

frisch und munter im Badeschloß eintraf. Und ist es den versammelten Meteorologen auch nicht gelungen, eine „Wetterwende“ herbeizuführen — für sich selbst haben sie es gut gemacht. Und hinterher tun natürlich alle so, als hätten sie schon im Juni gewußt, daß just vom 13. bis 16. Oktober oberhalb zwei Kilometer Seehöhe wolkenloser Himmel blauen würde.

Weinlese 1922.¹⁾

An die Sonnblick-Meteorologen.

Es regnet, es regnet, die Dachtraufe rinnt,
 Die Trauben, sie reifen, die Lese beginnt;
 Und Nebel, die ziehen allseitlich daher,
 Die Sonne, die liebe, die sieht man nicht mehr.
 Nun fragt man besorgt das Aneroid,
 Es steigt wohl und sinkt, doch schöner wird's nit.
 So geht es schon Wochen, man wird ganz verzagt,
 Da plötzlich die Kunde: „Meteorologenkongreß tagt!“
 Gleich sind wir voll Hoffnung, vertrauendem Mut,
 Die Herren, die gescheitern, die machen's g'wiß gut,
 Sie schieben die Wolken, die Sonne erstrahlt,
 Was kümmert's uns, wenn das Barometer noch fällt.

Es regnet, es regnet, die Dachtraufe rinnt,
 Vom Sonnblick her kommt kein frisch-fröhlicher Wind,
 Die Herren dort wandeln in sonnigen Höhen,
 Uns lassen sie ruhig in Nässe vergehen!
 Die Trauben, sie werden von Tag zu Tag schlechter,
 Ganz ferne ertönt Meteorologengelächter,
 Sie fühlen nicht unsere verzweifelte Not
 Und fügen zu allem den Hohn und den Spott,
 Da ringt sich empor ganz grauenvoll
 Ein Fluch: — nicht, daß euch der Teufel hol' —
 „Ungestraft sollt ihr herum nicht laufen
 Und ewig nur sauren 1922er saufen!“

Ein Abonnent der Grazer Tagespost
 im steirischen Unterland.

Wolkenuntersuchungen auf dem Hohen Sonnblick im Sommer 1924.

Von DR. FRITZ ALBRECHT.

Zur Erprobung eines Meß- und Registriergerätes für den Wassergehalt von Wolken stellte mir Herr Professor F. M. Exner von Seiten der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie in dankenswertester Weise die meteorologische Station auf dem Hohen Sonnblick zur Verfügung. Ein besser geeigneter Platz läßt sich kaum finden; ist doch der Sonnblick durch die bisher noch kaum wieder-

¹⁾ Aus der Grazer Tagespost vom 29. Oktober 1922.

holten Wolkenmessungen von Conrad und A. Wagner in den Jahren 1900 und 1908 geradezu der klassische Berg für Wassergehaltsmessungen in Wolken geworden! Außerdem ist nur noch einmal auf dem Monte Rosa vor 70 Jahren von Schlagintweit in noch unvollkommener Weise und neuerdings auf dem Haldde-Observatorium in Norwegen von H. Köhler der Wassergehalt gemessen worden, worüber aber Näheres noch nicht veröffentlicht ist. Der Grund für diese geringe Zahl von bisherigen Untersuchungen eines so wichtigen Elementes liegt in der verhältnismäßig großen Umständlichkeit der dabei zu benutzenden Methode. Bei den Untersuchungen im vorigen Sommer sollte nun ein nach anderem Prinzip arbeitendes, einfacher zu handhabendes Meßgerät erprobt werden.

Vor einer Beschreibung dieses Gerätes lohnt es sich, den bisher von allen Beobachtern eingeschlagenen Weg zu betrachten, da daraus das Wesen der zu lösenden Aufgabe am klarsten hervorgeht. Man schloß ein bestimmtes Volumen der Wolkenluft im Freien in ein entsprechendes Glasgefäß ein und saugte dann so lange trockene Luft durch das Gefäß, bis sich alles Wasser in einer hinter dem Gefäß in den Luftstrom eingeschalteten, mit einem Trockenmittel beschickten Röhre abgelagert hatte. Aus der Gewichtszunahme der Trockenröhre konnte der gesamte Wassergehalt der Luft errechnet werden. Um aus diesem Werte den Gehalt der Luft an flüssigem Wasser zu erhalten, mußte das in Dampfform in der Luft vorhandene Wasser von ihm abgezogen werden. Der Wasserdampfanteil wurde von den einzelnen Beobachtern verschieden durch Hygrometer oder Psychrometer bestimmt, von denen man annehmen konnte, daß sie von flüssigem Wasser in ihren Angaben nicht beeinflusst wurden.

Das bei den Untersuchungen im letzten Sommer verwandte Gerät bestand aus einem Haarhygrographen, dessen Haarbündel mit einem dünnen, von einem elektrischen Heizstrom durchflossenen Platindraht umwunden war. Infolge seiner Heizung herrschte an der Haaroberfläche eine geringere relative Feuchtigkeit als in der umgebenden Luft. Der Grad dieser Feuchtigkeitsverringerung hängt ab von Heizung und Windgeschwindigkeit und konnte für jeden einzelnen Wert dieser Faktoren im Windkanal des Potsdamer Observatoriums bestimmt werden. Im Nebel zeigt ein so vorgeheiztes Haar eine höhere Feuchtigkeit an, als man nach den Laboratoriumsmessungen erwarten sollte. Diese Abweichung wird veranlaßt durch die Verdunstung der auf dem Haar abgelagerten Nebelteilchen. Sie wird um so größer, je größer der Wassergehalt des Nebels ist.

Sehr gern hätte auch ich die früher angewandte absolute Methode der Wassergehaltsbestimmungen zum Vergleich des neuen Meßgerätes bei den Messungen auf dem Sonnblick verwandt, doch fehlten Zeit und Mittel, um die geeigneten Meßvorrichtungen, insbesondere die großen Gefäße zu beschaffen und an Ort und Stelle zu bringen. So blieb im wesentlichen nur der Vergleich der Angaben des Meßapparates mit Sichtmessungen übrig. Da aber diese durch die Messungen von Conrad und Wagner in ihrem mittleren Zusammenhang mit dem Wassergehalt erforscht waren, so kam auf diesem Wege doch ein indirekter Vergleich beider Methoden zustande, der in Anbetracht des völlig abweichenden Prinzips des neuen Gerätes eine durchaus befriedigende Übereinstimmung ergab.

Abgesehen von diesen Messungen sollten Beobachtungen der Tröpfchengröße in Wolken durch Ausmessung der Ringe um Lichtquellen und Chlorgehaltsuntersuchungen der Rauhrefablagerungen gemacht werden. Besonders die letzteren Messungen beanspruchen Interesse, seitdem H. Köhler durch seine zahlreichen chemischen Untersuchungen der Rauhrefablagerungen aus Wolkennebeln einen stets vorhandenen Chlornatriumgehalt in denselben gefunden hat. Da er in größeren Rauhrefmengen auch Chlormagnesium feststellen konnte, ist es wahrscheinlich,

daß diese ähnlich dem Meersalz zusammengesetzten Salzmengen des Wolkenwassers auch dem Meere entstammen. Aus ihrer ständigen Anwesenheit schloß Köhler, daß die dem Meer entrissenen Salzteilchen überwiegend die Kerne abgeben, an denen sich bei einer Abkühlung der Luft der freiwerdende Wasserdampf kondensiert. Er nimmt an, daß sie von den Luftströmungen über die ganze Erde hin fortgeführt werden. Seine Untersuchungen wurden, wie schon erwähnt, auf dem Haldde-Observatorium an der norwegischen Küste ausgeführt. Ihre Wiederholung an einem im Binnenlande gelegenen Berg war notwendig, um die Gültigkeit der Anschauung von der universellen Bedeutung der Salzteilchen als Kondensationskerne zu prüfen.

Der Aufenthalt auf dem Sonnblick dauerte vom 23. Juli bis 12. August. Der Anmarsch geschah von Taxenbach aus durch das Rauristal. Das Gepäck wurde auf gleichem Wege mit Wagen von Herrn Georg Ammerer befördert, der als Besitzer des Eisenbahngasthofs in Taxenbach und des Tauernhofs in Kolm-Saigurn, der Ausgangsstation zum Sonnblickaufstieg, dem Unternehmen auch sonst in verständnisvoller Weise entgegenkam. Am 23. Juli langten meine Frau und ich, geführt von Herrn Leonhard Winkler, dem Beobachter auf dem Sonnblick, im Zittelhause an. Die nächsten Tage vergingen mit dem Aufbau der Apparate, bei dem mich Herr Winkler, wie bei allen späteren Arbeiten, mit bestem Erfolge unterstützte. Als Beobachtungsstand wurde der Vermessungspfeiler auf der Nordost-ecke des Zittelhauses gewählt, der nach drei Seiten vollkommen frei stand. Von ihm wurden elektrische Leitungen zur Gelehrtenstube gezogen. Behindert wurden die Außenarbeiten häufig durch das schlechte Wetter der ersten Tage, doch gelangen hier schon die ersten Untersuchungen von Rauhreifablagerungen. Am 28. Juli begannen die ersten regelmäßigen Messungen mit dem geheizten Haarhygrographen, der zu diesem Zwecke möglichst gegen die direkte Sonnenstrahlung geschützt frei auf den Pfeiler gestellt wurde. Zur Heizung wurden in der Gelehrtenstube mehrere Telephonelemente benutzt, deren Strom kontrolliert wurde, da sich leider bei der verhältnismäßig wenig leistungsfähigen Stromquelle ein Absinken des Stromes nicht vermeiden ließ. Die Windgeschwindigkeit konnte aus den Aufzeichnungen des Stationsanemographen entnommen werden.

Die Messungen wurden nach Aufstellung des Apparates an allen Tagen des Sonnblickaufenthaltes ausgeführt. Leider war mitunter der Wassergehalt so groß, daß die schwache Heizung nicht zur vollständigen Verdunstung des abgelagerten Wassers ausreichte. Dann ließ sich nur feststellen, daß der Wassergehalt den Meßbereich des Apparates überschritt. So wurden im ganzen doch nur sieben längere Meßreihen gewonnen. Eine nachträgliche Betrachtung der Wetterlage und der Stationsaufzeichnungen zu den betreffenden Zeiten machte es hierbei möglich, die bei den einzelnen Beobachtungen wahrscheinlich untersuchten Wolkenformen zu bestimmen. Man hat dabei vor allen Dingen zwischen Wolken zu unterscheiden, die in der Atmosphäre vorhandenen Schichtungen ihr Entstehen verdanken, und anderen, die rein durch die Oberflächengestaltung des Gebirges hervorgebracht werden. Erstere sind als die allgemeineren Formen die wichtigeren, aber im Gebirge nur in den seltensten Fällen rein zu erwarten, da natürlich die Bodengestaltung auf alle Luftströmungen ihren Einfluß ausübt. Letztere sind dadurch wertvoll, daß sich ihre Entstehungsursache im allgemeinen klarer übersehen läßt. Untersucht wurden beide Gruppen von Wolken. Von der ersteren Art besonders ein Stratokumulus, die Bewölkung einer allerdings wenig ausgeprägten Aufgleitfläche und an einem Tage einige Gewitterkumuli. Die zweite Gruppe war durch zweimal beobachtete Nachmittagskumuli, die von dem Talwind um die Berggipfel gebildet werden, und durch Wolken vertreten, die dem Überschreiten des Gebirges

durch einen starken Nordwind ihr Entstehen verdankten. Dieser letztere Fall sei hier näher beschrieben, da es dabei gelang, die untersuchten Wolken im Bilde aufzunehmen. Leider war er nicht rein entwickelt, da die das Gebirge überschreitenden Luftmassen anscheinend von einem Kaltlufteinbruch vorwärts getrieben wurden. Es herrschte zunächst Bewölkung großer Dichte (zirka 4 g/m^3) bei schwachem Wind. Diese wurde bei Einsetzen der Windverstärkung auf zirka 1.5 g/m^3 vermindert, erhöhte sich jedoch wieder, als der Wind nachließ. Dies Spiel wiederholte sich mehrmals, wobei sich beim Aufreißen des Nebels bei Windverstärkung eine Nebelwand mit einem scharfen oberen Rand, der nur etwa 50 m über dem Gipfel lag, unmittelbar südlich des Beobachtungsstandes zeigte. In einem Falle gelang es, diesen Rand im Lichtbild festzuhalten. Eine weitere Verfolgung der Nebeloberfläche war zunächst nicht möglich, da stets sehr bald wieder Nebel den Beobachtungsstand einhüllte. Erst als bei weiterer Windverstärkung der Nebel einmal längere Zeit aufriß, konnte die Oberfläche der abziehenden Wolkenmasse weiter beobachtet werden. Sie zeigte einem Kumuluskopf ähnliche Formen, die in starker Bewegung zu sein schienen, was gut zu den sehr großen Richtungsschwankungen paßte, die die Windfahne beim Vorübergang des Wolkenballens aufzeichnete. Als schließlich die kalte Luft den Sonnblickgipfel erreichte, hörte unter gleichzeitigem Verstärken der Windgeschwindigkeit von ca. 10 auf 20 m p. S. die Wolkenbildung ganz auf. Wolken zeigten sich nur noch unterhalb des Gipfels des Sonnblicks, verhüllten aber noch die Gipfel der benachbarten Berge. In einem noch späteren Stadium sah man nur noch wenige Wolkenballen zwischen den Gipfeln nach Süden treiben. Eine vollständige Erklärung aller dieser Beobachtungen dürfte auch bei Benutzung des umfangreichen Messungsmaterials schwer fallen. So zeigt dieses eben besprochene Beispiel zugleich die Schwierigkeiten, die bei dem Versuch einer physikalischen Deutung der von Meßgeräten aufgezeichneten Vorgänge notwendigerweise entstehen müssen, wenn hinreichendes Erfahrungsmaterial noch nicht vorliegt. Es geht aber auch aus diesen Beobachtungen hervor, wie wertvoll die Schlüsse auf die physikalischen Vorgänge in Wolken sein können, die eine hinreichende Anzahl von Meßreihen in Wolken um einen Berggipfel mit Augenbeobachtungen und Registrierungen ermöglicht.

Wesentlich einfachere Verhältnisse lagen anscheinend bei den Mittagskumuli des Talwindes vor, die, wie oben erwähnt, ebenfalls beobachtet wurden. Besonders fiel bei ihnen auf, daß die relative Feuchtigkeit geringer als 100% war, obwohl die Sichtweite 100 m nicht überschritt und auch ihr Wassergehalt ziemlich hoch war. Auch ihre größte Feuchtigkeit fiel in die Zeit der geringsten Windstärke etwa von 2 bis 3 Uhr nachmittags. Die Untersättigung in ihnen kann als Folge der hohen Sonneneinstrahlung angesprochen werden und es ist anzunehmen, daß die Wolke nur in ihren obersten Lagen untersättigt war, während darunter in der Zone der Kondensation Sättigung herrschte.

Auch die übrigen durchgemessenen Wolkentypen scheinen manche Besonderheiten aufzuweisen, besonders im Bezug auf ihre Wassergehaltsverhältnisse. Es wäre verfrüht, aus den wenigen Messungen irgendeine allgemeinen Schlüsse ziehen zu wollen. Das lag nicht in dem Plane der Arbeit; lediglich das Meßgerät als solches sollte erprobt werden, damit die dabei gewonnenen Erfahrungen der Meßtechnik für Wolkenwasser ein Gerät liefern, das auf Boden- und Bergstationen, im Drachen, im Registrierballon und Flugzeug angewandt, endlich eine allgemeine Untersuchung dieser Größe ermöglicht.

Auch die Chlorgehaltsmessungen konnten infolge der geringen Zahl der zu beobachtenden Einzelfälle (12) nur Stichproben darstellen. Trotzdem ergaben alle Messungen im Mittel fast genau die gleiche Verdünnung des Kochsalzes im Schmelz-

wasser des Rauhrefs, wie sie H. Köhler gefunden hatte. Es war zu bedenken, daß die hier gefundenen Messungen nur dann als Stütze von Köhlers Anschauung der Verfrachtung der meererzeugten Kondensationskerne durch den Wind über ganze Kontinente gelten konnten, wenn es sich nachweisen ließ, daß die Luft, aus der sie stammten, nicht die Oberfläche des Mittelmeers berührt hatte. Die Zeichnung der Luftbahnen ergab aber beinahe in allen Fällen, daß die Luft vom Atlantik herkam und bis zum Sonnblick mindestens $1\frac{1}{2}$ Tausend *km* über Land zurückgelegt hatte.

Es ist zu verstehen, wenn man nach so viel neuen und vielleicht fruchtbaren Eindrücken sich nur schwer von diesem Arbeitsfelde trennen konnte, zumal auch mancher wundervolle Sonnenaufgang, manches herrliche Abendrot sich unauslöschlich ins Gedächtnis geprägt hatte und auch die freundliche Aufnahme bei allen ständigen Bewohnern des Zittelhauses den Abschied nicht leicht werden ließ. So wurde erst am letzten möglichen Tage bei schönstem Wetter der Abstieg zum Tauernhof durchgeführt, von wo dann am anderen Morgen, begleitet von einem weniger angenehmen Aufgleitregen von beachtenswerter Intensität und bemerkenswerter Dauer, der Tagesmarsch nach Taxenbach, der Bahnstation zur Heimfahrt, angetreten werden mußte.

Niederschlagsmessungen im Hochgebirge.

Von R. BILLWILLER, Zürich.

Der Totalisator.

Die quantitative Bestimmung des Niederschlages war von jeher das Sorgenkind der Höhenstationen. Der in den Niederungen bei sachgemäßer Aufstellung mit genügender Genauigkeit funktionierende Regenmesser versagt auf exponierten Berghöhen mit ihren in der Regel bei Niederschlag starken Winden. Einmal gelangt wegen Stauungswirkung am Rezipienten nicht aller Niederschlag in das Auffanggefäß; besonders bei Schneefall ist dieser Fehlbetrag groß, weil die Ablenkung durch den Wind dann groß ist. Sodann wird der schon in den Rezipienten gefallene Schnee oft wieder teilweise herausgewirbelt. Bedenkt man, daß der Anteil des Schnees am Jahresniederschlag mit wachsender Meereshöhe rasch zunimmt, so wird man sich über das Versagen des Regenmessers nicht mehr wundern.

Und doch ist die Kenntnis der Niederschlagsmenge auch der obersten Bergregionen wichtig. Der Meteorologe möchte sie in jedem Einzelfall haben, um durch Vergleiche mit den Niederungen die atmosphärischen Vorgänge richtig einzuschätzen, der Klimatologe, um die geographische Verteilung des Niederschlages zu kennen, der Glaziologe, um sich ein Urteil zu bilden über die Hauptposten im Gletscherhaushalt: Akkumulation und Ablation. Und schließlich knüpfen sich in neuerer Zeit die praktischen Interessen des Ingenieurs an diese Kenntnis, der ihrer bedarf bei der Projektierung elektrischer Kraftanlagen. Gerade diese praktischen Interessen haben in der Schweiz im letzten Jahrzehnt sehr viel zur Förderung des Problems beigetragen.

Es traf sich glücklich, daß zur rechten Zeit zwei Neuerungen im meteorologischen Instrumentarium eingeführt worden waren: eine praktisch verwendbare Windschutzvorrichtung und sodann die Möglichkeit, die Niederschläge eines längeren Zeitraumes aufzuspeichern, wodurch sich deren Messung auch in unbewohnten Gegenden verwirklichen läßt: das Totalisatorsystem. Der savoyische