

Durchführung grösserer Auslandsreisen und Expeditionen zur Verfügung stellen würden, und wenn in Zukunft durch die Unterbringung der Sammlung für Völkerkunde in einem eigenen Gebäude die Raumfrage gelöst worden ist, wird sie ihrem eigentlichen Zweck als Lehrsammlung noch besser entsprechen und damit der völkerkundlichen Forschung dienen können.

Meteorologie

Von

R. BILLWILLER

Die Meteorologie hat im letzten halben Jahrhundert eine gewaltige Entwicklung erfahren. Es soll versucht werden, den Reflexen und Impulsen dieser Entwicklung in der Schweiz im allgemeinen und in Zürich im besonderen nachzugehen. Dabei trifft es sich glücklich, dass dies in einer Veröffentlichung der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft geschehen kann; denn Zürich ist als Sitz der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt das Hauptzentrum des Landes auf dem Gebiete der Bestrebungen und Forschungen der Meteorologie, und die Leiter und Mitarbeiter dieses Institutes haben als Mitglieder der Z.N.G. in deren Sitzungen und Publikationen hie und da von ihren Untersuchungen und Arbeiten berichtet. Die relativ kleine Anzahl von Publikationen auf dem noch jungen Wissensgebiete erlaubt es die wichtigsten zu zitieren. (A. M. Z. A. = Annalen d. Meteor. Zentralanstalt; M. Z. = Meteor. Zeitschrift.)

Klimatologie. Der privaten Initiative der in der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft zusammengeschlossenen naturwissenschaftlichen Kreise ist die im Dezember 1863 erfolgte Inbetriebsetzung eines grossen, die ganze Schweiz umfassenden Netzes meteorologischer Stationen zu verdanken, das die Bundesbehörden von Anfang an finanziell subventionierten. Die von der Gesellschaft ernannte Meteorologische Kommission unter dem Vorsitz des Zürcher Physikprofessors A. MOUSSON, mehrmaligem Präsidenten der Z.N.G., organisierte das Unternehmen hinsichtlich Beobachtungsplan, Instrumenten, Auswahl der Stationen und Beobachter so vorzüglich, dass demselben Bestand beschieden war und das ganze Netz bei Gründung der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt im Jahre 1881 als Staatsinstitut übernommen werden konnte. Mit den im Laufe der Zeit notwendig gewordenen Verbesserungen am Instrumentarium und einigen Erweiterungen der Beobachtungen funktioniert es noch heute, und wir verdanken ihm eine zahlenmässig gut fundierte Vergleichung der Klimawerte der verschiedenen Landesteile.

Schon im Jahre 1884 hatte der erste Direktor der M.Z.A. R. BILLWILLER I, dessen Bemühungen die Förderung der Meteorologie in der Schweiz und die Erhebung der M.Z.A. zum Staatsinstitute zu verdanken ist, als Lösung einer Preisaufgabe der Schläfli-Stiftung eine zusammenfassende «Klimatologie der Schweiz» verfasst (Verh. S.N.G. 1884) auf Grund der zwanzigjährigen Beobachtungen 1864—1883. Deren Drucklegung wurde dann verschoben, um ihr auf Jahrhundertwende eine noch langjährigere Beobachtungsreihe zugrunde legen zu können. Das verhinderte aber nicht die Publikation von mannigfachen, aus den Beobachtungen resultierenden Erkenntnissen. So erschien 1897 (Arch. sc. phys. et nat.) eine zusammenfassende Darstellung von R. BILLWILLER I über die Niederschlagsverhältnisse mit der ersten detaillierten Niederschlagskarte der Schweiz. G. STREUN behandelte (A. M.Z.A. 1899) die Nebelverhältnisse der Schweiz, A. DE QUERVAIN untersuchte den Einfluss der Massenerhebung auf die Temperaturverhältnisse der inneren Alpenzone (Gerlands Beitr. z. Geoph. 1904), und R. BILLWILLER II gab 1906 im Geographischen Lexikon der Schweiz eine gedrängte Übersicht über die klimatischen Verhältnisse des Landes.

Die erschöpfende zusammenfassende Darstellung der durch das schweizerische Stationsnetz ermittelten Klimawerte des ganzen Landes erschien dann 1909/10 unter dem Titel «Das Klima der Schweiz auf Grund der Beobachtungen von 1864—1900» von J. MAURER, R. BILLWILLER II und CL. HESS unter Verwendung der umfangreichen Vorarbeiten ihres Vorgängers. Mit diesem Werke war die Schweiz eines der ersten Länder, für die eine vollständige Dokumentation über die Klimaverhältnisse vorlagen, auf die noch heute immer wieder zurückgegriffen werden muss. Sie soll möglichst bald ergänzt werden durch die Publikation der Beobachtungsergebnisse aus dem Zeitraum 1901—1940. Mittelwerte von Temperatur und Niederschlag einiger Hauptstationen für 1864—1940 werden neuestens publiziert von H. UTTINGER (A. M.Z.A. 1945).

Das besondere Interesse, das zwei sich in unserem Alpenland aufdrängende meteorologische Probleme bei uns gefunden haben, rechtfertigt eine zusammenfassende Darstellung unter Hervorhebung des schweizerischen Anteils an ihrer Erforschung; es sind das diejenigen des Föhn und der Talwinde.

Noch um die Mitte des vorigen Jahrhunderts sahen die Schweizer Geologen im Südföhn den warmen und trockenen Saharawind. Der österreichische Meteorologe J. HANN erkannte dann aber — und er konnte sich dabei auf die Beobachtungen des neugegründeten schweizerischen Stationsnetzes stützen —, dass der Föhn seine charakteristischen Eigenschaften, Wärme und Trockenheit, nach physikalischen Gesetzen erst an Ort und Stelle, beim Heruntersteigen in die Täler erhält und Föhnerscheinungen auch in anderen Gebirgen, so z. B. in Westgrönland auftreten. Die bald allseitig anerkannte thermodynamische Föhntheorie von Hann war, nebenbei gesagt, das hervor-

ragendste Beispiel für das weitere Eindringen klarer physikalischer Vorstellungen in der Meteorologie.

Ungefähr um dieselbe Zeit wies H. WILD Föhnerscheinungen auch von der Südseite der Alpen nach. Für das Heruntersteigen des Föhns in die Täler suchte Wild die Erklärung in einer Wirbelbildung auf der Leeseite des Gebirges, wo in den Tälern durch die saugende Wirkung des über dasselbe hinwegbrausenden Windes eine Luftverdünnung sich einstelle.

In mehreren um die Jahrhundertwende in der Met. Z. veröffentlichten Abhandlungen untersuchte R. BILLWILLER I die verschiedenen Erscheinungsformen und Ausbildungsarten des Alpenföhns, wobei er auch den Begriff des Antizyklonalföhns aufstellte, bei dem kein das Gebirge überwehender Wind existiert und von dem alle Übergänge und Entwicklungsstufen bis zum wohlausgebildeten stürmischen Talföhn existieren. — Das Heruntersteigen des Föhns in die Alpentäler hatte er schon 1878 (Met.Z.) als die Konsequenz des durch das Auftreten einer Barometerdepression bedingten Abfließens der Luft von den Alpen weg und deren Ersatz durch die Luft aus der Höhe zur Erhaltung der Kontinuität angesehen. Der Durchbruch des Föhns auf die Talsohle werde vielfach verzögert durch die dem Föhn vorausgehende Existenz eines Kaltluftsees, der in der Schweiz die ganze Mulde zwischen Alpen und Jura, im Inntal (Untersuchungen von H. v. FICKER) das Haupttal erfüllt und vor Durchbruch des Föhns weggeschafft werden muss.

In einer späteren Arbeit (Denkschr. der S.N.G. XXXVIII) suchte H. WILD den Begriff des Föhns auf die eigentlichen Föhnstürme in den Alpentälern zu beschränken, wo der von ihm für seine Theorie geforderte stürmische, die Alpen überwehende Wind vorhanden ist. Seine Einschränkung des Föhnbegriffs, wie auch seine Föhntheorie, drangen nicht durch. Vielmehr wiesen die Untersuchungen des Innsbruckerföhns durch H. v. FICKER das Abfließen der Kaltluftschicht auf der Talsohle vor Föhndurchbruch in allen Einzelheiten nach. Später hat R. STREIFF-BECKER in verschiedenen Arbeiten, zuletzt in einer Abhandlung in den Denkschr. der S.N.G. LXXIV Untersuchungen über den Glarnerföhn veröffentlicht und dabei neuerdings die Saugwirkung einer Höhenströmung als Ursache des Heruntersteigens der Luftbewegung in die Täler angenommen (Injektorthorie), welcher Auffassung sich die Meteorologen im allgemeinen nicht anschließen können. Neuestens nimmt K. FREY die Ausbildung eines Solenoidfeldes auf der Leeseite an, das der Föhnströmung die kinetische Energie zur Wegschaffung der Bodenkaltluftschicht verschaffen soll. (Verh. S.N.G. 1944.)

Eine zusammenhängende und kritische Darstellung der sehr umfangreichen und nicht immer fruchtbaren Föhnkontroversen bis 1937 hat O. LEHMANN in der Vierteljs. Z.N.G. XXXII gegeben; eine zweite findet sich im Neujahrsblatt der Z.N.G. 1938 (Der Schweizerföhn) von E. WALTER.

Den Einfluss des Nordföhns auf das Klima des Alpensüdfusses und speziell des Bergells hat R. BILLWILLER II (A. M.Z.A. 1902) untersucht

und dabei auch die für die Föhntheorie sich aus dem Auftreten des Nordföhns ergebenden Gesichtspunkte behandelt. Dabei wurde klargelegt, dass bei Nordföhn der Impuls meist ein Stauereffekt der kalten, an den Nordhang der Alpen herangeführten Luftmassen ist, während beim Südföhn der Impuls von der auf der Leeseite erscheinenden Depression ausgeht. Derselbe Autor untersuchte Auftreten und Ursache des bis jetzt in der Fachliteratur unbeachtet gebliebenen Glarner «Dimmerföhns» (Verh. S.N.G. 1926), bei welchem das ganze Glarnerland vollständig überweht wird und der erst im Voralpengebiet heruntersteigt. —

Von ähnlichem Interesse wie die Föhnwinde sind in unserem Lande die durch das Gebirge selbst erzeugten Winde mit einer täglichen Periode: die Tal- und Bergwinde. Die Verbreitung derselben wurde von J. FRÜH (Jahresber. d. Geogr. Ethnogr. Gesellsch. Zürich 1901/02) dargestellt. Die bekanntesten, weil am kräftigsten ausgebildet, sind der Talwind des Oberengadins (Malojawind) und der Talwind des Walliser R. BILLWILLER I hat den ersteren untersucht (Met. Z. 1880, A. M.Z.A. 1893 und Met. Z. 1896); R. BILLWILLER II den Walliser-Talwind (A. M.Z.A. 1913). Dabei wurde zur Erklärung auf die damals gültige Theorie der Hebung der Flächen gleichen Druckes über dem Tal von HANN-Saigey abgestellt. R. WENGER und E. KLEINSCHMIDT lehnten diese Theorie ab und speziell E. KLEINSCHMIDT zeigte (Met. Z. 1921), dass die Hebung der Flächen gleichen Druckes nicht zur Erklärung der beobachteten Windstärke und vertikalen Mächtigkeit des Malojawindes ausreichen würde. Diesen Bedenken schloss sich W. MÖRIKOFER an (Jahresber. der N.G. Graubündens 1924).

Seither hat J. WAGNER (Met. Z. 1932) seine Theorie über die Entstehung der Talwinde aufgestellt. In dieser erhalten die aufwärts gerichteten Hangwinde eine entscheidende Bedeutung für die Erklärung des Talwindes als einer Zirkulation. — Die Wagnersche Theorie der Talwinde belebte auch die Diskussion über den Malojawind. Hier können nur erwähnt werden die Arbeit von C. BRAAK (Met. Z. 1933), welcher den Malojawind als Kaltlufteinbruch aus dem Bergell deutet; ferner Untersuchungen der Windregistrierungen im Oberengadin von H. KLAINGUTI-SCHAUMANN (Met. Z. 1937) und die Diskussion von Pilotballonaufstiegen von E. MOLL (Beitr. Phys. fr. Atm. 1938), welche die neuen Ansichten mit den tatsächlich beobachteten Verhältnissen in Übereinstimmung zu bringen suchen.

Lokalzürcherisches Interesse haben die beiden Neujahrsblätter der N.G.Z. von H. FREY: Die lokalen Winde am Zürichsee (1926) und: Frühlingseinzug am Zürichsee (1931).

Das von der S.N.G. übernommene Stationsnetz hatte schon zu Anfang der achtziger Jahre die notwendige Ergänzung erfahren durch die Installation eines mit Registrierapparaten ausgerüsteten Gipfelobservatoriums auf dem Säntis (vergl. Neujahrsblatt der Z.N.G. 1888 von R. BILLWILLER I). Die Resultate dieser Hochstation kamen nicht nur dem täglichen Wetterdienst zugute, sondern trugen wesentlich bei zur Förderung theoretischer Erkenntnisse der Meteorologie; J. HANN verwendete sie bei vielen seiner grund-

legenden Untersuchungen (tägliche und jährliche Periode des Luftdruckes, der Winde und der Bewölkung auf Bergstationen). Später setzten sich J. MAURER und namentlich A. DE QUERVAIN (vergl. V.J.S. LXXV) ein für die durch den Bau der Jungfraubahn geschaffene Möglichkeit der Erlangung regelmässiger Beobachtungen auf Jungfrau joch. Erst die Errichtung des speziell für die meteorologischen Bedürfnisse geplanten Pavillons auf der Sphinx im Jahre 1937 sicherte aber in dieser Passlage einwandfreie Beobachtungen. Diese kamen bis jetzt mehr der täglichen Wetterdiagnose — allerdings in hervorragendem Masse — zugute; die Kriegsjahre und die damit verbundene Beanspruchung des wissenschaftlichen Personals der M.Z.A. im Armeewetterdienst verunmöglichten bis jetzt manches Projekt für eine weitergehende Nutzbarmachung dieses Stützpunktes wissenschaftlicher Forschung. Eine andere Ergänzung erfuhr das durch die S.N.G. errichtete Stationsnetz durch die unter dem Direktorat von R. BILLWILLER I durchgeführte Schaffung eines engmaschigen Netzes von sogenannten Regenschirm-Stationen (ca. 300). Sie erst ermöglichte eine detaillierte Kenntnis der Niederschlagsverteilung speziell im Alpengebiete. Allerdings galt das nur für Tallagen; auf den Bergstationen war auch eine nur angenäherte Bestimmung des Niederschlags noch nicht möglich, da hier das gebräuchliche Ombrometer zufolge der Windwirkung seinen Dienst versagt. Und doch wurde die Bestimmung der Niederschlagsmengen im Alpengebiete auch für praktische Zwecke immer wichtiger, besonders als um die Jahrhundertwende die Ausnützung unserer Wasserkräfte für die Gewinnung elektrischer Energie einsetzte. Die M.Z.A. entwickelte für die Niederschlagsmessung im Hochgebirge ihr Modell des Niederschlags-Totalisators. Dieser ermöglichte unter Verwendung des vom savoyischen Forstinspektor MOUGIN angegebenen Prinzips die Aufspeicherung des in einem längeren Zeitraum auch in fester Form gefallen Niederschlags und damit die quantitative Bestimmung desselben auch in den unbewohnten hohen Alpenregionen. Allerdings erst nachdem R. BILLWILLER II (vergl. Met. Z. 1910) durch einen Schutztrichter die störende Windrichtung ausgeschaltet hatte. Dieser Niederschlagstotalisator findet auch im Auslande immer mehr Verwendung zur Niederschlagsbestimmung im Gebirge.

Die Ermittlung der Niederschlagsmengen im Hochgebirge wurde — wenigstens soweit es die in fester Form fallenden Niederschläge betrifft — auch aufgenommen durch die Messung der Schneehöhen auf Firnfeldern. P. L. MERCANTON führte um 1910 die Schneebojen ein; die Zürcher Gletscherkommission inaugurierte dann 1914 eine nun schon mehr als 30 Jahre umfassende systematische Beobachtungsreihe auf dem Clariden- und dem Silvrettafirn. Durch die in der Vierteljahrsschrift regelmässig publizierten Messungen sind wir zahlenmässig informiert über die diesen Firnregionen während langen Jahren anfallenden Schneemengen und den nach Schluss der sommerlichen Ablationsperiode resultierenden Jahreszuwachs der Firnoberfläche.

Solche Messungen klären auch auf über die Frage, ob und wie weit für einen Vorstoss der Gletscher Vermehrung der Niederschläge die Ursache bilden. Für den mässigen Gletschervorstoss im zweiten Jahrzehnt des laufenden Jahrhunderts konnte mit Sicherheit festgestellt werden, dass er weit mehr auf die trübe und kalte Witterung einer ganzen Reihe von Sommern zurückzuführen ist (vergl. R. BILLWILLER II in A. M.Z.A. 1930). Die so gewonnene Einsicht hat nicht nur Bedeutung für die Erklärung kurzfristiger rezenter Gletschervorstösse, sondern auch für diejenige der diluvialen Eiszeiten, um so mehr als sie sich deckt mit der von A. PENCK und E. BRÜCKNER vertretenen Ansicht, nach welcher die Eiszeiten in der Hauptsache als Periode einer allgemeinen Temperaturerniedrigung betrachtet werden müssen. Auch die Frage der Periodizität der Gletschervorstösse, welche BRÜCKNER synchron seiner 34-jährigen Klimaperiode annahm, wird auf Grund langjähriger Schneehöhenmessungen im Firngebiete und Temperaturbeobachtungen zu entscheiden sein. Die von A. FOREL geschaffene und von P. L. MERCANTON weitergeführte Statistik über das Verhalten der Endzungen zahlreicher Schweizer Gletscher (Jahrbuch des S.A.C.) liefert hierfür eine andere Grundlage.

Die Untersuchungen der Zürcher Gletscherkommission beschränken sich bewussterweise auf die eingehende Überwachung des Clariden- und Silvrettafirns als Klimatoskope. In den ersten Jahren ihrer Tätigkeit hatte sie ihr Programm weiter gespannt; die Frage des Wasseraustausches zwischen der Luft und der Firnoberfläche hatte eine eingehende Darstellung erfahren (vergl. R. BILLWILLER II in A. M.Z.A. 1918) und ergänzte Untersuchungen, in welchen J. MAURER über die Verdunstung auf Seeflächen am Nordfuss der Alpen (Met.Z. 1913) und J. MAURER und O. LÜTSCHEG über Wasserflächen im Hochgebirge (A. M.Z.A. 1923) berichtet haben.

Grosse Fortschritte brachte das vergangene Halbjahrhundert auf dem Gebiete der Strahlungsmessung. Schon früher wurden hier schweizerischerseits wichtige Beiträge geleistet von dem Zürcher Physiker F. H. WEBER durch Messung der Intensität der Sonnenstrahlung und J. MAURER durch solche der nächtlichen Ausstrahlung. In dem von ihm gegründeten Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos hat dann C. DORNO in jahrzehntelangen grundlegenden Untersuchungen die Strahlungsverhältnisse dieses Hochtales erforscht und darüber zahlreiche Publikationen veröffentlicht. Das Davoser Institut pflegt auch seither in erster Linie Strahlungsmessungen im Hochgebirge. Sein jetziger Leiter W. MÖRIKOFER veranlasste während des internationalen Polarjahres 1932/33 auf dem Jungfraujoch systematische Messungen der Sonnenstrahlung und der Globalstrahlung (Strahlung von Sonne und Himmel) durch P. CHORUS. Ein zweites Zentrum für Strahlenmessung im Hochgebirge entstand im Lichtklimatischen Observatorium Arosa unter P. GÖTZ, der 1926 das «Strahlungsklima von Arosa» veröffentlichte.

Ansätze zur Erlangung vergleichbarer Mittelwerte für die Charakterisierung des Strahlenklimas einer grösseren Anzahl von Örtlichkeiten finden sich erst seit regelmässige Registrierungen mit dem einfachen Bimetall-Aktinographen *Robitzsch* vorliegen, welche die Einführung der sonst sehr subtilen Strahlungsmessungen auch auf Stationen gestatten, denen für diese Zwecke nicht dauernd wissenschaftlich geschulte Hilfskräfte zur Verfügung stehen. *CH. THAMS* hat neuerdings (A. M.Z.A. 1942 V-jährsch. N.G.Z. 1945) Werte der oben genannten Höhenstationen mit denen von Zürich und von solchen des 1935 in *Locarno-Monti* gegründeten *Osservatorio Ticinese*, einer Filiale der M.Z.A. kritisch zusammengestellt. — Das *Osservatorio Ticinese* pflegt in erster Linie Strahlungsmessungen am Südfuss der Alpen, der nach Messungen von *R. SÜRING* in *Agra* (1919) besonders hohe Strahlungswerte aufweist.

In den letzten beiden Jahrzehnten zeigten Mediziner und Biologen vermehrtes Interesse für die Klimatologie; die *Bio Klimatik* untersucht die Wirkungen der klimatischen Faktoren auf den Menschen, die Tier- und die Pflanzenwelt. Hier genügt es oft nicht mehr, den einzelnen Faktoren nachzugehen; es muss das Zusammenspiel derselben betrachtet werden. Als prägnantes Beispiel sei die Einführung der sog. *Abkühlungsgrösse* genannt. Zu deren Ermittlung diente früher das *Katathermometer*. Nun registriert das von *THELENUS* und *DORNO* konstruierte *Davoser Frigorigrometer* die durch das Zusammenspiel von Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Strahlung einer auf die Bluttemperatur (36,5) erwärmten geschwärzten Kugel entzogene Wärmemenge. Es liegen für die Schweiz schon die Resultate mehrjähriger Bestimmungen vor für *Basel*, *Davos*, *Arosa*, *Lugano*, *Locarno-Monti* und *Zürich*.

Luftelektrische Messungen haben relativ spät Eingang in der Schweiz gefunden. Nach der Jahrhundertwende wurden solche besonders von *A. GOCKEL* in *Freiburg* unternommen, der sich auch bemühte, dieselben in Zusammenhang mit den übrigen meteorologischen Elementen und der Wetterlage zu bringen. *P. B. HUBER* untersuchte den Einfluss des Föhns in *Altdorf* auf die Luftelektrizität, in gleicher Weise *H. SCHAUMANN* in *Glarus*. Auch *W. MÖRIKOFER* und *U. CHORUS* führten luftelektrische Messungen in *Davos* aus. Endlich fanden solche auch Eingang am *Osservatorio Ticinese* durch *W. BRÜCKMANN*; eine Zusammenfassung derselben und Untersuchung des Zusammenhangs mit den meteorologischen Elementen gab neuerdings *FL. AMBROSETTI* (A. M.Z.A. 1943).

Das Problem der anormalen *Schallausbreitung* wurde in der Schweiz aktuell anlässlich der Hörbarkeit des Kanonendonners im ersten Weltkrieg. *A. DE QUERVAIN*, welcher schon die Dynamitexplosion an der Jungfraubahn daraufhin untersucht hatte (A. M.Z.A. 1908), widmete ihr seine Aufmerksamkeit (A. M.Z.A. 1914, 1915 und 1917), und veranlasste die Untersuchung von *E. MORF* über den Einfluss der meteorologischen Zustände der Troposphäre auf die Ausbildung der normalen Schallzone (A. M.Z.A. 1918)

Schliesslich soll wenigstens noch kurz erwähnt werden der schweizerische Anteil der Forschung an Problemen auf einem Grenzgebiet der Meteorologie, der Konstitution und Grenzen der höchsten Atmosphärenschichten. P. GRUNER machte die Dämmerungserscheinungen zum Gegenstand seiner Forschungen (vgl. z. B. P. GRUNER und H. KLEINERT, Probl. kosm. Phys. 1927). F. SCHMID widmete sich der Erforschung des von ihm als Dämmerungserscheinung aufgefassten Zodiakallichtes (Probl. kosm. Phys. 1928 und Gerl. Beitr. z. Geophys. 1935), P. GÖTZ derjenigen der hohen Ozonschichten (Erg. kosm. Phys. 1931 und spät. Publ.).

Meteorologie. Hier muss zuerst Erwähnung getan werden der raschen Entwicklung, welche die Aerologie seit der Jahrhundertwende genommen hat. Nachdem bis zu diesem Zeitpunkt auf die Beobachtungen der Bergstationen und gelegentlicher zu wissenschaftlichen Zwecken veranstalteter Ballonfahrten hatte abgestellt werden müssen, setzte nun eine systematische Erforschung der freien Atmosphäre durch Aufstiege von Drachen und Registrierballonen ein. Grundbedingung dafür war die Konstruktion einwandfrei arbeitender leichter Registrierapparate zur Aufzeichnung von Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit gewesen. Konnte die Schweiz auch nicht Schritt halten mit den über reichliche Mittel verfügenden Großstaaten, welche teilweise zur Veranstaltung von täglichen Aufstiegen übergingen, so beteiligte sie sich doch von 1903 an auf Initiative von J. MAURER an den monatlichen «Internationalen Tagen» mit sehr sorgfältig vorbereiteten Aufstiegen von Registrierballonen, welche ganz neue und unerwartete Resultate zeigten. Für den Nachweis der Stratosphäre, jener in ca. 10 km Höhe liegenden Luftschicht, in welcher die in der darunterliegenden Troposphäre erfolgende Temperaturabnahme mit der Höhe aufhört und in der keine vertikalen Luftbewegungen und daher auch keine Wolkenbildungen mehr auftreten, lieferten auch die Zürcher Aufstiege der M.Z.A. schlüssiges Beweismaterial.

Auch die Theorie und die Konstruktion der für die Aerologie notwendigen Apparatur erhielt schweizerischerseits wertvolle Impulse.

A. DE QUERVAIN und J. MAURER untersuchten die Trägheitskoeffizienten der zur Verwendung kommenden Thermometer. A. DE QUERVAIN verdanken wir die Konstruktion eines handlichen, für die Ballonverfolgung geeigneten Theodoliten, welcher für die Bahnbestimmung von Registrierballonen diente und später allgemeine Verwendung gefunden hat für die Ermittlung der Windrichtung und -geschwindigkeit in der freien Atmosphäre durch Pilotballone.

Auch den Wolkenbeobachtungen wurde zu letzterem Zweck vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt, wie überhaupt in der Wolkenkunde grosse Fortschritte gemacht wurden. Diese erfuhr in der Schweiz besonders Förderung durch A. DE QUERVAIN, der unsere Kenntnisse über Bildung und Auftreten gewisser Wolkenformen vermehrte und darüber auch im Neujaarsblatte der N.G.Z. auf 1912 berichtete.

Mit dem ersten Weltkrieg wurde die aktive Mitarbeit der Schweiz in der Aerologie immer spärlicher, da die dafür nötigen finanziellen Mittel nicht vorhanden waren und neue Aufgaben der M.Z.A. harrten. Erst das Aufkommen des kommerziellen Luftverkehrs und des dafür notwendigen Flugwetterdienstes brachte eine gewisse Aktivierung durch die Veranstaltung regelmässiger Pilotballonvisierungen auf den Hauptflugplätzen, welche die Kenntnis der Windverhältnisse wenigstens in den untersten, für die Flugzeugnavigation benützten Luftschichten vermittelten. Dagegen liessen sich die von einigen Staaten organisierten täglichen Sondierungen der Atmosphäre durch Flugzeugaufstiege bei uns nicht verwirklichen. Einen wertvollen Ersatz dafür stellten aber die täglichen Beobachtungen unserer Höhenstationen Säntis und Jungfrauoch dar, welche beim damaligen Stande der Aviatik allein die Aufnahme einer regelmässigen Alpen traversierung bei allen Wetterlagen möglich machten. — Besonders die Wolkenmeldungen dieser Hochstationen wurden von Wichtigkeit, nachdem deren zweckmässige Beobachtung und Verschlüsselung durch die internationalen Wettertelegramme von R. BILLWILLER II erreicht worden war.

Als neues vielversprechendes Mittel zur Erforschung der Atmosphäre gelangte dann im letzten Jahrzehnt die Radiosonde zu immer allgemeinerer Verwendung. Die bei einem Aufstieg eines Gummiballons durch die Messgeräte festgestellten Änderungen von Druck, Temperatur und Feuchtigkeit werden durch einen eingebauten Sender der Bodenstation übermittelt und gelangen damit schon während des Aufstieges zur Kenntnis des Meteorologen. Dieser erhält so für die Wetterdiagnose und -prognose äusserst wichtige Informationen aus allen Schichten der Atmosphäre bis in die grössten Höhen. Schon vor dem zweiten Weltkrieg bestanden im Auslande einige Stationen mit regelmässigen Sondierungen. Während des Krieges konnte dann auf Betreiben von P. L. MERCANTON 1942 die M.Z.A. in Payerne eine Aerologische Station in Betrieb setzen, in welcher unter Verwendung einer von J. LUGEON und G. NOBILE geschaffenen originalen Apparatur Radiosondenaufstiege mit grosser Präzision und Raschheit ausgewertet werden können. Als Neuerung ist dabei die Verwendung einer Telemetersonde in Aussicht genommen, so dass sobald die durch den Krieg bedingten Einschränkungen — vor allem die Unmöglichkeit der Verwendung von Gummiballonen — wegfallen, dem schweizerischen Wetterdienst auch regelmässige eigene Sondierungen zur Verfügung stehen werden.

An dieser Stelle muss auch Erwähnung getan werden der Bemühungen von J. LUGEON, die Registrierungen der elektrischen Entladungen in der Atmosphäre für die Wetterdiagnose und -prognose nutzbar zu machen. Der Genannte hat dafür eine Apparatur entwickelt, welche die auch dem Laien durch die Störungen am Radioempfangsapparat bekannten «A t m o s p h é r i q u e s» nach Häufigkeit und Intensität aufzeichnet. Durch systematische Verfolgung derselben werden dem Wetterdienst gelegentlich — es gilt dies in unseren Breiten namentlich für die wärmere Jahreszeit — gewisse Schlüsse erlaubt.

Gleichzeitig mit der Gründung der M.Z.A. war in der Schweiz 1881 der *Wetterdienst* mit Herausgabe von täglicher Wetterübersicht auf Grundlage der synoptischen Karte und die *Wetterprognose* eingeführt worden. R. BILLWILLER I hatte die Bedeutung derselben für unser Land, wo nicht nur das allgemeine Interesse und dasjenige der Landwirtschaft für dieselbe besteht, sondern sich dasjenige des Fremdenverkehrs und der Touristik dazu gesellt, erkannt und die Umwandlung der M.Z.A. zum Staatsinstitut war vor allem erfolgt, um dem sich einstellenden Bedürfnis nach der *Wettervoraussage* Folge geben zu können.

Der *Wetterdienst* hat in den letzten 25 Jahren wohl die bemerkenswertesten Fortschritte gemacht. Sie sind zurückzuführen auf Erkenntnisse über die Bildung und die Konstitution der Zyklonen. Die Rolle der letzteren als Ursache der Wetterstörungen war ja schon lange bekannt und die *Wettervoraussage* stellte von jeher auf deren Auftreten, Lage und Fortbewegung ab. Es waren aber mehr empirische Regeln, die dabei den Prognostiker leiteten, als klare Einsichten in die physikalischen Vorgänge in der Atmosphäre. Diese Vorstellungen wurden nun teils neu geschaffen, teils vertieft durch die von der *Bergener-Schule* unter V. und J. BJERKNES entwickelten Ansichten über die Entstehung und den Bau der Zyklonen. Nach denselben entsteht die Zyklone als Welle an der Grenzfläche zweier verschieden strömender Luftmassen mit grösserer Temperaturdifferenz und die zyklonale Bewegung der Luftmassen, die Verwirbelung, ist das Endstadium. Die hauptsächlichsten Wettererscheinungen eines Depressionsvorüberganges: Bildung und Art der Wolken, Beginn und Dauer des Niederschlags, Windsprünge und Temperaturänderung liessen sich an die einzelnen Phasen der Zyklonenentwicklung anknüpfen. Da ungefähr gleichzeitig die allgemeine Einführung der drahtlosen Telegraphie eine ganz wesentliche Erweiterung des meteorologischen Nachrichtendienstes erlaubte und ein neuer Code vermehrte Informationen zu vermitteln gestattete, die nach den gewonnenen Erkenntnissen von Wichtigkeit waren, erfuhr die Diagnostik der Wetterlagen und damit die *Wettervoraussage* sehr wesentliche Verbesserungen. Die Ausdehnung des Nachrichtendienstes auf den Atlantik, von wo die Funkmeldungen der Schiffe einzutreffen begannen, erlaubte auch die Verfolgung der *Wettervorgänge* im Vorfeld des europäischen Kontinentes, welches für die *Zyklongenese* besonders wichtig ist und die Erkennung des zu gewissen Zeiten serienweisen Auftretens der Depressionen. — Von grosser Bedeutung im *Wetterdienst* wurde sodann die Erkenntnis der verschiedenen Eigenschaften der Luftmassen nach ihrer Herkunft und der Veränderungen, die sie bei ihrer Verlagerung erfahren.

Der schweizerische *Wetterdienst* war der erste in Zentraleuropa, der sich die Erkenntnisse der norwegischen Meteorologenschule praktisch zunutze machte, nachdem R. BILLWILLER II durch einen Aufenthalt in Bergen im Winter 1922 sie kennengelernt hatte und der Austausch der Meteorologen durch eine nachfolgende Mitarbeit von J. BJERKNES an der M.Z.A. fortgesetzt wurde. Es soll dabei daran erinnert werden, dass J. BJERKNES die

N.G.Z. in der Sitzung vom 5. Februar 1923 über die neuen Grundlagen der Wetterprognose orientierte.

Die grossen Fortschritte der synoptischen Meteorologie kamen nicht nur dem Landeswetterdienst der M.Z.A. zugute. Sie erleichterten auch die kurzfristigen Wettervorhersagen und die Beratung der Piloten, wie sie der in den zwanziger Jahren auch in der Schweiz aufkommende Luftverkehr benötigte. Der von R. BILLWILLER II organisierte Flugwetterdienst besitzt Nachrichten- und Prognosenzentralen auf den Hauptflugplätzen Dübendorf, Genf und Basel, deren Existenz dem im zweiten Weltkrieg geschaffenen Armeewetterdienst sehr zustatten kam. Der weitere Ausbau einzelner derselben nach dem Kriege wird eine der nächsten, nicht ganz leichten Aufgaben der M.Z.A. sein. Denn die Konzentrierung und die rasche Verarbeitung der im heutigen Wetterdienst notwendigen Beobachtungen vom Erdboden und aus der freien Atmosphäre stellt grosse materielle und personelle Anforderungen. Ein kleines Land mit beschränkten Mitteln wie die Schweiz hat Mühe, die dafür nötigen Aufwendungen an einer Zentralstelle aufzubringen, wird aber eine gewisse Dezentralisation nicht umgehen können.

Wohl keine andere Wissenschaft ist in dem Masse auf internationale Zusammenarbeit angewiesen wie die Meteorologie. Wenn es sich wie im Wetterdienst darum handelt, die atmosphärischen Vorgänge fortlaufend zu verfolgen, miteinander in Zusammenhang zu bringen, zu erklären und Schlüsse auf die voraussichtliche Weiterentwicklung zu ziehen, müssen weite Räume der Erdoberfläche betrachtet werden, im zentraleuropäischen Wetterdienst z. B. nicht nur der ganze Kontinent, sondern auch der westliche Atlantik inkl. Grönland, ferner die afrikanischen Küsten des Mittelmeeres. Das bedingt umfangreiche Vereinbarungen der einzelnen Staaten über Art und Zeitpunkt der Beobachtungen, wie auch über den notwendigen raschen Austausch derselben. Solche Vereinbarungen wurden schon seit dem Aufkommen des Wetterdienstes durch das Internationale Meteorologische Komitee und die Konferenzen der Direktoren der einzelstaatlichen Netze getroffen. Die Schweiz hat durch ihre Vertreter von jeher aktiven Anteil daran genommen. Der stets wachsende Umfang dieser internationalen Abmachungen, die Vorbereitung von Konferenzen und die Überwachung der Durchführung der Beschlüsse machte in den dreissiger Jahren die Schaffung eines ständigen Sekretariates der Internationalen Meteorologischen Organisation (O.M.I.) notwendig, als dessen Sitz von Anfang an die Schweiz vorgesehen war und welches 1939 denn auch definitiv in Lausanne installiert wurde unter der Leitung von G. SWOBODA, dessen Lehrbuch über die synoptische Wetteranalyse, eine 1940 erschienene selbständige deutsche Bearbeitung des Werkes von S. P. CHROMOW hier nicht unerwähnt bleiben soll.