdorf ($H = 452$ m) liegt dagegen schon ganz am Rande des Gebirges in dem hier breiten Tal der Lomnitz. Nach Osten breitet sich freies Hügel- und Ackerland aus, im Westen und Südwesten erheben sich die Vorberge des Gebirges. Die Temperaturmessung auf der Schneekoppe erfolgt in 1618 m Seehöhe. Die Stationen Arnsdorf, Krummhübel und Schneekoppe liegen fast genau auf einer geraden Linie, die von SSW nach NNE gerichtet ist; Wang ist etwa 2 km westlich von dieser gedachten Linie entfernt. Die drei ersteren Stationen sind mit einem Thermographen ausgerüstet.

1. Viele der herangezogenen Fälle nächtlichen Temperaturanstiegs in Krummhübel gleichen sich darin, daß sie eine Luftdruckverteilung zur Voraussetzung haben, wie sie Fig. 1a (19. Juni 1930) zeigt. Sie ist dadurch charakterisiert, daß Schlesien im Bereich eines Hochdruck-

gebiets liegt, dessen Kern entweder im Nordosten (Ostsee, baltische Staaten) oder im Osten (Polen, Westrußland) gelegen ist. Ein Rücken hohen Drucks verbindet das östliche bzw. nordöstliche Maximum mit einem von den Azoren vorgestoßenen Hochdruckkeil. Über den Britischen Inseln oder dem Nordatlantik südlich von Island liegt ein Tiefdruckgebiet, von dem meist Ausläufer in das Nordseegebiet, vereinzelt auch in das Ostseegebiet sich vorstrecken.

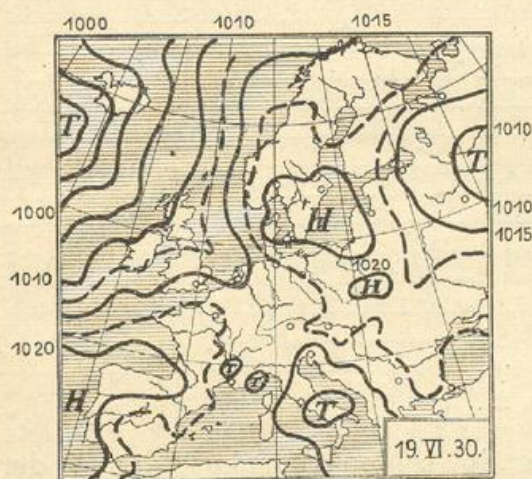


Fig. 1 a.

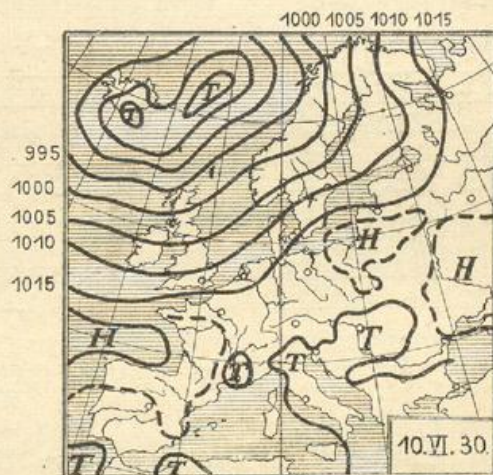


Fig. 1 b.

Wesentlich für den hier besprochenen Typus scheint das Vorhandensein des Hochdruckgebiets im Osten oder Nordosten zu sein, ebenso, daß Schlesien noch in dessen Bereich liegt. Weiterhin scheint es bedingend, daß der Gradient schwach, und damit die Luftbewegung gering ist. In vielen Fällen meldet Breslau am vorhergehenden Abend bei der 19^h-Beobachtung (nach Betrachtung der Abendwetterkarte der Deutschen Seewarte) Windstille, sonst schwache Winde aus dem Ostsektor. Diese östliche Windkomponente besagt, daß es sich bei dieser nächtlichen Erwärmung in Krummhübel nicht um Föhn handelt, d. h. einer Erwärmung durch Luftmassen, die in einem allgemeinen Weststrom über den Kamm des Riesengebirges herübergehoben werden und sich auf der Leeseite bei ihrem Absinken dynamisch erwärmen.

Als Beispiel für diesen Typus seien die Nächte vom 16.—20. Juni 1930 herangezogen. (Vergl. Fig. 2.) Es liegt der seltene Fall vor, daß fünfmal aufeinander folgend solche nächtlichen Erwärmungen in Krummhübel kräftig ausgebildet sind. Es liegt folgende Wetterlage zugrunde:

Seit dem 11. Juni befindet sich Mitteleuropa unter dem Einfluß eines sich ständig verstärkenden Hochdruckgebiets, dessen Kern am 12. und 13. über Ostpreußen und den baltischen Staaten gelegen ist. Im Gefolge dieser Luftdruckverteilung, die der oben beschriebenen ähnelt, erfolgt auch in der Nacht vom 12./13. Juni in Krummhübel

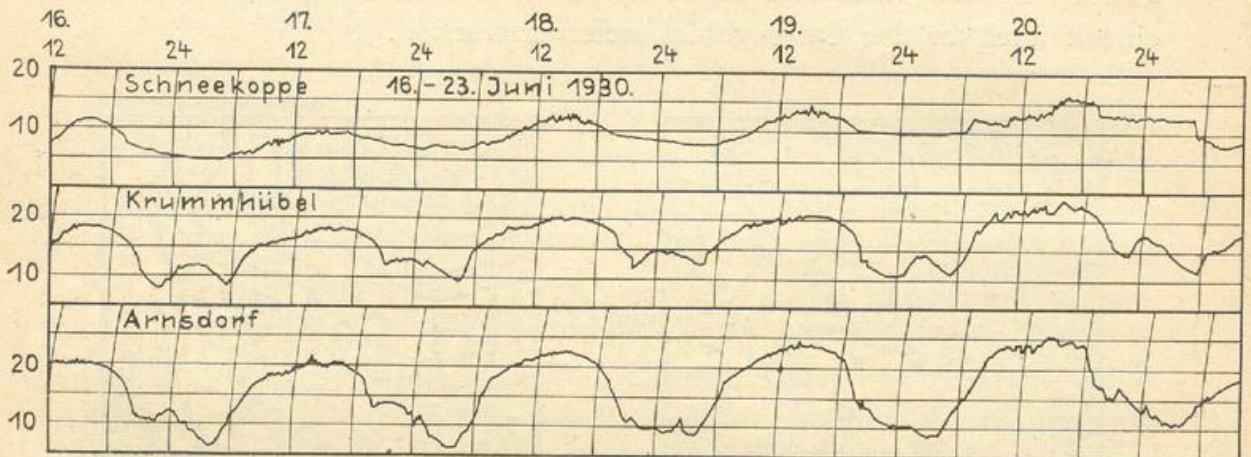


Fig. 2.

ein starker Temperaturanstieg, der in seinen Ursachen denen der Periode vom 16./20. gleicht. Der nach den Britischen Inseln reichende Hochdruckrücken beginnt sich am 13. Juni über Skandinavien zu festigen und zu einem kräftigen selbständigen Maximum zu entwickeln. Die Höchsttemperaturen liegen bis zum 15. Juni im Flachland vielfach über 30°. Am 16. Juni hat sich das skandinavische Hochdruckgebiet etwas südwärts verlagert und mehr ausgedehnt, so daß fast ganz Europa von seinem Stromfeld überdeckt wird. Die Sudetenländer werden nunmehr von trockenen Kaltluftmassen, von Nordosten kommend, überflutet. Die Wetterlage erfährt durch diesen Kaltlufteinbruch von neuem eine Festigung. Am 17. hat sich die Lage nur wenig geändert. Die Temperaturen steigen tagsüber durch Einstrahlung langsam wieder an. Vom 18. an beginnt das Hochdruckgebiet zusammenzuschrumpfen. Die Zufuhr trockener, sich tagsüber erwärmender kontinentaler Luftmassen hält an; die Temperaturen übersteigen am 19. erneut 25°. Am 20. ist das Hochdruckgebiet über Mitteleuropa verschwunden. Gegen die bereits stark erwärmte kontinentale Luft dringt von Westeuropa von dem keilförmig nach Frankreich vorgeschobenen Azorenhoch her kühlere Luft maritimen Ursprungs vor und ruft durch eine schwache, nach Osten fortschreitende Störungsfront in West- und Mitteldeutschland Gewitter, in Schlesien

meist nur Bewölkungszunahme, und im westlichen Riesengebirge geringe Niederschläge hervor.

Der nächtliche Temperaturanstieg beginnt in Krummhübel am 16. in voller Stärke einzusetzen, als das Hochdruckgebiet wieder mit seinem Kern näher an Schlesien herangerückt ist, nachdem es am 14. und 15. weiter entfernt über Skandinavien gelegen war. Die Windrichtung (vergl. Tabelle 1) dreht auf der Schneekoppe von N auf E und bleibt in den folgenden Tagen östlich. Am 20. Juni setzt auf der Schneekoppe bereits mittags SW-Strömung im Gefolge des von SW vordringenden Hochdruckkeils ein. Sie hat jedoch scheinbar noch keinen Einfluß auf die Windrichtung an den Hangstationen, die dort erst in den Morgenstunden des 21. Juni auf SW dreht. Um 5^h (21. Juni) setzt auf der Schneekoppe mit plötzlicher Drehung des Windes auf NW scharfer Temperaturfall ein; die Strömungsverhältnisse sind nunmehr grundlegend geändert. Die Feuchtigkeit auf der Schneekoppe ist in den Tagen vom 16.—20. nur gering, zwischen 40—70⁰/₀. Erst am 21. steigt sie nach 7^h früh wieder auf 100⁰/₀ an. Die auf der Koppe noch am 15. notierte Wolkendecke beginnt sich am 16. im Laufe des Vormittags aufzulösen und von 12^h mittags an ist das Gebirge wolkenfrei. Bis zum 20. herrscht dann heiteres, meist wolkenloses Wetter. Am 21. ist von 8^h an die Koppe wieder in Wolken gehüllt.

Tabelle 1.

Station	16. Juni			17. Juni			18. Juni		
	7 ^h	14 ^h	21 ^h	7 ^h	14 ^h	21 ^h	7 ^h	14 ^h	21 ^h
Schneekoppe . .	NNE 4	NNE 4	NE 5	E 5	ENE 5	ENE 5	SE 4	ESE 3	ESE 4
Wang	NE 1	NE 2	NE 4	C	SE 5	C	E 2	NE 2	NE 1
Krummhübel . .	C	E 2	E 1	E 2	NE 3	E 1	S 1	NE 3	S 1
Arnsdorf	NE 2	NE 2	SE 3	E 1	E 3	S 1	NE 2	E 4	S 1

Station	19. Juni			20. Juni			21. Juni		
	7 ^h	14 ^h	21 ^h	7 ^h	14 ^h	21 ^h	7 ^h	14 ^h	21 ^h
Schneekoppe . .	ESE 3	ESE 2	E 3	NE 1	SW 2	S 3	NNW 5	N 3	NNW 5
Wang	E 1	NE 3	C	C	E 1	NE 2	SW 2	SW 1	C
Krummhübel . .	NE 2	E 3	SE 1	S 1	C	S 1	E 1	NW 1	SW 1
Arnsdorf	E 1	E 3	S 4	SE 1	SE 1	SE 1	SW 4	SW 3	SW 1

Die dem schlesischen Bergland in den Tagen vom 16.—20. Juni zuströmenden Luftmassen entstammen also unzweifelhaft bis in große Höhen hinauf dem nordöstlichen Hochdruckgebiet und sind im Absinken begriffen. Auch in Wang und Krummhübel wird die Wind-

richtung in diesen Tagen als östlich notiert. (Vergl. Tabelle 1.) In den Abendstunden tritt jedoch in Krummhübel seit dem 18. Juni, in Arnsdorf an allen Tagen eine südliche Komponente auf, die der allgemeinen Stromrichtung entgegen verläuft.

Vergleiche der Temperaturen an den einzelnen Stationen zeigen in bezug auf die vertikale Temperaturverteilung vom 16. Juni abends an in den Nachtstunden eine Inversion, die sich besonders stark in den Morgenstunden bemerkbar macht und dann meist noch oberhalb Wang liegt. Sie kann daher nicht nur durch die am stärksten in Arnsdorf wirkende Abkühlung durch nächtliche Ausstrahlung zu erklären sein. Der Tagesgang des Temperaturgradienten für die Stationspaare Arnsdorf/Schneekoppe und Krummhübel/Schneekoppe stimmt an allen Tagen gut überein. Für das erste Paar ergibt sich in den Tagesstunden etwa von 10—18^h eine Abnahme von über $0.9^{\circ}/100\text{ m}$; das meist gegen 14^h auftretende Maximum liefert in allen Tagen einen überadiabatischen Gradienten, der jedoch kein Beweis für eine instabile Schichtung ist, sondern durch die starke Erwärmung an der Bodenstation zur Zeit des Temperaturmaximums verursacht wird. Von 19^h setzt dann eine schnelle Verkleinerung des Gradienten ein, um 21^h beträgt er nur noch etwa $0.3^{\circ}/100\text{ m}$, zwischen 3^h und 4^h wird er teilweise sogar negativ, sowohl unter dem Einfluß der Abkühlung an der Talstation, als auch durch die in den Nachtstunden besonders wirksame antizyklonale Erwärmung an der Gipfelstation. Von 6^h an vergrößert er sich wieder sehr schnell. Anders verläuft der Gang des Gradienten Krummhübel/Schneekoppe. Bereits um 7^h (17., 18., 19. Juni) hat er $0.9^{\circ}/100\text{ m}$ überschritten und um 8 bzw. 9^h sein Maximum (ebenfalls $> 1^{\circ}/100\text{ m}$) erreicht. Daß dieses Maximum zwischen Arnsdorf und der Schneekoppe erst um 14^h eintritt, ist darauf zurückzuführen, daß in Arnsdorf erst die kalte Bodenluft allmählich erwärmt wird, die in Krummhübel fehlt, so daß bis um 7^h die Temperaturen in Krummhübel höher als in Arnsdorf liegen. Bis 18^h hält er sich dann zwischen 1.0 und $0.9^{\circ}/100\text{ m}$. Es erfolgt dann eine Verringerung auf ein Minimum, das zeitlich kurz vor Einsetzen des Temperaturanstiegs eintritt. Ein zweites Minimum ist in den Morgenstunden um 4 oder 5^h, je nach dem Absetzen des nächtlichen Temperaturmaximums, vorhanden. Es beträgt im Höchstfalle $0.25^{\circ}/100\text{ m}$; dazwischen steigt der Gradient auf 0.6 und $0.7^{\circ}/100\text{ m}$ an. Die Temperaturabnahme bleibt also in den Stunden nächtlicher Erwärmung weit unter dem adiabatischen Wert.

Nach Feststellung dieser Beobachtungstatsachen ist es möglich, eine Erklärung für die nächtlichen Temperaturanstiege in Krummhübel zu geben. Die Windrichtung und Luftfeuchtigkeit auf der Schneekoppe, das Vorhandensein einer der allgemeinen Luftströmung entgegengesetzten Windrichtung an den Talstationen zum Abendtermin, der Temperaturgradient Krummhübel/Schneekoppe, schließlich der Verlauf der Temperaturkurve in Krummhübel, lassen darauf schließen, daß wir es mit einem lokalen Bergwind zu tun haben. Durch die in der Ebene einsetzende nächtliche Abkühlung wird ein Abfließen der während des Tages am Bergabhang angesammelten warmen Luft eingeleitet, die nun dem Lomnitztal zuströmt und dessen Verlauf folgt, wobei sich ihre Temperatur beim Absteigen event. noch dynamisch etwas erhöhen kann. Der Bergwind kann sich in diesen Nächten gut entwickeln, weil die allgemeine Luftbewegung im Gegensatz zu einer Föhnlage nur sehr schwach ist. In Arnsdorf ist er nicht in allen Nächten und nicht während der gleichen Dauer in gleicher Stärke festzustellen, da er die ausgebreitete kalte Bodenluft nicht verdrängen kann, weil ihm die hierzu nötige Energie fehlt. Der Abfluß der Bodenluft aus dem Lomnitztal, sowie aus dem Hirschberger Talkessel, in den es mündet, wird durch die vorgelagerten Höhen des Bober-Katzbachgebirges erschwert. Insbesondere wird aber die allgemeine NE-Strömung der Ebene aufstauend wirken. Vereinzelt erfolgt ein Vorstoß der warmen Bergluft bis nach Arnsdorf, wie aus den dort registrierten nächtlichen Temperaturschwankungen hervorgeht. An einem weiteren Beispiel soll über diese Schwankungen noch später gesprochen werden. Das Einsetzen des Bergwindes ist auf den Thermogrammen durch die plötzlich einsetzende starke Erwärmung gut erkennbar. Leider liegen von den Hangstationen keine Windregistrierungen vor, auf denen man seinen Verlauf näher verfolgen könnte.

Daß es sich bei diesen Fällen nächtlicher Erwärmung um eine lokale Erscheinung handelt, geht daraus hervor, daß Störungen des Temperaturverlaufs in Landeck, am Westabhang des Reichensteiner Gebirges im Tal der Biele gelegen, sowie in Habelschwerdt, im nord-südlichen Neißetal zwischen dem Habelschwerdter und Glatzer Schneegebirge gelegen, nicht zu erkennen sind, daß diese vielmehr vollständig regelmäßig den Gang der nächtlichen Abkühlung zeigen. Man ist nunmehr geneigt, die Ansicht Hubers¹⁾, die nächtlichen

¹⁾ A. Huber, Temperaturanstiege und -Maxima bei Nacht als regelmäßige Erscheinung des Temperaturverlaufs. Dt. Met. Jahrb. Bayern 1926, Anhang Teil C.

Temperaturanstiege seien keine zufälligen lokalen Erscheinungen, sondern eine Folge des „Pulsschlags der Atmosphäre“, d. h. von Vorstößen der Äquatorialfront, für den vorliegenden Fall als Ursache zu verneinen. Das Nichtauftreten des nächtlichen Maximums in Landeck und Habelschwerdt dürfte jedoch in der nahezu geschlossenen Lage des Glatzer Kessels begründet sein, die ein Abfließen der kalten Luft und damit das Nachströmen eines warmen Bergwindes behindert. Die einzige Möglichkeit für das Abfließen bietet der enge Taleinschnitt der Neiße bei Wartha nach NE. Es ist jedoch anzunehmen, daß auch hier die in diesen Nächten allgemeine Nordostströmung aufstauend auf diesen Kaltluftabfluß wirkt. An dem später besprochenen Beispiel der Nacht vom 24./25. Juni kann ersehen werden, daß bei SW-Strömung dieses Entleeren erfolgt. Bei einer Ursache der nächtlichen Erwärmung im Huberschen Sinne müßte dann aber ein Temperaturanstieg an den Stationen des schlesischen Flachlandes festzustellen sein. Das ist jedoch nicht der Fall, wie die Registrierungen von Grünberg und Proskau bei Oppeln beweisen. Auch die Erklärung der Erwärmung als „Luftlawine“ im Schmaußschen Sinn¹⁾ ist nicht möglich, da die Temperaturkurven einen Anstieg zeigen, der bereits abends einsetzt und die ganze Nacht ohne Unterbrechung andauert, also nicht durch einzelne, oben durch Ausstrahlung erkaltete, in Krummhübel dynamisch erwärmte Luftkörper hervorgerufen ist. Auch die geographische Beschaffenheit dieses Teils des Riesengebirgsabhangs läßt das als ausgeschlossen erscheinen.

Die hier besprochenen Fälle nächtlicher Erwärmung müssen also als ganz lokale Erscheinung, als reiner Bergwind, dessen Temperaturen sich evtl. noch dynamisch beim Herabfließen erhöhen, gedeutet werden.

2. Eine andere Art von nächtlicher Erwärmung in Krummhübel sei durch das Beispiel des 10./11. Juni erläutert. Für diese Fälle ist ein etwas ähnliches Luftdruckbild vorhanden, wie es oben beschrieben wurde und in Fig. 1 b abgebildet ist. Betrachtet man zugleich den Temperaturverlauf in der Nacht vom 9./10., so lehrt der Vergleich, daß nicht umgekehrt gefolgert werden darf, eine derartige Luftdruckverteilung habe immer nächtliche Temperaturanstiege in Krummhübel zur Folge. So verläuft der Temperaturgang in der Nacht vom 9./10. Juni durchaus normal, obwohl die Abendwetterkarte vom

¹⁾ A. Schmauß, Luftlawinen in Alpentälern. Dt. Met. Jahrb. Bayern, 1926, Anh. Teil F.

9. Juni und die Morgenwetterkarte vom 10. Juni ein ganz ähnliches Bild zeigt, nur daß auf der Morgenkarte vom 10. Juni ein schwacher östlicher Kern des Hochdruckgebiets zu erkennen ist. Erst in der Nacht vom 10./11. Juni ist ein nächtlicher Temperaturanstieg registriert.

Am 8. Juni erfolgt ein Vorstoß des Azorenhochs vom Atlantik nach Mitteleuropa, der jedoch schnell erlahmt. Die dadurch eingeströmten maritimen Kaltluftmassen beginnen, da kein Nachstrom erfolgt, im Laufe des 9. Juni auseinanderzufließen und ein Absinken aus der Höhe einzuleiten. Über dem Nordmeer liegt eine ausgedehnte Depression. Die vertikale Temperaturverteilung am Abend des 9. Juni (Tab. 2) zeigt eine schwache Bodeninversion, die durch stärkere Ausstrahlung in Arnsdorf infolge des wolkenlosen Himmels zu erklären ist. Am Morgen des 10. Juni zeigen die höheren Schichten (Wang) eine beträchtliche Temperaturerhöhung, so daß sich zwischen Wang und der Koppe ein überadiabatischer Temperaturgradient ergibt; von Wang abwärts ist der Gradient negativ. Am Morgen des 11. Juni entspricht die Gradientgröße Schneekoppe-Wang dem adiabatischen Wert, der zwischen Schneekoppe-Krummhübel bleibt etwas darunter.

Tabelle 2.

Station	9. Juni			10. Juni			11. Juni		
	7 ^h	14 ^h	21 ^h	7 ^h	14 ^h	21 ^h	7 ^h	14 ^h	21 ^h
Schneekoppe . .	6.5	8.4	7.1	7.9	11.8	11.5	11.0	15.3	13.1
Wang	12.6	15.0	9.9	16.0	19.8	16.4	17.8	21.4	15.6
Krummhübel . .	11.0	16.9	13.8	15.8	20.5	16.9	19.4	23.9	16.1
Arnsdorf	12.9	19.2	12.1	14.0	22.3	15.8	18.8	25.6	17.4

Der Erklärung des Temperaturanstiegs in Wang durch lokalen Bergwind stehen dieses Mal die Beobachtungen auf der Schneekoppe entgegen. Von 19^h an (9. Juni) dreht der Wind nach den Registrierungen des Observatoriums von NNE auf SW und weht nun gleichmäßig bis 3^h (10. Juni) in Stärke 2—4 aus dieser Richtung, schwenkt dann für kurze Zeit auf NW und weht dann wiederum den ganzen Tag über (10. Juni) bis zum 11. Juni mittags in Stärke 3—4 gleichmäßig aus SW. Die Luftfeuchtigkeit ist fast während dieser ganzen Zeit nahezu gesättigt; sie verringert sich nur zeitweise in den Tagesstunden (am 9. bis auf etwa 80⁰/₀, am 10. auf etwa 75⁰/₀). Wir haben es also unstreitig sowohl in der Nacht vom 9./10. als auch vom 10./11. Juni mit Erwärmung auf Grund einer allgemeinen Föhnlage

zu tun. Die Luftmassen werden von der böhmischen Seite des Gebirges durch den SW-Wind über den Kamm herübergeführt, wobei sie sich nahezu sättigen und auf der schlesischen Seite beim Absinken dynamisch erwärmen. An Stelle des Hochdruckgebiets in den zuerst

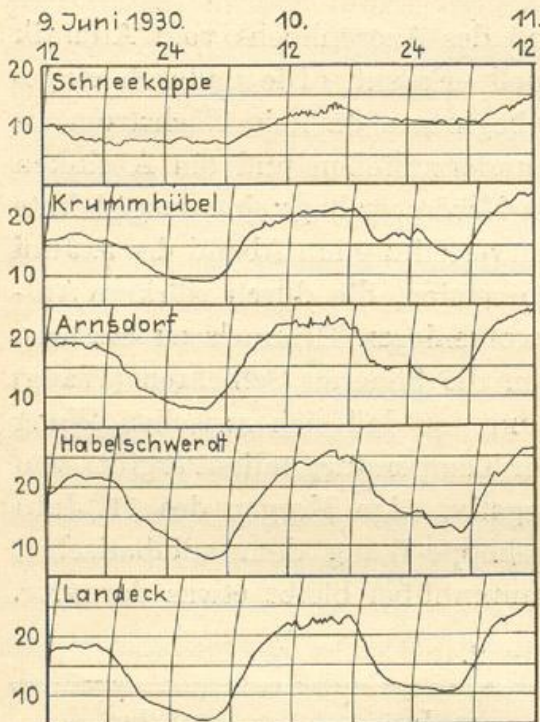


Fig. 3.

behandelten Fällen bestimmt also das Windsystem der nördlichen Depression die Wetterlage. Während, wie schon ausgeführt wurde, der Föhn in der Nacht vom 9./10. nicht bis Krummhübel gelangt, bricht er in der folgenden Nacht bis unten hin durch und macht sich auch noch schwach in Arnsdorf bemerkbar. (Vergl. Fig. 3.) Maßgebend für diese verschiedene Wirkung dürfte sein, daß im Flachland während des 9. Juni und noch während der Nacht zum 10. Juni eine östliche Luftbewegung vorhanden ist, die in diesem Fall stauend auf den Kaltluftabfluß aus dem Lomnitztal wirkt und zwar entsprechend dem stärkeren Luftdruckgradienten eine im Vergleich zu den ersten Fällen (16.—21. Juni) stärkere Ostströmung, während in der Nacht vom 10. zum 11. auch im Flachland schwache südwestliche Luftbewegung herrscht, die das Abfließen der kalten Luft unterstützt und nunmehr die wärmere Höhenströmung herabsaugt. Ähnliche Verhältnisse sind nach v. Ficker¹⁾ bei Südföhn im Inntal vorhanden. Der sich nach der Talstation zu verkleinernde Temperaturgradient wäre danach durch Mischungsvorgänge zu erklären, durch die die Temperatur im Tal erniedrigt wird.

Daß an den Stationen des Glatzer Kessels, Habelschwerdt und Landeck, ein Temperaturanstieg in der Nacht vom 9./10. Juni sich nicht zeigt, ist nach dem Verhalten der Stationen des Riesengebirges aus den gleichen Ursachen verständlich. Interessant ist jedoch, daß in der folgenden Nacht (10./11.) nur in Habelschwerdt eine Erhöhung

¹⁾ H. v. Ficker, Vertikale Temperaturgradienten im Gebirge. Tätigkeitsber. d. Preuß. Met. Inst. im Jahre 1925, S. 60.

registriert ist und im höher gelegenen Landeck der Verlauf der Temperaturkurve fast ungestört ist. Dieses unterschiedliche Verhalten ist in der Lage und Beschaffenheit beider Täler begründet.

Ein Vergleich des Verlaufs der Temperaturkurve von Krummhübel vom 10./11. Juni mit den Nächten vom 16./20. Juni zeigt indessen auch einen charakteristischen Unterschied in beiden Fällen nächtlicher Erwärmung, der somit in den Ursachen begründet ist.

3. Bei der Besprechung der Ursache der Erwärmung in den Nächten vom 16.—21. Juni wurde darauf hingewiesen, daß sich in Arnsdorf die Temperaturerhöhung nicht mehr so ausgeprägt bemerkbar macht wie in Krummhübel und daß dort Schwankungen im Temperaturgang registriert sind, die damit erklärt werden können, daß die Grenzfläche zwischen warmer und kalter Luft sich zeitweilig verschiebt. Während z. B. in der Nacht vom 17./18. (vergl. Fig. 2) der warme Bergwind im allgemeinen auch bis nach Arnsdorf vordringen ist und nunmehr ein kurzes Vordringen des Kaltluftkörpers schnelle Abfälle in der Kurve erzeugt, ist in den Nächten vom 18./19. und 20./21. die Warmluft nicht nach Arnsdorf gelangt. Bei der Durchsicht der Registrierungen fiel noch ein anderer Fall auf, bei dem derartige Schwankungen wesentlich stärker, und zwar in Krummhübel registriert wurden und der hier ebenfalls besprochen werden soll.

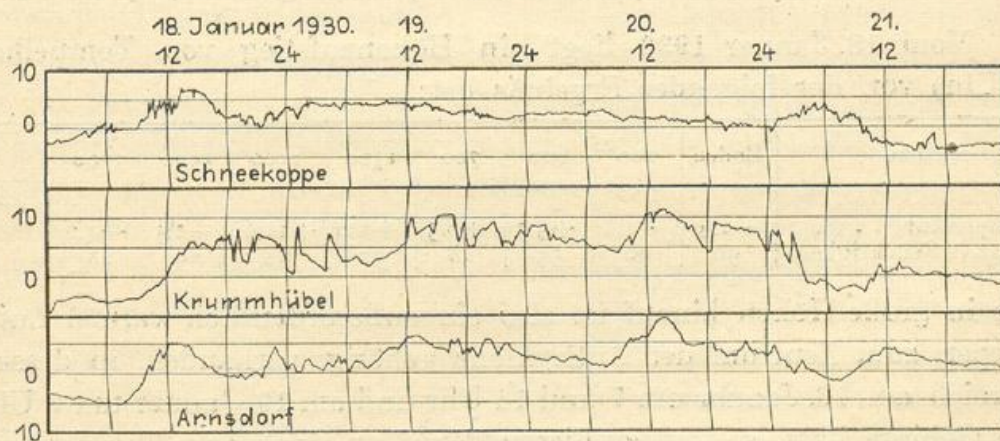


Fig. 4.

Es handelt sich um die Erwärmung in Krummhübel vom 18./21. Januar 1930. Die Wetterlage, die Beobachtungsergebnisse der einzelnen Stationen, sowie der Verlauf der Temperaturregistrierung (vergl. Fig. 4) lassen eindeutig darauf schließen, daß die Ursache der Erwärmung ebenfalls Föhn ist, wie er ähnlich in dem zweiten Fall

(10. Juni) besprochen wurde, der jedoch im vorliegenden Fall viel kräftiger und anhaltender, vom 18. Januar mittags bis zum 21. Januar morgens, weht. Die Luftdruckverteilung zeigt ein sehr kräftig entwickeltes Hochdruckgebiet, dessen Kern (über 780 mm am 18. Januar) sich direkt über Böhmen befindet und das im Laufe des 19./20. unter Verflachung langsam nach Osten abwandert. Das Riesengebirge befindet sich also nahezu im Zentrum des Hochdruckgebiets. Es ist jedoch schon eine allgemeine W- bzw. SW-Strömung vom Zentrum über Böhmen aus vorhanden. Die Schneekoppe meldet in diesen Tagen gute Fernsicht. Die Temperatur- und Windbeobachtungen der betrachteten Stationen gibt Tabelle 3 wieder.

Tabelle 3.

Station	18. Januar 1930			19. Januar 1930			20. Januar 1930			21. Januar 1930		
	7h	14h	21h	7h	14h	21h	7h	14h	21h	7h	14h	21h
Temperatur												
Schneekoppe.	0.0	6.8	2.1	4.6	4.0	2.3	2.6	1.8	-0.5	3.7	-3.2	-3.6
Wang	-0.5	4.1	3.5	3.9	8.9	4.7	5.3	7.9	6.1	-1.4	0.5	-0.8
Krummhübel	-4.0	5.9	7.4	2.6	8.1	9.5	5.4	11.3	8.6	-2.2	1.8	0.1
Arnsdorf . . .	-4.8	4.9	-1.0	1.2	5.7	4.6	1.3	8.2	1.6	-2.7	1.8	0.0
Wind												
Schneekoppe.	S 5	S 4	SW 6	NW 4	W 6	W 6	SW 3	SW 5	SW 6	SW 4	N 4	NE 3
Wang	NW 2	C	NW 2	W 1	W 2	SW 2	C	W 2	NW 6	W 1	NW 2	C
Krummhübel	SW 1	SE 1	SW 1	SE 1	SW 2	SW 2	SE 1	S 3	SW 4	SE 1	E 1	E 1
Arnsdorf . . .	S 2	S 3	SW 2	SE 4	E 2	E 1	S 1	SW 3	SW 4	S 3	E 2	E 5

Vom 18. Januar 1930 liegt ein Höhengaufstieg von Tempelhof (9 Uhr) vor, der folgendes Ergebnis hat:

*Höhe	Boden	200	600	700	1300	1500	3300	3700	} usw.
Temperatur	-1.4	-1.8	+5.5	+6.5	+8.0	+11.6	-2.5	-4.0	
Relative Feuchtigkeit	90	90	55	48	37	34	29	28	

Bis in große Höhen hinauf ist also ein außerordentlich warmer Luftkörper, zum Zentrum der Antizyklone gehörig, vorhanden, in dessen Bereich am 18. Januar um 7 und 14 Uhr und am 19. Januar um 7 Uhr das Gebirge liegt, so daß zu diesen Terminen eine starke Temperaturzunahme mit der Höhe vorhanden ist. Die Temperaturbeobachtungen von Krummhübel zeigen sonst gegen Arnsdorf sehr hohe Temperaturen und eine sehr starke Inversion. Die warme herabfließende Luft muß gegen die unterste kalte Bodenschicht durch einen ziemlich scharfen Übergang getrennt sein. Davon zeugen die in Krummhübel registrierten Schwankungen, die besonders in der Nacht vom

18./19. und 20./21. sehr stark sind und in ganz kurzer Zeit Temperaturänderungen bis über 8° bringen. Die Grenzschicht dieser beiden verschieden temperierten Luftmassen dürfte im gleichen Sinne, wie es vorhin besprochen wurde, vorgestoßen sein und sich zurückgezogen haben, so daß die Station bald in den Bereich der kalten, bald in den Bereich der warmen gelangte. Im gleichen Rythmus zeigen sich die Schwankungen in Arnsdorf; jedoch ist deren Amplitude wesentlich geringer. Am 20. ist von 18 h an bis zum Aufhören des Föhns Krummhübel schon vorwiegend im warmen Luftkörper; es sind nur noch zwei deutliche Vorstöße der kalten Luftmasse vorhanden. Daß sich bei den oben erwähnten Sommerfällen die Schwankungen nur wesentlich geringer bemerkbar machen, ist auf die kleineren Temperaturdifferenzen zurückzuführen und bedarf keiner weiteren Erörterung.

Es drängt sich ein Vergleich mit den von Knoch¹⁾ beschriebenen, in Potsdam beobachteten Temperaturschwankungen auf, die durch Schwankungen der Luftmassen an den Grenzflächen der untersten Bodeninversion, gleichsam einem Auf- und Abwogen, also mit Wellenbewegungen längs der Inversion erklärt werden. Bei den hier betrachteten Fällen dürften es jedoch die Schwankungen der Lage der Grenzfläche zweier verschieden temperierter Luftmassen am Erdboden sein, also ein Vorstoß bzw. ein Rückzug der kalten Bodenluft, was ihre Ursache in der wechselnden Intensität des herabwehenden Föhns haben dürfte. Auch hier könnten eventuell vorliegende Windregistrierungen Aufklärung geben.

4. Einen ganz anderen Charakter als die vorherbesprochenen trägt die Temperaturerhöhung in der Nacht vom 24./25. Juni 1930. Es ist folgende Wetterlage vorhanden: Die im Bereich eines vom Eismeer bis zum Mittelmeer reichenden Hochdruckrückens über dem südlichen und östlichen Teil von Mitteleuropa lagernde subtropische Warmluft wird durch Vordringen einer Okklusionsfront, die mit einer am Morgen des 24. Juni über den Britischen Inseln lagernden Zyklone in Verbindung steht, verdrängt. Der Einbruch der maritimen Kaltluftmassen, deren Front durch einen Gewitterstreifen gekennzeichnet ist, erfolgt von Südfrankreich her über Mitteleuropa nach Polen; das schlesische Bergland erreichen sie kurz nach Mitternacht. Der Einbruch ist besonders im Riesengebirge von kräftigen Regenfällen begleitet.

¹⁾ K. Knoch, Lebhalte Schwankungen der Temperatur an der Grenzfläche der untersten Bodeninversionen. Tät.-Ber. d. Kgl. Pr. Met. Inst. 1909, S. 113.

Ein flüchtiger Blick auf die in Fig. 5 wiedergegebenen Temperaturdiagramme läßt sofort den veränderten Charakter der nächtlichen Erwärmung erkennen.

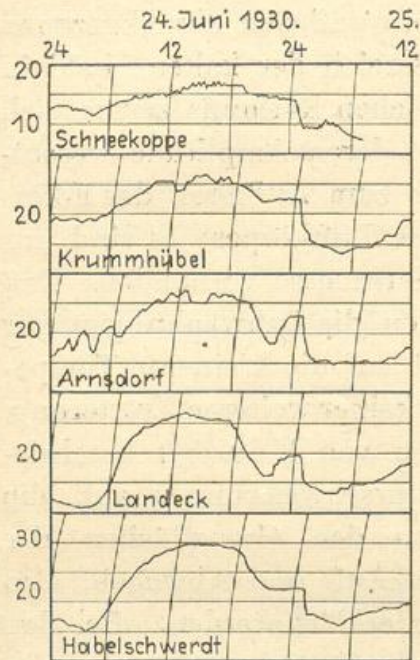


Fig. 5.

Bemerkenswert ist zunächst, daß auch auf der Schneekoppe, ebenso wie in Krummhübel eine relative Erwärmung einsetzt, die sich darin äußert, daß der Temperaturabfall von 21^h an in ein Gleichbleiben übergeht. In Arnsdorf beginnt, wie gewöhnlich, gegen 19^h der Abstieg von 25° auf etwa 18° (um etwa 21^{1/2}^h). Dann setzt plötzlich ein Anstieg um etwa 5° ein. An alle drei Stationen erfolgt dann fast gleichzeitig zwischen 0^{1/4} und 2^h ein sehr schroffer Abfall um 8° (in Arnsdorf) bzw. 7° (in Krummhübel) bzw. 5° (auf der Schneekoppe). Der Abfall erfolgt in Krummhübel und Arnsdorf scheinbar etwas später. Der Charakter der Störung des nächtlichen Temperatur-

ganges ist also in Arnsdorf ein wesentlich anderer als wie in Krummhübel und auf der Schneekoppe.

Bemerkenswert ist ferner, daß sich auch in Landeck, wo sich die oben beschriebenen Fälle nicht bemerkbar machten, und in Habelschwerdt diese Erscheinung in ähnlicher Weise wie in Arnsdorf bzw. wie in Krummhübel zeigt. Die Terminbeobachtungen um 21^h ergeben für die genannten Stationen für Wind und Temperatur:

Schneekoppe	Wang	Krummhübel	Arnsdorf	Landeck	Habelschwerdt
S 6 14.1	SW 3 18.6	SW 3 22.0	N 1 19.7	0 19.0	S 2 21.3

Die Tagestemperaturen sind am 24. Juni 1930 ziemlich hoch. Durch die andringenden Kaltluftmassen wird offensichtlich in den Abendstunden ein Emporheben und Überfließen der warmen Luftmassen aus dem böhmischen Kessel über den Kamm der Sudeten hervorgerufen (dafür spricht die relative Temperaturerhöhung auf der Koppe), das um 21^h einsetzt und dem Temperaturabfall auf der Koppe und in Krummhübel entgegenwirkt. Die warme Luft dringt jedoch

um 21^h noch nicht bis zur Ebene durch. Vielmehr breitet sie sich offenbar über die bei Arnsdorf schon durch die eingesetzte Ausstrahlung vorhandene Kaltluft aus und geht in die allgemeine Westströmung der Ebene über. Die zu dieser Zeit in Arnsdorf beobachtete nördliche Windrichtung dürfte infolge von Saugwirkung der warmen aufgleitenden Luft und Zuströmens der Bodenluft nach der Grenzfläche der Luftkörper zu erklären sein. Die kalte Bodenluft in Arnsdorf wird nun ziemlich schnell abgesaugt und aufgeleckt. Kurz vor 22^h beginnt auch dort die Erwärmung einzusetzen. Die Windrichtung dürfte wahrscheinlich um diese Zeit ebenfalls auf SW umgesprungen sein. Wegen des Fehlens von Windregistrierungen läßt sich diese Annahme jedoch nicht bestätigen. Nachdem nun die im böhmischen Kessel lagernde warme Luft vor der andrängenden Front her über den Gebirgskamm herübergedrängt worden ist (die Schneekoppe meldet um 21^h Windstärke 6!), fällt bald nach Mitternacht die kalte Luft ein und dringt sogleich bis nach Arnsdorf hin durch. Es zeigt sich hier deutlich der Einfluß eines starken Gradienten auf die lokale Ausdehnung der Erwärmung am Gebirgsabhang. In den vorher besprochenen Fällen vermochte die in Arnsdorf lagernde Luft bzw. das lokale Windsystem dem warmen Bergwind oder Föhn Widerstand zu leisten.

Bemerkenswert ist, daß in dieser Nacht auch die in Landeck einsetzende Abkühlung unterbrochen wird und die föhnartige Erwärmung auch hier durchgreift. Während in den Nächten vom 16./20. wie schon ausgeführt wurde, die herrschende Ostströmung eine Stauwirkung auf die Kaltluftmassen des Glatzer Kessels ausgeübt haben dürfte, wird sie jetzt durch die Westströmung abgesaugt, so daß die warme Luft nachströmen kann und auch in Landeck und Habelschwerdt den Föhn zum Durchbruch kommen läßt. Ebenso wie bei den Riesengebirgsstationen erfolgt dann plötzlich nach Mitternacht der Einbruch der kalten Luft.

Über mittlere Luftdruckkarten bei Föhnentwicklung im Inntal.

Von Erich Pernice.

Wer da glaubt, er werde in der folgenden kleinen Arbeit etwas Neues über den Föhn erfahren, wird enttäuscht werden. Denn anerkanntermaßen gehört der Föhn zu den am besten erklärten Erscheinungen in der Meteorologie, und insbesondere sind die Föhnvorgänge im Inntal, von denen hier noch einmal die Rede sein soll, so erschöpfend und eingehend behandelt worden, daß es ein müßiges Unterfangen wäre, hier noch nach neuen Ergebnissen zu suchen. Es sind vielmehr in der folgenden Abhandlung, die im Anschluß an eine meteorologische Übungsarbeit entstand, auch nur längst bekannte Tatsachen zu finden.

Zur Beurteilung der vertikalen Temperaturverteilung im Inntal wurden die Registrierungen von Igls und dem Patscherkofel¹⁾ benutzt. Igls liegt in 876 m, das Patscherkofelschutzhaus, an dessen Nordseite die Registrierungen seinerzeit gewonnen wurden, in 1970 m Höhe, beide südlich von Innsbruck.

Der Gang der Untersuchung war nun folgender: Zunächst wurden aus den Beobachtungen auf der Zugspitze (1904—1905), soweit das Registriermaterial der beiden eben genannten Stationen noch vorlag, die Tage herausgesucht, an denen an mindestens einem Termin frische Winde aus südlicher Richtung, d. h. aus SE bis SW auf der Zugspitze wehten. Es ergaben sich so 80 Tage. Am häufigsten, nämlich 28mal, war nun an diesen Tagen um 14 Uhr der vertikale Temperaturgradient zwischen Igls und dem Patscherkofel größer als 0.8° pro 100 m; 16mal lag er zwischen 0.6 und 0.8° , 15mal zwischen 0.4 und 0.6° . In 11 Fällen betrug die Temperaturabnahme pro 100 m zwischen Igls und dem Patscherkofel nur 0.2 bis 0.4° , und der Rest der ausgewählten Tage, nämlich 10, brachte sogar Temperaturgradienten, die kleiner waren als 0.2° .

Es mag dies Ergebnis zunächst befremdend erscheinen. Wenn man aber bedenkt, daß auf Grund des Auswahlprinzips der Tage mit Südwind auf der Zugspitze Tage hinzugezogen wurden, an denen z. B. auf der Zugspitze morgens NW-Wind, Stärke 6, mittags NW-

¹⁾ H. v. Ficker, Innsbrucker Föhnstudien I, Denkschriften der Wiener Akademie, 78. Bd., 1905, S. 84.

Wind, Stärke 4, aber abends SSE-Wind, Stärke 8 wehte (am 9. Februar 1904), so erscheint es weniger unerklärlich, daß an einer verhältnismäßig großen Anzahl von Tagen mit Südwind auf der Zugspitze sehr geringe Temperaturgradienten im Inntal vorkamen.

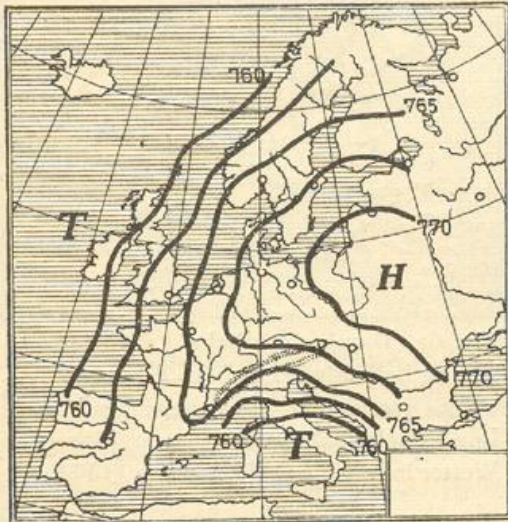


Fig. 1. Durchschnittliche Luftdruckverteilung bei Südwind auf der Zugspitze und einem vertikalen Temperaturgradienten Igl's-Patscherkofel ≤ 0.2 . (Mittel aus 10 Fällen.)

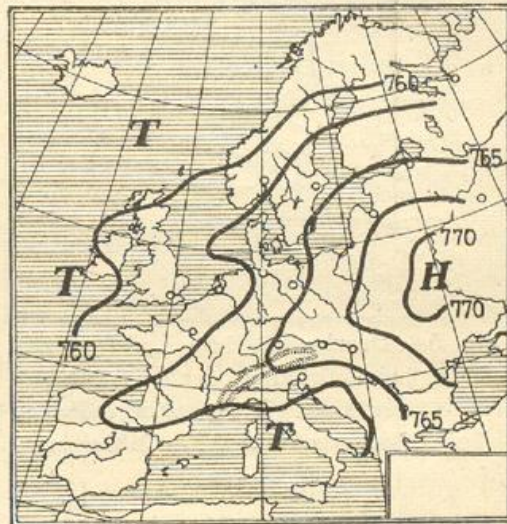


Fig. 2. Durchschnittliche Luftdruckverteilung bei Südwind auf der Zugspitze und einem vertikalen Temperaturgradienten Igl's-Patscherkofel 0.2—0.4. (Mittel aus 11 Fällen.)

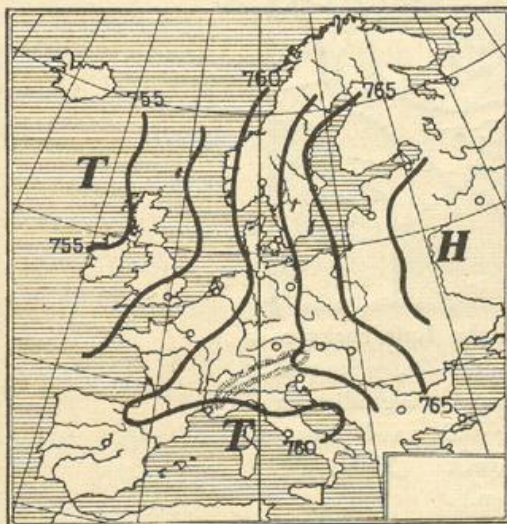


Fig. 3. Durchschnittliche Luftdruckverteilung bei Südwind auf der Zugspitze und einem vertikalen Temperaturgradienten Igl's-Patscherkofel 0.4—0.6, (Mittel aus 15 Fällen.)

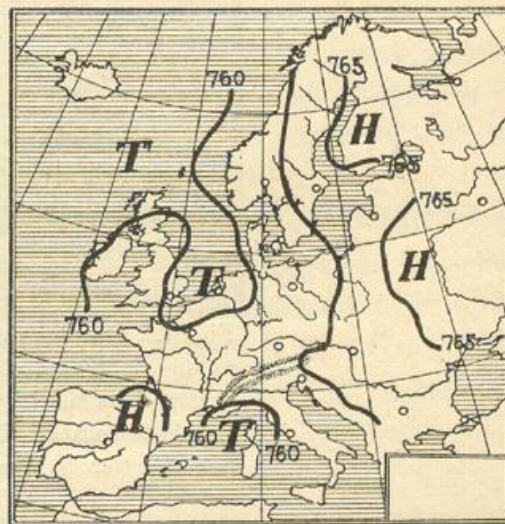


Fig. 4. Durchschnittliche Luftdruckverteilung bei Südwind auf der Zugspitze und einem vertikalen Temperaturgradienten Igl's-Patscherkofel 0.6—0.8. (Mittel aus 16 Fällen.)

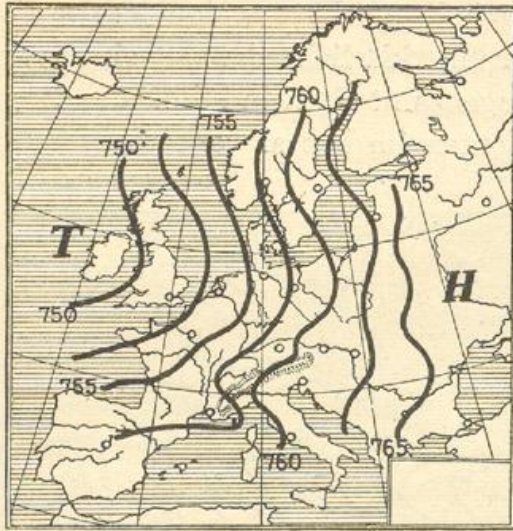


Fig. 5. Durchschnittliche Luftdruckverteilung bei Südwind auf der Zugspitze und einem vertikalen Temperaturgradienten Igl's-Patscherkofel > 0.8 . (Mittel aus 28 Fällen.)

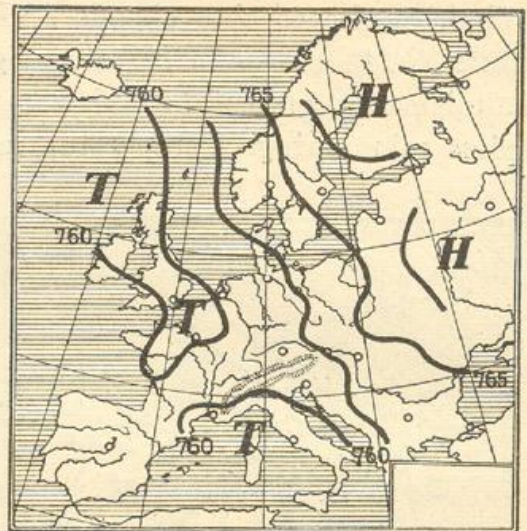


Fig. 6. Durchschnittliche Luftdruckverteilung bei Südwind auf der Zugspitze und einem vertikalen Temperaturgradienten Igl's-Patscherkofel $0.6-0.8$ vor föhnigem Wetter in Innsbruck. (Mittel aus 11 Fällen.)

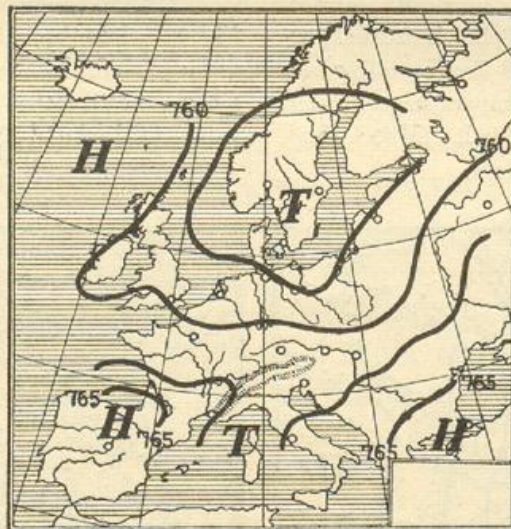


Fig. 7. Durchschnittliche Luftdruckverteilung bei Südwind auf der Zugspitze und einem vertikalen Temperaturgradienten Igl's-Patscherkofel $0.6-0.8$ nach föhnigem Wetter in Innsbruck. (Mittel aus 5 Fällen.)

Für diese fünf verschiedenen Temperaturgradienten, nämlich $\frac{-\Delta t}{100 \text{ m}} < 0.2$, $0.2-0.4$, 0.4 , 0.6 , $0.6-0.8$ und > 0.8 , wurden auf Grund der Wetterberichte der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien Karten der durchschnittlichen Luftdruckver-

teilung über Europa für den Termin 8 Uhr gezeichnet. Das Ergebnis ist in den Figuren 1 bis 5 dargestellt. Die Wetterlage bei einem Temperaturgradienten Igls-Patscherkofel kleiner als 0.2° weist ein Hochdruckgebiet über Westrußland und Polen, und ein Tief westlich und nördlich von England auf. Mit wachsender Temperaturabnahme zwischen Igls und dem Patscherkofel rückt das Minimum gegen das ostwärts zurückweichende Maximum vor, bis sich bei einem Gradienten größer als 0.8° eine typische Föhnsituation ausgebildet hat (Fig. 5).

Nur Figur 4 reiht sich nicht in die Entwicklung der Druckverteilung zur Föhnlage ein. Der Luftdruckgradient ist auf dieser Karte so klein, daß hier zwei Fälle übereinandergelagert zu sein scheinen, eine Annahme, die immerhin nahe liegt, denn die Werte 0.6 bis 0.8 des Temperaturgradienten können selbstverständlich kurz vor und kurz nach der eigentlichen, ins Tal durchbrechenden Föhnströmung erreicht werden. Es wurde daher versucht, die 16 Tage, die den Gradienten 0.6 bis 0.8° ergaben, in zwei Gruppen zu teilen, nämlich in eine solche, bei der dieser Wert vor föhnigem Wetter, und eine andere, bei der er nach föhnigem Wetter in Innsbruck erreicht wurde.

In Figur 6 sehen wir einigermaßen befriedigend die Luftdruckverteilung vor föhnigem Wetter, während Figur 7 die Wetterlage nach föhnigem Wetter in Innsbruck darstellt. Hier kommt besonders gut zum Ausdruck, wie sich ein Keil hohen Druckes ostwärts gegen die Alpen vorschiebt. Kalte Luft fließt von NW her gegen die Alpen, hebt die Föhnströmung vom Boden ab und beendet damit den Föhn.

Zur näheren Erläuterung des Entwicklungsganges des Föhns, wie er sich in der Druckverteilung widerspiegelt, soll beifolgende Tabelle dienen. Sie bringt die mittlere, tägliche Niederschlagsmenge und Bewölkung in Riva am Gardasee und in Innsbruck, ferner die Differenz der Werte dieser Elemente Riva-Innsbruck. Man ist zunächst geneigt, die Werte von Niederschlag und Bewölkung, die sich bei einem Temperaturgradienten Igls-Patscherkofel kleiner als 0.2° ergeben, von der weiteren Betrachtung auszuschließen. Es ist offenbar Zufall, daß hier der Unterschied im Niederschlag zwischen Süd- und Nordseite der höchsten Alpenkämme so groß wird; eine Föhnwirkung ist hier wohl noch nicht anzunehmen, da ja auch die Betrachtung der Figur 1, die die diesen Werten entsprechende Druckverteilung

Mittlere tägliche Niederschlagsmenge und Bewölkung
bei Südwind auf der Zugspitze.

$\frac{\Delta t^{\circ}}{100 \text{ m}}$ Igl's-Patscher- kofel	Riva		Innsbruck		Differenz Riva-Innsbruck		Zahl der Fälle
	Nieder- schlag	Be- wölkung	Nieder- schlag	Be- wölkung	Nieder- schlag	Be- wölkung	
< 0.2	5.0	6.2	0.2	5.2	4.8	1.0	10
0.2—0.4	2.7	4.8	1.3	3.1	1.4	1.7	11
0.4—0.6	3.9	7.0	2.1	4.4	1.8	2.6	15
0.6—0.8 vorföhnig	4.6	7.9	0.3	4.2	4.3	3.7	11
> 0.8	13.2	9.0	1.4	4.5	11.8	4.5	28
0.6—0.8 nachföhnig	8.0	7.4	7.7	6.1	0.3	1.3	5

darstellt, noch keine einheitliche Südströmung über den Alpen vermuten läßt. Die Entwicklungsgeschichte des Föhns beginnt augenscheinlich erst bei den Temperaturgradienten 0.2 bis 0.4. Hier haben wir die geringsten Niederschlags- und Bewölkungsdifferenzen zwischen Riva und Innsbruck, und zugleich weisen Niederschlag und Bewölkung selbst an beiden Orten die kleinsten Werte auf. In Figur 2 ist also das sogenannte Vorstadium des Föhns im mittleren Druckbilde dargestellt. In Figur 3 haben wir es dagegen offensichtlich bereits mit dem antizyklonalen Föhnstadium zu tun, wie uns die Tabelle lehrt. Hier sind aber wohl schon, z. B. in den höheren Werten der Bewölkung in Riva, die Anfänge zum Übergang zum stationären Föhnstadium zu erkennen, der sich dann bei dem Gradienten 0.6 bis 0.8° (vor föhnigem Wetter in Innsbruck) mit aller Macht vollzieht (Fig. 6). Die Niederschlags- und Bewölkungsdifferenzen zwischen Nord- und Südseite der Alpen sind weiter gewachsen; in Innsbruck haben sich die Niederschlagswerte stark verringert, während an der weiteren Zunahme der Bewölkung und Niederschlagsneigung in Riva sich das Anwachsen des Luftzustroms aus Süden gegen die Alpenkämme kennzeichnet, der ja als Ersatz für die aus den Alpentälern ins nördliche Alpenvorland abfließenden kalten Inversionsschicht das stationäre Föhnstadium einleitet.

Es erübrigt sich, zu Figur 5, die die Druckverteilung des stationären Föhnstadiums im Mittel darstellt, Einzelheiten aus der Tabelle anzuführen. Dagegen mögen über das Erlöschen des Föhns, wie es die mittlere Druckverteilung in Figur 7 bei den Temperaturgradienten 0.6 bis 0.8° nach föhnigem Wetter in Innsbruck deutlich wiedergibt,

zum Schluß noch einige Worte gesagt werden. Schon die Druckverteilung deutet hier darauf hin, daß auf der Rückseite des über Skandinavien befindlichen Tiefs kalte Luft gegen die Alpen vorgedrungen ist, die den Föhn beendet, nachdem sie sich keilförmig unter die Föhnströmung eingeschoben hat. Die Werte von Niederschlag und Bewölkung in unserer Tabelle bestätigen diese Annahme. Die Differenz zwischen Innsbruck und Riva ist auf ein Minimum gesunken, die Niederschlagsneigung nimmt in Innsbruck stark zu — die weitere Entwicklung leitet zum Nordföhn auf der Südseite der Alpen über.

Ein Beitrag zur Untersuchung niedriger Luftfeuchtheitswerte auf der Schneekoppe und auf dem Brocken.

Von J. Hoffmeister.

Auf der Schneekoppe und auf dem Brocken sowie auch auf anderen Gipfeln wird mitunter ein so geringer Feuchtheitsgehalt der Luft gemessen wie nirgends an Orten des Tieflandes. Es müssen also in den höheren Luftschichten besondere Bedingungen vorliegen, die zu der außergewöhnlichen Lufttrockenheit Veranlassung geben. Es sollen nun im folgenden für die Schneekoppe und den Brocken allgemein die Wetterlagen, bei denen große Lufttrockenheit auftritt, einer Betrachtung unterzogen werden, dann ein besonders ausgewählter Fall näher erörtert werden. Eine weitere Ausdehnung der Untersuchung auf das gesamte vorliegende Material der deutschen Höhenstationen und aerologischen Aufstiege soll einer späteren Untersuchung vorbehalten bleiben.

Daß den geringen Feuchtheitswerten Realität zukommt, steht wohl außer Zweifel. Schon die Tatsache, daß Tage mit geringer Luftfeuchtheit an allen Gipfelstationen von einer gewissen Höhenlage ab vorkommen, spricht dafür. Weiter stimmen auch durchweg die mit Hilfe eines Psychrometers ermittelten Werte mit denen des Haarhygrographen weitgehend überein, und schließlich sind mit der Lufttrockenheit andere meteorologische Erscheinungen regelmäßig verbunden, daß man die Gesamtheit der Erscheinungen und damit auch die Lufttrockenheit als durchaus wirklich vorhanden und

gesetzlich begründet ansehen muß. Wenn auch die Prozentzahl der relativen Feuchtigkeit bei der Unsicherheit der Feuchtigkeitsmessungen häufig nicht der Wirklichkeit entsprechen wird, so steht jedoch fest, daß es sich in den hier betrachteten Fällen um eine ungewöhnliche Trockenheit der Luft handelt. Als Maß für die Auswahl der Fälle sei eine relative Feuchtigkeit unter 10% genommen. Es soll damit keineswegs behauptet werden, daß in jedem der Fälle nun auch die angegebene bestimmte Feuchtigkeit geherrscht hat, oder daß alle Fälle mit diesem Betrage erfaßt sind; vielmehr soll besonders für die Statistik damit nur ein Anhalt gewonnen werden. In Wirklichkeit gehören zu dem hier behandelten Typus auch Tage mit geringem Feuchtigkeitsgehalt, der aber doch 9% übersteigt. Man muß notwendigerweise eine Einschränkung vornehmen, da eine einheitliche Grenze nach oben sonst schwer zu ziehen ist.

Der Untersuchung wurden die 25 Jahre von 1905 bis 1929 zugrunde gelegt. In Betracht gezogen wurden wegen ihrer Zuverlässigkeit nur die Terminbeobachtungen, so daß die zwischen den Terminen liegenden Zeiten mit geringer Luftfeuchtigkeit nicht erfaßt sind. Es wurden nur die getrennten Fälle ausgezählt; aufeinanderfolgende oder sonst deutlich ursächlich zusammenhängende Termine mit einer relativen Feuchtigkeit von weniger als 10% wurden als ein Fall gewertet.

Es zeigt sich, daß die Häufigkeit auf der Schneekuppe bedeutend größer ist als auf dem Brocken. Auf der wieder erheblich niedrigeren Wasserkuppe kommen in der allerdings kürzeren Periode

Häufigkeitszahlen der Fälle, in denen auf der Schneekuppe und auf dem Brocken zu den Beobachtungsterminen eine relative Feuchtigkeit unter 10% gemessen wurde*).

(1905—1929.)

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Schneekuppe	16	17	8	3	3	2	0	0	6	10	15	8	88
Brocken . . .	5	4	4	0	0	0	0	0	1	3	3	3	23

*) Verschiedene Termine derselben Lufttrockenperiode wurden als ein Fall gezählt.

von August 1923 bis September 1930, in der sowohl die Schneekuppe als auch der Brocken Termine mit weniger als 10% Feuchtigkeit aufweisen, solche überhaupt nicht vor. Dasselbe gilt auch für das unterhalb der Schneekuppe in 872 m Höhe gelegene Wang. Es besteht also, was man von vornherein annehmen kann, eine Abhängigkeit der Häufigkeit von der Seehöhe, wenn auch die dadurch

bedingten Häufigkeitszahlen durch regionale Verschiedenheiten noch überlagert sein dürften. Wie in größeren Höhen die Verhältnisse liegen, läßt sich nur mit Hilfe der Aufstiege in der freien Atmosphäre ermitteln. Danach scheint dort die Häufigkeit unter sonst gleichen Bedingungen höchstens ebenso groß, wahrscheinlich aber kleiner zu sein. Eine genaue Untersuchung hierüber wäre noch erforderlich, stößt jedoch insofern auf Schwierigkeiten, als infolge der Verschiedenheit der Aufstiegstermine und der erreichten Höhen sowie auch infolge der geringeren Zahl der Messungen ein Vergleich mit den Gipfelstationen nicht gut möglich ist.

Der jährliche Verlauf der Häufigkeit läßt eine deutliche Periode erkennen. Das Maximum fällt auf den Winter, das Minimum auf den Sommer, in dem im Juli und August auf der Schneekoppe überhaupt keine Tage mit großer Trockenheit auftreten, am Brocken sogar nicht von April bis August. Inwieweit hierbei der mehr maritime Charakter des Brockens eine Rolle spielt, läßt sich nicht ohne weiteres beurteilen. Der verhältnismäßig geringe Wert im Dezember auf der Schneekoppe ist vermutlich nur eine Ungleichheit infolge Verwendung einer noch zu kurzen Periode, doch erscheint auch eine wirkliche Ursache möglich, wenn man daran denkt, daß der Dezember durch große Zyklontätigkeit und durch große Niederschlagshäufigkeit ausgezeichnet ist. Allerdings kommt dies auf dem Brocken vielleicht wegen der an sich geringeren Häufigkeitszahlen nicht zum Ausdruck.

Auf Grund der statistischen Ergebnisse kann man vermuten, daß die geringe Luftfeuchtigkeit überwiegend mit der Luftzirkulation in Antizyklonen zusammenhängt. Von den 88 betrachteten Fällen der Schneekoppe tritt die weitaus größte Zahl bei einem Luftdruck auf, der über dem langjährigen Mittel liegt und zwar zeitlich in der Nähe eines Maximums. Nur 5 Fälle bilden eine Ausnahme; doch tritt auch hier zeitlich in der Nähe ein relatives Maximum auf, so daß man diese 5 Fälle den anderen 83 zuordnen kann. Beim Brocken gilt die genannte Beziehung ausnahmslos. In der Regel handelt es sich sogar um besonders hohen Luftdruck, so daß vielfach die große Lufttrockenheit zeitlich ungefähr mit dem Luftdruckmaximum des betreffenden Monats zusammenfällt, doch gilt dies nicht durchweg. Umgekehrt wird jedoch das Maximum des Luftdrucks nicht in allen Fällen von geringer Luftfeuchtigkeit begleitet. Meist geht das Maximum des Luftdrucks der Lufttrockenheit voran, selten fallen sie auf denselben Termin. Die Lage der Antizyklonen ist verschieden. Meist handelt es sich um

Antizyklonen im Nordosten, Osten und Südosten Europas, seltener in Mitteleuropa. Doch sind auch Wetterlagen mit Antizyklonen im Westen beteiligt. Es scheint also die Lage der Antizyklonen nicht ein wesentliches Moment zu sein. Die Antizyklonen sind meist stationär. Einbrüche warmer und kalter Luftmassen treten mitunter gleichzeitig auf, überstreichen aber nicht unser Gebiet und sind wahrscheinlich meist nicht beteiligt. Eine unmittelbare Beziehung zwischen Brocken und Schneekoppe besteht nicht. Es gibt aber doch Fälle, in denen beide in derselben Witterungsperiode gleichzeitig geringe Luftfeuchtigkeit haben. Im allgemeinen sind die Werte auf dem Brocken etwas höher als auf der Schneekoppe. Auch in der freien Atmosphäre (Lindenberg) ist mitunter gleichzeitig große Trockenheit festgestellt worden.

Mit dem Auftreten der Lufttrockenheit ist in der Mehrzahl der Fälle ein Anstieg der Temperatur verbunden und zwar in 73 von 88 auf der Schneekoppe, in 21 von 23 auf dem Brocken. Unabhängig davon ist der Temperaturgang bei den Talstationen, an denen die Lufttemperatur bei Eintritt der Trockenheit auf dem Gipfel meist sinkt oder gleichbleibt. Die Gipfelstation ist fast ohne Ausnahme wärmer als die Fußstation. Der mittlere Gradient beträgt bis -1.2 Grad/100 m und auch die positiven Gradienten sind nur klein, erreichen nur in 2 Fällen $+0.7$ Grad/100 m. Außer einer Bodeninversion sind vermutlich stets noch andere in der Höhe zwischen Fußstation und Gipfel vorhanden. Bemerkenswert ist übrigens noch, daß am häufigsten die Lufttrockenheit auf den Morgentermin entfällt.

Die auf den Gipfelstationen beobachtete Bewölkung ist gering, ist 0 oder 1, selten größer. An der Talstation ist sie mitunter größer, doch kommt auch hier ein völlig bedeckter Himmel selten vor.

Der Betrag der relativen Feuchtigkeit erreicht an der Fußstation wohl auch oft gleichzeitig niedrige Beträge, doch stellen sie nichts Ungewöhnliches dar, haben auch, wie wir weiter unten sehen werden, andere Ursachen.

Da die hier ausgesuchten Fälle im großen übereinstimmende meteorologische Eigentümlichkeiten besitzen, so ist anzunehmen, daß sie auch im einzelnen sich gleich oder ähnlich verhalten. Es mag daher genügen, einen Fall genau zu analysieren.

Es soll die Lufttrockenheit am 12. September 1911 7^h näher untersucht werden. Es betrug zu diesem Termin die relative Feuchtigkeit auf der Schneekoppe nur 1 $\frac{0}{10}$. Zunächst sei die Wetterlage im

folgenden kurz gekennzeichnet. Am 11. September um 8^h liegt über Deutschland ein Hochdruckgebiet, das einem Tiefdruckgebiet folgt und einem neuen Tiefdruckgebiet vorangeht. Es handelt sich in diesem Falle also um ein kohärentes Druckgebilde. Die Schneekoppe und der Brocken liegen im Bereiche des Hochdruckgebietes; ein Teiltief über Irland macht sich in Deutschland noch nicht bemerkbar. Bis zum 12. September 8^h ist das Hoch nach Südosten weitergezogen und liegt jetzt über Ungarn, so daß die Schneekoppe und der Brocken im Nordwestsektor des Hochdruckgebietes liegen. Es herrscht trockenes, heiteres Wetter bei schwachen Winden, nur der äußerste Nordwesten Deutschlands wird jetzt durch das flache nach der Nordsee weiter gezogene Teiltief beeinflußt. Irgendeine Front ist in Deutschland nicht erkennbar. Die Lufttrockenheit auf der Schneekoppe tritt etwa von 5 bis 7^h morgens auf bei einem Luftdruck von 633.4 mm, 1 Termin vor dem Maximum von 634.5 mm, das ebenfalls noch mit einer geringen Luftfeuchtigkeit (28 %) verbunden ist. Der normale Luftdruck beträgt im September für die Schneekoppe 628.6 mm. Am 13. um 8^h ist das Teiltief bis zur jütländischen Küste vorgedrungen, das Hoch hat sich weiter nach Südosten zurückgezogen. Es herrscht an allen drei Tagen heiteres, trockenes Wetter bei schwachen inländigen Winden, abgesehen von dem Nordwesten, der am 12. und 13. nicht mehr unter dem Einfluß des Hochs in Südosten steht. Auf der Schneekoppe herrscht am 12. um 7^h Ostwind von der Stärke 1. Die Temperaturen sind regional ziemlich gleichmäßig. Eine Front ist über Deutschland nicht hinweggegangen. Die Temperaturänderungen von einem Tage zum andern, deren Betrag im Tieflande unbedeutend ist, werden durch die Strahlungsverhältnisse bedingt. Ein horizontaler Transport von verschiedenen temperierten Luftmassen läßt sich nicht feststellen. So hat z. B. Breslau um 7^h die Temperaturen 7.2 (11.), 7.3 (12.), 9.9 (13.), dagegen ist auf der Schneekoppe ein starker Anstieg der Temperatur erkennbar. Die entsprechenden Werte sind dort 0.2, 9.2, 9.9, so daß also zwischen Breslau und der Schneekoppe am 12. 7^h im Mittel ein negativer vertikaler Gradient vorhanden ist. Dies gilt auch noch für Zillerthal (393 m) am Fuße des Gebirges, Krummhübel (605 m) und Wang (872 m). Die Temperaturen sind am 12. um 7^h bzw. 3.0°, 8.8°, 6.1°. Es muß also sicher auch zwischen Wang und der Schneekoppe eine Inversionsschicht liegen, der vielleicht Wang schon angehört. Wichtig ist die Frage nach der Ursache der Temperaturerhöhung auf der Schneekoppe. Ein- und Ausstrahlungs-

verhältnisse scheiden aus, da es sich um den 7^h-Termin handelt, daher auf der Schneekoppe eine solche starke Erwärmung so kurze Zeit nach Sonnenaufgang nicht möglich ist. Diese Ansicht wird durch die Thermographenkurve bestätigt, die den für wolkenlosen Himmel charakteristischen Verlauf nicht erkennen läßt. Es kann auch nicht die Temperaturerhöhung darauf zurückgeführt werden, daß der Gipfel in eine aufgleitende Warmluftmasse hinter einer Grenzfläche hineinreicht, da vorher und nachher die Bewölkung den Betrag 2 nicht überschreitet. Es würde dem auch die östliche Windrichtung und die geringen Windstärken widersprechen. An den tiefer gelegenen Stationen Wang und Krümmhübel ist zwar auch ein Temperaturanstieg vorhanden, erreicht aber längst nicht den Betrag auf der Schneekoppe und hat zweifellos zum Teil wohl seine Ursache in einer Wärmezufuhr vom Erdboden aus. Während auf der Schneekoppe der Anstieg 9.0° beträgt, handelt es sich in Wang nur noch um 3.2° , in Krümmhübel um 3.1° , in Zillerthal ist sogar vom 11. zum 12. 7^h die Temperatur gesunken. Die Wirkung der nächtlichen Ausstrahlung ist hier noch nicht wettgemacht durch die kurze Zeit der Einstrahlung. Aufschluß über die Erwärmung erhalten wir in Verbindung mit einer Betrachtung der Feuchtigkeitsverhältnisse. Die relative Feuchtigkeit beträgt in Zillerthal zum Morgentermin 92%. Von der auf der Koppe herrschenden Lufttrockenheit ist hier also nichts zu spüren. Auch im Wang, wo, wie wir sahen, immerhin eine Temperaturerhöhung sich feststellen läßt, beträgt die relative Feuchtigkeit noch 63%, so daß hierher nicht dieselben Luftmassen gelangt sein können, die auf der Schneekoppe zum Morgentermin die relative Feuchtigkeit 1% besitzen. Allerdings sinkt bis zum Mittag in Wang die relative Feuchtigkeit auf 29%, so daß hier sehr wohl die Möglichkeit besteht, daß ähnlich beschaffene Luftmassen bis hier hinab gesunken sind. Wahrscheinlicher ist es jedoch, daß dieser geringe Feuchtigkeitswert durch die starke Erwärmung infolge der Einstrahlung zur Mittagszeit zustande kommt, da der Dampfdruck zum Mittagstermin nur unwesentlich gesunken ist, und zwar am 12. um 7^h 5.2 mm beträgt, um 14^h 4.8 mm, um 21^h 5.0 mm. Auf der Schneekoppe liegen dagegen die Verhältnisse wesentlich anders. Eine Erniedrigung der relativen Feuchtigkeit infolge Erwärmung durch Einstrahlung kommt hier nicht in Frage, schon weil die Trockenheit bereits am Vortage nachts gegen 22^h einsetzt und mit einer kurzen Unterbrechung am 12. um 1^h bis etwa 7^{1/2}^h anhält

und dann wieder zu steigen beginnt, also von dem gewöhnlichen Temperaturgang unabhängig ist. Ein weiterer Unterschied zwischen dem Feuchtheitsgang an der Schneekoppe und den tiefer gelegenen Stationen besteht darin, daß der Dampfdruck niedriger wird.

Luftfeuchtheitswert auf der Schneekoppe.

1911	11. September		12. September		
	14 ^h	21 ^h	7 ^h	14 ^h	21 ^h
relative Feuchtheitswert	54	20	1	28	53
Dampfdruck . . .	4.3	1.4	1.2	2.9	3.8

Dies besagt, daß es sich um eine andere Luftmasse handeln muß. Da irgend eine föhnartige Lufttrockenheit für die Gipfel der Schneekoppe nicht in Frage kommt, auch horizontale Lufttransporte zur Erklärung nicht herangezogen werden können, kann es sich nur um eine Luftmasse handeln, die im Bereiche der Antizyklone aus der Höhe herabgesunken ist. Aus welcher Höhe sie stammt, läßt sich nicht angeben, da wir den ursprünglichen Feuchtheitsgehalt nicht kennen. Im allgemeinen wird es sich um schon ziemlich trockene Luftmassen handeln, die in der Höhe auf horizontalem Wege herangeschafft worden sind. Würde man nur eine vertikale Bewegung vom Kondensationsniveau herab annehmen, so müßte es in einer Höhe von 7300 m liegen. Beachtenswert ist das unvermittelte Einsetzen der Trockenheit. Die Feuchtheitswert sinkt innerhalb weniger Minuten von ungefähr 70 % auf zunächst 25 % herab und dann nach Verlauf von etwa 2 Stunden wieder ebenso rasch auf einen Betrag unter 10 %. Die Unterbrechung um 1^h geht ebenfalls rasch vor sich, wobei die relative Feuchtheitswert bis auf 40 % steigt.

Zur weiteren Kennzeichnung des atmosphärischen Zustandes seien nun auch die Beobachtungen von Lindenberg betrachtet. Die niedrigen Feuchtheitswerte treten hier nicht auf, doch ist im Laufe des Tages in Höhe von 1500 m eine Abnahme der Feuchtheitswert festzustellen. Sie erreicht um 20^{1/2}^h den immerhin geringen Wert von 16 %. Zu beachten ist noch eine ziemlich weitgehende Konstanz der relativen Feuchtheitswert mit der Höhe. Die Temperatur steigt im Laufe des Tages im 1500 m-Niveau etwas an, sie beträgt um 7^h 8.8°, um 9^{1/4}^h 9.4° und um 21^{1/4}^h 12.5°. Außer der Bodeninversion ist um 7^h und auch um 9^h eine Inversion zwischen 750 m und 1000 m etwa vorhanden. Eine Übersicht über die Gradienten in den einzelnen Höhenstufen gibt die nachstehende Übersicht.

km	Gradient ($\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}}$)	km	Gradient ($\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}}$)	km	Gradient ($\frac{\text{Grad}}{100 \text{ m}}$)
0.1					
0.5	0.0	3.8	0.5	8.0	0.9
1.0	0.6	4.0	0.6	8.5	0.9
1.5	-0.1	5.0	0.7	9.0	0.8
2.0	0.4	6.0	0.5	9.7	1.1
2.5	0.5	6.5	0.7	10.0	0.7
3.0	0.5	7.0	0.9	10.6	1.0

Der Temperaturgradient wird also erst oberhalb 6000 m angenähert adiabatisch. Inversionen treten in größeren Höhen nicht mehr auf. Der Wind dreht im Laufe des Tages im 1500 m-Niveau von ENE über SE nach S. Die Luft entströmt der Antizyklone bis zu einer Höhe von 3400 m mit einer Geschwindigkeit von höchstens 4 m/sec. Es folgt nach oben eine windstille Schicht von 400 m Mächtigkeit, darüber weht zu den unteren Winden entgegengesetzt ein Nordwestwind mit einer Geschwindigkeit bis zu 20 m/sec., der bis zu einer Höhe von 11500 m festgestellt ist. Über die Luftfeuchtigkeit liegen leider keine Registrierungen vor.

Für diesen Fall läßt sich also nach den vorhergegangenen Erörterungen folgendes Ergebnis über die Lufttrockenheit auf der Schneekoppe zusammenstellen. Die Luftmasse mit der geringen Luftfeuchtigkeit tritt in einer Antizyklone auf, etwas außerhalb des Kerns. Die Luft kann nicht auf horizontalem Wege herbeigeschafft sein, sie muß aus der Höhe stammen und hat beim Absinken unter adiabatischer Erwärmung ihre geringe relative Feuchtigkeit erhalten. Es handelt sich aber wenigstens unterhalb 6000 m nicht um einen dauernd absinkenden Luftstrom, sondern um isolierte Luftkörper, die geschlossen zwischen feuchteren Luftmassen herabsinken. Dafür spricht das plötzliche Einsetzen und Aufhören der Trockenheit und das Fehlen eines adiabatischen Gradienten. Zu beachten ist übrigens noch, daß eine starke horizontale Komponente der Bewegung in den höheren Schichten vorhanden ist. Die Bewegung der Luft fügt sich der allgemeinen Zirkulation in einer Antizyklone ein. Über 3800 m Höhe führt der Luftstrom Luftmassen der Antizyklone zu, während sie weiter unten nach außen befördert werden. Aus den untersten Schichten des Nordweststromes können allerdings die trockenen Luftmassen noch nicht stammen, da in 4000 m Höhe eine relative Feuchtigkeit von 32 % herrscht. Es würde bei adiabatischem Abstieg im 1600 m-Niveau die Luftfeuchtigkeit auf 8 % sinken, wobei sich eine Temperatur von 20° ergibt. Es muß die Luft also

aus noch bedeutend größeren Höhen herabgesunken sein. Nimmt man an, daß auch oberhalb von 4000 m eine relative Feuchtigkeit von 32 % herrscht, wozu man nach den Messungen in Lindenberg berechtigt ist, so müßte die Luft auf der Schneekoppe, wo sie eine Temperatur von etwa 9° besitzt, aus einer Höhe von 6200 m stammen. Sie kommt in der vertikal abwärts gerichteten Bewegung zur Ruhe und breitet sich nach der Seite aus, wenn sie auf eine Schicht mit niedrigerer Temperatur trifft. Da die Inversionsschicht zwischen Wang und Schneekoppe liegt und auch in Lindenberg zwischen 840 und 1000 m nachgewiesen ist, wird sie vermutlich die Ursache für die Abriegelung der vertikal abwärts gerichteten Luftbewegung bilden. Möglicherweise stellen diese Luftmassen auch die Ursache für die Bildung der Inversion dar oder sind doch daran beteiligt. Daß auch der Brocken noch im Bereich absteigender Luftmassen liegt, ist wahrscheinlich. Es herrscht dort die Temperatur 12.3° , an der Fußstation Wasserleben 9.4° . Es ist also ebenfalls mindestens eine Inversionsschicht zwischen beiden Stationen vorhanden. Da Clausthal (572 m) zu demselben Termin die Temperatur 9.7° hat, muß außer der Bodeninversion also hier ebenfalls noch eine höhere vorhanden sein, die der entspricht, die in gleicher Höhe in Lindenberg und zwischen Wang und Schneekoppe festgestellt ist. Wir finden in diesem Falle auf dem Brocken also genau dieselben Verhältnisse wie auf der Schneekoppe vor. Nur die Prozentzahl der Feuchtigkeit ist verschieden, die am 12. um $14^{\text{h}} 22\%$ beträgt.

Für die Gesamtheit der Fälle sind nun im wesentlichen dieselben Bedingungen wie in dem speziell behandelten Fall gegeben, sodaß man keine großen Fehler begehen wird, wenn man auf Grund der allgemeinen Feststellungen und des speziellen Beispiels ein Bild von den Vorgängen bei der Entstehung großer Lufttrockenheit auf der Schneekoppe und auf dem Brocken entwerfen wird.

Da alle Fälle mit relativ hohem Druck zusammenfallen, ist offenbar eine antizyklonale Luftbewegung eine Bedingung für das Auftreten trockener Luft. In großen Höhen wird Luft von verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt nach dem Kern der Antizyklone zu transportiert mit einer abwärts gerichteten vertikalen Komponente. Sie ist solange vorhanden, als die Temperatur der Luftmasse nicht höher ist, als die der Luftschicht, die sie durchqueren will. Im allgemeinen werden solche Schichten Inversionsschichten sein, wie sich dies in den meisten Fällen zeigen läßt. Es ist aber auch möglich, daß die

absteigenden Luftmassen zur Bildung von Inversionsschichten Veranlassung geben. Vorhandene Inversionsschichten können überwunden werden, wenn die Temperatur der absinkenden Luftmasse so niedrig ist, daß sie selbst nach Erreichung der unteren Begrenzung der Inversionsschicht noch kälter sein würde. Infolge der adiabatischen Erwärmung beim Absteigen nimmt die relative Feuchtigkeit der Luft beim Absteigen stark ab und erreicht Werte von weniger als 10%, wenn entweder die Luftfeuchtigkeit in höheren Schichten schon gering ist oder die Luft aus großen Höhen stammt. Ein horizontaler Transport der trockenen Luft aus anderen Gegenden kommt nicht in Betracht, ebensowenig können föhnartige Erscheinungen die Ursache sein. Das Absinken der Luft erfolgt jedoch überwiegend nicht in Strömen, sondern in isolierten Luftmassen von gleichmäßig geringer Feuchtigkeit inmitten feuchterer Luft aus anderen Höhen, da fast alle Hygrogramme den plötzlichen Abfall zeigen, sonst auch ein adiabatischer Temperaturgradient nachweisbar sein müßte. Daß nicht bei jeder antizyklonalen Wetterlage auf der Schneekuppe geringe Luftfeuchtigkeiten auftreten, hat hauptsächlich seine Ursache in der Herkunft der Luftmassen. Es kommt in Betracht, aus welcher Höhe sie stammen, welche Temperatur und Feuchtigkeit sie dort besitzen, dann aber auch die Temperatur und Lage der Sperrschichten. Infolge der niedrigeren und Bodeninversionen gelangen die trockenen Luftmassen nie zur Fußstation und zu den Stationen des Tieflandes. Die geringere Häufigkeit der Erscheinung auf dem Brocken ist darauf zurückzuführen, daß für viele absinkende Luftmassen die sie hindernden Sperrschichten zwischen dem Niveau des Brockens und der Schneekuppe liegen. Noch tiefer, im Niveau von Wang und der Wasserkuppe, kommen dann solche geringen Feuchtigkeiten überhaupt nicht mehr vor. Der jährliche Gang der Häufigkeit läßt sich auf die Verschiedenheit der Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse, insbesondere auch der Lage der Inversionsschichten, im Sommer und im Winter zurückführen. Er würde schon dadurch zustande kommen, daß im Winter die Luftmassen in der Höhe im gleichen Niveau trockener sind oder daß sie bei gleicher Luftfeuchtigkeit aus größeren Höhen stammen. Auch die Temperatur in dem Herkunftsniveau im Verhältnis zu den Temperaturen der niedrigeren Luftschichten kommt in Frage. Welche von diesen Möglichkeiten nun hauptsächlich in Betracht kommt, läßt sich nicht ohne weiteres angeben.

Der in der Mehrzahl der Fälle oben festgestellte Temperaturanstieg ist nicht notwendig mit der geringen Luftfeuchtigkeit verbunden. Wenn nämlich die absteigende Luftmasse sehr kalt ist, so kann der Fall eintreten, daß selbst die adiabatisch erwärmte Luft, wenn sie bei ihrer Abwärtsbewegung im Gipfelniveau anlangt, noch kälter ist und zu einem Temperaturabfall führt. Immerhin kann man schon ohne weiteres vermuten, daß solche Fälle selten sind, wie dies durch die obige Auszählung bestätigt wird.

Die soeben gegebene Darstellung soll nun noch durch zwei beliebig herausgegriffene Fälle, soweit dies möglich ist, geprüft werden.

Bei dem Fall vom 12. Februar 1927 21^h mit 9% relativer Feuchtigkeit auf der Schneekoppe handelt es sich um eine stationäre Antizyklone über Mitteleuropa, deren Druckverhältnisse sich vom 7.—15. Februar nur unwesentlich ändern. Das zunächst gelegene relative Maximum des Luftdrucks auf der Schneekoppe in der fraglichen Zeit mit 634.7 mm (normales Monatsmittel im Februar 622.4 mm) fällt um einen Termin früher auf den 12. Februar 14^h. Es ist dieses aber nicht das absolute Maximum der ganzen Periode, das vielmehr mit 735.1 mm 3 Tage früher erreicht wird und zu dem auch die niedrige relative Feuchtigkeit von 20% gehört. Es ist wohl nicht zweifelhaft, daß es sich auch hier um einen Fall der beschriebenen Art handelt, der aber wegen unserer engen Begrenzung nicht erfaßt wird. Immerhin unterscheidet er sich außerdem durch die höhere Bewölkungszahl, die 7 beträgt, während am 12. 21^h der Himmel wolkenlos ist. Inversionen sind nun in unserem Falle (am 12. Februar 21^h) vorhanden. In Arnsdorf beträgt die Lufttemperatur -5.0° , in Krummhübel -5.6° , in Wang -3.0° , auf der Schneekoppe -0.4° , so daß also unter dem Niveau der Schneekoppe wieder Inversionsschichten liegen. Bemerkenswert ist noch die schnelle Änderung der relativen Feuchtigkeit, die in Arnsdorf 95%, in Wang 96%, aber auf der Schneekoppe 9% beträgt. Auch hier erfolgt zeitlich der Abfall zu den niedrigen Feuchtheitswerten, nachdem sich vorher schon die Feuchtigkeit um etwa 40% bewegt hat, wieder schnell und sie steigt dann ebenso schnell wieder an. Ein trockener Luftstrom wird vorübergehend durch Luft aus noch größeren Höhen verdrängt. Der Feuchtheitsfall ist verbunden mit einem Temperaturanstieg von -6.3° am 11. Februar 21^h auf -0.4° am 12. Februar 21^h. Bis zum nächsten Abend sinkt die Temperatur wieder auf -1.6° . Es herrscht Nordostwind. Die Windverhältnisse in größeren Höhen lassen sich leider nicht angeben,

doch herrscht um 15^h in Lindenberg in 4200 m Höhe noch Nordostwind von 6 m/sec. Nach dem oben behandelten Fall ist es durchaus möglich, daß eine Gegenströmung in größeren Höhen doch noch vorhanden ist. Die Feuchtigkeit ist in Lindenberg aber doch noch ziemlich groß, geht nicht unter 38⁰/₀ herunter. Auf dem Brocken liegen zwar nicht zu demselben Termin, aber einen Tag später ganz ähnliche Verhältnisse vor, wobei jedoch die Feuchtigkeit nur auf 23⁰/₀ sinkt.

Schließlich sei noch kurz eine Prüfung an dem Fall vom 18. März 1928 7^h vorgenommen, an dem die Schneekoppe und der Brocken gleichzeitig eine relative Feuchtigkeit von weniger als 10⁰/₀ haben. Es handelt sich um eine Antizyklone, die an den Vortagen mit ihrem Kern zunächst in Westpreußen liegt, dann sich nach Osten verlagert, ihren Einfluß auf das Wetter in Deutschland aber noch bis zu dem 22. behält.

Die Trockenheit tritt auf der Schneekoppe einen Termin vorher bis zwei Termine nach dem Maximum des Luftdrucks, das 635.2 mm beträgt, auf (normales Mittel für den März 621.6 mm). Auf dem Brocken ist der zeitliche Unterschied etwas größer, da hier das Maximum bereits auf den 16. fällt. Die Temperaturen sind in Arnsdorf — 8.1⁰, in Krummhübel — 5.6⁰, in Wang — 2.6⁰, auf der Schneekoppe — 3.2⁰. Es liegt hier also entweder unterhalb von Wang eine Inversionschicht, oder es gehört noch zu ihr selbst. Nach den oben stehenden Darlegungen muß außerdem eine weitere zwischen Wang und der Schneekoppe vorkommen, da in Wang die relative Feuchtigkeit 84⁰/₀ beträgt. Dies wäre nicht möglich, wenn nicht oberhalb eine abriegelnde Luftschicht vorhanden wäre. Sie ist auch wahrscheinlich wegen der geringen Temperaturdifferenz zwischen Wang und der Schneekoppe.

Beim Brocken ist die Temperaturverteilung ähnlich. Schmatzfeld, am Fuße des Harzes, hat — 2.5⁰, Clausthal 3.5⁰ und der Brocken 0.0⁰. Ob hier zwischen Clausthal und dem Brocken eine Inversionschicht liegt, ist allerdings zweifelhaft, da auch Clausthal zu dem Termin mit 38⁰/₀ eine geringe relative Feuchtigkeit hat. Es ist möglich, daß beim Herabsteigen an benachbarten Hängen sich durch Aufnahme von Wasserdampf vom Erdboden aus die Feuchtigkeit wieder etwas erhöht hat. Man muß aber noch beachten, daß Clausthal eine bedeutende horizontale Entfernung vom Brocken hat.

Eine Erwärmung ist auf beiden Gipfeln festzustellen. Die Temperaturen sind um 7^h am Vortage, am 18. März selbst und am Nachtage auf der Schneekoppe -8.3° , -3.2° , -13.1° , auf dem Brocken -4.6° , 0.0° , -0.6° . Der Himmel ist überall wolkenlos, auf der Schneekoppe herrscht SSE-, auf dem Brocken S-Wind. Eine Gegenströmung ist mangels genügend hoher Aufstiege nicht nachzuweisen. In der freien Atmosphäre liegen zwischen 900 und 1100 m Höhe ebenfalls Inversionsschichten. Die Feuchtigkeit geht in dem Bereiche zwischen dem Erdboden und 2700 m Höhe nicht unter 40%₀ herunter. Es ist möglich, daß hier in dem Zeitraum des Aufstiegs keine aus großer Höhe absteigenden Luftmassen angetroffen sind. Es darf aber auch nicht als ausgeschlossen gelten, daß die Verhältnisse in der freien Atmosphäre etwas anders liegen, als auf den Gipfeln.

Geschlossene und gebrochene Niederschlags- und Trockenperioden.

Von A. Dieckmann.

Nach einer festen Definition der unteren Grenzwerte ist an anderer Stelle¹⁾ eine Untersuchung der jährlichen Verteilung von Niederschlags- und Trockenperioden gegeben worden. Ausgangspunkt für die Festsetzung von unteren Grenzwerten war die Notwendigkeit, zu möglichst vollständiger Erfassung der Periodizität von Niederschlag und Trockenheit kleinste Niederschlagsmengen auszuschalten, soweit sie schlechthin keine Unterbrechung einer Trockenperiode bedeuten können und weiterhin das Ende einer Niederschlagsperiode nicht bereits mit dem Eintreten eines einzigen niederschlagslosen Tages anzunehmen. Eine gewisse Schematisierung läßt sich bei der Festsetzung dieser Grenzwerte noch nicht verhüten, ist aber zunächst erforderlich, um im Anfangsstadium derartiger Untersuchungen einen systematischen Überblick gewinnen zu können. Aufgabe späterer Untersuchungen ist es, ein variables Schema von Grenzwerten für die verschiedenen Stufen der Perioden einzuführen, dabei auf der Überlegung fußend, daß die gleichen Grenzwerte bei

¹⁾ A. Dieckmann, Niederschlags- und Trockenperioden in den ostfriesischen Marschen. Ein Beitrag zur landwirtsch. Klimatologie. Zeitschr. f. angewandte Meteorologie. Das Wetter 1930, S. 305—311, 340—349, 369—380.

verschiedenen Periodenlängen von sehr verschiedenem Einfluß sind. Eine Niederschlagsmenge von 1.0 mm z. B. hat nach 5 Tagen Trockenheit zweifellos eine andere Wirkung als nach 20 Tagen. Wenn eine Untersuchung nicht auf den Gang der Perioden beschränkt sein soll, wird für manche Zwecke, besonders landwirtschaftliche und wasserwirtschaftliche Fragen, eine Beziehung zu den jahreszeitlichen Temperaturverhältnissen herzustellen sein. Die Frage, wie in verschiedenen Klimagebieten für praktische Interessen eine geeignete Festlegung unterer Grenzwerte im Zusammenhang mit Temperatur und Verdunstung zu erfolgen hat, wird hier nicht weiter verfolgt. Für die vorliegenden Versuche kommt es nur darauf an, Unsicherheiten von Meßergebnissen möglichst auszuschalten unter gleichzeitiger Annahme, daß der Ausschaltung kleinster Niederschlagsmengen hinsichtlich des Ganges der Perioden keine entscheidenden Einwirkungen zukommen, allerdings ohne daß auf Grund systematischer Feststellungen ein genaues System gegeben werden könnte.

Es wurde festgesetzt, daß eine Trockenperiode als beendet gilt, wenn innerhalb von 24 Stunden wenigstens 1.0 mm oder 3 aufeinander folgenden Tagen wenigstens je < 1.0 mm Niederschlag fallen. Eine Niederschlagsperiode ist beendet, wenn an zwei aufeinander folgenden Tagen kein meßbarer Niederschlag fällt. Dabei gilt jeweils erst ein Zeiträum von > 5 Tagen als Periode. Die so ermittelten Perioden wurden als gebrochene Perioden bezeichnet im Gegensatz zu den geschlossenen, wo jegliche Niederschlagsmenge eine Beendigung einer Trockenperiode bedeutet und selbst als eintägige Niederschlagsperiode in die Rechnung eingeht¹⁾. G. Hellmann²⁾ spricht von absoluten (geschlossenen) und partiellen (gebrochenen) Perioden analog zu G. J. Symons³⁾, ohne eine Definition der Grenzwerte zu geben und unterscheidet weiter Trockenperioden von Dürreperioden⁴⁾.

¹⁾ C. Kassner, Über trockene und nasse Zeiten in der Wachstumszeit des mittleren Norddeutschlands. Landw. Jahrb. 1929, S. 429—451. — J. Hoffmeister, Über die Bestimmung des Niederschlagscharakters der einzelnen Monate. Tät.-Ber. Met. Institut 1929, Berlin 1930, S. 96—109.

²⁾ G. Hellmann, Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten. Berlin 1906, S. 332 ff.

³⁾ G. Hellmann, Das Klima von Berlin. I. Abhandl. Met. Institut Bd. I, Nr. 4, Berlin 1891 (partial drought — absolute drought). — K. Knoch spricht in einem Bericht auf dem Meteorolog. Kongreß in Kopenhagen 1929 (La Géographie Nr. 58/63, Paris 1930, S. 65) im gleichen Sinne von *periodes absolues et restreintes*.

⁴⁾ G. Hellmann, Die Dürreperiode im Frühjahr 1893. Erg. Nied.-Beob. 1893, Berlin 1895, S. 11—25.

Trockenperioden zählen zu den partiellen, und Dürreperioden sind solche, in denen wenigstens an mehr als 20 Tagen überhaupt kein Niederschlag fällt.

Die Aufgabe dieser Studie ist, auf Grund des gleichen Materials zu untersuchen, in welcher Weise durch die Einführung der Grenzwerte in der Darstellung des Ganges der Perioden Verschiedenheiten auftreten. Es handelt sich darum, festzustellen, welche Auswirkungen insbesondere die Ausschaltung der Tage mit < 1.0 mm Niederschlag hat, ob durch die Grenzwerte generelle oder nur graduelle Unterschiede zwischen den geschlossenen und gebrochenen Perioden auftreten. In dem fünfundvierzigjährigen Zeitraum von 1881 bis 1925 beträgt z. B. für Berlin die mittlere jährliche Zahl der Tage mit ≥ 0.1 mm Niederschlag 167,3 Tage. Dagegen erreichen die Tage mit ≥ 1.0 mm nur 107,0 Tage, also nur 60 % der zuerst genannten Zahl¹⁾. Bei den monatlichen Werten findet man, daß der Anteil der Tage mit < 1.0 mm im Winter größer ist als im Sommer. Die Differenzen der mittleren Werte der Tage mit ≥ 0.1 mm und ≥ 1.0 mm haben das Maximum im Januar mit 6.3 und das Minimum im Juni mit 3.9 Tagen.

Erwähnt sei noch, daß auch bei der Darstellung der gebrochenen Perioden (> 5 Tage) eine klimatologisch charakteristische Erfassung des Komplexes der Perioden von ≤ 5 Tagen durch die Bildung von Differenzen der in den Perioden enthaltenen Tage und der Gesamtzahl der Tage mit Niederschlag möglich ist.

Durchgeführt wird der Vergleich mit den Ergebnissen der Niederschlagsmessungen des Observatoriums in Potsdam aus den Jahren 1901 bis 1925. Wenngleich hinreichend gesicherte mittlere Ergebnisse wohl erst mit einer bedeutend längeren Beobachtungsreihe zu erwarten sind, darf hier eine Beschränkung eintreten, da für den Vergleich nur die Berücksichtigung des gleichen Zeitraums erforderlich ist. Der Vergleich bleibt beschränkt auf den Gang der Perioden. Untersuchungen über den Teil des Gesamtniederschlags, der innerhalb der Perioden fällt, was vor allem von großem praktischen Interesse sein dürfte, werden an anderer Stelle eingehend dargestellt. Naturgemäß ist im Winterhalbjahr in Norddeutschland dieser Anteil am größten.

¹⁾ Vergl. G. Wussow, Die Häufigkeit der Niederschlagstage in Deutschland nach Stufenwerten der Niederschlagsmenge. Teil II (Mittl. Norddeutschland). Deutsche Wasserwirtschaft 1924, S. 166 ff. Derselbe, Die Häufigkeit der Niederschlagstage in Deutschland nach Stufen der Niederschlagsmenge. Tät.-Ber. 1924, Berlin 1925, S. 60 bis 67.

Hohe sommerliche Regenmengen sind zumeist isolierte Niederschläge (Gewitterregen), während im Winter bei entsprechend veränderten Temperaturverhältnissen die mit großer Regelmäßigkeit vom Ozean her vorbeiziehenden Depressionen häufigere, wenngleich durchweg im einzelnen Falle geringere Niederschläge verursachen.

II.

In gleicher Weise, wie in der eingangs genannten Studie über die Perioden im Gebiet der ostfriesischen Marschen sind in den Tabellen 1 bis 4 die Stufenwerte der Perioden paarweise und die

Tab. 1. Zahl und Länge der Niederschlagsperioden

Monat	Januar			Februar			März			April			Mai			Juni		
Dekade	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Tage:																		
6-7	4	5	6	6	1	2	5	4	3	2	3	3	2	1	1	2	6	3
8-9	—	2	—	1	—	1	2	2	1	4	2	3	3	—	1	—	—	1
10-11	2	3	1	—	1	—	2	1	—	3	—	—	1	—	1	—	1	—
12-13	—	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14-15	2	2	1	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
16-17	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18-19	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
20-21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22-23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
> 25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Σ	10	13	9	8	3	7	9	8	4	9	5	7	6	1	3	2	8	4
	32			18			21			21			10			14		

Tab. 2. Zahl und Länge der Niederschlagsperioden

Monat	Januar			Februar			März			April			Mai			Juni		
Dekade	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Tage:																		
6-7	2	2	3	4	5	1	—	5	4	—	1	4	2	1	3	—	2	5
8-9	1	2	2	4	3	—	4	2	2	3	3	2	1	1	3	1	1	1
10-11	1	2	4	—	1	3	—	1	2	3	—	1	3	—	1	3	1	1
12-13	1	—	2	2	2	—	2	—	—	—	1	1	2	2	—	—	—	2
14-15	2	—	—	—	—	1	1	1	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—
16-17	2	4	—	1	—	2	—	1	—	3	1	—	—	—	—	—	1	1
18-19	—	2	—	2	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
20-21	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22-23	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24-25	1	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
26-27	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
28-29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30-31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
> 31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Σ	11	12	12	13	12	8	7	12	8	11	7	9	9	6	7	4	8	8
	35			33			27			27			22			20		

Dekaden der Monate einzeln gegeben. Auf eine monatliche Zusammenfassung wurde bis auf monatliche Summen aller Stufen und Dekaden verzichtet, obgleich bei der Auflösung der Monate nach Dekaden sich insofern eine methodische Schwierigkeit geltend macht, als die einzelnen Perioden jeweils derjenigen Dekade zugeschrieben wurden, auf die ihr größerer Anteil entfällt. Immerhin tritt dieser Mangel nicht so stark in Erscheinung, daß der Niederschlagscharakter einzelner Zeitabschnitte verdeckt wird. Andererseits kann auf die Wiedergabe der Werte für jede Dekade nicht verzichtet werden, da die Abschnitte

in Potsdam (geschlossene Periode) 1901—1925.

Juli			August			September			Oktober			November			Dezember			Jahr
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
2	2	3	2	4	2	2	2	1	1	3	4	—	1	5	4	4	1	102
—	4	1	1	1	1	2	4	—	2	—	—	—	1	2	1	3	—	46
—	—	2	—	3	1	1	1	—	3	1	—	3	—	2	1	1	1	36
—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	1	—	—	1	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	6
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	6	6	3	8	4	6	8	2	6	4	4	5	2	11	7	8	6	214
14			15			16			14			18			21			214

in Potsdam (gebrochene Periode).

Juli			August			September			Oktober			November			Dezember			Jahr
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
3	2	2	1	4	2	1	4	4	—	—	3	—	1	—	1	4	4	80
1	3	5	2	1	2	3	2	—	5	2	3	1	2	—	3	1	2	74
—	1	2	1	4	1	—	2	1	4	1	1	2	2	1	—	2	1	53
—	—	—	1	1	1	—	1	2	—	—	—	2	2	—	1	1	1	30
2	—	—	1	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—	2	1	—	1	20
1	2	—	—	1	1	1	1	—	1	—	—	—	—	—	1	1	—	26
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	9
—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	3
—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2	—	—	2	1	—	1	2	14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1 (38)	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (36)	—	—	—	—	3
7	8	11	6	13	10	7	11	7	12	5	8	6	13	7	8	10	13	326
26			29			25			25			26			31			326

Tab. 3. Zahl und Länge der Trockenperioden

Monat	Januar			Februar			März			April			Mai			Juni		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Tage:																		
6-7	2	1	1	2	3	1	2	1	2	3	3	2	2	1	6	7	3	2
8-9	1	1	—	2	1	—	2	3	2	3	2	—	2	4	1	1	2	—
10-11	—	1	1	—	—	2	1	—	—	1	2	2	1	—	1	1	—	1
12-13	—	2	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	1	2	—	1	—	—
14-15	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	1	—
16-17	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
18-19	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
20-21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22-23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
> 25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Σ	4	6	3	5	5	3	6	5	5	8	7	5	6	8	9	10	7	4
	13			13			16			20			23			21		

Tab. 4. Zahl und Länge der Trockenperioden

Monat	Januar			Februar			März			April			Mai			Juni		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Tage:																		
6-7	2	—	2	5	4	—	—	2	6	5	2	3	5	1	3	6	3	2
8-9	1	1	—	2	1	5	2	—	2	2	3	3	—	3	1	—	2	2
10-11	—	1	1	1	1	2	—	2	—	1	—	—	3	1	2	3	—	—
12-13	—	1	1	—	—	1	—	1	3	—	2	—	—	2	—	2	1	1
14-15	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1	2	—	—	—
16-17	1	—	—	—	1	1	1	3	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
18-19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	1
20-21	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22-23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
24-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
26-27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28-29	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30-31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
> 31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (42)	—	—
Σ	5	3	5	9	7	9	3	10	12	8	7	8	8	11	8	12	7	6
	13			25			25			23			27			25		

gleichen Niederschlagscharakter innerhalb der Monatsgrenzen nur in geringem Maße zum Ausdruck kommen.

Als markantestes Ergebnis des Vergleichs der geschlossenen und gebrochenen Perioden ergibt sich, daß sowohl Niederschlags- wie Trockenperioden ohne die Annahme unterer Grenzwerte weit weniger als gebrochene Perioden vorkommen. Vor allem treten die Perioden von ≥ 20 Tagen zurück. Zwei geschlossene Niederschlags-Perioden von ≥ 20 Tagen stehen 34 im gleichen Zeitraum gegenüber. Drei geschlossene Trockenperioden treten nach Ausschaltung der kleinsten

in Potsdam (geschlossene Periode).

Juli			August			September			Oktober			November			Dezember			Jahr
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1	1	1	2	4	3	2	3	4	—	2	4	2	—	2	2	1	—	78
1	—	2	—	2	2	6	2	5	—	1	1	—	1	1	—	1	1	53
2	2	1	2	—	1	2	—	2	1	1	1	—	1	—	—	—	—	30
—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	12
—	—	—	—	—	—	1	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	10
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	6
—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (27)	—	—	—	—	—	—	—	1
5	5	4	4	6	7	12	5	13	2	7	7	3	2	4	2	2	1	197
14			17			30			16			9			5			197

in Potsdam (gebrochene Periode).

Juli			August			September			Oktober			November			Dezember			Jahr
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
1	3	4	2	4	2	1	2	5	2	—	3	6	—	5	—	3	—	94
4	1	1	—	1	1	5	2	3	1	—	3	1	—	1	3	1	1	59
2	—	1	1	—	1	2	2	2	1	—	—	—	—	1	—	1	—	32
—	1	—	1	1	1	—	—	2	—	—	1	—	2	—	2	—	—	26
—	—	—	1	—	—	—	1	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	13
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	12
—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	7
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 (38)	1 (43)	—	—	—	—	—	—	3
8	7	6	5	6	5	10	7	14	6	5	10	7	3	7	7	4	3	258
21			16			31			21			17			14			258

Mengen statt 15 auf. Das Ergebnis stimmt mit den Zahlen der Dürreperioden nach Hellmann (a. a. O. 1895, S. XI) überein. Die Stufenwerte erreichen die größte Gleichwertigkeit bei unteren Stufenwerten. Der graduelle Unterschied ist im ganzen erheblich. Im jährlichen Gang zeigen sich aber keine generellen Unterschiede. Das Schema der Grenzwerte bedingt also keine grundlegenden Verschiebungen. An einigen typischen Fällen mag die Gleichartigkeit aufgezeigt werden. Nach beiderlei Arten der Darstellung der Perioden kennzeichnet sich z. B. deutlich die Trockenheit der ersten September-

tage, das Wiederansteigen der Niederschlagshäufigkeit im Hervortreten der Niederschlagsperioden um die Mitte des Monats und das erneute Einsetzen der Trockenheit gegen Ende September im sogenannten Altweibersommer, bis in den ersten Oktobertagen die herbstliche Regenzeit einsetzt, die nach geringer Abschwächung um Mitte und Ende Oktober zu den maximalen winterlichen Werten überleitet, während die Trockenperioden die kleinsten Werte erreichen. In dem betrachteten Zeitabschnitt fällt in beiden Periodengruppen mit dem Ansteigen der Niederschlagsperioden eine Abnahme der Häufigkeit der Trockenperioden zusammen. Mitte August tritt in gleicher Weise mit der plötzlichen Zunahme der Niederschlagshäufigkeit¹⁾ nach beiden Methoden eine hohe Zahl von Niederschlagsperioden auf, während die Trockenperioden gleichsinnig unveränderte Werte zeigen. Wiederum tritt das Typische eines Zeitabschnittes in beiden Fällen hervor. Die gebrochenen Perioden lassen jedoch diesen Übergang vom vorherrschenden kontinentalen zum ozeanischen Einfluß auf die Niederschlagsbildung deutlicher erkennen. Diese Methode erfaßt offenbar den Witterungscharakter hinsichtlich der Niederschläge schärfer. Gerade in diesem Falle scheint sich die Grenzfassung für das Ende der Perioden günstig auszuwirken, und zwar noch mehr im Küstengebiet als Binnenland, da die um diese Zeit häufig eintretenden Nieselregen meist keinen meßbaren Niederschlag ergeben und dazu eine so sorgfältige Beobachtung verlangen, wie sie nur in seltenen Fällen erreicht wird. Ebenso wie die diskutierten Zeitabschnitte zeigt keine andere Stelle im Verlauf des Jahres einen qualitativen Unterschied.

Da die Stufenwerte von ≥ 20 Tagen in den geschlossenen Niederschlags- und Trockenperioden fast ganz ausfallen und bei den geschlossenen Niederschlagsperioden die mittleren geschlossenen Stufenwerte stärker als bei den Trockenperioden zurücktreten, ergeben sich bei dem Vergleich der mittleren Zahlen der Tage innerhalb der Perioden die größten Unterschiede bei den Niederschlagsperioden (Tab. 5). Insgesamt machen die Tage der geschlossenen Niederschlagsperioden nur 49% der gleichen Zahl für die gebrochenen Perioden aus, die Trockentage dagegen 65%. Im Gegensatz zu den Tabellen 1 bis 4, wo die einzelnen Perioden vollständig derjenigen Dekade zugeschrieben wurden, in der ihr größter Teil liegt, sind zur Berechnung

¹⁾ A. Dieckmann, Ozeanität und Kontinentalität als Begriffe. Zeitschr. f. angewandte Meteorologie. Das Wetter 1930, S. 283—86.

Tab. 5. Potsdam (1901—1925).

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Mittlere Zahl der Tage in den Niederschlagsperioden (geschlossene Periode).												
12.1	6.3	7.0	6.5	3.3	4.2	4.0	4.8	5.9	4.6	7.0	8.2	73.9
Mittlere Zahl der Tage in den Niederschlagsperioden (gebrochene Periode).												
17.9	12.8	12.4	12.1	8.1	8.1	11.7	13.5	10.5	11.4	15.1	17.6	151.2
Mittlere Zahl der Tage in den Trockenperioden (geschlossene Periode).												
5.5	4.4	5.8	6.2	7.8	7.8	5.8	6.2	9.6	7.2	3.4	2.0	71.6
Mittlere Zahl der Tage in den Trockenperioden (gebrochene Periode).												
7.2	8.4	10.2	8.7	12.9	10.2	8.0	6.2	10.9	11.8	7.6	5.8	108.3
Differenzen der mittleren Zahl der Tage mit Niederschlag (≥ 0.1 mm) —												
mittlere Zahl der Tage in den Niederschlagsperioden (geschlossene Periode).												
6.5	8.7	7.4	8.1	9.9	8.7	11.2	10.9	7.4	9.5	10.1	11.0	110.4
mittlere Zahl der Tage in den Niederschlagsperioden (gebrochene Periode).												
0.7	2.2	3.0	2.5	4.1	4.8	3.5	2.2	2.8	2.7	2.0	1.2	33.1
Mittlere monatliche Dauer der Niederschlagsperioden (geschlossene Periode).												
8.6	9.2	8.0	8.1	7.8	7.5	7.6	7.8	8.7	7.9	10.3	10.1	8.5
Mittlere monatliche Dauer der Niederschlagsperioden (gebrochene Periode).												
12.3	11.0	10.0	11.0	9.2	7.7	10.7	12.4	10.6	11.4	15.7	13.7	11.3
Mittlere monatliche Dauer der Trockenperioden (geschlossene Periode).												
10.6	8.8	8.2	8.7	9.2	8.7	9.9	8.0	9.1	10.7	9.6	7.0	9.0
Mittlere monatliche Dauer der Trockenperioden (gebrochene Periode).												
11.9	8.8	11.0	8.7	10.5	10.6	9.7	8.7	10.0	15.0	9.8	10.7	10.4
Mittlere Zahl der Niederschlagsperioden (geschlossene Periode).												
1.3	0.7	0.8	0.8	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	8.5
Mittlere Zahl der Niederschlagsperioden (gebrochene Periode).												
1.4	1.3	1.1	1.1	0.9	0.8	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	13.0
Mittlere Zahl der Trockenperioden (geschlossene Periode).												
0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	0.8	0.6	0.7	1.2	0.6	0.4	0.2	7.8
Mittlere Zahl der Trockenperioden (gebrochene Periode).												
0.5	1.0	1.0	0.9	1.1	1.0	0.8	0.6	1.2	0.8	0.7	0.5	10.1

der mittleren Zahl der Tage in den Perioden nur die Tage berücksichtigt, die innerhalb der einzelnen Dekaden liegen. Es zeigte sich, daß durch diese Art der Einordnung der Perioden keine falschen Ergebnisse erzielt werden. Nach den Zahlen der Tage aber vollzieht sich der Übergang von Zeiten mit vorherrschendem Niederschlags- und Trockenheitscharakter oder unbeständiger Witterung allmählicher. Damit ist mehr den wirklichen Verhältnissen entsprochen. Die infolge der unteren Grenzwerte eintretende Überdeckung niederschlagsloser

Tage und ihre Einbeziehung in die Perioden tritt besonders stark im April mit dem bekannten wechselvollen Witterungscharakter hervor, ebenso im Hochsommer. Immerhin fallen die Höchstwerte der Tage in den Niederschlagsperioden nach beiden Methoden in den Winter. Bei den Trockenperioden tritt in beiden Fällen das Maximum im September, das Minimum im Dezember ein. Die zu den Trockenperioden gehörigen Tage ergeben nach beiden Betrachtungsarten den geringsten graduellen Unterschied. Die hier gewählten Grenzwerte wandeln also am meisten die zahlenmäßige Verteilung der Niederschlagsperioden. Es besteht kein Zweifel, daß bei den gebrochenen Niederschlagsperioden viele Tage ohne Niederschlag überdeckt werden, vor allem im Sommer, wo sie nach dem allgemeinen Witterungsverlauf nur selten einer eigentlichen Niederschlagsperiode angehören. Dennoch zeigen die Differenzen der mittleren Zahl der Tage in den Perioden und der Gesamtzahl der Tage mit meßbarem Niederschlag für die gebrochenen Niederschlagsperioden einen durchaus charakteristischen Verlauf, nämlich das Minimum im Winter, in dem isolierte Niederschläge zurücktreten gegenüber dem Sommer, wo Niederschlagsperioden weniger häufig sind. Diese Differenz zeigt allein im April einen zu kleinen Wert, dessen unbeständiger Witterung vielleicht eine größere Zahl als den Sommermonaten zukäme. Offenbar aber werden im ganzen Jahr sehr viele Tage überdeckt, denn eine mittlere jährliche Differenz von nur 33.1 Tagen (184.3—151.2) bei den gebrochenen Niederschlagsperioden ist zu gering für den großen Anteil, der den Stufen von 1 bis 5 Tagen in Wirklichkeit zukommt. Das ist leicht zu erkennen aus den Werten für die Differenz der Tage in geschlossenen Niederschlagsperioden und der Gesamtzahl der Tage mit Niederschlag (≥ 0.1 mm). Die jährliche Differenz beträgt 110.4 (184.3—73.9) entgegen 33 Tagen. Aber auch hier liegt das Maximum im Sommer, das Minimum im Winter. Der Jahresgang ist unregelmäßiger als in den gebrochenen Perioden ausgedrückt. Die Grenzwerte schaffen sozusagen geglättete Werte, ohne charakteristische Eigenschaften der Jahreszeiten zu verfälschen oder ganz zu verdecken. Weitere gleichartige nur zahlenmäßige, nicht wesentliche Unterschiede ergeben sich bei der Betrachtung der mittleren monatlichen Dauer und mittleren Zahl der Perioden.

Nächste Aufgabe ist, die regionale Verteilung der Perioden aufzusuchen, den Anteil des Gesamtniederschlages zu bestimmen; der innerhalb der Perioden fällt und anschließend festzustellen, welche

Zeitabschnitte mit vorherrschenden Trockenperioden vor allem infolge eines vorhergehenden Niederschlagsdefizits als Trockenzeit zu gelten haben. Die über die Monatsgrenzen hinausgreifende Darstellung gestattet vielleicht späterhin eine entsprechende Einordnung der Niederschlagsverteilung in klimatologische Untersuchungen, die auf dynamischer Grundlage (H. v. Ficker, Die meteorologischen Verhältnisse der Insel Teneriffa, Abh. Ak. Wiss. Berlin 1930, Nr. 1, und T. Bergeron, Richtlinien einer dynamischen Klimatologie. Met. Zeitschr. 1930) angestellt werden, wenn die Häufigkeit der Tage in den Niederschlags- und Trockenperioden in täglichen Werten für langjährige Reihen gegeben wird¹⁾.

Die Krümmung der Diskontinuitätsflächen in der Atmosphäre und im Ozean.

Von H. Ertel.

Die Neigung der stationären Diskontinuitätsflächen kann nach Margules bekannter Formel bestimmt werden. Daß sich auch die Krümmung der Diskontinuitätsflächen berechnen läßt, wenn das Strömungsfeld an der Grenzfläche bekannt ist, soll hier gezeigt werden. Indem wir das Ergebnis antizipieren, bemerken wir, daß die Krümmung einer Diskontinuitätsfläche durch die Horizontalzirkulation unmittelbar an der Grenzfläche und die beiderseitigen Dichten bestimmt ist. Der Beweis gestaltet sich folgendermaßen:

Wir gehen aus von den hydrodynamischen Grundgleichungen in allgemeinen, mit der rotierenden Erde fix verbundenen Koordinaten x^i ($i = 1, 2, 3$). Der metrische Fundamentaltensor sei ϵ . Wie üblich wird der kovariante bzw. kontravariante Charakter durch untere bzw. obere Indizes angedeutet. Die Summenzeichen werden fortgelassen und dafür die seit Einstein übliche Forderung eingeführt, daß über jeden Index, der in einem Term zweimal vorkommt, zu summieren ist. Ferner mögen folgende Bezeichnungen gewählt werden:

$$\begin{aligned} v^i &= \text{Geschwindigkeitskomponenten,} \\ \rho, p &= \text{Dichte, Druck,} \\ T^{ik} = \rho v^i v^k &= \text{Impulsstromtensor,} \\ R^i &= \text{Reibungsglieder,} \\ \psi &= \text{Schwerepotential,} \end{aligned}$$

¹⁾ A. Schmauß, Schwankungen der Niederschlagsbereitschaft über West- und Mitteleuropa. Deutsches Meteorol. Jahrbuch für Bayern 1929.

$$\Gamma_{rs}^i = \frac{1}{2} \varepsilon^{ij} \left(\frac{\partial \varepsilon_{jr}}{\partial x^s} + \frac{\partial \varepsilon_{js}}{\partial x^r} - \frac{\partial \varepsilon_{rs}}{\partial x^j} \right) = \text{Christoffelsche Drei-} \\ \text{indizesymbole 2. Art.}$$

Es lauten dann die hydrodynamischen Grundgleichungen in kovarianter Schreibweise:

$$\frac{\partial (\rho v^i)}{\partial t} + \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{\partial (\sqrt{\varepsilon} T^{ik})}{\partial x^k} + \Gamma_{rs}^i T^{rs} + \varepsilon^{ik} C_{kj} \rho v^j = \\ \varepsilon^{ik} \left(\rho \frac{\partial \psi}{\partial x^k} - \frac{\partial p}{\partial x^k} \right) + R^i \quad (1), \\ (i, r, s, k, j = 1, 2, 3)$$

Der antisymmetrische Tensor $C_{kj} = -C_{jk}$ in Gl. (1) ist der Coriolis-Axiator; er hat in einem Kartesischen Koordinatensystem: $x^1 = x$ (positiv gegen Osten), $x^2 = y$ (positiv gegen Norden), $x^3 = z$ (positiv aufwärts), die Komponenten ($\varphi = \text{geogr. Breite}$, $\omega = 7.29 \cdot 10^{-5} \text{ sec.}^{-1}$):

$$(C) = \begin{pmatrix} 0 & -2\omega \sin \varphi & +2\omega \cos \varphi \\ +2\omega \sin \varphi & 0 & 0 \\ -2\omega \cos \varphi & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Die Kontinuitätsbedingung schreibt sich:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{\partial (\sqrt{\varepsilon} \rho v^k)}{\partial x^k} = 0.$$

Wir setzen jetzt stationäre Verhältnisse voraus und kleine Geschwindigkeiten, so daß die quadratischen Glieder ignoriert werden können. Die Gl. (1) geht dann in

$$\varepsilon^{ik} C_{kj} \rho v^j = \varepsilon^{ik} \left(\rho \frac{\partial \psi}{\partial x^k} - \frac{\partial p}{\partial x^k} \right) + R^i \quad (2)$$

über. Divergenzbildung ergibt daraus:

$$\frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{\partial}{\partial x^i} (\sqrt{\varepsilon} \varepsilon^{ik} C_{kj} \rho v^j) = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{\partial}{\partial x^i} (\sqrt{\varepsilon} \varepsilon^{ik} \rho \frac{\partial \psi}{\partial x^k}) - \\ \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{\partial}{\partial x^i} (\sqrt{\varepsilon} \varepsilon^{ik} \frac{\partial p}{\partial x^k}) + \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{\partial}{\partial x^i} (\sqrt{\varepsilon} R^i) \quad (3).$$

Den Laplaceschen Differentialausdruck

$$\Delta p = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{\partial}{\partial x^i} (\sqrt{\varepsilon} \varepsilon^{ik} \frac{\partial p}{\partial x^k})$$

transformieren wir auf ein anderes Koordinatensystem ξ^i ($i = 1, 2, 3$) mit dem Fundamentaltensor μ :

$$\Delta p = \frac{1}{\sqrt{\mu}} \frac{\partial}{\partial \xi^i} (\sqrt{\mu} \mu^{ik} \frac{\partial p}{\partial \xi^k}).$$

Die nähere Bestimmung des ξ^i -Systems lassen wir zunächst offen. Die Gl. (3) läßt sich nun schreiben:

$$\frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{\partial}{\partial x^i} (\sqrt{\varepsilon} \varepsilon^{ik} C_{kj} \rho v^j) = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{\partial}{\partial x^i} (\sqrt{\varepsilon} \varepsilon^{ik} \rho \frac{\partial \psi}{\partial x^k}) - \\ \frac{1}{\sqrt{\mu}} \frac{\partial}{\partial \xi^i} (\sqrt{\mu} \mu^{ik} \frac{\partial p}{\partial \xi^k}) + \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{\partial}{\partial x^i} (\sqrt{\varepsilon} R^i) \quad (4).$$

Jetzt wählen wir das x^i -System orthogonale Kartesische Koordinaten: $x^1 = z$ -Achse positiv aufwärts, $x^2 = x$ -Achse positiv gegen Osten, $x^3 = y$ -Achse positiv gegen Norden. Da dann

$$\epsilon = 1 \text{ und } \epsilon^{ik} = \begin{cases} 0 & \text{für } i \neq k \\ 1 & \text{„ } i = k \end{cases}$$

erhalten wir aus (4) die folgende Gleichung:

$$\frac{\partial}{\partial x^i} (C_{ij} \rho v^j) = - \frac{\partial}{\partial z} (g \rho) - \frac{1}{\sqrt{\mu}} \frac{\partial}{\partial \xi^i} (\sqrt{\mu} \mu^{ik} \frac{\partial p}{\partial \xi^k}) + \frac{\partial R^i}{\partial x^i} \quad (5),$$

da doch

$$\frac{\partial \psi}{\partial x^1} = \frac{\partial \psi}{\partial z} = -g, \text{ während } \frac{\partial \psi}{\partial x^2} = \frac{\partial \psi}{\partial x^3} = 0;$$

ferner ist auch

$$\frac{\partial}{\partial x^2} \left(\frac{\partial \psi}{\partial x^2} \right) = \frac{\partial}{\partial x^3} \left(\frac{\partial \psi}{\partial x^3} \right) = 0,$$

weil wir von der Krümmung der Äquipotentialflächen absehen. Wir wollen nämlich unter ψ die Summe von Gravitationspotential des festen Erdkörpers und Potential der Zentrifugalkraft verstehen, also absehen von der inneren Gravitation der Atmosphäre. Diese Beschränkung ist notwendig, da sonst bei Berücksichtigung der inneren Gravitation die Krümmung der Äquipotentialflächen an der Diskontinuitätsfläche sich unstetig ändert, weil die Dichte daselbst unstetig wird. Dagegen berücksichtigen wir in (5) noch die Änderung der Schwerkraft mit der Höhe.

Die Gleichung (5) läßt sich auch schreiben:

$$\frac{\partial}{\partial x^i} (C_{ij} \rho v^j) - \frac{\partial R^i}{\partial x^i} + \frac{\partial}{\partial z} (g \rho) = - \mu^{ik} \frac{\partial}{\partial \xi^i} \left(\frac{\partial p}{\partial \xi^k} \right) + \Gamma_{rs}^k \mu^{rs} \frac{\partial p}{\partial \xi^k} \quad (6),$$

weil

$$\frac{1}{\sqrt{\mu}} \frac{\partial}{\partial \xi^i} (\sqrt{\mu} \mu^{ik}) = - \Gamma_{rs}^k \mu^{rs} \quad (7),$$

worin

$$\Gamma_{rs}^k = \frac{1}{2} \mu^{kj} \left(\frac{\partial}{\partial \xi^s} \mu_{jr} + \frac{\partial}{\partial \xi^r} \mu_{js} - \frac{\partial}{\partial \xi^j} \mu_{rs} \right).$$

Wir treffen nun für das ξ^i -System folgende Wahl: Die Flächen $\xi^1 = \text{konst.}$ seien der Diskontinuitätsfläche parallel¹⁾, während die Flächen $\xi^2 = \text{konst.}$ und $\xi^3 = \text{konst.}$ untereinander und zu den Flächen $\xi^1 = \text{konst.}$ orthogonal seien. Dann gelten die folgenden Relationen:

$$\begin{aligned} \mu_{ik} &= \mu^{ik} = 0, & \text{für } i \neq k, \\ \mu_{ik} &= \frac{1}{\mu^{ik}}, & \text{für } i = k. \end{aligned}$$

Speziell können wir $\mu^{11} = 1$ machen, und legt man das Linienelement in der Form

$$ds^2 = \mu_{ik} d\xi^i d\xi^k = (d\xi^1)^2 + r^2 d\varphi^2 + r'^2 d\psi^2$$

¹⁾ Speziell sei $\xi^1 = 0$ die Diskontinuitätsfläche selbst.

zugrunde, worin r bzw. r' die Krümmungsradien zweier orthogonaler Normalschnitte der Fläche $\xi^1 = \text{konst.}$ und φ bzw. ψ die zugehörigen Kontingenzwinkel bedeuten, so zeigt die direkte Ausrechnung nach (7), daß

$$-\frac{1}{2} \Gamma_{rs}^1 \mu^{rs} = K' = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'} \right) \dots \dots \dots (8)$$

die Krümmung der Diskontinuitätsfläche ($\xi^1 = 0$) bestimmt, indem die Krümmung der letzteren durch

$$K = \lim_{\xi^1 \rightarrow 0} K' = - \lim_{\xi^1 \rightarrow 0} \frac{1}{2} \Gamma_{rs}^1 \mu^{rs} \dots \dots \dots (9)$$

gegeben ist. Dabei ist das Vorzeichen der Krümmung positiv, wenn wachsenden Werten von ξ^1 abnehmende Werte von K' entsprechen, wobei wir hyperbolische Flächenpunkte, in denen r und r' verschiedene Vorzeichen haben, ausschließen wollen. Die Neigung der Diskontinuitätsflächen gegen die Erdoberfläche ist sehr gering und lassen wir ξ^1 wachsen mit zunehmender Höhe z , so wird

$$\frac{\partial}{\partial \xi^1} = \frac{\partial}{\partial z} + \dots \dots \dots (10),$$

eine Beziehung, von der wir später Gebrauch machen werden. Nach diesen Festsetzungen heißt also positive (negative) Krümmung: Die Diskontinuitätsfläche ist von oben gesehen konvex (konkav). Vergl. Fig. 1.

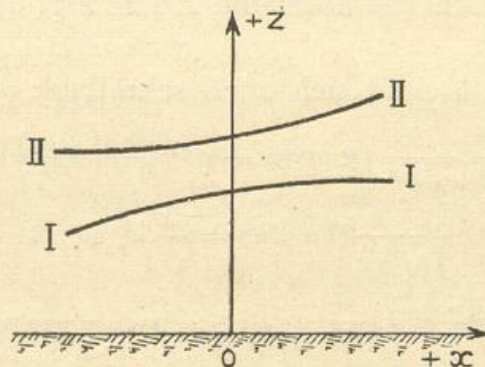


Fig. 1. I: $K > 0$. II: $K < 0$.

Mit Rücksicht auf Gl. (8) läßt sich Gl. (6) jetzt schreiben:

$$\frac{\partial}{\partial x^i} (C_{ij} \rho^j) - \frac{\partial R^i}{\partial x^i} + \frac{\partial}{\partial z} (g \rho) = -2 K' \frac{\partial p}{\partial \xi^1} - \frac{\partial}{\partial \xi^1} \left(\frac{\partial p}{\partial \xi^1} \right) + \left[\Gamma_{rs}^k \mu^{rs} \frac{\partial p}{\partial \xi^k} - \mu^{ik} \frac{\partial}{\partial \xi^i} \left(\frac{\partial p}{\partial \xi^k} \right) \right]_{i,k=2,3} \quad (11),$$

wobei über die Indizes i und k in der eckigen Klammer auf der rechten Seite nur über die Zahlen 2 und 3 zu summieren ist. Nun gilt bis auf Glieder höherer Ordnung genau:

$$\frac{\partial p}{\partial \xi^1} = \rho \frac{\partial \psi}{\partial \xi^1} - C_{ij} \rho^j + R^1 + \dots \dots \dots$$

oder auch

$$\frac{\partial p}{\partial \xi^i} = -g\rho - C_{ij}\rho v^j + R^i + \dots \dots \dots (12),$$

worin der Coriolis-Axiator im x^i -System auszudrücken ist. Dann wird wegen Gl. (10):

$$\frac{\partial}{\partial \xi^i} \left(\frac{\partial p}{\partial \xi^i} \right) = -\frac{\partial}{\partial z} (g\rho) - \frac{\partial}{\partial x^i} C_{ij}\rho v^j + \frac{\partial R^i}{\partial x^i} \dots \dots (13),$$

und die Substitution von (12) und (13) in (11) ergibt unter Vernachlässigung der sehr kleinen Größe $2K'(C_{ij}\rho v^j - R^i)$:

$$\frac{\partial}{\partial x^i} (C_{ij}\rho v^j) - \frac{\partial R^i}{\partial x^i} = 2g\rho K' + \left(\Gamma_{rs}^k \mu^{rs} \frac{\partial p}{\partial \xi^k} - \mu^{ik} \frac{\partial}{\partial \xi^i} \left(\frac{\partial p}{\partial \xi^k} \right) \right) \dots (14),$$

(i, k = 2, 3)

worin jetzt die Indizes i, k nur die Werte 2, 3 durchlaufen, während über den Index j aber von 1 bis 3 zu summieren ist. In unmittelbarer Nähe der Diskontinuitätsfläche ($\xi^1 = 0$) haben wir dann mit Rücksicht auf (9):

$$\frac{\partial}{\partial x^i} (C_{ij}\rho v^j) - \frac{\partial R^i}{\partial x^i} = 2g\rho K + \left(\Gamma_{rs}^k \mu^{rs} \frac{\partial p}{\partial \xi^k} - \mu^{ik} \frac{\partial}{\partial \xi^i} \left(\frac{\partial p}{\partial \xi^k} \right) \right) \dots (15).$$

(j = 1, 2, 3; i, k = 2, 3)

In dem von uns benutzten x^i -System: $x^1 = z$ (vertikal), $x^2 = x$ (Osten), $x^3 = y$ (Norden) hat der Coriolis-Axiator die Form:

$$(C) = \begin{pmatrix} 0 & -2\omega \cos \varphi & 0 \\ +2\omega \cos \varphi & 0 & -2\omega \sin \varphi \\ 0 & +2\omega \sin \varphi & 0 \end{pmatrix}$$

und daher wird bei Voraussetzung horizontaler Strömung ($v^1 = v_z = 0$):

$$\frac{\partial}{\partial x^i} (C_{ij}\rho v^j) = -2\omega \sin \varphi \left(\frac{\partial}{\partial x} (\rho v_y) - \frac{\partial}{\partial y} (\rho v_x) \right) = -2\omega \sin \varphi \cdot \text{rot}_z (\rho v)$$

und wir erhalten aus Gl. (15):

$$-2\omega \sin \varphi \cdot \text{rot}_z (\rho v) - \left(\frac{\partial R_x}{\partial x} + \frac{\partial R_y}{\partial y} \right) = 2g\rho K + \left[\Gamma_{rs}^k \mu^{rs} \frac{\partial p}{\partial \xi^k} - \mu^{ik} \frac{\partial}{\partial \xi^i} \left(\frac{\partial p}{\partial \xi^k} \right) \right]_{i,k=2,3} \dots (16).$$

Alle Größen sind unmittelbar an der Diskontinuitätsfläche zu nehmen. In jedem der beiden hier aneinandergrenzenden Luftkörper werden nun in unmittelbarer Nähe der Grenzfläche die relativen Änderungen der Geschwindigkeiten in der Horizontalen groß gegen die relativen Änderungen der Dichte in der Horizontalebene sein. Dann gilt hier die Kontinuitätsgleichung in der Form

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} = 0 \dots \dots \dots (17),$$

während $\text{rot}_z(\rho v)$ in $\rho \text{rot}_z(v)$ übergeht. Die Divergenz der Reibung

$$R_x = \frac{\partial}{\partial z} \left(\eta \frac{\partial v_x}{\partial z} \right), \quad R_y = \frac{\partial}{\partial z} \left(\eta \frac{\partial v_y}{\partial z} \right)$$

verschwindet dann zufolge (17), da wir keine Ursache zu der Annahme haben, daß der virtuelle Reibungskoeffizient η in der Horizontalen stark variiert. Die Gl. (16) geht dann in

$$- 2 \omega \sin \varphi \cdot \rho \cdot \text{rot}_z(v) = 2 g \rho K + \left[\Gamma_{rs}^k \mu^{rs} \frac{\partial p}{\partial \xi^k} - \mu^{ik} \frac{\partial}{\partial \xi^i} \left(\frac{\partial p}{\partial \xi^k} \right) \right]_{i, k=2,3} \quad (18)$$

über, welche Gleichung etwa für die Warmluft gelten möge; dann gilt für die Kaltluft (ρ', p', v') die analoge:

$$- 2 \omega \sin \varphi \cdot \rho' \cdot \text{rot}_z(v') = 2 g \rho' K + \left[\Gamma_{rs}^k \mu^{rs} \frac{\partial p'}{\partial \xi^k} - \mu^{ik} \frac{\partial}{\partial \xi^i} \left(\frac{\partial p'}{\partial \xi^k} \right) \right]_{i, k=2,3} \quad (19)$$

und durch Subtraktion findet man

$$K = - \frac{\omega \sin \varphi \cdot \frac{\rho' \text{rot}_z(v') - \rho \text{rot}_z(v)}{(\rho' - \rho)}}{g}, \quad \dots \quad (20)$$

die gesuchte Krümmung der Diskontinuitätsfläche, da wegen der Stetigkeit des Druckes an der Grenzfläche die eckigen Klammern in (18) und (19) den gleichen Wert haben.

Die Krümmung einer Diskontinuitätsfläche hängt also von den Horizontalzirkulationen und den Dichten zu beiden Seiten unmittelbar an der Diskontinuitätsfläche ab.

Ein Beispiel möge den Gebrauch der Formel (20) erläutern: Die Kaltluft ruhe ($v' = 0$) und die Warmluft strömt nach links, wenn man von der Kaltluft zur Warmluft sieht. Die Geschwindigkeit der Warmluft nehme mit Annäherung an die Diskontinuitätsfläche ab (infolge der Grenzflächenreibung). Es ist dann $\text{rot}_z(v)$ positiv, und weiter nach Gl. (20) auch

$$K = \omega \sin \varphi \cdot \frac{\rho \cdot \text{rot}_z(v)}{g(\rho' - \rho)}$$

positiv, und die Diskontinuitätsfläche hat somit die Form I in Fig. 1.

Nach Voraussetzung gilt unser Ergebnis (20) nur für stationäre Fronten, jedoch ist es vielleicht durch Weiterbildung der Theorie möglich, die Krümmung der Diskontinuitätsflächen zu Aussagen über den Vorstoß und Rückzug von Fronten zu verwenden. Wäre dies möglich, so wäre damit auch ein wertvolles Hilfsmittel für die Theorie der Zyklogense gewonnen.

Es sei zum Schluß noch bemerkt, daß unsere Resultate in gleicher Weise auch auf ozeanische Diskontinuitäten angewandt werden können.

Aus der Praxis der Sonnenstrahlungsmessungen am Meteorologischen Observatorium in Potsdam.

Von W. Marten.

Viele Anfragen aus dem Inland und Ausland über das in Potsdam benutzte Sonnenstrahlungsinstrumentarium und die hier ausgeführten Eichungen der Bimetallaktinometer veranlassen mich, die einschlägigen Fragen im Zusammenhang zu behandeln. Als absolute Meßinstrumente stehen zwei Kompensationspyrheliometer von Ångström Nr. 74 und Nr. 140^{III} zur Verfügung. Dazu tritt als sekundäres Standardinstrument das »Silver disc pyrheliometer S.I.XII« von Abbot. Obwohl dies Instrument nur ein durch absolute Apparaturen geeichtes Relativinstrument ist und nach internationalem Sprachgebrauch Aktinometer genannt werden sollte, dient es in Potsdam als Vermittler und Träger der absoluten Smithsonianskala 1913 seit dem Jahre 1914 ständig als Bezugs- und Basisinstrument. Es dürfte hier am Platze sein, kurz nochmals die Gründe anzugeben, warum die Smithsonianskala 1913 vor der absoluten Ångströmskala den Vorzug verdient.

- 1) Die Smithsonianskala von 1913 ist durch absolute Apparaturen (Water flow und Water stir pyrheliometer) gewonnen, die als Strahlungsempfänger schwarze Körper verwenden, also restlos absorbieren. Ångström benutzt als Empfänger mit Platinmohr und Ruß geschwärzte Manganinlamellen. Der als Absorptionskoeffizient benutzte Wert von 0.98 ist sehr unsicher.
- 2) Die absolute Apparatur von Abbot ermöglichte eine experimentelle Nachprüfung der Richtigkeit der Instrumentangaben. In das Innere des schwarzen Körpers konnte elektrisch durch eine Heizspirale eine bekannte Energie eingeführt werden, die von der Apparatur bis auf Bruchteile eines Prozentes genau zur Messung gelangte.
- 3) Ångströms Kompensationspyrheliometer gibt wegen des Randeffektfehlers zweifellos zu kleine Werte. Eine Korrektur wegen dieses Fehlers ist an der absoluten Ångströmskala bisher nicht angebracht.

Es ist ein Übelstand, wenn zwei absolute Skalen mit einer Differenz von rund $3\frac{1}{2}\%$ nebeneinander im Gebrauch sind. Es gibt zur Verwirrung Anlaß und stellt die Vergleichbarkeit der Messungen in

Frage. Es ist daher ein dringendes Bedürfnis, die Frage der absoluten Skalen einer endgültigen Nachprüfung zu unterziehen. Solange eine Entscheidung noch nicht gefallen ist, sollten alle Strahlungsmessungen und Eichungen einheitlich auf die Smithsonianskala bezogen werden, die unter Berücksichtigung aller einschlägigen Faktoren doch wohl am meisten Vertrauen verdient.

Über die bei den praktischen Messungen erreichbare Genauigkeit.

A. Das Silver disc pyrheliometer S. I. XII.

Die Beobachtungen an diesem Instrument, das in Potsdam seit dem Jahre 1914 als Basis- und Bezugsinstrument dient, erfolgen nach der dynamischen Methode. Man wartet also nicht den statischen Zustand ab, sondern mißt in irgendeiner Erwärmungsphase den Temperaturzuwachs des Expositionskörpers durch die Sonnenstrahlung für einen Zeitraum von 100 Sekunden. Außerdem ermittelt man für zwei gleiche, symmetrisch zur Exposition liegende Zeitintervalle die Wärmeabgabe an die Umgebung bei abgedeckter Sonne. Die Erwärmung, vermehrt um die halbe Summe der beiden Abkühlungen, multipliziert mit dem beigegebenen Eichfaktor, ergibt den Strahlungswert in gr. cal/cm² u. Min. als Mittelwert für die 100 Sekunden Expositionszeit. Die Genauigkeit der Einzelablesung ist abhängig von den Fehlern, die man bei den Zeitintervallbestimmungen und der Temperaturablesung begehen kann. Wenn man, wie in Potsdam, nach der Augen- und Ohrmethode beobachtet, kann ein erfahrener Beobachter Anfang und Ende des 100 Sekundenintervalls auf $\pm \frac{1}{5}$ Sekunde sicher erfassen. Das würde im Endresultat einen Maximalfehler von $\pm 0.2\%$ ergeben. Bei der Temperaturablesung läßt sich bei guter Beleuchtung und unter Benutzung einer Lupe eine Genauigkeit von mindestens ± 0.01 Grad erzielen. Man muß sich aber besonders vor Parallaxfehlern hüten, die bei der geneigten Lage des Thermometers leicht unterlaufen. Der Temperaturfehler im Endresultat kann also im Höchstfall ± 0.03 Grad betragen. Da der Eichfaktor des Potsdamer Instruments S. I. XII 0.3631 ist, so würden Temperaturfehler einen Betrag von höchstens rund ± 0.011 gr. cal. erreichen können. Der Gesamtfehlerbetrag würde sich also im allerungünstigsten Falle auf etwa ± 0.015 gr. cal. belaufen. Von ganz seltenen Ausnahmefällen abgesehen, bleibt aber der zufällige Fehler einer einzelnen Messung in den Grenzen von ± 0.01 gr. cal. Das bezeugen auch die Doppelmessungen an störungsfreien Strahlungstagen.

Das Instrument ist nach wie vor in unverändert gutem Zustand. Es wird nur zu Eichmessungen benutzt und als Träger der Potsdamer Smithsonianskala von 1913 besonders sorgfältig behandelt. Alle Erfahrungen sprechen dafür, daß es seit seiner Anschaffung im Jahre 1910 in seinen Angaben konstant geblieben ist.

B. Die Kompensationspyrheliometer Ångström

Nr. 74 und 140^{III}.

Å₇₄ ist seit seiner Anschaffung im Jahre 1907 im ständigen Gebrauch. Trotz häufiger Benutzung sind die Schwärzungsflächen der Manganinstreifen immer noch im guten Zustande und andere Schäden sind ebenfalls nicht erkennbar. Å₁₄₀^{III} war während meiner Abwesenheit im Weltkriege unbrauchbar geworden. Es erhielt im Jahre 1921 neue Meßstreifen und ist seit der Zeit ebenfalls in gutem Zustande. Leider ergaben die Vergleichsmessungen in der Nachkriegszeit, daß die frühere Beziehung $\frac{\Lambda_{74}}{S. I. XII} = 0.966$ sich geändert hatte. Über diese Unstimmigkeiten habe ich in zwei Arbeiten in diesen Berichten 1926 und 1928 berichtet und festgestellt, daß die Nebenapparatur des Ångström Messungsfehler verursachte. Die von mir gegebene Deutung des Fehlers ist aber nicht zutreffend. Auf die wirkliche Fehlerquelle hat erst Herr Mörikofer auf der Dresdener Lichtforschungstagung aufmerksam gemacht. Sie besteht darin, daß die Magnetfelder des Milliamperemeters und des Nullpunktsinstruments für den Thermostromkreis (Messerzeigergalvanometer von Siemens & Halske) sich gegenseitig beeinflussen und Fälschungen in der Messung des Kompensationsstromes verursachen. Die Fehlerbeträge hängen von der gegenseitigen Aufstellung der beiden Strommesser ab, die in Potsdam unverändert blieb, weil sämtliche Instrumente auf einem Grundbrett durch Schrauben befestigt sind. Infolge dieser Anordnung behielt die Stromfälschung immer den gleichen Betrag und entzog sich Jahre lang der Entdeckung. Bei der praktischen Messung standen die beiden Strommesser nebeneinander mit den Zeigerdrehpunkten in gleicher Höhe, das Milliamperemeter Siemens & Halske Nr. 2802758 links, das Nullpunktsinstrument Nr. 568985 rechts vor dem Beobachter. Unter Beibehaltung der Richtung ergaben sich mit Änderung der Entfernung, gemessen durch den Abstand der Zeigerdrehpunkte, folgende Fehlerbeträge:

Abstand Nr. 568985 bis Nr. 2802758	Milliamp. Nr. 2802758 (beeinflußt)	Milliamp. Hartmann & Braun Nr. 1034863 (unbeeinflußt)	Korrektion in %
14 cm	142.4 × 0.002 Amp.	144.0 × 0.002 Amp.	1.09
15 »	142.35	143.5	0.81
18 »	142.9	143.65	0.50
25 »	143.55	143.8	0.01
40 »	143.6	143.65	0.00
50 »	143.6	143.65	0.00
100 »	143.6	143.65	0.00

Zur unbeeinflußten Strommessung stellte mir Herr Dubois aus Trier, der sich zufällig zur Ausführung von Vergleichsmessungen am Observatorium aufhielt, sein ganz neues Milliampereometer Hartmann & Braun Nr. 1034863 zur Verfügung. Das Instrument stand in ungefähr 1½ Meter Entfernung und wurde von Herrn Dubois abgelesen. Für die mir gewährte Hilfe bin ich ihm zu Dank verpflichtet. Berücksichtigt man, daß Nr. 1034863 bei der angewandten Stromstärke um 0.05 Skalenteile zu hoch zeigt, dann errechnen sich nach Anbringung dieser Korrektur die Fehlerprozentage in der letzten Spalte. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß die kritische Entfernung für die Einwirkung der beiden Instrumente aufeinander zwischen 25 und 40 cm liegt. Bei meiner alten Anordnung waren die Instrumente 14 cm voneinander aufgestellt. Die früheren Strommessungen sind also um 1.09% zu niedrig ausgefallen, die Strahlungswerte infolgedessen um 2.18%, zu groß weil i quadratisch in die Meßformel $Q = Ki^2$ eingeht. Im Jahrgang 1928 dieser Berichte hatte ich als Mittelwert für die Beziehung $\frac{\Delta_{74}}{S. I. XII} = 0.988$ gefunden. Die früher festgestellte Beziehung war 0.966. Verringert man den Wert 0.988 um den Fehler von 2.18%, so kommt man fast genau zur alten Beziehung 0.966.

Um zu untersuchen, ob andere Messerzeigergalvanometer einen ähnlich fälschenden Einfluß auf die Messung des Kompensationsstromes ausüben, ersetzte ich unter Beibehaltung der gleichen Versuchsanordnung das Potsdamer Nullpunktsinstrument durch ein von Herrn Dubois mitgebrachtes Messerzeigergalvanometer von Hartmann & Braun. Das Instrument war von ungefähr gleicher Größe und Bauart wie das Potsdamer, nur der Schutzkasten war aus Gußeisen anstatt Holz.

Die Abweichungen von der wahren Stromstärke sind wesentlich kleiner als im ersten Fall und haben das umgekehrte Vorzeichen.

Der Einfluß reicht weiter, noch über den Abstand von 50 cm hinaus. Aus der Umkehrung des Vorzeichens muß man schließen, daß das Instrument von Hartmann & Braun umgekehrt gepolt ist wie das Potsdamer Instrument. Man ersieht aus diesen beiden Beispielen,

Abstand	Milliamp. Nr. 2802758 (beeinflußt)	Milliamp. Nr. 1034863 (unbeeinflußt)	Korrektion in ‰
14 cm	144.25 \times 0.002 Amp.	143.4 \times 0.002 Amp.	-0.59
15 »	144.1	143.35	-0.47
18 »	143.9	143.35	-0.38
25 »	143.6	143.35	-0.17
40 »	143.55	143.35	-0.14
50 »	143.5	143.4	-0.07

daß bei der Aufstellung der Apparate die Einflußzone der Nullpunktinstrumente sorgsam vermieden werden muß, wenn man fehlerhafte Messungen vermeiden will.

In der Messung des Kompensationsstromes stecken außerdem noch weitere Ungenauigkeiten, die die Vergleichbarkeit der Strahlungswerte an verschiedenen Orten mehr oder weniger systematisch beeinträchtigen. Bei Vergleichsmessungen mit fremden Ängströmapparaten fielen mir häufiger kleine systematische Unstimmigkeiten auf, die sich nur dadurch erklären ließen, daß die dabei gebrauchten Milliampereometer in ihren Angaben von einander abwichen. Um ein Urteil über die Größe dieser Abweichungen zu gewinnen, habe ich in den letzten Jahren jede sich bietende Gelegenheit benutzt, um eine Reihe von Milliampereometern miteinander zu vergleichen. Ich will aus einer großen Zahl von Vergleichen nur den vom 2. Juli 1928 in München herausgreifen, den ich gemeinsam mit Herrn Dr. Lipp mit drei ziemlich neuen, der Notgemeinschaft gehörigen Milliampereometern von Siemens & Halske vorgenommen habe. Die Apparate standen beim Vergleich nebeneinander auf einem stabilen Tisch in einem Abstand von etwa $\frac{1}{2}$ m. Sie lagen in dem Stromkreis eines Akkumulators mit veränderlichem Widerstand und wurden schnell hintereinander mit der Lupe abgelesen. Durch eine zweite Kontrollmessung überzeugten wir uns, daß die Stromstärke sich während der Messung nicht geändert hatte. Die Messungen führten zu folgendem Ergebnis:

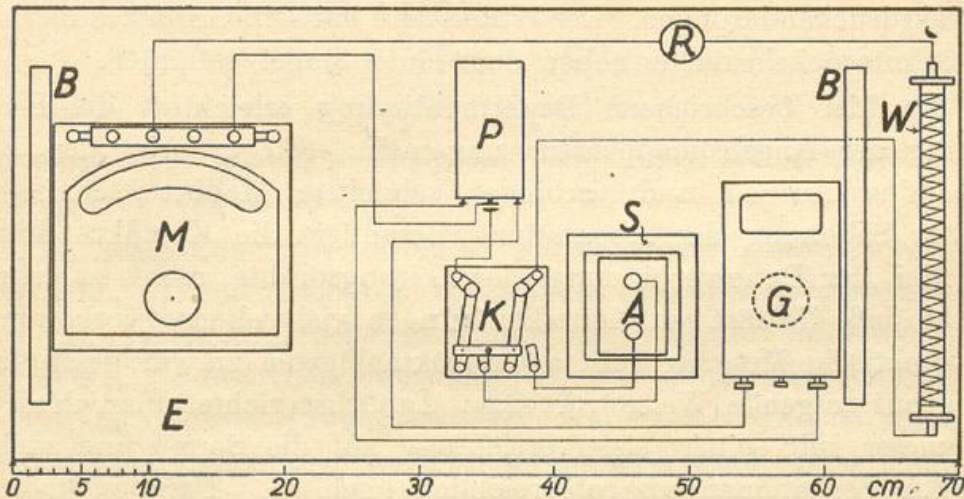
Vergleich der Milliamperemeter Siemens & Halske.

Nr. 2201097 (Potsdam)	Nr. 2120125 (München)	Nr. 2119860 (München)	Korrektion in % gegen Potsdam	
			München I	München II
13.5	13.45	13.4 × 0.002 Amp.	+0.4 %	+0.8 %
20.4	20.35	20.5	+0.2	-0.5
29.9	29.65	29.85	+0.8	+0.2
39.7	39.35	39.6	+0.9	+0.3
50.1	49.6	49.9	+1.0	+0.4
60.9	60.5	60.65	+0.8	+0.4
70.4	69.8	70.2	+0.9	+0.3
79.6	79.0	79.4	+0.8	+0.3
90.6	90.1	90.4	+0.6	+0.2
99.5	98.8	99.15	+0.7	+0.4
110.7	110.0	110.4	+0.6	+0.3
119.75	118.9	119.6	+0.6	+0.1
132.0	131.1	131.65	+0.7	+0.3
140.3	139.3	140.0	+0.7	+0.2
150.2	149.25	150.1	+0.6	+0.1
			Mittel +0.69 %	+0.25 %

Ähnliche Erfahrungen liegen auch mit Milliamperemetern der Firma Hartmann & Braun vor, wie zwei Vergleiche beweisen, die ich gemeinsam mit Herrn Dr. Feußner aus Frankfurt a. M. und Herrn Dubois aus Trier vornahm. Während das Trierer Milliamperemeter Hartmann & Braun Nr. 1034863 mit dem neuen Potsdamer Siemens & Halske Nr. 2802758 fast völlig übereinstimmte, gab das Frankfurter Hartmann & Braun Nr. 761597, bezogen auf Potsdam, durchschnittlich um 0.5 % zu niedrige Stromstärken. Da die Stromstärken quadratisch in die Meßformel eingehen, so hätte ein und dasselbe Pyrheliometer in Kombination mit den Münchener Milliamperemetern um 1.38 %, resp. 0.5 %, mit dem Frankfurter um 1.0 % zu hohe Strahlungswerte gegen Potsdam geliefert und nur mit dem Trierer Instrument hätte sich Übereinstimmung ergeben. Bei den Ängströmmessungen können und müssen systematische Differenzen in diesem Ausmaß vermieden werden. Die Pyrheliometer müssen daher nicht allein, wie es in der Regel geschieht, sondern auch mit ihren Nebengeräten verglichen werden, wenn sie als Eichapparate für Aktinometer verwendet werden sollen. Aber auch die moderne, immer tiefer schürfende Strahlungsforschung verlangt in sich vergleichbare Messungen von hoher Genauigkeit. Ich erinnere nur an die aktuellen Probleme der atmosphärischen Durchlässigkeit, an deren Lösung zur Zeit sehr eifrig gearbeitet wird.

Nach der Besprechung der systematischen Fehler, wende ich mich nunmehr den zufälligen Fehlern der Ängströmmessung zu.

Nach der Ångströmformel hängt der Strahlungswert $Q = Ki^2$ in seiner Genauigkeit nur von den Fehlern der Messung des Kompensationsstromes i ab, K ist eine Konstante, die für jeden Apparat aus den physikalischen Konstanten der Meßstreifen und außerdem durch Vergleich mit dem Normalinstrument \dot{A}_{70} in Upsala bestimmt und mitgegeben wird. Die Ångströmmessungen kann man sich sehr erleichtern und ihre Genauigkeit erhöhen, wenn das Pyrheliometer mit seiner Nebenapparatur auf einem Grundbrett in zweckmäßiger Anordnung vereinigt und durch Schrauben in unveränderlicher Stellung befestigt wird. Da sich die in Potsdam getroffene Anordnung sehr gut bewährt hat, gebe ich sie in einer Skizze wieder und füge noch einige



Angaben über die Maße hinzu. Das Grundbrett ist 70 cm lang, 30 cm breit und 2 cm dick. Unter dem Brett sind 2 Querleisten von 2 cm Dicke als Träger befestigt, so daß man mit den Fingern von der Seite her noch bequem unter das Grundbrett fassen und die ganze Apparatur mit einem Griff beiseitestellen kann. Über die an den beiden Seiten sichtbaren Bügel (B) aus Eisenband läßt sich ein gut passender, hölzerner Schutzdeckel schieben, der die gesamte Apparatur gut abschließt und vor Verstaubung und Beschädigung schützt. In die Grundbrettmitte ist das Pyrheliometer (P) mit seinem Träger eingeschraubt. Links, vom Beobachter aus gesehen, ist das Milliamperemeter (M) von Siemens & Halske, rechts das Messerzeigergalvanometer (G), ebenfalls von Siemens & Halske, unverrückbar aufgebaut. Sie stehen etwa 45 cm auseinander, so daß die Magnetfelder sich gegenseitig nicht beeinflussen können. Vor dem

Pyrheliometer ist ein Kommutator (K) angebracht, der zum Ein- und Ausschalten des Kompensationsstromes dient. Als Stromquelle verwende ich einen kleinen Vartaakkumulator (A), der durch einen hölzernen Schutzkasten (S) vor dem Umfallen geschützt ist. Er hat seinen Platz zwischen Pyrheliometer und dem Nullpunktsinstrument erhalten. Zur gröberen Abgleichung des Widerstandes dient ein passender Radiowiderstand (R) bis zu 50 Ohm. Die Feinabgleichung besorgt ein Ruhstratwiderstand (W) mit Steuervorrichtung, der eine sehr langsame kontinuierliche Widerstandsänderung in sehr kleinen Beträgen bis zu 2 Ohm ermöglicht. Die Steuervorrichtung betätigt man am zweckmäßigsten mit dem Steuerrad selbst und nicht mit dem Drehgriff. Man vermeidet dann Stromschwankungen infolge Kontaktdruckänderungen. Der Widerstand hat seinen Platz außerhalb des Schutzdeckels rechts neben dem einen Bügel gefunden.

Die hier beschriebene Dauermontierung erleichtert die Handhabung der Ängströmapparatur ungemein. Sie erübrigt den zeitraubenden Aufbau und verbindet schnellste Meßbereitschaft mit größter Schonung der Apparatur. Besonders die Kontakte nutzen sich bei der Dauerverbindung der Leitungsdrähte nicht so schnell ab, so daß die lästigen Kontaktstörungen viel seltener vorkommen. Die praktische Messung geht am zweckmäßigsten an windgeschützter Stelle auf folgende Weise vor sich: Zunächst richtet man das Pyrheliometer mit seiner Visiervorrichtung auf die Sonne und gleicht den Kompensationsstrom roh reichlich hoch ab. Dann stellt man den Beschattungsschirm neutral, so daß beide Meßstreifen von der Sonne beschienen werden. In dieser Stellung muß man das Instrument wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit der Schwärzungsschicht etwa drei Minuten belassen, bis der statische Zustand sich sicher eingestellt hat. Dann berichtigt man die Visierung, deckt einen Meßstreifen ab und schaltet gleichzeitig für diesen Meßstreifen den Kompensationsstrom ein. Das Nullpunktinstrument entfernt sich dann nur sehr wenig von der Nullage und kann innerhalb einer Minute durch Feinabgleichung des Steuerwiderstandes wieder auf Null gebracht werden, weil der statische Zustand beider Meßstreifen nahezu erhalten geblieben ist. Nun legt man den Schirm schnell um, schaltet gleichzeitig den anderen Meßstreifen in den Arbeitsstrom ein und stellt in derselben Weise das Nullpunktinstrument wieder auf Null ein. Das Mittel der beiden am Milliampereometer abgelesenen Kompensationsströme wird zur Berechnung der Strahlungsintensität

benutzt. Die Meßgenauigkeit ergibt sich aus der Schärfe, mit der man das Nullpunktinstrument einstellen und ablesen kann. Ein geübter und physikalisch geschulter Beobachter wird mit Lupe immer eine Genauigkeit von ∓ 0.05 Skalenteil erreichen. Das würde einer Genauigkeit von ∓ 0.0086 Amp. bei der Messung des Kompensationsstroms entsprechen. Berücksichtigt man, daß das Milliampereometer auch nur auf ∓ 0.05 Skalenteil genau abgelesen werden kann, dann erhöht sich der Fehler auf rund ∓ 0.001 Amp. Einen Überblick über die prozentischen Fehler, die in Abhängigkeit von der Höhe des Strahlungswertes im ungünstigsten Fall entstehen, mögen folgende Stichwerte geben:

bei 0.128 g/cal	$\mp 2\%$
„ 0.512 „	$\mp 1\%$
„ 1.152 „	$\mp \frac{2}{3}\%$
„ 1.400 „	$\mp 0.6\%$

Eichmessungen mit dem Ängström fallen also am genauesten bei hohen Strahlungswerten aus.

Die Beziehungen der hiesigen Ängströminstrumente Nr. 74 und 140^{III} zum Basisinstrument S. I. XII habe ich nach Auswertung der in dieser Arbeit besprochenen Fehler der Ängströmapparaturen in den letzten Monaten neu bestimmt. Zur Strommessung benutzte ich das neuangeschaffte Milliampereometer Siemens & Halske Nr. 2802758. Die Vergleichsmessungen wurden auf nahezu wolkenfreie Tage beschränkt, an denen die Strahlungsregistrierung von Moll-Gorzynski

Verhältnis $\frac{A_{74}}{S. I. XII}$		Verhältnis $\frac{A_{74}}{S. I. XII}$		Verhältnis $\frac{A_{140}^{III}}{S. I. XII}$		Verhältnis $\frac{A_{140}^{III}}{S. I. XII}$	
1	16.34	18	16.31	1	12.68	15	12.73
2	16.40	19	16.33	2	12.65	16	12.73
3	16.35	20	16.26	3	12.71	17	12.58
4	16.20	21	16.43	4	12.73	18	12.74
5	16.32	22	16.44	5	12.68	19	12.73
6	16.43	23	16.40	6	12.74	20	12.62
7	16.51	24	16.34	7	12.76		Mittel 12.687
8	16.59	25	16.27	8	12.74		Mittlerer Fehler des Einzelwerts ∓ 0.060 in $\%$ 0.47
9	16.53	26	16.16	9	12.63		Mittlerer Fehler des Mittelwerts ∓ 0.0134 in $\%$ 0.16
10	16.56		Mittel 16.339	10	12.55		
11	16.63		Mittlerer Fehler des Einzelwerts ∓ 0.131 in $\%$ 0.80	11	12.63		
12	16.37		Mittlerer Fehler des Mittelwerts ∓ 0.026 in $\%$ 0.16	12	12.73		
13	16.38			13	12.67		
14	16.43			14	12.73		
15	16.44						
16	16.24						
17	16.15						

von gröberen Störungen frei war. Die Instrumente wurden nacheinander abgelesen, so daß die zwei Ångströmmessungen die Messung am Basisinstrument S. I. XII umrahmten. Das Mittel beider Messungen wurde mit der S. I. XII-Messung verglichen. Für Å_{74} liegen 26 und für $\text{Å}_{140}^{\text{III}}$ 20 Vergleichsmessungen vor, die ich in extenso mitteile.

Bei der Bewertung dieser Vergleichsergebnisse ist zu berücksichtigen, daß in den hier abgeleiteten Fehlern der Reduktionskonstanten auch die Fehler wegen der Verschiedenheit der Öffnungswinkel beider Apparate stecken. Ferner können die kleinen natürlichen Schwankungen der Sonnenstrahlung, die auch bei wolkenfreier Sonne selten ganz fehlen, das Ergebnis ungünstig beeinflußt haben. Die Eichung durch den Basisapparat S. I. XII ergibt für A_{74} die Reduktionskonstante 16.339 mit einem mittleren Fehler ∓ 0.026 und für $\text{Å}_{140}^{\text{III}}$ den Wert von 12.687 mit einem mittleren Fehler von ∓ 0.0134 . Die in Upsala bestimmten Konstanten waren 15.70 und 12.20. Das Verhältnis $\frac{A_{74}}{\text{S. I. XII}}$ ist also gleich 0.961 und $\frac{A_{140}^{\text{III}}}{\text{S. I. XII}}$ gleich 0.962 in guter Übereinstimmung. Das besagt, daß die Ångströmskala um 3.9 resp. 3.8 % niedrigere Werte als die Smithsonian skala von 1913 gibt. Im Jahre 1913 hatte ich nach meinen Vergleichen für Å_{74} den Wert von 0.966, also 3.4 % Unterschied zwischen den beiden absoluten Skalen Ångström und Smithsonian 1913, erhalten. Die Abweichung ist also um $\frac{1}{2}$ % gewachsen. Ob die Vergrößerung der Differenz reell ist, muß als fraglich bezeichnet werden. Sie kann dadurch entstanden sein, daß das alte Milliampere meter durch ein neues ersetzt worden ist, das sich in seinen Angaben mit dem alten nicht genau deckt. Für diese Auffassung spricht die Übereinstimmung der Verhältniszahlen 0.961 und 0.962 der beiden Ångströminstrumente. Da die Abweichung gegen das frühere Resultat nur geringfügig ist, liegt kein Anlaß vor, an der Konstanz der Potsdamer Smithsonian skala von 1913 zu zweifeln, im Gegenteil, alles spricht dafür, daß der Bezugsapparat S. I. XII in seinen Angaben unverändert geblieben ist.

Die Eichungen der Bimetallaktinometer Michelson-Marten erfolgen seit einem halben Jahre nicht mehr durch die Absolutinstrumente, sondern durch zwei gut durchgeeichte Bimetallaktinometer Michelson-Marten von neuester Bauart. Diese sekundären Standardinstrumente, die unter ständiger Kontrolle durch die Absolutinstrumente stehen, haben eine hohe Meßgenauigkeit und erleichtern die Eicharbeit sehr.

Da das zu eichende und die beiden eichenden Instrumente dieselben Abmessungen haben, fallen die frühern Öffnungswinkelfehler heraus. Außerdem lassen sich die drei Instrumente nahezu gleichzeitig ablesen, so daß die kleinen natürlichen Schwankungen der Sonnenstrahlung kaum noch störend ins Gewicht fallen. Ein Standardinstrument wird 5 Sekunden vor und das andere 5 Sekunden nach dem zu eichenden Instrument abgelesen und das Mittel beider Apparate für die Eichung benutzt. An guten Strahlungstagen ergibt sich nur selten ein Unterschied. Die Nichtübereinstimmung der Messungen zeigt an, daß man in eine gröbere Störung geraten ist und der Eichwert zu verwerfen ist. Nach diesem Verfahren erreiche ich sehr genaue Eichungen in sehr viel kürzerer Zeit als nach dem alten Verfahren.

Da Potsdam als Eichzentrale für Sonnenstrahlungsinstrumente von Jahr zu Jahr mehr in Anspruch genommen wird, habe ich die einschlägigen instrumentellen Fragen einer eingehenden Behandlung unterzogen, damit sich jeder Interessent ein selbständiges Urteil bilden kann.

Wenn ich auch nicht den geringsten Zweifel an der Konstanz der Potsdamer Smithsonianskala von 1913 hege, so halte ich doch eine erneute Vergleichung der Haupteichinstrumente in Washington, Upsala und Potsdam für angebracht. Die wissenschaftlichen Forschungen auf dem Gebiete der Strahlung gehen immer mehr in die Tiefe und sind erdumspannend. Die internationale Vergleichbarkeit der Messungen ist daher eine Frage von großer Bedeutung und muß so sicher wie möglich gestellt werden.

Die registrierende Kaliumzelle des Potsdamer Observatoriums.

Von W. Kühl.

Für den kurzwelligen Anteil der Sonnen- und Himmelsstrahlung bildet die Messung mit lichtelektrischen Zellen die bequemste, und unter Verwendung geeigneter Zellen, auch wohl genaueste Methode und erfreut sich daher zunehmender Beliebtheit. Für die wichtige Frage der mittleren Strahlungsmengen, die die Erdoberfläche an einem bestimmten Ort im Tages- und Jahreslauf erhält, also für den sozusagen klimatologischen Teil des Problems, sind aber Einzel-

messungen ganz unzulänglich, wenigstens in Klimaten mit so starken Schwankungen von Bewölkung und Lufttrübung wie in Mitteleuropa, ausgenommen vielleicht wenige bevorzugte Hochstationen (Davos). Man muß hier unbedingt zur Registrierung übergehen, und gerade die Kaliumzelle in Verbindung mit hochempfindlichem Galvanometer ist hierfür recht geeignet. Insbesondere ermutigten dazu die günstigen Erfahrungen, die wir in Potsdam mit der Konstanz einer 1913 von Günther & Tegetmeyer gelieferten Zelle gemacht hatten, die seitdem laufend für galvanometrische Messungen gebraucht wird.

Erwünscht wäre natürlich eine getrennte Registrierung der Sonnenstrahlung (Sonne + engere Umgebung) mit einer nachgeführten Zelle einerseits und der Strahlung des übrigen Gesamthimmels mit einer zweiten Zelle unter einer diffus machenden Horizontalplatte, von der die direkte Sonnenstrahlung abgeschirmt würde, andererseits. Ferner würde zu wünschen sein, sowohl für die Sonne wie für den Himmel in mehreren, etwa drei, verschiedenen Spektralbezirken Registrierungen zu haben. Statt der Summanden Sonne und Himmel könnte man natürlich auch einen derselben und die Summe, die „Gesamthelligkeit“ oder „Ortshelligkeit“ in der Weberschen Bezeichnung registrieren. Es würden aber für diese ideale Methode sechs Zellen und sechs Galvanometer sowie mindestens zwei Registrierapparate notwendig sein.

Um mit dem technisch Einfachsten zu beginnen, wurde in Potsdam zunächst eine Registrierung der Gesamthelligkeit unter einer horizontalen Milchglasplatte in Angriff genommen. Die Unterteilung des Spektralgebiets der Kaliumzelle schien dringend erwünscht; um aber mit einer Zelle und einem Galvanometer auszukommen, wurde eine Registrierung mit automatisch wechselnden Filtern vorgesehen. Beabsichtigt war zunächst je drei Minuten in der Reihenfolge weiß-gelb-weiß-ultraviolett-weiß usw. zu exponieren. Ich hoffte die weiße Kurve, die also ebensoviel Registrierung wie Lücke aufwies, in der Regel gut ergänzen zu können, und in Anlehnung an sie dann auch die Filterkurven. An heiteren Tagen ist das auch durchzuführen, aber meist, und besonders bei schnell wechselnder Bewölkung, ist das Kurvenbild wegen der unerwartet großen Unruhe außerordentlich bewegt und nur sehr mühsam zu entwirren. Es wurde daher vermittlels einer unten zu beschreibenden Zusatzeinrichtung die Schaltung so angeordnet, daß nur alle Viertelstunde einmal ein Wechsel eintritt, indem ununterbrochen 11 Minuten lang weiß, dann je eine

Minute lang gelb und ultraviolett, dazwischen noch einmal weiß registriert wird. Da es sich außerdem als wünschenswert herausstellte, häufiger Basispunkte durch Abdecken der Zelle zu erzeugen, wurde hierzu jedesmal die 15. Minute verwandt. Bei unruhigen Kurven ist nun jedenfalls der Gesamt(-weiß)verlauf gesichert, die kleinen Lücken sind meist leicht zu überbrücken und bei einigermaßen ruhigem Verlauf auch die Filterwerte gut einzufügen; bei ruhigen Kurven aber genügt wohl immer die viertelstündliche Festlegung der Verhältnisse gelb zu weiß und ultraviolett zu weiß. Es ist auch ohne weiteres möglich, an geeigneten Tagen dauernd den minutlichen Wechsel laufen zu lassen, der auch bei mäßigen Störungen günstiger ist, als der dreiminutliche. Basispunkte entstehen auch in diesem Falle nur alle Viertelstunde je eine Minute lang.

Die Apparatur wurde, abgesehen von der Zelle, über die unten Näheres folgt, nach meinen Skizzen von der Firma Töpfer, Potsdam-Nowawes ausgeführt. Sie besteht aus dem Zellengehäuse mit Zelle, Milchglasplatte und Filterwechsellvorrichtung, das auf der Plattform des kleinen Turms des Observatoriums frei aufgestellt ist, aus der damit durch ein gut isolierendes Kabel verbundenen Registriereinrichtung nebst Zubehör und der Schaltvorrichtung für die Magneten zur Betätigung des Filterwechsels.

Der Zellenumbau hat die Gestalt eines auf vier verstellbaren Füßen stehenden Kastens von 40×20 cm Grundfläche und 14 cm Höhe. Auf der Grundplatte ruht in der Mitte die Zellenkapsel in der üblichen Ausführung von Günther & Tegetmeyer für galvanometrische Beobachtungen, die mit Uviolglasplatte bedeckte Öffnung noch oben gerichtet. Rechts und links sind zwei senkrechte Drehungsachsen angeordnet, die unten den Kastenboden durchsetzen und von darunter angebrachten Gewichtstriebwerken gedreht werden; oben tragen sie je eine horizontale Aluminiumscheibe von 22 cm Durchmesser, die nahe am Rande 6 bzw. 8 kreisförmige Öffnungen von je 4.5 cm Durchmesser haben und dicht übereinander so angeordnet sind, daß diese Öffnungen genau über die Zellenöffnung gedreht werden können. Die eine Scheibe trägt die Filtergläser und rechteckige Blenden, um die sehr verschiedene Durchlässigkeit der Filter auszugleichen: während die Blende für das ungefilterte „weiße“ Licht nur 2 mm Breite hat, ist das Gelbglas mit 10 mm, das Ultraviolettglas mit 20 mm breiter Zusatzblende versehen. Die Längen der Rechtecke sind einheitlich 35 mm. Als Filter dienen 2 mm

dicke Scheiben von den Schottischen Gläsern GG 11 und UG 2. Während diese Blenden mit den Längsseiten radial angeordnet sind, sitzen diejenigen in der Blendscheibe mit 6, 12 und 35 mm Breite tangential, so daß durch die Überdeckung Rechtecke von 6×2 , 6×10 mm usw. entstehen. Der Blendenwechsel ist nötig, um einerseits bei niedriger Sonne noch hinreichend große Ausschläge zu bekommen, andererseits bei hohen Helligkeiten innerhalb der Papierbreite zu bleiben. Die Scheiben werden in den gewünschten Stellungen (vorläufig 5 bezüglich 4) durch Anschläge festgehalten, die von dem Anker je eines Elektromagneten betätigt werden; solange dieser anzieht, stehen sie in Zwischenstellungen und decken die Zelle völlig ab. Um eine zuverlässige Bewegung insbesondere der Filterscheibe zu erreichen, die im Laufe des Tages gegen 100 Umdrehungen ausführen muß, machten sich an dem Apparat noch eine Anzahl mechanischer Änderungen nötig, die infolge des Eingehens der Lieferfirmen in der Werkstatt des Observatoriums ausgeführt werden mußten und ziemlich viel Zeit beanspruchten. Insbesondere erwies es sich als nötig, das tragende Lager als Kugellager auszubilden. Gleichzeitig wurde ein von der Filterscheibe selbst betätigter Kontakt angebracht, der den einen Magnetstromkreis in der Normalstellung der Filterscheibe (auf weiß) ausschaltet. Nach diesen Änderungen, d. h. seit August 1930, arbeitet die ganze Einrichtung gut. Die Elektromagnete werden mit 4 Volt und einem Strom von etwa 0.3 Amp. gespeist, der von 2 Akkumulatoren geliefert wird.

Der Kasten enthält außerdem noch einen kleinen elektrischen Heizkörper von 25 Watt, der ausreicht, um die Außenfläche frei von Reif und Tau zu halten; der Einbau von zwei etwas größeren Heizkörpern ist geplant. Eine offene Schale mit Chlorkalzium hat auf dem Boden Platz, eine Füllung genügt, um den gut abgedichteten Kasten wochenlang trocken zu halten. Der wetterfeste Deckel ist kofferförmig ausgebildet, er wird auf einen den Rand der Grundplatte umgebenden Gummiring aufgedrückt und faßt mit einem vorhangartigen Rand um denselben herum, so daß dadurch auch die Gewichtstriebwerke seitlich geschützt sind. In der Mitte der Oberfläche des Deckels ist die Milchglasplatte regendicht eingelassen; sie kann durch Verstellen der Kastenfüße genau horizontal gestellt werden. Benutzt wurde eine der vier gleichen für die Sonnenfinsternisexpedition 1927 beschafften beiderseitig fein mattierten Platten von 6 cm Durchmesser und 1 mm Dicke. Die selektive Absorption dieses Milchglases

im Ultraviolett entspricht ungefähr dem von Fernrohrkron, sie beginnt bei etwa 350 und ist wohl bei 320 so gut wie vollständig. Den Ausschluß des Ozon-Ultravioletts halte ich für erwünscht, weil dies anderen Gesetzen folgt als unser Spektralgebiet.

Die Registrier- und Schaltvorrichtungen sind in einem unmittelbar neben dem kleinen Turm gelegenen geräumigen Bodenraum untergebracht, von dem ein Teil als Dunkelkammer abgetrennt ist. In ihrem Innern steht das Galvanometer, der Registrierapparat, die Stundenmarkenlampe und der Schaltkasten für den Zellenstrom, außen die Akkumulatoren für Zellen- und Magnetstrom und die Schaltvorrichtungen für den letzteren.

Als Spiegelgalvanometer war ein Instrument von Hartmann & Braun zur Verfügung, das eine Schwingungsdauer von $2T = 11$ sec hat und mit Hilfe einer zweiten Spule aperiodisch gedämpft werden kann. Der Widerstand des benutzten Systems beträgt 1000 Ohm; ihm sind im Schaltkasten noch rund 11 000 vorgeschaltet. Das Instrument ist gut konstant und sein Temperaturkoeffizient ganz gering, was für Registrierzwecke besonders wichtig ist. Wünschenswert wäre eine etwas größere Empfindlichkeit; um sie möglichst zu erhöhen, wurde die Registrierentfernung groß, der Brennweite einer vorhandenen Linse entsprechend gleich 270 cm gewählt. Bei dieser Anordnung entspricht 1 mm in der Registrierung einem Strom von 0.66×10^{-9} Amp.; bei etwa 180 mm verfügbarer Papierbreite ist also der maximale registrierbare Strom $= 120 \times 10^{-9}$ Amp.

Der ebenfalls von der Firma Toepfer gelieferte Registrierapparat entspricht ganz der für erdmagnetische Zwecke üblichen Form. Walzenumfang = 498 mm, Umlauf in 25 Stunden, eine Stunde gleich 20 mm. Im Uhrwerk ist eine Vorrichtung für einen kurzen Kontakt je nach drei Minuten eingebaut, die Walze trägt eine weitere Kontaktscheibe, die je nach Wahl 4, 6, 8 oder 12 Kontakte im Tage macht und für Betätigung des Blendenwechsels dienen sollte, aber bald durch eine andere bequemere und sicherere Einrichtung ersetzt wurde. Seitlich am Registrierapparat ist das Lampengehäuse angebracht. Es enthält eine kleine gradfadige Glühlampe für 4 Volt, die mit 0.27 Amp. (unterbelastet) gebrannt wird und trotz der starken Abblendung, die zur Erzeugung scharfer Punktbilder nötig war, noch hinreichend hell ist. Sie wird mit Wechselstrom aus einem kleinen Transformator gespeist, der mit einer anderen Wicklung auch den Strom für die Heizung des Gehäuses liefert.

Als Spannungsquelle für die Zelle dient abwechselnd eine von zwei Batterien von je 25 Klein-Akkumulatoren der Type Varta, Q. Konstanz der Spannung ist für Registrierzwecke natürlich noch wichtiger als für direkte Beobachtung, bei der man sie beliebig oft nachprüfen kann. Erfahrungen hierin hatten gelehrt, daß man weder von Elementen noch von Akkumulatoren solche Konstanz erwarten kann, wenn man sie nur durch den Zellenstrom schließt, da bei schwachen Strömen dieser Größenordnung gelegentlich Überspannungen bis zu mehreren Prozent auftreten, deren Abfall bei stärkerer Beanspruchung dann als „Ermüdung“ wirkt. Man muß also die Batterie durch einen Widerstand schließen, der klein ist gegen den der Zelle, und von diesem den Kreis Zelle-Galvanometer abzweigen. Diesem Zweck dient ein plattenförmiger Konstantenwiderstand von 17000 Ohm, der zusammen mit einem ähnlichen, zur Sicherheit vor das Galvanometer geschalteten und einem regulierbaren Vorwiderstand in dem erwähnten Schaltkasten in der Dunkelkammer untergebracht ist. Zu den Schaltbuchsen dieses Kastens führt das hochisolierte zweiadrige Kabel von der Zelle sowie die Leitungen vom Galvanometer und von der Batterie. Die Einrichtung bewährte sich gut, es war fast immer möglich, die Spannung bis auf ein Zehntel Volt auf ihrem Sollwert zu halten, und Isolationschwierigkeiten traten fast gar nicht auf.

Zur Betätigung des Elektromagneten des Filterwechselwerkes dient wahlweise neben dem Dreiminutenkontakt des Registrierapparates ein von der Hauptuhr des Observatoriums gespeistes Minuten-Relais, das im allgemeinen die Leitung schließt, die durch den oben erwähnten Kontakt an der Filterscheibe blockiert wird, wenn diese auf weiß steht. In der direkten Magnetleitung liegt der alle Viertelstunde einmal von einer besonderen Uhr etwa 1 Minute lang geschlossene Kontakt, der jedesmal den Anstoß zum Wechseln gibt. — Im Stromkreis des Blendenwechsellmagnets liegt ein Kontakt, der von dem Weckerwerk derselben Uhr, eines sogenannten Radiowächters, betätigt wird; da man bei dieser Type zu beliebigen Zeiten von 5 zu 5 Minuten mehrfach innerhalb der 12 Stunden wecken lassen kann, so ist es möglich, stets dem Jahresgang der Sonne entsprechend die Zeiten zum Wechsel zu wählen. Man muß allerdings im allgemeinen die Schaltung zweimal am Tage umstellen, so daß immer bei Sonnenhöhen unter 15° die größte Blende, von 15 bis etwa 30° die mittlere, darüber die kleinste eingefahren ist. Da die Reihenfolge morgens und abends umgekehrt ist, die Scheibe aber stets im

selben Sinn umläuft, muß die mittlere Blende zweifach vorhanden sein, so daß zyklisch III—II—I—II—III aufeinanderfolgt. Diese Schalteinrichtungen sind auf einem Brett vereinigt, das außerdem das Relais für die Stundenmarke, sowie Regulierwiderstände und Kontrolllampen für die Registrierlampen trägt.

Zum Schluß muß noch über die Zelle selbst, die ja die Seele des Ganzen bildet, Einiges gesagt werden. Die 1928 bei der Firma Günther & Tegetmeyer für den Apparat bestellte gasgefüllte Kaliumzelle der üblichen Form erwies sich als ungeeignet, da sie starke kurzzeitige Ermüdungserscheinungen, d. h. einen sehr merklichen Abfall des Stromes jedes Mal innerhalb der drei Minuten nach Ruhelage oder Benutzung eines Filters zeigte. Eine darauf Anfang 1929 bezogene Zelle, die bis auf eine Eintrittspupille von etwa 1 cm Durchmesser versilbert ist, zeigte denselben Fehler, wenn auch nicht ganz so stark. Es blieb nur übrig, wieder auf die alte Zelle Nr. 4055 zurückzugreifen, die 1913 gleichzeitig mit der Potsdamer Hauptzelle beschafft und 1914 in Kolberg zu direkten Beobachtungen benutzt wurde, sich dort aber, freilich bei erheblich stärkerer Belastung, wenig bewährte. Sie hatte schon 1927 in Lappland behelfsmäßig zu Registrierzwecken gedient und wurde nun zunächst eingehend untersucht. Dabei zeigte sich, daß die auffallend stark gekrümmte „Spannungs-Charakteristik“ bei etwa 47 Volt auf den Nullpunkt zuläuft, d. h. an dieser Stelle ist der Strom proportional der Spannung; es erschien daher gegeben, diese Spannung für den Betrieb zu wählen. Die „Lichtcharakteristik“ ist wohl auch bei keiner Zelle eine genaue Gerade durch den Nullpunkt, genähert wird sich die Abhängigkeit des Stromes I von der Lichtintensität L bei einer gewissen Spannung durch die Gleichung

$$I = a \cdot L^p$$

darstellen lassen, wobei p etwas von 1 abweicht, meist ein wenig kleiner ist. Für unsere Zelle fand sich sehr nahe $p = 0.990$. Das ist verhältnismäßig günstig, immerhin ergibt es bei einem Strom von 100 Einheiten (mm der Registrierung) schon einen Fehler von 2, bei 180 einen solchen von 5 gegen den proportionalen Verlauf, den Wert bei 10^p als richtig angenommen. — Eine eingehende Untersuchung der spektralen Empfindlichkeit der Zelle steht noch aus, da unser Monochromator in diesem Jahre nicht verfügbar war. Man kann wohl ohne große Fehler annehmen, daß das Maximum der Empfind-

lichkeit bei etwa 400 m μ liegt; im Rot geht die Empfindlichkeit bis gegen 600 m μ . Die durch die Filter ausgeschnittenen Bezirke haben ihre Schwerpunkte bei etwa 360 und 510 m μ .

Die Zelle wurde im Laufe der letzten 10 Jahre wiederholt geeicht und hat dabei keine großen Änderungen gezeigt. Auch jetzt bei der dauernden Belastung durch die Registrierung ist eine Änderung des Eichwertes nicht erkennbar. Allerdings müssen hierfür die Messungen im nächsten Sommer abgewartet werden; die Prüfung erfolgt nämlich vorläufig nur durch Anschluß an Messungen mit der gut kontrollierten Hauptzelle, die zu diesem Zweck in ähnlicher Lage unter einer Milchglasplatte beobachtet wird; streng sind die Vergleiche aber nur unter ähnlichen Bedingungen, d. h. besonders bei gleichen Sonnenhöhen. Eine besondere Eichvorrichtung, die auf die Milchglasplatte aufgesetzt werden kann, wurde zu dem Apparat mitgeliefert, es fehlt aber noch an einer dazu passenden, hinreichend hellen und konstanten Lampe.

Versuche zur monochromatischen Messung der ultravioletten Sonnenstrahlung.

Von O. v. Schubert.

I. Zweck der Versuche

war die laufende Messung der Intensitäten einzelner Wellenlängen im Ultraviolett des direkten Sonnenlichts zur Feststellung ihrer Änderungen sowie derjenigen des Spektrumendes im Laufe eines Tages und von Tag zu Tag. Die Ergebnisse dieser Messungen sollten besonders im Zusammenhang mit den wechselnden Luftkörpern studiert werden in der Erwartung, daß sich auch für nahe benachbarte Wellenlängen spezifische Unterschiede ergeben würden. Derartige Messungen sind ja oft von den führenden Forschern auf diesem Gebiet als notwendig bezeichnet, bisher aber selten ausgeführt worden.

Zunächst fragt es sich, was man unter einer „einzelnen Wellenlänge“ verstehen soll; denn streng genommen müßten schon zwei Strahlenarten, die sich um eine Schwingung pro Sekunde unterscheiden, als von verschiedener Wellenlänge bezeichnet werden. Die äußerst geringen Intensitäten im Ultraviolett zwingen dazu, die Anforderungen nicht zu weit zu treiben, und deshalb wurde die Ab-

grenzung eines Bereiches von $1 \mu\mu$ Breite aus dem kontinuierlichen Spektrum der Sonne als erreichbare und für den vorliegenden Zweck völlig genügende Genauigkeit angesehen.

Um die vorhandene Intensität voll auszunutzen und gleichzeitig wohldefinierte Verhältnisse zu haben, sollte das Instrument nur direktes Sonnenlicht empfangen und alle schwächenden und fälschenden Spiegel und Filter vermieden werden. Die Verwendung eines Heliostaten kam also nicht in Frage. Da ferner nach Möglichkeit auch kurzperiodische Schwankungen erfaßt werden sollten, so mußten die Messungen in Abständen von ca. 1 Minute erfolgen und dies durch Stunden fortgesetzt werden. Diese Forderung schloß die Methode spektrographischer Aufnahmen mit nachfolgender Photometrierung (Dobson) aus. Schließlich war es nötig, nicht nur an sogen. „Strahlungstagen“, sondern gerade auch bei merklicher Trübung und bei Bewölkung zu messen.

Daraus ergeben sich folgende

II. Anforderungen an die Methode.

Sie muß sehr empfindlich sein, um die schwachen Intensitäten, welche so schmale Spektralbereiche am Ultraviolettende des Sonnenspektrums nur noch besitzen, messend verfolgen zu können.

Sie muß trotzdem so schnell und sicher arbeiten, daß Meßreihen mit ca. 1 Minute Abstand von Messung zu Messung möglich sind, wobei nach Bedarf auch jedesmal die zu messende Wellenlänge gewechselt werden muß.

Wenn man auch auf Messung der Intensitäten in absolutem Maß notfalls verzichten kann, so müssen doch die Messungen einer Reihe sowie die Meßreihen verschiedener Tage und Jahreszeiten untereinander streng vergleichbar sein.

III. Bisherige Entwicklung der Apparatur und Methode.

Wegen der verlangten hohen Empfindlichkeit kam für die Messung der Intensitäten nur die lichtelektrische Methode in Frage. Für die Herstellung der möglichst rein monochromatischen Strahlung wurde ein Leißscher Quarz-Doppel-Monochromator gewählt. Das meteorologische Institut in Potsdam stellte mir eine Kaliumzelle nebst Einfadenelektrometer sowie den Monochromator zur Verfügung. Letzterer war auf Veranlassung des Instituts von der Fa. Leiß mit einer Einrichtung zur parallaktischen Nachführung versehen worden, welche

sich aber als unbrauchbar erwies. Die Notwendigkeit, möglichst mit vorhandenen Mitteln eine Aufstellung und Verbindung der verschiedenen Teile der Apparatur zu schaffen, welche die Nachführung gestattet, war daher die erste Aufgabe, die zu lösen war.

Zunächst wurde aber der Monochromator, der nicht für die Verwendung im Freien gebaut ist, einer Prüfung unterzogen. Seine Einrichtung ist kurz folgende:

Eine kleine Quarzlinse L (Fig. 1) von ca. 8 cm Brennweite entwirft ein Bild der Lichtquelle auf den Eintrittsspalt I. Von hier geht das Strahlenbündel durch die Kollimatorlinse K_1 zum Prisma 1, durch die Sammellinse S_1 zum Spalt II, dann entsprechend durch K_2 , Prisma 2, S_2 zum Spalt III. Die beiden Prismen sind von außen durch die Trommeln A und B für die verschiedenen Wellenlängen

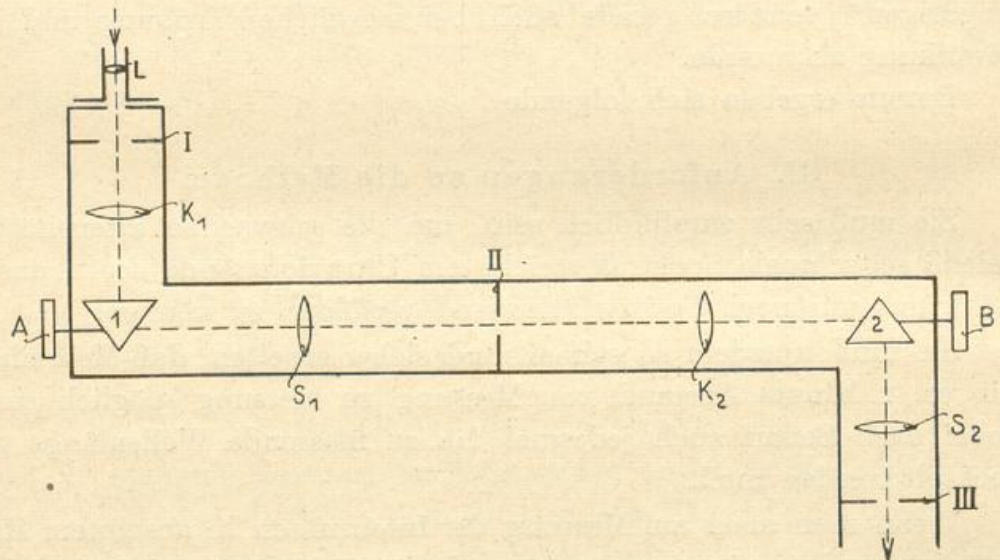


Fig. 1.

einstellbar, die vier Linsen können durch Zahntriebe mittels einer dritten Trommel alle gleichzeitig fokussiert werden. Der ganze Strahlengang ist durch einen weiten Kasten von rechteckigem Querschnitt gegen falsches Licht von außen und Reflexionen im Innern nach Möglichkeit geschützt. Es bedurfte aber vielfacher Bemühungen, bis der Kasten im Sonnenlicht wirklich lichtdicht war.

Da der Apparat bei Leiß nochmals geeicht worden war, wurde vorläufig angenommen, daß die Wellenlängenzahlen auf den drei Trommeln richtige Einstellung der gewünschten Wellenlänge gewährleisten. Die Prüfung, die zunächst im Laboratorium stattfand, sollte die beste Einstellung der Quarzlinse L für die verschiedenen λ ,

ferner die günstigste Öffnung der drei Spalte und den Einfluß von Änderungen der Spaltöffnung, ferner die Reinheit des austretenden monochromatischen Lichts und die Empfindlichkeit der ganzen Anordnung ermitteln. Vor den Eintrittsspalt wurde eine Bandlampe (kontinuierliches Spektrum) gestellt, hinter den Austrittsspalt anfangs ein Thermoelement mit Galvanometer, später die Kaliumzelle mit Elektrometer. Diese Versuche ließen den Monochromator als für den Zweck durchaus geeignet erscheinen und bewiesen vor allem, daß die Empfindlichkeit von Zelle und Elektrometer bis herab zu $\lambda = 3500 \text{ \AA}$ ausreichend war. Für noch kürzere λ war die Intensität der Lampe nicht genügend; die Entscheidung für diese kurzen Wellenlängen konnte nur die hohe Intensität der Sonne selbst ergeben, und für diesen Versuch war die vorherige Lösung der Nachführungsfrage und der Zusammenbau der Instrumente, welcher wieder davon abhängig war, abzuwarten. Zeit dafür war reichlich vorhanden, denn die erwähnten Laboratoriumsversuche konnten nur an den seltenen Tagen gefördert werden, an denen die volle Spannung der Akkumulatorenbatterie des Instituts zur Verfügung stand. Schließlich und nach mancherlei Umwegen wurde die Frage in primitivster Weise gelöst: ein Gasrohr mit angeschraubtem Flansch wurde mit Hilfe von vier starken Drähten auf einem, auf dem Dache des Instituts vorhandenen Holzpodest in senkrechter Lage aufgestellt. Die Apparatur mit den brauchbaren Teilen der Leißschen Konstruktion wurde mit Flügelschrauben an dem Flansch befestigt, die Nachführung erfolgte mit der Hand durch Drehen der Zahntriebe für Deklination und Stundenwinkel.

Am 22. Juni 1929 konnte endlich der erste Versuch vor der Sonne erfolgen, nachdem die Laboratoriumsversuche bereits am 2. Mai 1929 begonnen hatten. Die Schaltung von Zelle und Elektrometer war dabei die am Potsdamer Institut seit langem bewährte Entlademethode ohne Hilfsspannung am Elektrometer und ohne Spannung an der Zellenkathode, also eine ziemlich unempfindliche Schaltung, die sonst nur für größere Spektralbereiche angewendet wird. Trotzdem wurde festgestellt, daß die Empfindlichkeit ausreicht, um bis ans Ende des Sonnenspektrums zu gelangen, und daß bei Einstellung noch kürzerer Wellenlängen keine Entladung mehr erfolgte. Es sei aber hier schon erwähnt, daß diese Erfolge nach späteren Erfahrungen nur der Unempfindlichkeit der Schaltung und der Breite des ausgeblendeten Spektralbereiches zu verdanken waren.

Auch diese ersten Ergebnisse konnten erst gewonnen werden, nachdem in wochenlanger Arbeit allerhand, dem experimentierenden Physiker wohlbekanntes Schwierigkeiten überwunden waren: vor allem mußte für genügenden elektrostatischen Schutz des Elektrometers und seiner Verbindung mit der Zelle gesorgt werden, was dadurch besonders erschwert war, daß die empfindlichen Apparate nicht im Freien bleiben durften, also leicht auf- und abmontierbar sein mußten. Ferner mußte das Elektrometer weitgehend gegen Temperaturänderungen geschützt und der Monochromator vollständig lichtdicht gemacht werden. Wenn man berücksichtigt, daß nach jeder Änderung an der Apparatur, die der stark beschäftigte, einzige Mechaniker des Instituts ausführte, zur Feststellung des Erfolges ein geeigneter Strahlungstag abgewartet werden mußte, so wird der langsame Fortgang der Arbeiten verständlich.

Als endlich — im August — zu Reihenmessungen übergegangen werden konnte, stellte sich heraus, daß die Nachführung des Instruments mit der Hand ganz ungenügend war, zumal das Sonnenbild auf der Beobachterseite der ziemlich umfangreichen Apparatur gar nicht zu sehen war und ein zweiter Beobachter selten zur Verfügung stand. Auch der Einbau eines kleinen Justierfernrohres, das von der magnetischen Abteilung entliehen wurde, konnte diesen Übelstand nicht beseitigen. Die Entladezeiten hingen in so hohem Maße von der jeweiligen Genauigkeit der Einstellung auf die Sonne ab, daß die Intensitätsänderungen der gemessenen Strahlung dagegen ganz verschwanden.

Es wurde mir klar, daß nur die Nachführung mittels Uhrwerk genügende Genauigkeit ergeben würde. Ein derartiges Uhrwerk, welches immerhin beträchtliche Gewichte bewegen muß, wurde im Besitz des Astrophysikalischen Observatoriums ermittelt (Polachse), befand sich aber damals noch bei der Sonnenfinsternisexpedition auf Sumatra. Da inzwischen der Sommer zu Ende ging, so wurden die Versuche vorläufig eingestellt.

Nachdem die Polachse in Potsdam eingetroffen und vom Astrophysikalischen Institut in entgegenkommender Weise für etwa 1 Jahr zur Verfügung gestellt worden war, wurde sie im Laufe des Winters neben dem Einstein-Turm aufgestellt, justiert, eine Hütte darum errichtet und von der Notgemeinschaft eine Plane als bewegliches Dach beschafft. In der reich ausgestatteten Werkstatt des Astrophysikalischen Observatoriums wurde der Monochromator für die Montierung

an der Polachse umgearbeitet und der elektrostatische Schutz verbessert. Diese Arbeiten wurden dadurch verzögert, daß der Monochromator inzwischen monatelang im Meteorologischen Observatorium für Filterprüfungen gebraucht wurde. Als er mir Mitte März 1930 wieder ausschließlich zur Verfügung stand, mußte er zunächst im Laboratorium neu geeicht werden.

Von diesem Zeitpunkt ab unterstützte mich Herr Professor Grottrian mit seiner großen experimentellen Erfahrung ebensowohl als mit den Mitteln seines Laboratoriums und der vorbildlichen Werkstatt in weitestgehendem Maße.

Die Eichungsarbeiten, die abwechselnd vor einer Quecksilberlampe (zur genauen Bestimmung der Trommeleinstellung für die einzelnen Linien des Hg-Spektrums) und vor einer Bandlampe (zur Prüfung der Breite und der Intensität des mit den richtigen Trommelstellungen ausgeblendeten Spezialbereichs) ausgeführt wurden, ergaben zwei Fragen:

1. Sind die Einstellungen am Monochromator reproduzierbar, d. h. entspricht bestimmten Einstellungen der drei Trommeln auch wirklich immer dieselbe Wellenlänge des austretenden Lichts?
2. Wie weit geht die Reinheit des erzeugten monochromatischen Lichts, resp. wie breit ist der austretende Spezialbereich?

Die erste Frage muß dahin beantwortet werden, daß bei wiederholter Einstellung auf ein und dieselbe Hg-Linie die Trommeleinstellungen um wenigstens $1\mu\mu$ nach beiden Seiten variieren. Wählt man für die Versuche vor der Sonne eine bestimmte Trommeleinstellung, so werden also auch die wirklich zur Messung kommenden Wellenlängen nach jeder Neueinstellung mit dieser Unsicherheit behaftet sein.

Zur Beantwortung der zweiten Frage wurde das Bild der Bandlampe mittels Quarz-Flußspat-Achromat auf den Eintrittsspalt abgebildet, das austretende „monochromatische“ Licht durch einen zweiten Achromat auf den Spalt eines Spektralapparates gesammelt und nach erneuter Zerlegung photographiert.

Fig. 2 zeigt eine der so erhaltenen Aufnahmen; die Linien darin sind die einer Hg-Lampe, die nach beendeter Aufnahme des vom Monochromator kommenden Lichts ganz kurz vor den Spalt des

Spektralapparates gebracht wurde. Der weiße Fleck bei $\lambda = 3341 \text{ \AA}$ rührt vom Monochromator bei genauester Einstellung auf diese Linie und bei Stellung aller drei Spalte auf 5. Es ist das günstigste von

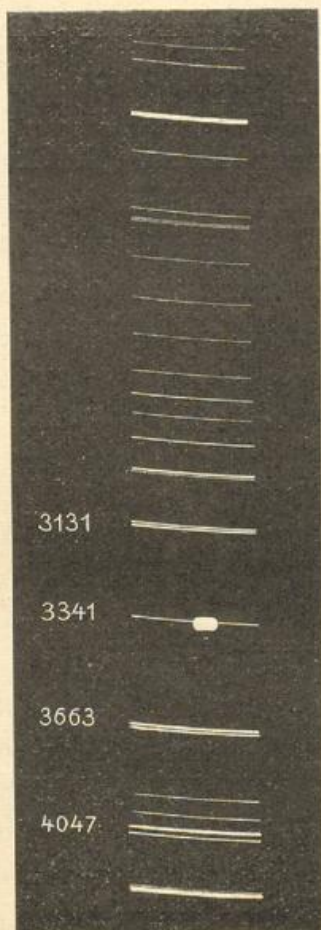


Fig. 2.

allen Ergebnissen, zeigt aber doch noch einen durchgelassenen Spektralbereich von schätzungsweise 20 \AA , der außerdem nicht einmal symmetrisch zu der gewünschten Linie liegt. Es kommt dazu, daß bei den Messungen vor der Sonne die drei Spalte etwa doppelt so weit geöffnet werden mußten, um bei den kürzesten Wellenlängen noch brauchbare Entladezeiten zu erhalten. Die Aufnahmen bei dieser Spaltbreite ergaben natürlich noch ausgedehntere Flecke. Es wurde daher klar, daß die Methode erheblich empfindlicher gemacht werden mußte, um bei den Messungen mit geringen Spaltöffnungen auszukommen, und dieses Ziel schien nur durch eine andere Schaltung von Zelle und Elektrometer erreichbar.

Die Notwendigkeit einer anderen Schaltung hatte sich auch aus anderen Gründen bei den neben den Laboratoriumsarbeiten an günstigen Tagen immer wieder versuchten Messungen im Freien ergeben. Zunächst hatten diese Meßversuche das vorzügliche Arbeiten der Polachse gezeigt. Durch ein großes Objektiv mit Kamera und Mattscheibe konnte das Sonnenbild von der Einblickstelle des Elektro-

mers aus dauernd beobachtet werden. Nachstellungen waren höchstens alle 20 Minuten erforderlich. Dagegen erwies sich nun bei der genaueren Nachführung wieder die Quarzlinse L und ihre Befestigung vor dem Eintrittsspalt als mangelhaft. Sie wurde durch einen von Prof. Grotrian zur Verfügung gestellten Quarz-Flußspat-Achromaten in einem stabilen, fest mit dem Monochromator verbundenen Tubus ersetzt. Der Achromat entwirft auf dem Eintrittsspalt ein Sonnenbild von ca. 2 mm Durchmesser, das durch ein seitliches Schauloch im Tubus jederzeit auf richtige Lage kontrolliert werden kann. Der Eintrittsspalt wurde durch eine Blende in seiner Längsausdehnung so abgedeckt, daß das Sonnenbild gerade noch

Platz hatte. Dadurch wurde das diffuse Licht ziemlich vollständig ausgeschlossen. Mit der auf diese Weise wieder um einige Schritte verbesserten Apparatur konnten an einigen klaren Tagen Meßreihen gewonnen werden, die jedoch nicht befriedigten. Es ergaben sich unregelmäßige Schwankungen in den gemessenen Intensitäten von solcher Größe, daß sie nur auf Fehler in der Apparatur zurückgeführt werden konnten, und zwar schien es sich hauptsächlich um Isolationsfehler und ähnliche schwer kontrollierbare Vorgänge auf elektrischem Gebiet zu handeln. Alle Versuche, durch Trocknung von Zelle und Elektrometer, durch Einbau eines anderen, bereits gealterten Zellenindividuums Abhilfe zu schaffen, waren vergeblich. Als sich nun auch das Bedürfnis nach einer größeren Empfindlichkeit herausstellte, wurden mit einer Reihe von anderen Schaltungen Versuche gemacht, und es gelang schließlich, auf diesem Wege alle geschilderten Schwierigkeiten auf einmal zu überwinden. Die gewählte Schaltung (Fig. 3) war folgende: an die beiden Schneiden des Elektrometers wurden

mittels einer Anodenbatterie je 50 Volt Spannung gelegt, die Mitte der Batterie geerdet. Der Faden des Elektrometers wurde mit der Anode der Zelle verbunden, und diese Leitung derart geerdet, daß die Erdung durch einen Federzug vorübergehend aufgehoben werden konnte. Die Kathode der Zelle wurde von einer zweiten Anodenbatterie mit dazwischen liegendem

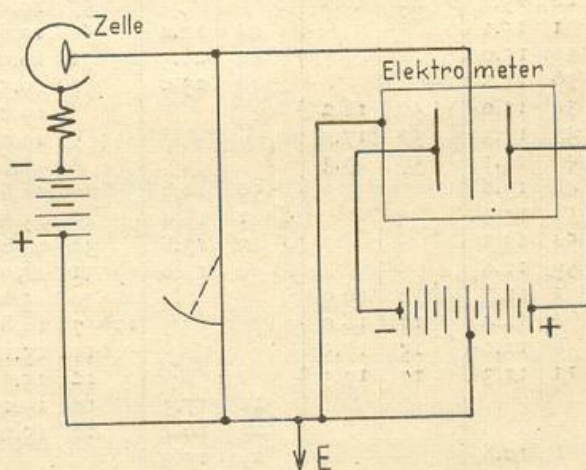


Fig. 3.

Hochohmwiderrstand dauernd negativ aufgeladen. Für die Dauer der Messung wurde die Erdung der Zellenanode aufgehoben, sodaß die lichtelektrisch aus der Kathode ausgelösten Elektronen der Anode und dem damit verbundenen Elektrometerfaden eine Ladung erteilten. Die Geschwindigkeit der hierdurch bewirkten Bewegung des Elektrometerfadens in dem starken Feld zwischen den beiden Schneiden wurde gemessen. Es handelt sich also um eine Auflademethode von vielfach höherer Empfindlichkeit als die frühere mit zugleich überall wohldefinierten Potentialen. Eine Probe ergab, daß

mit dieser Schaltung die Spalte des Monochromators vor der Sonne erheblich verengert werden konnten (3, 3, 5).

Zur weiteren Erhöhung der Empfindlichkeit und Genauigkeit wurde die Zelle erheblich näher an den Austrittsspalt des Mono-

Tab. 1. Aufladezeiten in Sekunden.

λ 3131 6. VI.		λ 3131 7. VI.		λ 3000 7. VI.		λ 3131 10. VI.		λ 3131 12. VI.		λ 3131 12. VI.		λ 3131 18. VI.	
6 ^h 59	21.1	7 ^h 6	33.0			7 ^h 46	32.3	8 ^h 35	37.1	100 Volt		7 ^h 7	33.9
7 ^h 2	19.2	8	30.5			48	31.0	36	35.5	7 ^h 34		10	30.3
6	18.7	16	25.9			50	30.4	38	34.2	38		12	29.5
7	18.5	18	24.6			53	29.9	41	33.5	42		15	28.5
8	18.1	20	23.8			8 ^h 8	28.0	42	32.8	46		19	27.6
9	17.6	24	23.2			12	26.8	43	32.2	50		24	26.0
11	17.1	26	22.3			16	25.8	44	32.7	54		27	25.4
13	16.8			7 ^h 28	32.9	31	23.0	45	32.0	58		31	23.8
15	16.4			30	31.3	34	22.5	47	31.4	8 ^h		35	23.2
18	16.3			33	29.8	36	21.8	48	30.9	4		54	26.8
20	16.1	34	22.7			38	21.6	49	31.2	8		56	25.3
23	15.9	36	21.0			40	21.1	50	31.2	12		8 ^h 5	21.3
25	15.6	38	20.4			42	21.1			14		9	20.3
28	15.4	40	20.0			57	19.9	9 ^h 47	28.2	22		13	19.9
31	15.1			42	27.4	59	19.8	48	27.4	26		19	19.2
33	15.0			44	26.5	9 ^h 1	19.9	50	26.8	9.7		21	18.8
36	14.2			48	25.0	3	19.5	51	26.2	9.6		24	18.7
39	13.9	50	18.2			5	19.2	52	26.4	20 Volt		32	18.3
43	14.3	52	17.9			7	19.0	54	26.0	30 115		37	17.9
46	14.1	56	17.3			8	18.6	56	25.3	100 Volt		9 ^h 3	17.6
48	13.8			59	19.3	26	16.6	57	25.9	31 8.6		5	17.6
51	13.4			8 ^h 1	18.4	28	15.8			33 8.0		11	17.3
54	13.1			3	17.8	30	15.6			37 7.6			
59	12.8			4	17.6	32	14.9			43 7.5			
8 ^h 1	12.7	8 ^h 6	16.9			34	15.2			46 7.0			
4	12.4	13	18.0			10 ^h 7	14.8			48 6.9			
8	12.2	15	17.5			10	15.1			52 6.6			
11	11.3	17	17.3			12	15.3			20 Volt			
				21	17.3	14	15.2			57 72.5			
				23	16.4	16	15.2			100 Volt			
9 ^h 1	10.8			26	15.9					58 5.8			
4	10.4	29	16.4							9 ^h			
7	10.1	31	15.9							4			
10	10.2	34	15.1							7			
17	9.7			36	15.2					14			
22	9.6			38	15.3					15			
35	9.1			40	15.0					60 Volt			
52	9.0			42	14.6					18 14.1			
10 ^h 3	8.7			43	14.1					20 13.4			
		49	14.2							30 10.6			
		51	13.9							35 9.9			
51	10.6	53	14.0							40 10.1			
54	10.5	56	14.1							45 9.3			
11 ^h 7	9.7	57	13.4							50 9.0			
11	9.6			59	13.0					57 8.2			
18	10.5			9 ^h 3	12.4								
				8	12.0								
		9 ^h 12	13.4										
		14	13.0										
		18	14.6										

chromators herangebracht, die Spalte durch Schrauben gegen Verdrehung gesichert, und der elektrostatische Schutz nochmals verbessert. Hierdurch und durch die neue Schaltung wurde wieder eine neue Eichung im Laboratorium nötig. Auch war beabsichtigt, mit den verengerten Spalten wieder Aufnahmen des austretenden Lichts im Spektrographen zu machen und die Breite des austretenden Spektralteiles genau auszumessen. Jedoch setzte nunmehr die günstige Wetterperiode ein, welche unbedingt zu Messungen benutzt werden mußte, so daß diese Arbeiten, die einen umfangreichen Aufbau erfordern, zunächst aufgeschoben wurden.

Am 6. Juni 1930 und an folgenden Tagen konnten endlich einige Meßreihen von mehrstündiger Dauer mit der soweit verbesserten Apparatur gemacht werden. Einige Ergebnisse dieser Messungen sind in der Tabelle 1 angegeben. Neben der Uhrzeit stehen in ganzen und zehntel Sekunden die Zeiten, die der Elektrometerfaden zur Durchwanderung von 20 Teilstrichen brauchte. Wegen Platzmangel konnte nur eine Auswahl von Beobachtungen gegeben werden; in Wirklichkeit war die Folge der Messungen viel dichter, zeitweise 2—3 Messungen pro Minute. Wie man sieht, nehmen anfangs die Aufladezeiten bei Messung nur einer Wellenlänge (6. Juli), also ohne Veränderung der einmal gewählten Trommeleinstellung ziemlich regelmäßig ab, d. h. die Intensitäten nehmen mit steigender Sonne zu, wie es sein soll; dann erfolgt bis Mittag aber keine systematische Änderung mehr, sondern die Werte schwanken unregelmäßig um geringe Beträge. Nachmittags konnte leider nicht gemessen werden, weil bereits gegen 3^h p. m. die Sonne durch die Hüttenwand verdeckt wird. Wenn zwei verschiedene Wellenlängen abwechselnd gemessen wurden (7. Juli), die Trommeln also dauernd neu eingestellt werden mußten, so ist schon gegen 8 a. m. die regelmäßige Abnahme der Aufladezeiten unterbrochen. Außerdem zeigte sich hierbei, daß jedesmal eine andere Stellung der zweiten Wellenlängentrommel gewählt werden mußte, um den Anschluß an die Zeiten der vorhergehenden Serie zu erreichen. So änderten sich die Stellungen der λ -Trommel B für $\lambda = 3131 \text{ \AA}$ am 7. Juni allmählich von $322 \mu\mu$ bis $318 \mu\mu$. Das bedeutet aber, daß die Einstellungen im Freien nicht reproduzierbar sind, was für die Arbeiten im Laboratorium doch einigermaßen der Fall war. Es ist ganz unsicher, ob während der ganzen Meßreihe auch nur annähernd dieselbe Wellenlänge gemessen wurde. Die Ursache dieser Erscheinung ist zweifellos in den hohen

Strahlungstemperaturen zu suchen, welche der schwarze Monochromator mit steigender Sonne annimmt. Die Ausdehnung der Prismen, welche eine Veränderung der Dispersion verursacht, dürfte wenig ausmachen. Der Hauptgrund wird in der mechanischen Verzerrung der Fundamentplatte, in der Verlängerung der Schrauben, welche die Prismen drehen und ähnlichem liegen. Mit einem Thermometer in schwarzer Papphülse, welches außen am Monochromator angebracht war, wurde z. B. am 18. Juni gemessen:

Um 7 a. m. bei Beginn der Messungen	20.5 ⁰
7 ²²	35.0 ⁰
7 ⁵⁷	45.1 ⁰

und am 12. Juni stieg die Temperatur sogar bis 50⁰. Ähnlich werden auch die Temperaturverhältnisse im Innern des Monochromators gewesen sein. Unter diesen Umständen konnte den Ergebnissen wenig Wert beigelegt werden, und die Messungen wurden daher eingestellt. Immerhin sei wenigstens noch auf folgendes hingewiesen. Am 6., 7., 10., 12. Juni sind die Aufladezeiten und ihre Änderung im Laufe des Vormittags sehr ähnlich. Sie nehmen in diesen vier Tagen von Tag zu Tag ein wenig zu, d. h. die Intensität nimmt ab, die Trübung der Atmosphäre wächst langsam und stetig. Am 13. Juni war plötzlich mit der bisher immer an die Zellenkathode gelegten Spannung überhaupt kein Ausschlag am Elektrometer wahrnehmbar. Die Spannung mußte auf 100 V erhöht werden, um brauchbare Zeiten zu erhalten. In den nächsten Tagen konnte nicht gemessen werden; am 18. Juni lagen die Zeiten wieder ganz im Bereich derjenigen der 4 ersten Tage, die Strahlung war wieder „normal“. Wie aus der Tabelle ersichtlich, wurden auch am 13. Juni bei höherem Sonnenstande einige Messungen bei 20 Volt Spannung gemacht, sodaß ein ungefährender quantitativer Vergleich möglich ist:

	6.	7.	10.	12.	13.	18. Juni
8 ³⁰	11	15	23	40	115	18
9 ^h	10.8	13.4	19.9	30	72	17

Danach müßte also die Variation der Strahlungsintensität für $\lambda = 3131$ in den Tagen vom 6. bis 13. Juni ganz erheblich größer gewesen sein, als die Variation innerhalb der einzelnen Tage, und namentlich vom 12ten zum 13ten müßte ein plötzlicher starker Sprung eingetreten sein. Bei den sonstigen in Potsdam in diesen Tagen angestellten Messungen und Registrierungen, die sich alle auf breitere Spektral-

gebiete beziehen, ist nichts derartiges festgestellt worden. Das Ergebnis läge also ganz in der in der Einleitung als Ziel der Versuche gekennzeichneten Richtung, hat aber bei der vorläufigen Unsicherheit der Messungen keine Bedeutung. Es wäre von Interesse, ob die Dobson-Messungen in Lindenberg für diese Tage einen ähnlichen Gang der Intensität im Gebiet der O_3 -Absorption ergeben.

Daß der Fehler, der durch die Wärmeausdehnung entsteht, nicht früher bemerkt wurde, hat seinen Grund ohne Zweifel in der bis dahin geringeren Empfindlichkeit der Apparatur. Die Erscheinung, daß die durch einen bemerkten Fehler verursachte Verbesserung zwar den alten Fehler beseitigt, zugleich aber die Methode verfeinert und damit neue Fehler aufdeckt, zieht sich ja wie ein roter Faden durch diese ganze Untersuchung, wie durch alle Arbeiten zur Ausbildung einer neuen Methode.

Hier war nun aber ein Punkt erreicht, wo mit den verfügbaren Mitteln nicht mehr weiterzukommen war, und es mußte überlegt werden, ob das erstrebte Ziel überhaupt mit einiger Wahrscheinlichkeit erreicht werden kann, und ferner, ob das in der Einleitung dargelegte Ziel die Aufwendung der nötigen Mittel rechtfertigt. Zunächst seien die nach meiner Ansicht

IV. zur weiteren Entwicklung der Methode notwendigen Maßnahmen

dargelegt. Eine Abdeckung des Monochromators mit weißen Tüchern hatte keinen merklichen Einfluß. Herr Prof. Dorno, welcher die Liebenswürdigkeit hatte, sich für die Versuche zu interessieren, war der Meinung, daß eine Abdeckung durch Aluminiumblech bei gleichzeitiger, kräftiger Ventilation genügen würde. Vielleicht wird es aber doch nötig sein, die ganze Apparatur in einen Kasten von konstanter Temperatur einzuschließen, was sehr schwierig sein dürfte wegen der vielen Stellen, die bei der Messung zugänglich sein müssen. Außerdem muß aber eine Vergleichslichtquelle von konstanter Intensität angeordnet werden, welche dauernde Kontrollen im Laufe der Messungen gestattet. Zu diesem Zweck ist bereits eine Bandlampe von der Firma Osram kostenlos beschafft worden, die aber bisher nur im Laboratorium verwendet werden konnte. Die Lampe benötigt nämlich einen konstanten Strom von 7 Amp. bei 26 Volt, und eine so starke Batterie steht bei der Hütte nicht zur Verfügung. Natürlich wird auch die Anbringung der Lampe und eine optische Vorrichtung (total reflek-

tierendes Prisma usw.), welche die Sonne vorübergehend abblendet und dafür das Bild der Lampe auf den Eintrittsspalt bringt, Kosten verursachen. Schließlich wird sich wahrscheinlich auch noch eine kardanische Aufhängung des Elektrometers und verschiedene Verbesserungen am Monochromator selbst als notwendig erweisen, um wirklich saubere Messungen zu erhalten. Die Höhe der Kosten für alle diese Änderungen und die Zeitdauer läßt sich kaum schätzen, da auch fernerhin immer neues Probieren und Abändern, verzögert durch das Warten auf Strahlungswetter, nötig sein werden.

Unter diesen Umständen wurden die Versuche vorläufig eingestellt und zunächst ein Gutachten von Herrn Prof. Konen über Wert und Aussichten der Methode erbeten, auf Grund dessen dann versucht werden soll, die nötigen Mittel zur Weiterarbeit zu beschaffen. Es wäre zu beklagen, wenn aus Mangel an Mitteln die bisher geleistete Arbeit und die in Potsdam geschaffenen instrumentellen Möglichkeiten nicht weiter ausgenutzt werden könnten.

Zum Schluß erfülle ich gern die Pflicht, Allen, die mich bisher mit Rat und Tat unterstützt haben, vor allem Herrn Geh. Rat Süring, Prof. Ludendorff, Prof. Freundlich und Prof. Grotrian verbindlichst zu danken.

Einige neue Waagemagnet-Konstruktionen.

Von O. Venske.

Wie die Erfahrung gelehrt hat, ist es für das zufriedenstellende Verhalten von erdmagnetischen Variometern von Wichtigkeit, daß der Raum, in dem sie aufgestellt sind, konstante Temperatur besitzt. Dies hat sich auch in Seddin gezeigt, wo das Variationshaus nicht heizbar ist und in seinem Inneren bei der leichten Holzkonstruktion, aus der es besteht, dem Temperaturgang der Außenluft in erheblichem Maße folgt. Zwar haben sich die beiden Hauptvariometer zur Aufzeichnung der horizontalen Komponenten als im wesentlichen unempfindlich gegen Temperatureinflüsse erwiesen, aber die zugehörige Waage verhielt sich weniger günstig. Sie zeigte Sprünge und unkontrollierbare Gänge, welche die Bestimmung des Basiswertes nicht unerheblich erschwerten. Als Ursache für dies unbefriedigende Verhalten war der Waagemagnet anzusehen. Er bestand aus einem Magnaliumkörper, der aus zwei durch Justierschraubchen

mit einander verbundenen Stücken zusammengesetzt ist, deren unteres drei in Führungen gelagerte und durch übergreifende Klammern befestigte Spiegel trägt. An dem oberen Teil des Magnaliumkörpers sitzen, außer den zwei seitlich angeschraubten Magnetlamellen, die mittels Schrauben angeklebte Schneide und drei im Winkel von 90° zueinander gestellte, auf Spindeln bewegliche Laufgewichtchen. Bei dieser Konstruktion sind Materialien ganz verschiedener thermischer Ausdehnung, wie Magnalium und Glas, in feste Verbindung miteinander gebracht. Das hat zur Folge, daß sich bei Temperaturänderungen innere Spannungen in dem Waagekörper ausbilden, deren Auslösung als starke Gänge im Stande der Waage in die Erscheinung tritt.

Auf Grund dieser Überlegung habe ich im Dezember 1922 die ursprüngliche Toepfersche N-Raum-Waage gegen eine solche von G. Schulze, Potsdam, ausgewechselt. Auch die Schulzesche Waage besitzt einen Zwei-Lamellen-Magnet. Der Rahmen aber, an dem die zwei Lamellen befestigt sind, besteht nicht aus Magnalium, sondern, was günstiger ist, aus Neusilber. Um die Entstehung einer Spannung zwischen Rahmen und Spiegel wirksam zu verhüten, habe ich bei dieser Waage den Spiegel mittels eines einzigen Schellaktröpfchens einseitig am Rahmen befestigt¹⁾.

Der Erfolg dieser Auswechslung war in die Augen springend, aber noch nicht vollständig. Es zeigte sich nämlich danach regelmäßig in den Übergangszeiten vom Winter zum Sommer und umgekehrt ein Sprung im Temperaturkoeffizient. Derselbe verschwand erst, nachdem im Jahre 1928 der Neusilberrahmen durch einen solchen aus weichem Stahl ersetzt war.

Diese hier kurz zusammengestellten Erfahrungen weisen nachdrücklich auf die Notwendigkeit hin, einen Waagemagnet so zu konstruieren, daß sich innere Spannungen nicht ausbilden können. Am vollkommensten läßt sich dies begreiflicherweise erreichen durch Anfertigung des Waagemagnets aus einem einzigen Stück weichen Stahles und nachträgliche Härtung. In dieser Art ist tatsächlich im Jahre 1911 ein 10 cm langer Zwei-Lamellen-Magnet von der Firma Otto Toepfer & Sohn, Potsdam, hergestellt worden. Bei ihm war der Spiegel auf der oberen Seite des Mittelstückes angeschliffen, während die Schneide, welche aus Quarz bestand, durch Druckschrauben in

¹⁾ Vergl. O. Venske, Eine konstruktive Verbesserung einer Lloyd'schen Waage. Tät.-Ber. des Preußischen Meteorolog. Instituts vom Jahre 1928. Berlin 1929, S. 60—64.

einer prismatischen Höhlung desselben festgehalten wurde. Die Justierung geschah durch Abschleifen. Diese Konstruktion, die sich nach den vorhandenen Angaben bewährt hat, ist eine einmalige geblieben, da die Schwierigkeiten, welche mit ihrer Durchführung verbunden waren, allzu groß erschienen.

In letzter Zeit hat Herr Dr. D. La Cour¹⁾ diese Bestrebungen fortgesetzt. Derselbe hat für seine neue Vakuumwaage von Herrn Læssoe Müller eine Reihe kleiner leichter Ein-Lamellen-Magnete mit Spiegel und Schneide aus einem Stück Stahl herstellen lassen. Durch die Freundlichkeit des Herrn La Cour, der eine seiner Waagen nach Potsdam schickte, hatte ich Gelegenheit, die Eigenschaften eines solchen aus dem Ganzen herausgearbeiteten Magnets näher kennen zu lernen.

Die Waage des Herrn La Cour besitzt zwei Kammern. In der unteren, welche sich luftleer auspumpen läßt, befindet sich der Magnet, ein fester Spiegel und ein Manometer. Der Magnet ist ein Ein-Lamellen-Magnet, dessen Lamelle senkrecht auf Schneide und Spiegel steht, und ruht auf zwei hohl ausgeschliffenen zylindrischen Lagern aus Achat. In der oberen Kammer, die mit der unteren durch ein Fenster in optischer Verbindung steht, ist ein Mirenspiegel und ein an einer Bimetalllamelle aus Silber und Platin hängendes, totalreflektierendes Prisma untergebracht. Bei einer Änderung der Temperatur erfährt das Prisma eine Drehung, durch welche die gleichzeitig erfolgende Neigungsänderung des Magnets kompensiert werden soll.

Die Aufstellung der Waage war langwierig und umständlich, begegnete aber keiner prinzipiellen Schwierigkeit. Bei dem Versuch, die Magnetkammer zu evakuieren, zeigte es sich, daß das „soupape“ nicht dicht hielt gegen das „tuyau“. Es war daher nur ein einmaliges Auspumpen durch in der beigegebenen Kochflasche bis zum Sieden erhitztes Wasser möglich, und der Verschuß mußte durch Schlauch und Klemme geschehen. Das erzielte nicht hohe Vakuum hielt sich danach länger als ein Vierteljahr ganz unverändert.

Parallelregistrierungen mit Seddin, bei denen sich der Magnet Spiegel als brauchbar erwies, gaben Auskunft über den Magnet. Es zeigte sich, daß sein Moment zunimmt, daß er eine zuverlässige Ruhelage und gleichbleibende Empfindlichkeit besitzt. Zu einem weniger günstigen Ergebnis führte die Untersuchung seiner Tempe-

¹⁾ Vergl. Publikationer fra det Danske Meteorologiske Institut. Communications Magnetiques. 8. Kopenhagen 1930.

raturabhängigkeit. Sie ergab das Vorhandensein einer nicht unbedeutenden Temperaturhysterese. Begreiflicherweise verhindert diese die Erreichung einer genauen Temperaturkompensation der Waage. Denn das kompensierende Organ derselben, nämlich das an der Bilamelle aufgehängte Prisma, arbeitet praktisch ohne Hysterese. Weniger deutlich würde dieser Einfluß im Falle einer magnetischen Kompensation in die Erscheinung treten, weil dann ein wenigstens teilweiser Ausgleich zwischen der Hysterese der Kompensationsmagnete und der des Waagemagnets stattfände.

Wegen der Ungunst der räumlichen Verhältnisse des mir zur Verfügung stehenden Beobachtungsraumes war es mir nicht möglich, die Waage in Kompensations-Justierung aufzustellen. Es hätte hierzu der Magnet mit seinem Nordpol nach Süd auf die Lager gelegt werden müssen. In dieser Stellung aber wäre er zu empfindlich gewesen. Um ihm eine passende Empfindlichkeit zu erteilen, hätte die Lamelle über der Schneide zu beiden Seiten des Spiegels abgeschliffen werden müssen. Dies zu tun habe ich mich nicht entschließen können.

Hiermit ist ein prinzipieller Nachteil der aus einem Stück hergestellten Magnete angedeutet. Derselbe besteht darin, daß ihre Einstellung für den Gebrauch nur durch Abschleifen möglich ist. Das bringt es mit sich, daß, wenn sie in einer Position benutzt werden, ihre Benutzbarkeit in anderen Positionen immer mehr und mehr eingeengt wird.

Hierin liegt ein Übelstand, der nicht gering veranschlagt werden darf. Es ist daher von Wichtigkeit, daß es, abgesehen von der schon mitgeteilten mehr behelfsmäßigen Konstruktion, gelingt, aus mehreren Stücken einen brauchbaren Waagemagnet anzufertigen, wofür nur dafür Sorge getragen wird, daß die Verbindungsschrauben so nahe bei einander stehen, daß Spannungen nicht auftreten können. Ein Waagemagnet dieser Bauart ist von der Firma Toepfer & Co., Potsdam, angefertigt worden. Derselbe besteht aus zwei Magnetlamellen, die durch drei horizontale Stege miteinander verbunden sind. Die Stege sind an jeder der Lamellen durch je zwei nur 5 mm voneinander abstehende Schrauben befestigt. Die beiden unteren Stege tragen Laufgewichte, der obere, in den eine Quarzschneide eingelassen ist, die Empfindlichkeitsschraube. Der Magnet besitzt einen Dreifacetten-Spiegel mit Oberflächenversilberung. Die mittlere Facette ist an ihren Rändern durch kurze Klammern mit einer Platte verbunden, die

ihrerseits einseitig mit einem der unteren Stege verschraubt ist. Auf diese Weise ist die Gewähr dafür gegeben, daß sich die einzelnen Teile, aus denen der Magnet zusammengesetzt ist, parallel zur Axe der Lamellen frei ausdehnen können, sodaß die Entstehung schädlicher Spannungen vermieden wird. Bei dem mir vorliegenden Exemplar bestehen Platte und Stege aus Elektron. Es wäre besser gewesen, sie aus Beryllium oder einer Legierung davon anzufertigen, was aber unterbleiben mußte, da dies Material noch nicht im Handel zu haben war.

Bei den Proberegistrierungen mit diesem Magnet zeigte sich kein erkennbarer Unterschied zwischen seiner thermischen Stabilität und der des aus einem Stück hergestellten Magnets. Ist er also einem solchen in dieser Hinsicht als mindestens gleichwertig zu erachten, so muß er ihm in anderer Beziehung als überlegen bezeichnet werden. Denn einerseits verlangt er zu seiner Herstellung nicht eine besondere Kunstfertigkeit und Spezialeinrichtungen, sondern läßt sich mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln einer feinmechanischen Werkstätte anfertigen. Andererseits stellt er geringere Anforderungen an Geduld und Geschicklichkeit des Benutzers als jener und kann auch von einem wenig geübten oder gar ungeübten Beobachter gebraucht werden.

Insgesamt beziehen sich die bisherigen Erörterungen auf Waagemagnete mit Schneidenlagerung. Sie bedürfen daher der Ergänzung für den Fall der Magnetaufhängung mittels eines Fadens. Indessen mag hier von einer solchen abgesehen werden. Denn es ist fraglich, ob nicht die Fadenaufhängung aus prinzipiellen Gründen gegen die Schneide zurücktreten muß. Jedenfalls hat meines Wissens keine der bisher konstruierten Fadenwaagen voll befriedigen können.

Über Messungen mit dem Doppelkompaß.

Von G. Fanselau.

Zur Bestimmung der Horizontalintensität auf schwankendem Untergrunde (See- oder Luftfahrzeug) hat in der letzten Zeit der Bidlingmaiersche Doppelkompaß in steigendem Maße Verwendung gefunden. Auch für die geplanten wissenschaftlichen Erkundungsfahrten des Luftschiffs „Graf Zeppelin“ ist von der Carnegie Institution, Washington, ein solches Instrument der Aeroartik zur Ver-

fügung gestellt worden, das nach Angaben des Magnetischen Observatoriums gebaut worden ist und dort geprüft und geeicht werden soll. Mit dem Instrument sind bereits eine ganze Anzahl Messungen ausgeführt worden, und es erscheint daher angebracht, einige vorläufige Ergebnisse über diese Messungen mitzuteilen. Die Hauptaufgabe war dabei, das Verhalten des Doppelkompasses in den verschiedenen starken Feldern, die durchfahren werden sollten, zu prüfen. Abgesehen davon aber bietet die Möglichkeit, Magnetsysteme in der sogen. dritten Hauptlage bei verschiedenen starken Feldern zu untersuchen, auch hinreichend theoretisches Interesse, um die günstige Gelegenheit, solche Versuche im Laboratorium anzustellen, voll auszunutzen. Zur Erzeugung der für große Räume homogenen Felder dient eine Zweispulenanordnung¹⁾, mit deren Hilfe alle auf der Erde vorkommenden Feldstärken hergestellt werden können.

Als Grundgleichung zur Bestimmung von H mit dem Doppelkompaß dient die Beziehung:

$$H = \frac{M_1 + M_2}{e^3} D \cos \frac{\psi}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Dabei ist ψ der Spreizungswinkel der Magnetsysteme, e ihre Entfernung voneinander, D eine reine Zahl, allein abhängig von der geometrischen Anordnung der Rosenmagnete und M das sogenannte Moment der Rosen. Aus (1) findet man für die Empfindlichkeit bei $e = \text{const.}$:

$$\Delta H = - \frac{1}{2} H \operatorname{tg} \frac{\psi}{2} \frac{2\pi}{360^\circ} \Delta \psi \quad (\psi \text{ in Graden}) \quad . \quad . \quad (2).$$

Hierbei ist die durchaus nicht streng gültige Annahme der Konstanz des Moments gemacht. Läßt man diese Annahme fallen, setzt vielmehr $M = M(e, \psi)$, so tritt noch ein Glied der Gestalt $\frac{H}{M} \Delta M$ hinzu. Für kleine $\Delta \psi$ ist dies Glied jedoch im allgemeinen ziemlich klein und soll somit vernachlässigt werden. Die Annahme von D als konstante Größe ist gerechtfertigt, da D bei guten Rosen mit ψ fast garnicht, mit e nur sehr schwach veränderlich ist. Gleichung 2 ist in Fig. 1 dargestellt. Die eingezeichneten Linien sind Linien gleicher Empfindlichkeit. Man kann also aus der Figur für ein bestimmtes H den Spreizungswinkel entnehmen, bei dem man arbeiten muß, um eine bestimmte Empfindlichkeit des Instruments zu erhalten. Hat man sich so den günstigsten Winkel — aus instrumentellen Gründen

¹⁾ G. Fanselau, Zeitschr. f. Physik 1929, 54. Bd., Heft 3/4, S. 260—269. Ders., Tätigkeitsber. d. Preuß. Met. Inst. 1929, S. 149—150.

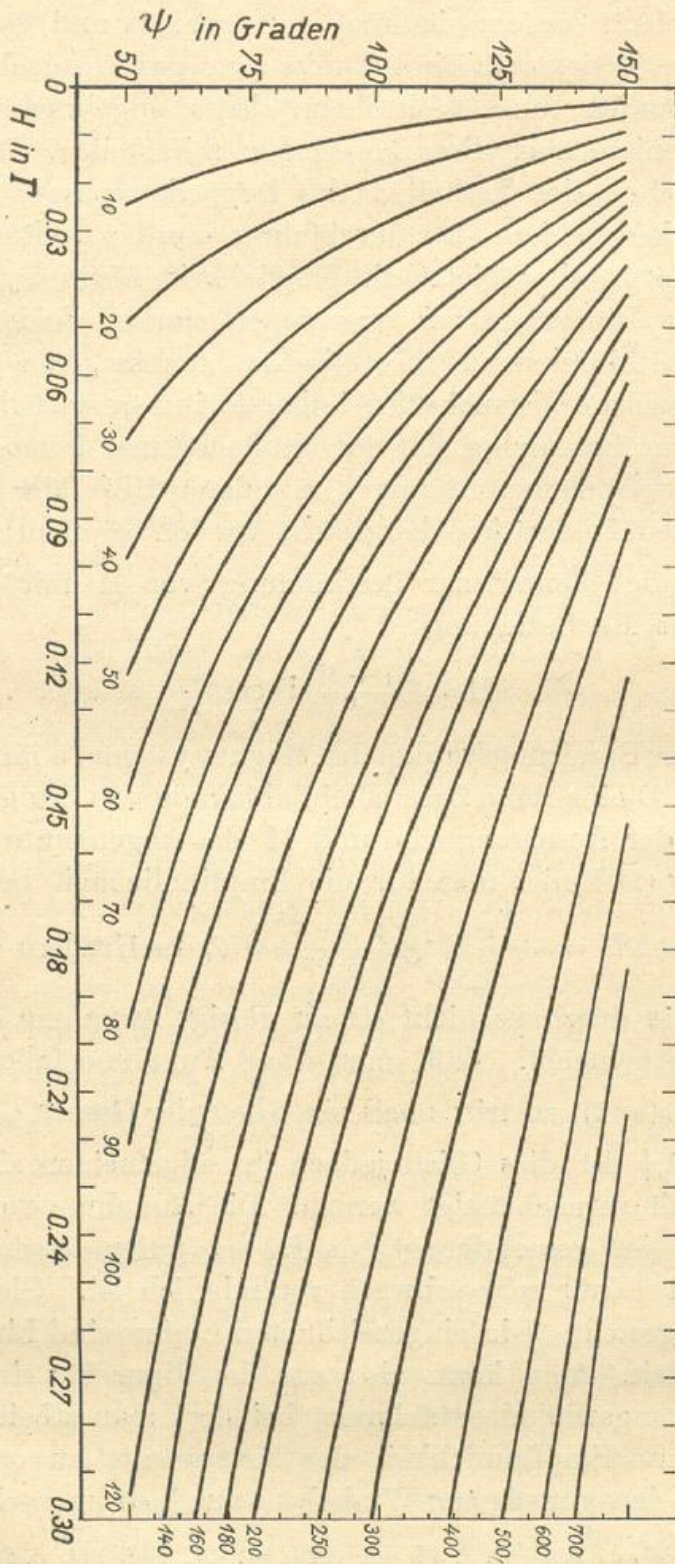


Fig. 1.

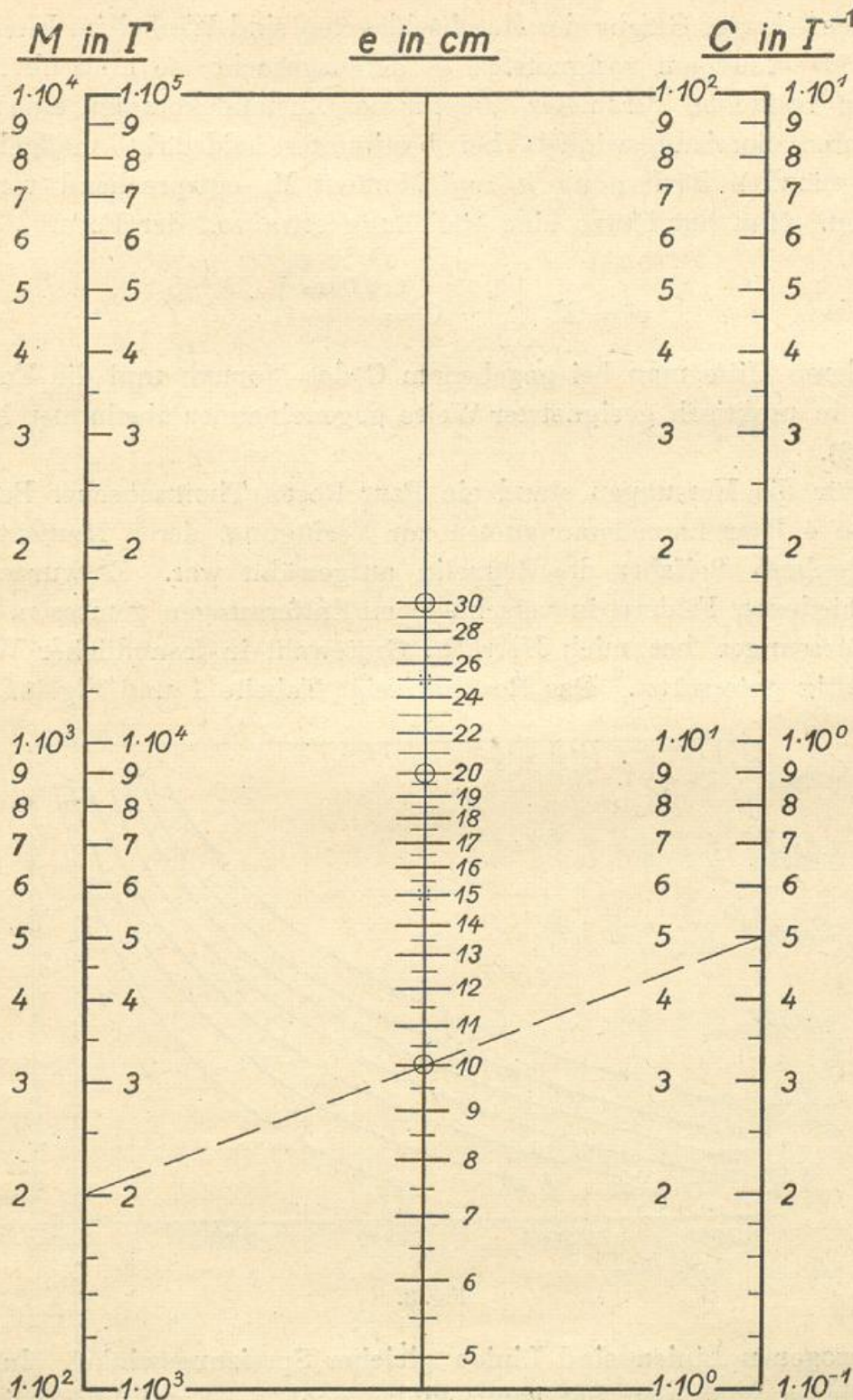


Fig 2.

Das Nomogramm ist für die praktisch wichtigsten Entfernungen von 5 bis 30 cm entworfen. Die Doppelbeschriftung der Funktionsleitern bei M und C ist so zu verstehen, daß die auf gleicher Seite der Trägerlinien stehenden Zahlenangaben zusammengehören. Das eingezeichnete Beispiel liefert also: $e = 10$ cm für $M = 200$ und $C = 5$ oder für $M = 2000$ und $C = 0.5$.

(Pinnenreibung, Gefahr des Durchschlagens) sind Winkel im Intervall von 50° — 150° am geeignetsten — herausgesucht, so muß über die beiden restlichen Parameter, die für das Zustandekommen eines bestimmten Spreizungswinkels bei bestimmter Feldstärke maßgebend sind, nämlich Entfernung e und Moment M , entsprechend verfügt werden. Man hat hierzu eine Gleichung etwa von der Form:

$$e^3 = M \cdot C, \quad C = \frac{2 D \cos \frac{\psi}{2}}{H},$$

mit deren Hilfe man bei gegebenem C das Moment und die Entfernung in praktisch geeignetster Weise gegeneinander abstimmen kann (Fig. 2).

Für die Messungen stand ein Paar Rosen Thomsonscher Bauart mit je 4 Paar Lamellenmagneten zur Verfügung, deren Moment für die geplante Polfahrt des Zeppelin ausgewählt war. Es wurde bei verschiedenen Feldern in verschiedenen Entfernungen gemessen. Bei den Messungen hat mich Herr Dr. Grotewahl in freundlicher Weise tatkräftig unterstützt. Das Resultat zeigt Tabelle 1 und Fig. 3. Die

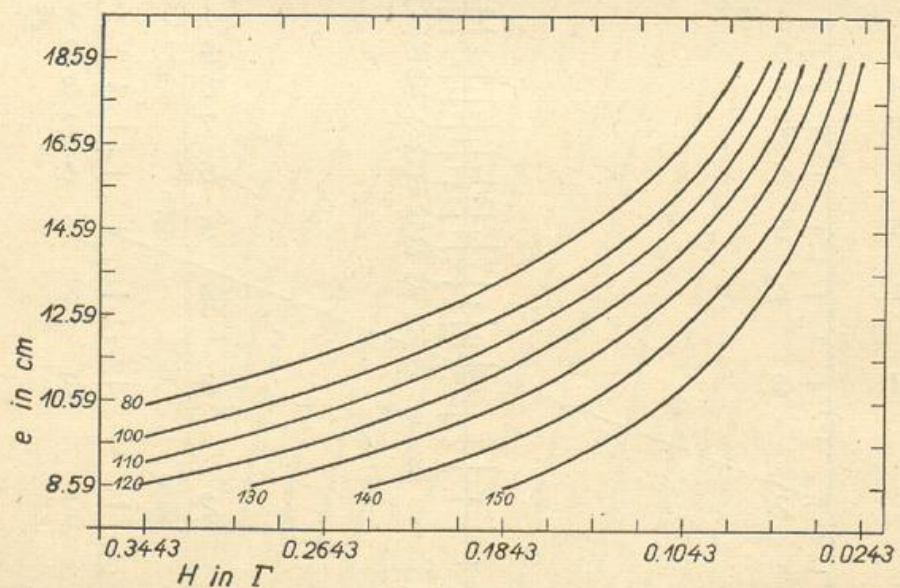


Fig. 3.

ausgezogenen Linien sind Linien gleicher Spreizungswinkel. In der Tabelle ist unter dem Spreizungswinkel noch die Empfindlichkeit für 1° Spreizungswinkel in γ angegeben, berechnet aus zwei aufeinanderfolgenden Werten. Bestimmt man aus diesen Beobachtungsdaten das Moment der Rosen — unter der Annahme, daß beide Rosen nahezu

gleiches Moment haben — so ergibt sich Tabelle 2, in der die recht beträchtliche Änderung des Moments mit e und ψ (bis 100 %) klar zum Ausdruck kommt. Vor allem aber kann man hieraus auch er-

Tab 2. Einzelmoment der Rosen (Einheit: 1 Γ).

e in cm \ H in γ	20.21	18.59	17.59	16.59	15.59	14.59	13.59	12.59	11.59	10.59	9.59	8.59	7.67
3443°									362	340	317	282	234
3243°									361	340	316	283	236
3043°								385	360	341	316	284	238
2843°								366	360	341	316	287	240
2643°							408	356	361	338	316	284	235
2443°							380	360	362	341	312	288	238
2243°								357	360	363	340	314	293
2043°					458	386	365	361	366	338	310	290	242
1843°					414	346	362	362	358	333	312	287	
1643°					368	374	368	360	360	334	316	294	
1443°				384	376	372	362	359	364	336	312		
1243°			388	360	364	368	362	357	374	342	309		
1043°	478	384	370	368	376	372	360	358	368	336			
843°	402	380	376	373	370	370	364	364	373				
643°	388	388	374	370	357	370	370	388					
443°	396	382	363	376	382	376	376						
243°	380	358	380	392	392	434							

sehen, daß die Berechnung von H-Werten aus nur einer Anschlußmessung des Instruments nach der Formel:

$$H = \text{const} \cos \frac{\psi}{2}, \text{ mit } \text{const} = \frac{H_0}{\cos \frac{\psi_0}{2}} \quad (3)$$

durch diese schwankenden Werte des Moments mitunter recht ungenaue Werte liefern kann.

In erster Linie ist für diese starke Veränderlichkeit des Moments natürlich die Ablenkungsfunktion D verantwortlich zu machen. Formelmäßig lautet ja der Beitrag, den eine Änderung von D bedingt, $\frac{M}{D} \cdot \Delta D$ oder im vorliegenden Fall $\sim 4.5 \cdot 10^2 \cdot \Delta D$ ($D \sim 0.8$, $M \sim 360$). Eine Änderung von D nm $\frac{1}{100}$ bewirkt also schon eine scheinbare Änderung des Moments um rund 5 Einheiten. Tatsächlich geht aber die Schwankung von D im Maßbereich (Entfernungen von 8 cm bis 20 cm) in die Zehntel. Zu dieser scheinbaren Änderung des Moments tritt noch die wesentlich geringere, tatsächliche, durch die Induktion bewirkte hinzu. Die Induktion setzt sich aus zwei Teilen, der des Erdfeldes und der der Rosen gegeneinander, zusammen. Man erhält unter Berücksichtigung der Induktion für M eine etwas verwickeltere

Funktion von e und ψ . Für eine exakte Prüfung dieser Verhältnisse reichen die vorliegenden Bestimmungen des Moments wohl noch nicht aus. Es fehlt einmal eine exakte Bestimmung des einzelnen Moments jeder Rose, ferner ist auch die Spulenkonstante noch nicht mit der hierzu nötigen Schärfe bestimmt. Über in dieser Richtung inzwischen angestellte Beobachtungen wird demnächst an anderer Stelle berichtet werden. Sie sind insofern von praktischer Bedeutung, als man dann darüber wird entscheiden können, wann man an die nach Formel 3 berechneten H -Werte eine Korrektur anzubringen hat. Genauer lautet ja die Formel:

$$H = \text{const} \cdot \frac{M}{M_0} \cos \frac{\psi}{2}.$$

Der Wert der Konstanten liegt in unseren Breiten für einen Spreizungswinkel von 100° bei rund $3 \cdot 10^4$. Ist nun $M = M_0 + \delta$, wo δ eine kleine Zahl bedeutet, so erhält man:

$$H = 3 \cdot 10^4 \cos \frac{\psi}{2} (1 + \varepsilon) = \bar{H} + \Delta H, \quad \varepsilon = \frac{\delta}{M_0}.$$

Soll auf etwa 50γ genau gemessen werden, so muß

$$3 \cdot 10^4 \cos \frac{\psi}{2} \cdot \varepsilon \leq 50.$$

$\cos \frac{\psi}{2}$ hat Werte zwischen $2 \cdot 10^{-1}$ und $9 \cdot 10^{-1}$, im Mittel also $5 \cdot 10^{-1}$, sodaß man für ε erhält:

$$\varepsilon \leq 3.3 \cdot 10^{-3}, \quad \text{d. h. } \frac{M}{M_0} \leq 1.003.$$

Man sieht also, daß bei der gewiß nicht allzu hoch angesetzten Genauigkeit der Messung von 50γ eine recht gute Konstanz des Moments vorausgesetzt werden muß.

Temperatur und Niederschlag im Jahre 1930

nach den Beobachtungen der im deutschen Witterungsbericht erscheinenden Stationen.

Stationen	Seehöhe m	Temperatur in C°						Niederschlag		
		Mittel	Abweichg. von der normalen	Höchste	Datum	Tiefste	Datum	Höhe mm	Prozente d. normal.	Tages- maximum mm Datum

1. West- und Nordwestdeutschland.

Westerland a. Sylt	7	9.0	+1.0	27.0	18.6./2.7.	- 5.8	8. 2.	633	86	46.7	28. 6.
Flensburg . . .	16	8.7	+0.9	29.5	3. 7.	- 6.5	9. 2.	794	107	26.2	30. 7.
Neumünster . . .	22	8.8	+1.0	32.4	3. 7.	- 6.7	8. 2.	714	99	32.5	16. 8.
Hamburg . . .	40	9.2	+0.8	32.5	3. 7.	- 5.5	8. 2.	745	108	45.0	17. 8.
Schwerin i. M. . .	57	9.0	+0.9	31.7	13. 6.	- 4.6	5. 12.	601	98	39.1	28. 9.
Lüneburg . . .	25	8.9	+0.7	32.5	3. 7.	- 10.2	10. 2.	692	114	38.4	17. 8.
Bremen . . .	16	9.8	+0.9	31.1	12. 6.	- 5.3	8. 2.	637	95	26.2	16. 9.
Emden . . .	4	9.3	+0.8	28.7	28. 8.	- 5.2	6. 12.	983	134	73.1	30. 7.
Hannover . . .	49	9.6	+1.2	31.6	27. 8.	- 6.3	9. 2.	617	102	25.1	14. 6.
Kassel . . .	189	9.5	+1.3	31.5	12. 6.	- 7.0	26. 12.	539	91	22.3	14. 10.
Arnsberg . . .	212	9.4	+0.9	31.7	28. 8.	- 8.8	10. 2.	961	106	28.6	5. 7.
Münster i. W. . .	64	10.0	+1.2	34.5	27. 8.	- 5.0	9. 2.	814	110	26.5	22. 11.
Kleve . . .	47	9.7	+0.6	32.4	28. 8.	- 6.7	24. 12.	997	129	37.1	13. 7.
Köln . . .	56	11.2	+1.0	33.0	28. 8.	- 4.5	24. 12.	731	112	29.8	15. 8.
Aachen . . .	205	10.2	+1.1	34.9	28. 8.	- 6.3	26. 12.	945	113	55.6	13. 7.
Neuwied . . .	66	10.6	+1.1	33.8	28. 8.	- 7.5	26. 12.	515	107	27.0	13. 7.
Frankfurt a. M. . .	111	10.5	+0.7	32.9	28. 8.	- 6.8	26. 12.	886	150	65.0	14. 6.
Geisenheim . . .	98	10.4	+0.9	32.3	28. 8.	- 8.0	26. 12.	642	123	31.1	13. 7.
Trier . . .	149	10.4	+1.4	33.9	27./28. 8.	- 7.4	26. 12.	969	141	48.5	9. 10.

2. Mittleres Norddeutschland und Mitteldeutschland.

Putbus . . .	53	8.2	+0.7	29.4	13. 6.	- 4.5	3. 3.	676	116	55.6	25. 7.
Köslin . . .	47	8.2	+1.0	30.7	13. 6.	- 7.8	28. 12.	775	113	57.0	20. 7.
Stettin . . .	39	8.9	+1.2	31.5	13. 6.	- 6.4	19. 12.	634	119	39.2	28. 10.
Kyritz . . .	44	9.1	+1.2	33.3	3. 7.	- 5.5	10. 2.	701	131	45.1	19. 7.
Berlin-Dahlem . . .	58	9.3	+1.0	33.6	12. 6.	- 8.4	10. 2.	766	133	65.3	26. 7.
Frankfurt a. d. O. . .	39	8.9	+0.8	34.6	5. 7.	- 8.5	27. 1.	719	140	58.4	26. 7.
Torgau . . .	94	9.8	+0.9	33.7	5. 7.	- 7.1	10. 2.	637	119	39.1	19. 7.
Magdeburg . . .	54	10.0	+1.1	34.0	12. 6.	- 5.9	10. 2.	586	118	21.8	15. 4.
Erfurt . . .	212	9.1	+1.3	33.6	5. 7.	- 11.2	10. 2.	541	104	31.4	19. 7.
Plauen . . .	369	8.7	+1.1	34.4	5. 7.	- 13.5	10. 2.	784	115	32.9	25. 5.
Leipzig . . .	113	10.0	+1.2	34.0	5. 7.	- 8.5	10. 2.	671	108	42.2	19. 7.
Dresden . . .	110	10.1	+1.0	34.6	5. 7.	- 9.3	10. 2.	776	122	37.3	19. 7.

3. Ost- und Nordostdeutschland.

Tilsit . . .	17	7.7	+1.1	30.6	14. 6.	- 21.4	28. 12.	912	135	72.1	7. 8.
Königsberg i. Pr. . .	23	8.0	+1.0	30.8	14./24. 6.	- 17.2	28. 12.	918	140	83.8	7. 8.
Treuburg . . .	163	6.9	+1.2	29.4	24. 6.	- 24.7	28. 12.	884	152	49.6	10. 5.
Osterode i. Ostpr. . .	112	8.1	+1.4	32.0	24. 6.	- 15.4	28. 12.	610	109	27.5	25. 7.
Lauburg i. Pom. . .	43	8.0	+0.9	33.3	24. 6.	- 11.5	28. 12.	677	109	24.3	29. 10.
Deutsch-Krone . . .	127	8.4	+1.1	33.1	14. 6.	- 8.9	17. 12.	622	109	29.2	28. 9.
Grünberg i. Schl. . .	169	9.0	+1.1	34.0	5. 7.	- 8.6	26. 1.	788	128	38.8	28. 10.
Görlitz . . .	214	9.3	+1.1	31.6	5. 7.	- 8.6	10. 2.	1002	148	63.6	28. 10.
Breslau . . .	129	9.2	+1.4	32.0	5. 7./24. 6.	- 10.4	20. 12.	771	133	47.9	27. 10.
Rosenberg O.-S. . .	240	8.8	+1.6	31.7	27. 6.	- 12.6	10. 2.	979	145	37.5	23. 8.
Ratibor . . .	188	9.4	+1.5	31.8	27. 6.	- 16.2	10. 2.	719	112	49.6	28. 10.

4. Süddeutschland.

Kaiserslautern . . .	238	10.2	+1.6	31.3	27. 8.	- 7.5	26. 12.	814	119	30.0	6. 10.
Karlsruhe i. B. . .	120	10.8	+1.0	32.4	5. 7.	- 6.1	11. 2.	988	133	32.0	23. 11.
Stuttgart . . .	269	10.8	+1.2	33.3	5. 7.	- 6.6	9. 2.	717	107	39.6	7. 9.

Stationen	Seehöhe m	Temperatur in C°						Niederschlag			
		Mittel	Abweicg. von der normalen	Höchste	Datum	Tiefste	Datum	Höhe mm	Prozente d. normal.	Tages- maximum	
										mm	Datum
Freudenstadt . . .	667	7.7	+1.1	29.7	5. 7.	-14.8	9. 2.	1842	124	91.3	21. 11.
Ulm	484	8.9	+1.1	30.4	5. 7.	- 9.2	9./10. 2.	675	98	31.2	7. 7.
Friedrichshafen . . .	400	9.4	+0.9	31.3	4./5. 7.	- 9.6	11. 2.	1118	109	34.0	19. 7.
Würzburg	179	9.9	+1.1	34.2	12. 6.	- 8.0	24. 12.	722	131	24.4	6. 10.
Nürnberg	311	9.9	+1.4	34.1	5. 7.	- 9.3	24. 12.	628	108	26.0	24. 6.
München	514	8.2	+1.0	32.6	5. 7.	-20.2	11. 2.	1099	121	54.0	9. 5.
Metten	328	8.6	+0.9	33.0	6. 7.	-12.2	10./11. 2.	1039	123	57.0	7. 7.

5. Höhenstationen.

Feldberg i. Taunus	801	6.1	+0.9	25.5	28. 8.	- 9.7	18. 2.	971	98	36.9	9. 10.
Wasserkuppe . . .	926	5.9	.	25.8	28. 8.	-12.3	25. 12.	1135	.	39.8	19. 7.
Brocken	1153	3.5	+1.2	23.6	3.7./27.8.	-12.3	8. 2.	1386	84	50.1	3. 12.
Fichtelberg [wald]	1213	3.6	+1.0	25.5	5. 7.	-13.6	8. 2.	1218	114	52.4	8. 5.
Feldberg (Schwarz-)	1493	3.7	.	22.4	27. 8.	-15.1	9. 2.	2836	.	81.2	21. 11.
Schneekoppe . . .	1610	1.2	+1.4	21.2	5. 7.	-17.8	8. 2.	1181	143	44.2	1. 10.
Zugspitze	2992	-4.2	+1.1	13.3	27. 8.	-19.4	17. 2.	1972	150	63.5	15. 5.

Sonnenscheindauer in Stunden und in Prozenten der möglichen Dauer.

Stationen	Std.	%	Stationen	Std.	%	Stationen	Std.	%
Westerland a. Sylt	1685	38	Kolberg	1802	40	Treuburg	1675	38
Meldorf	1510	34	Neubrandenburg	1636	37	Königsberg i. Ostpr.	1627	36
Bremen	1573	35	Potsdam	1664	37	Osterode i. Ostpr.	1482	33
Emden	1586	35	Quedlinburg . . .	1595	36	Grünberg	1865	42
Münster i. W. . . .	1458	33	Brocken	1540	34	Breslau	1921	43
Aachen	1536	34	Magdeburg	1541	35	Schneekoppe	1687	37
Kassel	1420	32	Köthen	1693	38	Karlsruhe	1780	40
Marburg	1427	32	Erfurt	1658	37	Nürnberg	1707	38
Frankfurt a. M. . .	1597	36	Plauen	1516	34	München	1926	43
Feldberg i. T. . . .	1479	33	Dresden	1577	35	Zugspitze	2030	46
Geisenheim	1619	36						

Das Jahr 1930 war in ganz Deutschland zu warm bis 1½° in Oberschlesien und in der Pfalz, am wenigsten (um nur ½°) im Rheinland. Der Wärmeüberschuß war in erster Reihe durch die hohen Temperaturen der Monate Januar, Juni und November bedingt, während nicht weniger als sieben Monate (Februar, Mai, Juli, August, September, Oktober und Dezember) annähernd normale Mitteltemperaturen hatten. Erheblich zu kalte Monate kamen nicht vor. Infolge der ungewöhnlich starken Niederschläge im größeren Teile des Sommers und Herbstes war das Jahr in den meisten Gegenden zu naß, um mehr als 50% in Masuren. Die Niederschlagsarmut der Monate Februar, Dezember und besonders des Juni bewirkte allerdings, daß es stellenweise, hauptsächlich im Nordseegebiet, bis um 14% zu trocken war. Bemerkenswert sind auch die verheerenden Stürme, die im Januar, Juli und November auftraten. Die Sonnenscheindauer entsprach mit 30 bis 40% der möglichen Dauer normalen Verhältnissen. Reichlichen Sonnenscheines erfreute sich Süddeutschland, in erster Reihe das Alpengebiet. In Oberbayern wurden 43, auf der Zugspitze 46% der überhaupt möglichen Dauer registriert.

Druck: Paß & Garleb A.-G. (Betr. A. W. Schade), Berlin W 57

