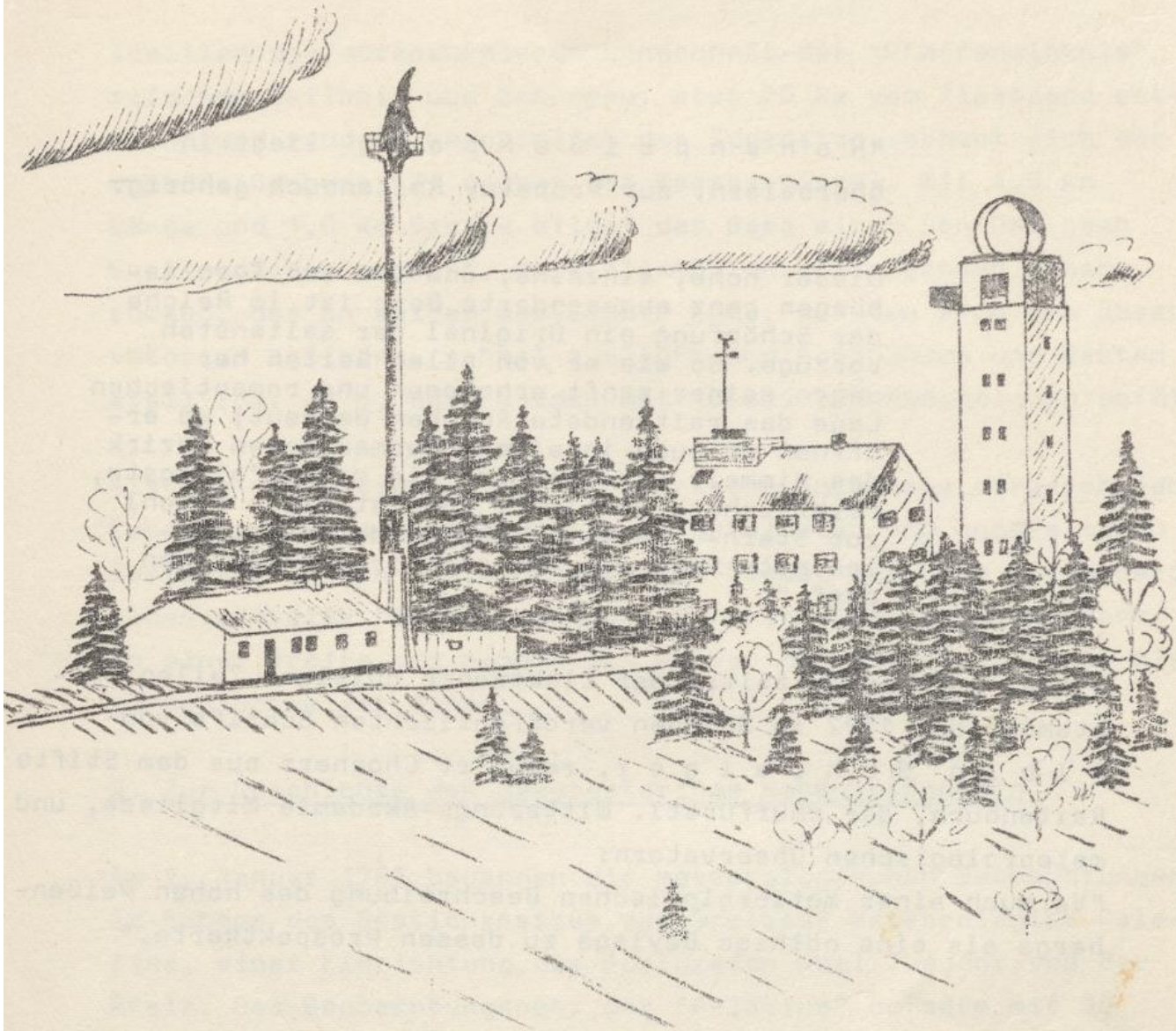


Deutscher Wetterdienst

Meteorologisches Observatorium

Hohenpeißenberg

Geogr. Breite φ : 47° 48' Nord
Geogr. Länge λ : 11° 01' Ost
Höhe : 975 m NN

Organisation Europa

Ausgabe 1975

"H o h e n p e i ß e n b e r g liegt in Oberbaiern, zur Probstey Raitenbuch gehörig.

Dieser hohe, einzelne, und von den Tyrolgebürgen ganz abgesonderte Berg ist im Reiche der Schöpfung ein Original der seltensten Vorzüge. So wie er von allen Seiten her wegen seiner sanft erhabenen und romantischen Lage das reitzendste Ansehen darbeut; so eröffnet er auch in einen unermeßlichen Bezirk des Himmels und der Erde die mannigfaltigste, feyerlichste Aussicht, und ist daher sowohl zur Stern- als Witterungskunde der auserlesenste Ort, den man sich irgend wünschen darf."

Diese, auch im Zeitalter der Elektronik gültigen Zeilen entstammen der 1792 im München veröffentlichten Schrift von A l b i n S c h w a i g e r, regulirt Chorherr aus dem Stifte Raitenbuch, der churfürstl. Witterungs-Akademie Mitgliede, und meteorologischen Observatorn:
"Versuch einer meteorologischen Beschreibung des hohen Peißenbergs als eine nöthige Beylage zu dessen Prospektkarte."

1. Der Hohe Peißenberg

Inmitten der moränenreichen Landschaft des "Pfaffenwinkels" zwischen Weilheim und Schongau, etwa 20 km vom Alpenrand entfernt und rund 40 km nördlich der Zugspitze, erhebt sich der Hohe Peißenberg 989 m über dem Meeresspiegel. Mit 4,5 km Länge und 1,5 km Breite bildet der Berg einen von Ost nach West zunächst schroff, dann allmählich ansteigenden Höhenrücken, der an seinem westlichen Ende, auf dem sich das Observatorium befindet, schmal ausläuft und nach Süden und Westen steil (ca. 40°), nach Norden mit 15 bis 20° Hangneigung abfällt.

Als die am weitesten in die bayerische Hochebene vorgeschobene Erhebung im Grenzgebiet zwischen gefalteten und ungefalteten Tertiärschichten des Alpenvorlands bietet der Hohe Peißenberg einen allseits freien Sichthorizont mit einem Alpenpanorama in einer Breite von nahezu 200 km von den Berchtesgadener bis zu den Schweizer Alpen.

2. Zur Geschichte des Observatoriums Hohenpeißenberg

Am 1. Januar 1781 begannen die meteorologischen Beobachtungen im Rahmen des Stationsnetzes der Societas Meteorologica Palatina, einer Einrichtung des Kurfürsten Karl Theodor von der Pfalz. Das Beobachtungsnetz der "Palatina" umfaßte mit 38 Stationen ein Gebiet, das vom Ural bis Nordamerika und von Grönland bis an das mittelländische Meer reichte. Die meisten der Beobachtungsstationen lagen in Mitteleuropa. Die hiesigen Beobachtungen wurden von den Augustiner Chorherrn des Klosters Rottenbuch, in ihrer Niederlassung auf dem Hohen Peißenberg durchgeführt. Das "Palatina"-Netz hatte bereits eine einheitliche Beobachteranleitung und Geräteausrüstung. So entsprechen die "Mannheimer Stunden", 7, 14 und 21 Uhr, den heute noch üblichen Klimabeobachtungsterminen. Die meteorologischen Instrumente waren z.T. in einer "Fensterhütte" vor einem Nordfenster im 2. Stock des Klosterbaus untergebracht. Neben den meteorologischen Beobachtungen wurden erdmagnetische Messungen (Deklination, Inklination), phänologische Beobachtungen und teilweise auch luftelektrische Messungen durchgeführt. Alle

Beobachtungen der Jahre 1781 bis 1792 liegen veröffentlicht vor in den "Ephemerides Societas Meteorologica Palatinae". Nach Auflösung der Societas Meteorologica Palatina (1793) führten die Augustiner Chorherrn die Beobachtungen von sich aus weiter. Nach der Säkularisation (1803) setzten die Pfarrer von Hohenpeißenberg die Beobachtungen fort. 1806 wurde die Station von der Bayer. Akademie der Wissenschaften übernommen; sie bestimmte den Pfarrherrn von Hohenpeißenberg zum Observator, den Schullehrer der auf dem Berg befindlichen Schule zum Gehilfen. 1838 ging die Aufsicht an die Sternwarte München über. Ende 1878 wurde der Hohe Peißenberg in das Stationsnetz der neu gegründeten meteorologischen Zentralanstalt in München, der späteren Bayer. Landeswetterwarte, eingegliedert. 1934 übernahm schließlich der Reichswetterdienst die Station. Ende 1937 wurde sie zu einer hauptamtlichen Station mit zusätzlichen synoptischen Beobachtungen ausgebaut. 1940 erfolgte der Umzug vom Klosterbau in das für den Reichswetterdienst und das damalige Flugfunk-Forschungs-Institut in Oberpfaffenhofen neu errichtete Gebäude am westlichen Ende des Gipfels.

Am 1. März 1950 wurde die Station im Rahmen des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone wieder Meteorologisches Observatorium. Es ist die älteste Bergwetterstation der Erde mit praktisch ununterbrochener Beobachtungsreihe.

3. Aufgabe und Organisation des Observatoriums

Das 1952 erlassene Gesetz über den Deutschen Wetterdienst überträgt unter anderem diesem Dienst auch die Aufgabe der angewandten Forschung. Aufgabe des Observatoriums ist es, mitzuhelfen, durch Zweckforschung die wissenschaftlichen und instrumentellen Grundlagen des Wetterdienstes weiter zu verbessern.

Das Observatorium gliedert sich in 3 Arbeitsgruppen:
1. Radarmeteorologie, Probleme der Niederschlagsphysik
2. Struktur der Atmosphäre, Ozon
3. Technische Entwicklung und Betrieb,

die häufig gemeinsam anfallende Aufgaben in Angriff nehmen.

In enger Zusammenarbeit mit dem Observatorium wird der synoptische und klimatologische Beobachtungsdienst von der Wetterstation im Haus durchgeführt. Das Observatorium ist außerdem eine Station des Strahlungshauptnetzes des Deutschen Wetterdienstes. Zu diesem Zweck sind Strahlungsmeßgeräte (Solarimeter) auf der Plattform des Hauptgebäudes zur Bestimmung der Globalstrahlung (gesamte an diesem Punkt ankommende Strahlung) und der Himmelsstrahlung (Globalstrahlung minus direkter Sonnenstrahlung) installiert.

3.1. Radarmeteorologie, Probleme der Niederschlagsphysik

3.1.1. Flächenniederschlagsmessung

Die heute übliche Niederschlagsmessung, an deren Verbesserung auch hier gearbeitet wird (siehe 3.3.), stellt eine Punktmessung dar. Verschiedene Wirtschaftszweige, insbesondere die Wasserwirtschaft, benötigen jedoch in zunehmendem Maße Flächenniederschlagsmengen. Eine Möglichkeit zu wirklichen Flächenniederschlagsmessungen bietet das Radar. Das Meßprinzip ist einfach: Das Radargerät sendet in einem stark gebündelten Strahl kurze elektromagnetische Impulse aus. Diese werden von Niederschlagströpfchen z.T. reflektiert, das Echo wird empfangen, quantitativ gemessen und mittels der sog. Radargleichung in Niederschlagsmengen umgerechnet. Bei der praktischen Durchführung der Messung und Auswertung ergeben sich aus dieser Gleichung jedoch mehrere grundsätzliche Probleme, die teils gerätebedingt sind. Voraussetzung für die praktische Messung ist z.B. die gleichbleibende Leistung bzw. Empfindlichkeit des Radargerätes. Ein wesentlicher Faktor in dieser Formel ist die Kenntnis von der Tropfengröße des Niederschlags im Meßbereich, da der Durchmesser dieser Tropfen mit der 6. Potenz in die Berechnung eingeht. Die Bestimmung dieser Größe ist sehr schwer realisierbar. Bisher wird daher das Regentropfenspektrum lediglich am Erdboden kontinuierlich bestimmt.

Seit dem Jahre 1968 wurden die hiesigen Messungen mit einem Radargerät (Decca 43 X), das im Wellenbereich von 3.2 cm arbeitet, zuerst manuell, später auf halbautomatischem Wege durchgeführt, wobei zur Berechnung eine Kleinrechenanlage (Siemens

404/3) zur Verfügung steht. Für einen Vergleich zwischen den Niederschlagsmeßergebnissen mithilfe des Radars und denen von Niederschlagsmessern an einzelnen Punkten wurde ein eigenes Vergleichsnetz zwischen Lech und Starnberger See bis zu einer Tiefe von 30 km im Norden von Hohenpeißenberg aufgebaut. Auf einer Fläche von rund 750 km^2 befinden sich 45 Regenschreiber und 4 digitale Niederschlagsmeßanlagen des Typs Ombrometer HP (siehe 3.3.).

Die bisherigen, überwiegend sehr positiven Ergebnisse (Abb. 1), konnten mit der sogenannten Aneichmethode erhalten werden, bei der eine Punktmessung zur Aneichung der Radarmessung benutzt wird, eine genaue Kenntnis der Tropfendurchmesser ist dabei nicht erforderlich. Ab 1975 wird die vollautomatische Erfassung und Verarbeitung der Radarmessungen in Angriff genommen, nachdem ein modernes Radargerät (EEC WR 100-5)beschafft wurde, das im C-Band (5.4 cm Wellenlänge) arbeitet. Sein digitalisierter Ausgang ist direkt an den elektronischen Rechner angeschlossen.

In enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Wasserbau III der Universität Karlsruhe und des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft werden Radarniederschlagsergebnisse über dem Einzugsgebiet zweier kleiner Flüsse im Niederschlagsnetz mit deren Pegelständen bei Hochwasser verglichen.

3.1.2. Niederschlagsstruktur

Die Messungen des Regentropfenspektrums mit einem Distrometer, einem Gerät zur Bestimmung der Durchmesser von Regentropfen und deren Häufigkeitsverteilung, und der Niederschlagsintensität mit dem Ombrometer HP sowie die Auswertung des Niederschlagsmeßnetzes bilden auch die Grundlagen zu Untersuchungen der Niederschlagsstruktur.

3.1.3. Wassergehalt einer Schneedecke

Das Observatorium besitzt ein zweites Meßgelände in 935 m NN, 950 m östlich des Hauptgebäudes. Dort wurde eine Anlage zur

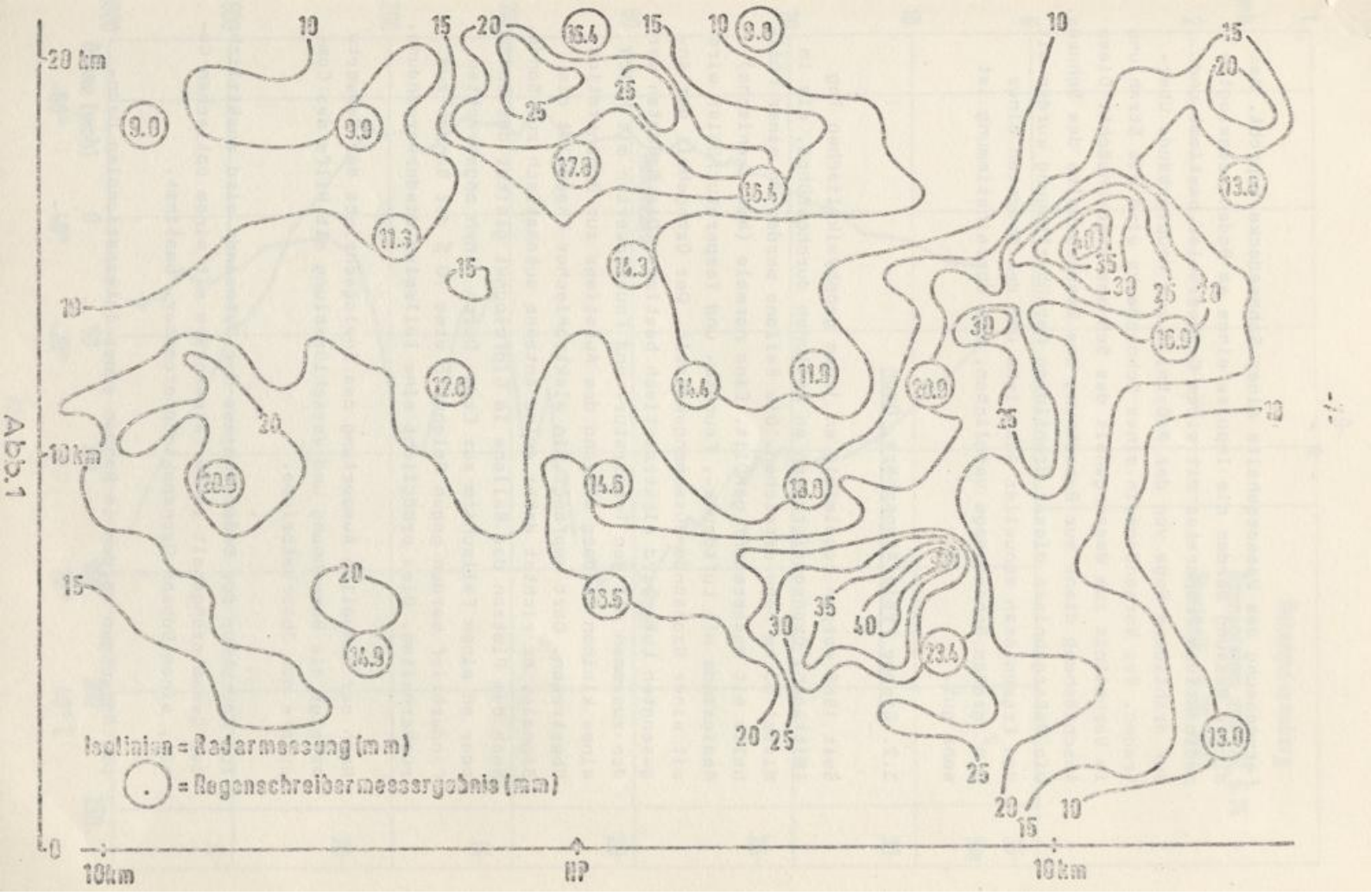

20 km
10 km
0
10km
HP
10km
Isolinien = Radarmessung (mm)
= Regenschreibermessergebnis (mm)

Abb.1

Fernmessung des Wassergehalts einer Schneedecke erprobt. Bei dieser Messung werden die Impulse eines am Boden ausgelegten radioaktiven Präparates mit einem Geigerzähler bestimmt und auf drahtlosem Wege von der Meßstelle zum Hauptgebäude übertragen. Bei Vorhandensein einer Schneedecke wird die Strahlung im Verhältnis zum Wassergehalt des Schnees abgeschwächt. Diese Abschwächung dient zur Berechnung des Wassergehalts des Schnees. Die Meßergebnisse dieser drahtlosen Fernübertragung wurden mit den Ergebnissen manueller Ausstiche und den Meßdaten einer 6 m^2 großen Schneewaage verglichen, die Übereinstimmung ist sehr gut.

3.2. Gruppe Freie Atmosphäre, Ozon

Seit 1966 werden regelmäßig an jedem geophysikalischen Tag (Mittwoch) Ozonsondierungen an Ballonen durchgeführt, die im Mittel 33 km Höhe erreichen. Die Ballone werden in einer Füllhalle mit Wasserstoff gefüllt. Eine normale (amerikanische) Radiosonde mit Luftdruck-, Feuchte- und Temperaturfühler wird mit einer Ozonsonde zusammengekoppelt. Der Ozongehalt der angesaugten Luft wird elektrolytisch bestimmt. Die Meßdaten werden zusammen mit den Temperatur- und Feuchtewerten mit Hilfe eines kleinen Senders während des Aufstiegs zur Bodenstation übertragen. Dort empfängt ein elektronischer Theodolit die Signale, er richtet dabei seine Antenne automatisch zur Sonde. Nach dem Platzen des Ballons im Gipfelpunkt gleitet das Sondenpaar an einem Fallschirm zur Erde. Durch einen angebrachten Finderbrief werden gegen Belohnung etwa 70 % der Sonden zurückerhalten. Dies ermöglicht eine teilweise Wiederverwendung.

Nach der manuellen Auswertung des Analogschriebs der Meßwerte erfolgt die Berechnung und Verschlüsselung mit Hilfe des Computers des Observatoriums.

Zur Korrektur der Meßergebnisse der Ozonsonde wird zusätzlich der Gesamtozongehalt in der Atmosphäre mit einem optischen Gerät, einem Dobson-Ozonspektrophotometer, bestimmt.

Die Messungen werden im Rahmen eines Internationalen Ozon-

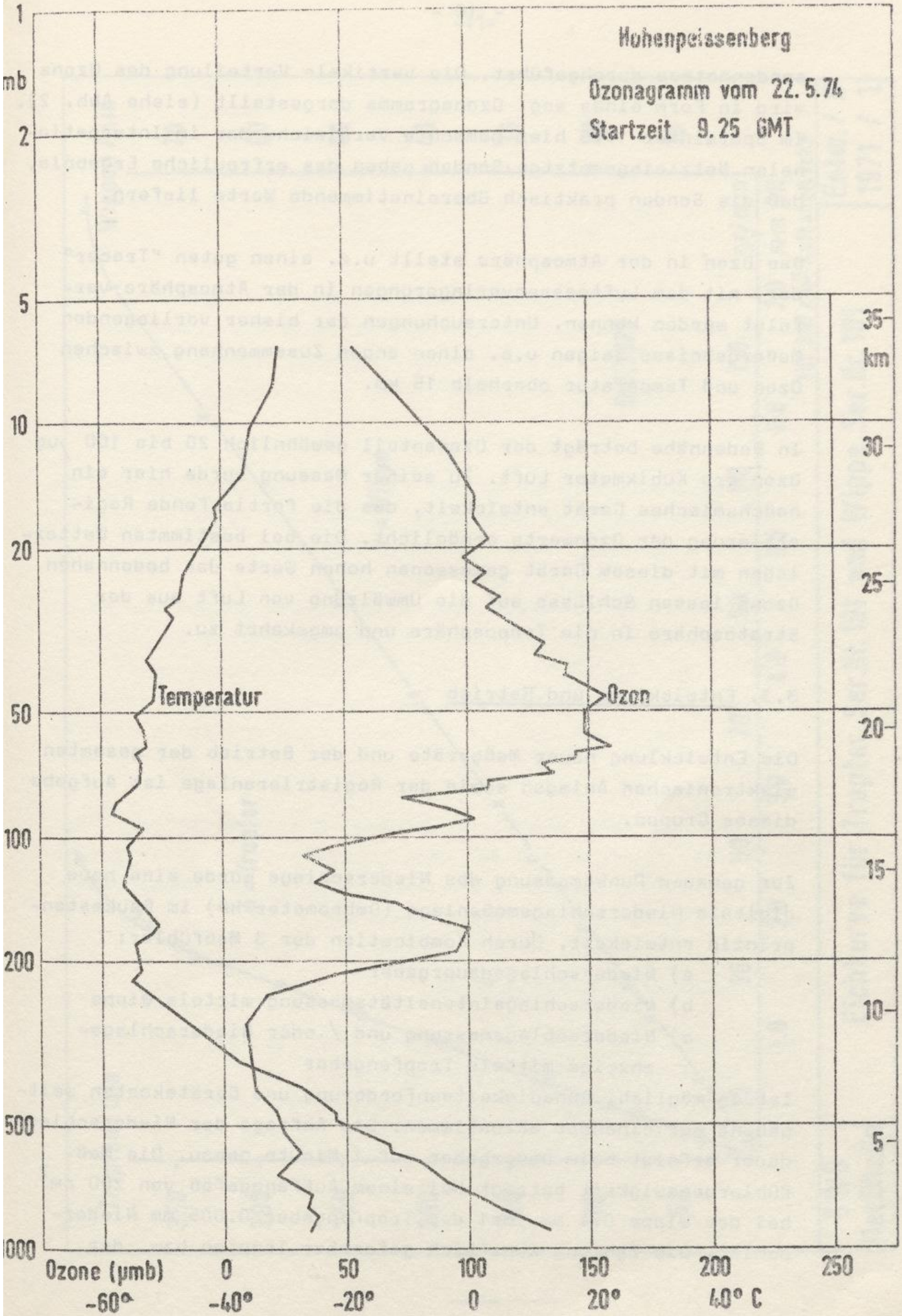

Hohenpeissenberg
Ozonagramm vom 22.5.74
Startzeit 9.25 GMT
mb
1
2
5
10
20
50
100
200
500
1000
35
km
30
25
20
15
10
5
Temperatur
Ozon
Ozone (µmb)
0
50
100
150
200
250
-60°
-40°
-20°
0
20°
40° C

Abb. 2

sondennetzes durchgeführt. Die vertikale Verteilung des Ozons wird in Form eines sog. Ozonagramms dargestellt (siehe Abb. 2). Im Spätwinter 1970 hier gemachte Vergleiche der im Internationalen Netz eingesetzten Sonden gaben das erfreuliche Ergebnis, daß die Sonden praktisch übereinstimmende Werte liefern.

Das Ozon in der Atmosphäre stellt u.a. einen guten "Tracer" dar, mit dem Luftmassenverlagerungen in der Atmosphäre verfolgt werden können. Untersuchungen der bisher vorliegenden Meßergebnisse zeigen u.a. einen engen Zusammenhang zwischen Ozon und Temperatur oberhalb 15 km.

In Bodennähe beträgt der Ozonanteil gewöhnlich 20 bis 100 μg Ozon pro Kubikmeter Luft. Zu seiner Messung wurde hier ein naßchemisches Gerät entwickelt, das die fortlaufende Registrierung der Ozonwerte ermöglicht. Die bei bestimmten Wetterlagen mit diesem Gerät gemessenen hohen Werte des bodennahen Ozons lassen Schlüsse auf die Umwälzung von Luft aus der Stratosphäre in die Troposphäre und umgekehrt zu.

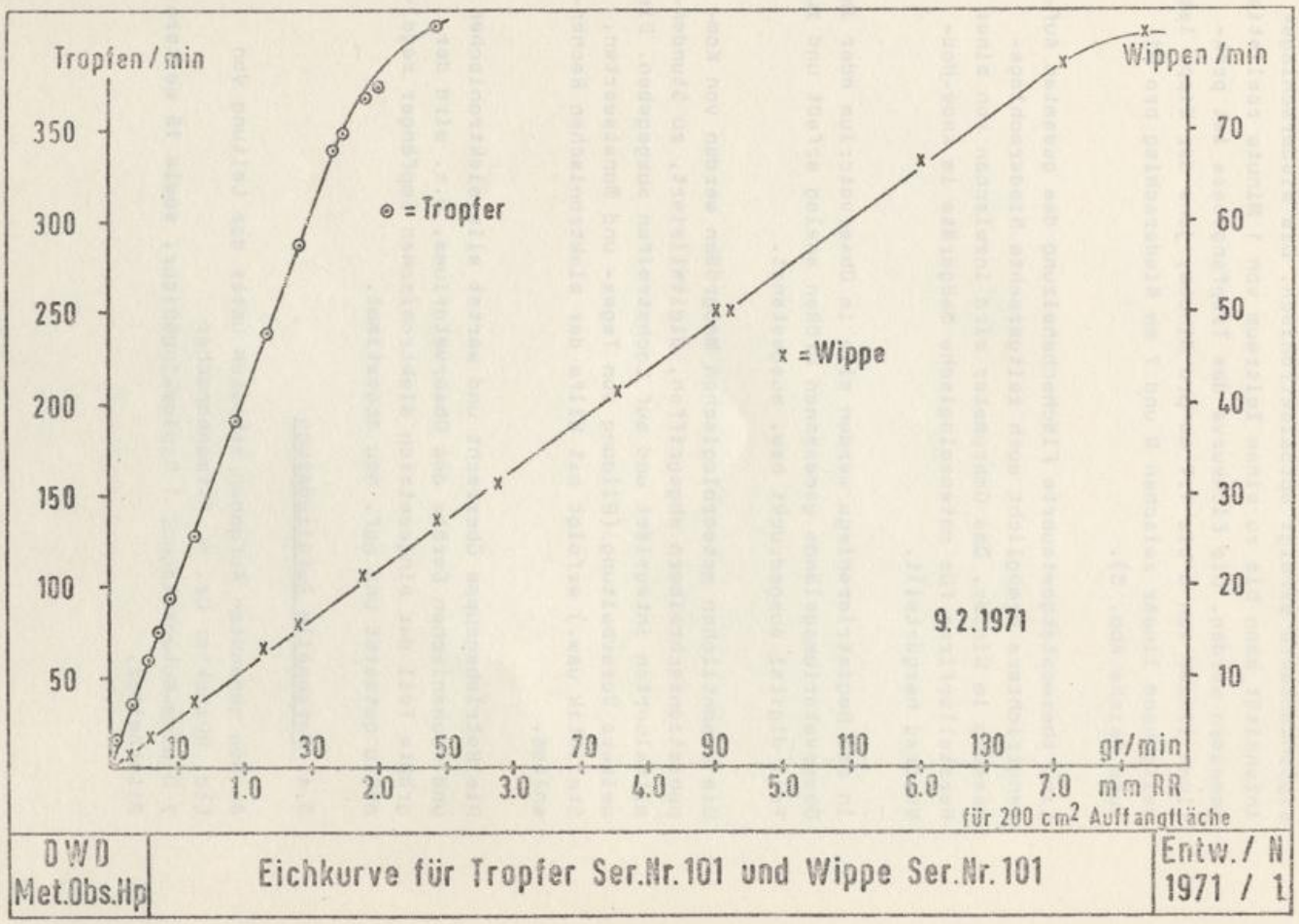
3.3. Entwicklung und Betrieb

Die Entwicklung neuer Meßgeräte und der Betrieb der gesamten elektronischen Anlagen sowie der Registrieranlage ist Aufgabe dieser Gruppe.

Zur genauen Punktmessung des Niederschlags wurde eine neue digitale Niederschlagsmeßanlage (Ombrometer HP) im Baukastenprinzip entwickelt. Durch Kombination der 3 Meßfühler:

a) Niederschlagsdauergeber
b) Niederschlagsintensitätsmessung mittels Wippe
c) Niederschlagsmessung und / oder Niederschlagsanzeige mittels Tropfengeber

ist es möglich, Genauigkeitsanforderung und Gerätekosten weitgehend auf einander abzustimmen. Die Abfrage der Niederschlagsdauer erfolgt beim Dauergeber auf 1 Minute genau. Die Meßfühlergenauigkeit beträgt bei einem Auffanggefäß von 200 cm^2 bei der Wippe 0.1 mm, bei dem Tropfengeber 0.005 mm Niederschlag. Die Zählung künstlich geformter Tropfen bzw. der



DWD Met.Obs.Hp	Eichkurve für Tropfer Ser.Nr.101 und Wippe Ser.Nr.101	Entw./ N 1971 / 1

Abb.3

Wippenkontakte erfolgt optoelektronisch. Die Niederschlagsintensität kann bis zu einem Zeitraum von 1 Minute realistisch gemessen werden. Die Eichkurve des Tropfengebers ist praktisch linear von 0 bis 1.7 mm pro Minute, jene der Wippe ist weitgehend linear zwischen 0 und 7 mm Niederschlag pro Minute (siehe Abb. 3).

Eine thermostatgesteuerte Flächenbeheizung des gesamten Auffangtrichters ermöglicht auch zeitgerechte Niederschlagsmessung im Winter. Das Ombrometer wird inzwischen von einer Herstellerfirma für meteorologische Meßgeräte im Know-How-Vertrag hergestellt.

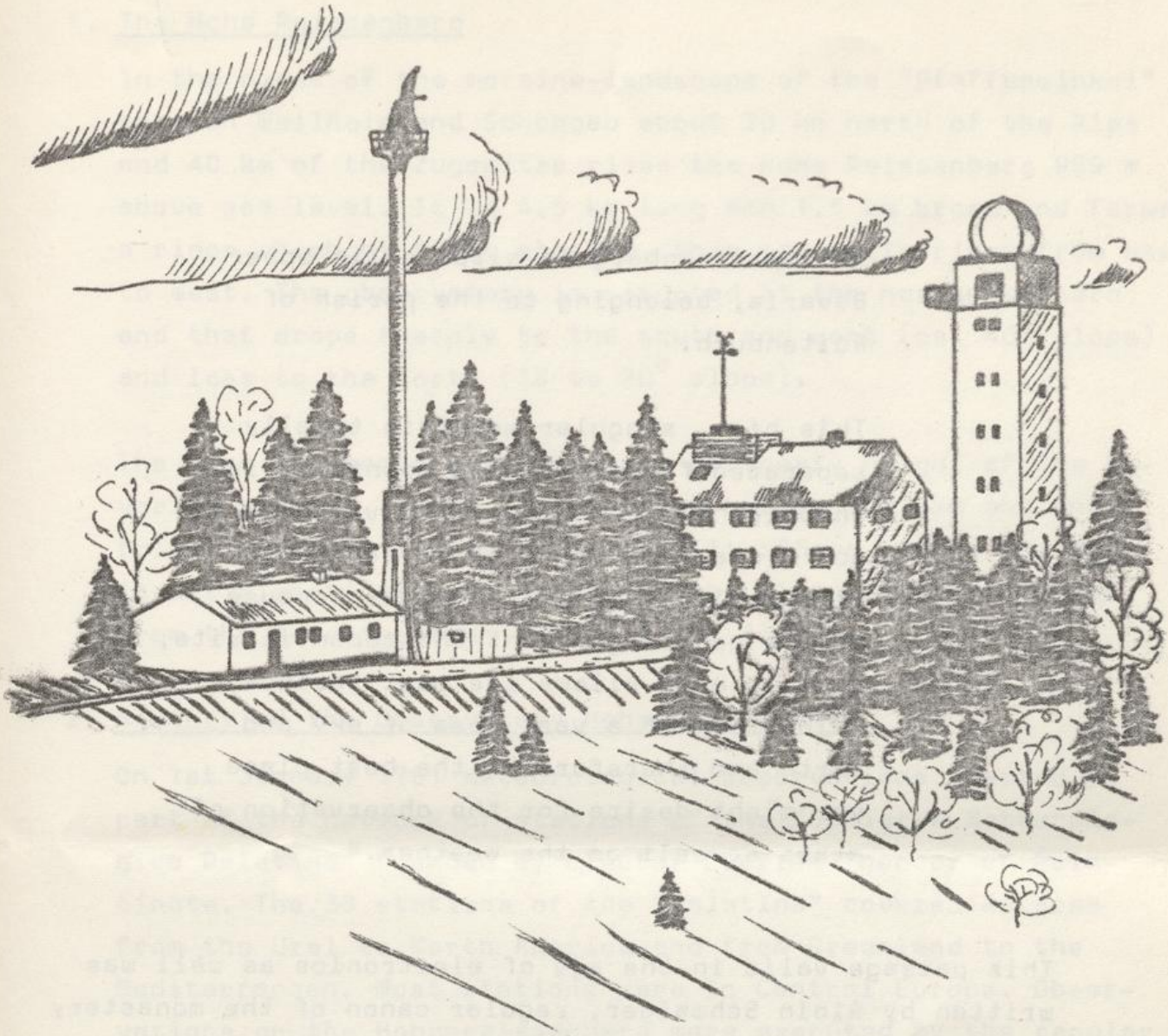
In der Registrieranlage werden alle im Observatorium oder im Observatoriumsgelände gemessenen Größen analog erfaßt und zum Teil digital ausgedruckt bzw. ausgestanzt.

Die wesentlichen meteorologischen Meßgrößen werden von Kompensationsschreibern abgegriffen, digitalisiert, zu Stundenmittelwerten integriert und auf Lochstreifen ausgegeben. Die weitere Verarbeitung (Bildung von Tages- und Monatswerten, Statistik usw.) erfolgt mit Hilfe der elektronischen Rechenanlage.

Die Betriebsgruppe überwacht und wartet alle elektronischen und mechanischen Geräte des Observatoriums, u.a. wird der größte Teil der eingesetzten elektronischen Empfänger regelmäßig getestet und ggf. neu abgestimmt.

3.4. Personelle Aufgliederung

An den genannten Aufgaben arbeiten unter der Leitung von
Ltd. RDirektor Dr. W. Attmannspacher
2 Diplom-Meteorologen, 1 Diplom-Ingenieur, sowie 15 weitere Mitarbeiter.



German Weather Service

Meteorological Observatory Hohenpeissenberg

geogr. latitude φ : 47° 48' north

geogr. longitude λ: 11° 01' east

height : 975 m above sea level

1975 edition

> Hohenpeissenberg is situated in upper Bavaria, belonging to the parish of Raitenbuch.
>
> This high, singular mountain totally separated from the Tirol mountains is an original of the rarest advantages in god's creation. Just as it offers the nicest picture from all sides because of its gently dominant and romantic site, thus it also allows the most various, solem view of a vast area of sky and earth and therefore is the best place you might desire for the observation of stars as well as the weather."

This passage valid in the age of electronics as well was written by Albin Schwaiger, regular canon of the monastery in Raitenbuch, member of the electoral weather academy and meteorological observator in his paper: "Attempt at a meteorological description of Hohenpeissenberg as a necessary addition to its prospect-map", which was published in Munich in 1792.

1. The Hohe Peissenberg

In the midst of the moraine-landscape of the "Pfaffenwinkel" between Weilheim and Schongau about 20 km north of the Alps and 40 km of the Zugspitze rises the Hohe Peissenberg 989 m above sea level. It is 4.5 km long and 1.5 km broad and forms a ridge which at first steeply, then gradually rises from east to west. The observatory is situated at the narrow western end that drops sharply to the south and west (ca. 40° slope) and less to the north (15 to 20° slope).

The Hohe Peissenberg is the most northerly height of the Bavarian plateau, in the border area between folded and unfolded tertiary layers. Therefore it offers a free horizon in all directions with a view of the Alps of nearly 200 km from the Berchtesgaden to the Swiss Alps.

2. History of the Observatory Hohenpeissenberg

On 1st January 1781 meteorological observations started as part of the network of stations of the "Societas Meteorologica Palatina" founded by Elector Charles Theodor of Palatinate. The 38 stations of the "Palatina" covered an area from the Ural to North America and from Greenland to the Mediterranean. Most stations were in Central Europe. Observations on the Hohenpeissenberg were executed by the regular Augustine canons of Rottenbuch who had a settlement here. The Palatina network already used the same observer's instructions and instruments. Thus the "Mannheim hours" (7, 14, 21 hours) correspond to the climate observation times still in use today. The meteorological instruments were partly housed in a so-called "window hut" in front of a northern window on the second floor of the monastery building. Besides the meteorological observations earthmagnetic measurements (declination, inclination), phenological observations and some air-electricity measurements were carried out. All observations from 1781 to 1792 still exist published in the "Ephemerides Societas Meteorologica Palatinae". After the liquidation of the Societas the regular Augustine canons continued observations, and after the secularisation (1803) it were the vicars of Hohenpeissenberg. In 1806 the station was taken

over by the Bavarian Academy of Sciences that named the vicar as observator and the teacher of the school on the mountain as his aid. In 1838 control passed to the star observatory Munich. In the end of 1878 the Hohe Peissenberg was included into the station network of the newly founded meteorological central office in Munich, the latter Bavarian Weather Service. In 1934 the "Reichswetterdienst" finally took over the post. It became an official station with additional synoptic observations in the end of 1937. In 1940 one moved from the monastery into the new building, meant for the "Reichswetterdienst" and the air-radio research institute of Oberpfaffenhofen, at the west end of the mountain.

On 1st March 1950 the station again became meteorological observatory as part of the "Deutschen Wetterdienst" in the "US-Zone". It is the oldest mountain weather station of the earth with practically uninterrupted observations.

3. Task and Organisation of the Observatory

The 1952 law about the German Weather Service confers onto this service among others the task of applied research. Task of the observatory is to help to further improve the scientific and instrumental basis of the Service through research.

The observatory is divided into 3 groups that often work together:

1.) Radar meteorology, problems of precipitation physics

2.) Structure of the atmosphere, ozone

3.) Technical development and management

In close cooperation with the observatory the synoptic and climatological observations are carried out by the weather station in the same building. Additionally the observatory is a station of the German Weather Service's main radiation network. Therefore radiation measurement instruments (solarimeter) are placed on the platform of the main building to determine global radiation (total received radiation at this spot) and for "sky" radiation (global minus direct solar

radiation).

3.1. Radar Meteorology, Problems of Precipitation Physics

3.1.1. Area Precipitation Measurement

Today precipitation measurements (which are also being improved at the observatory) are measurements on one spot only. Various businesses, however, especially the water economy, increasingly need area precipitation measurements. One true possibility is the radar. The measurement principle is very simple: The radar installation emits short electromagnetic pulses in a very bundled ray. These are partly reflected by the precipitation drops. The echo is received, measured quantitatively and expressed in precipitation amounts with the help of the so-called "radar-equation". With measuring and evaluation in practice some basic problems arise from this equation which are partly due to the instruments. Prerequisite for practical measurements is a constant power or susceptibility of the radar for example. An important factor in this formula is the knowledge of the drop size of precipitation in the area of measurement. The diameter of the rain drops which is included in the radar-equation in its sixth power. The determination of this parameter is very difficult. Until now the rain drop spectrum is only determined continously on the ground.

Since 1968 measurements have been carried out with a Decca 43 X radar (about 3.2 cm wavelength) at first manually, then half-automatically using a small computer (Siemens 404/3) for calculations. A special network of precipitation gauges was built between the river Lech and Lake Starnberg with a depth up to 30 km north of the Hohenpeissenberg. In an area of 750 square kilometres there are 45 common registrating instruments and 4 digital precipitation gauges of the Ombrometer HP typ (3.3). This network serves to compare the area precipitation measurement results of the radar with those of single spot measurements.

Up to now mainly very positive results (fig. 1) could be obtained with the so-called "adjusting-calibration" method where single spot measurements are used for the calibration of the radar measurements. The exact drop size is not needed

then. From 1975 onward fully automated registration and calculation of the radar measurements is being developed now that a modern EEC WR 100-5 radar has been acquired working in the C-band (5.4 cm wavelength). Its digitalised output is directly connected to the electronic calculator. In close cooperation with the "Institut für Wasserbau III" of Karlsruhe University and with the "Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft" radar precipitation results of the area around two small rivers in the precipitation network field are compared with their water gauges during high water.

3.1.2. Structure of Precipitation

Measurements of rain drop spectra with a distrometre (instrument to determine diametre of rain drops and their frequency spectrum) and of precipitation intensity with the Ombrometer HP as well as results of the precipitation measurement network form the basis for research into precipitation structure.

3.1.3. Water Content of Snow Layer

The observatory possesses a second measuring field 935 m high and 950 m east of the main building. There an installation for distance-measurements of the water content of a snow layer was tested: A radioactive preparation is placed in the ground. Its impulses are counted with a Geiger counter and transmitted wirelessly from the place of measurement to the main building. When there is a snow layer the rays are weakened according to the water content of the snow. The results of this wireless transmittance were compared with those of manual samples and the data of a 6 square metres big snow-balance; the agreement is very good.

3.2. Group Free Atmosphere, Ozone

Since 1966 balloon ozone sonde measurements are regularly carried out on each geophysical day (Wednesday). A normal (American) radiosonde with pressure, temperature and humidity sensors is connected to an ozone-sonde. The ozone content of the ventilated air is determined electrolytically. Ozone, temperature, pressure and humidity data are transmitted to the ground station during the ascent with a small transmitter. There an electronic theodolite receives

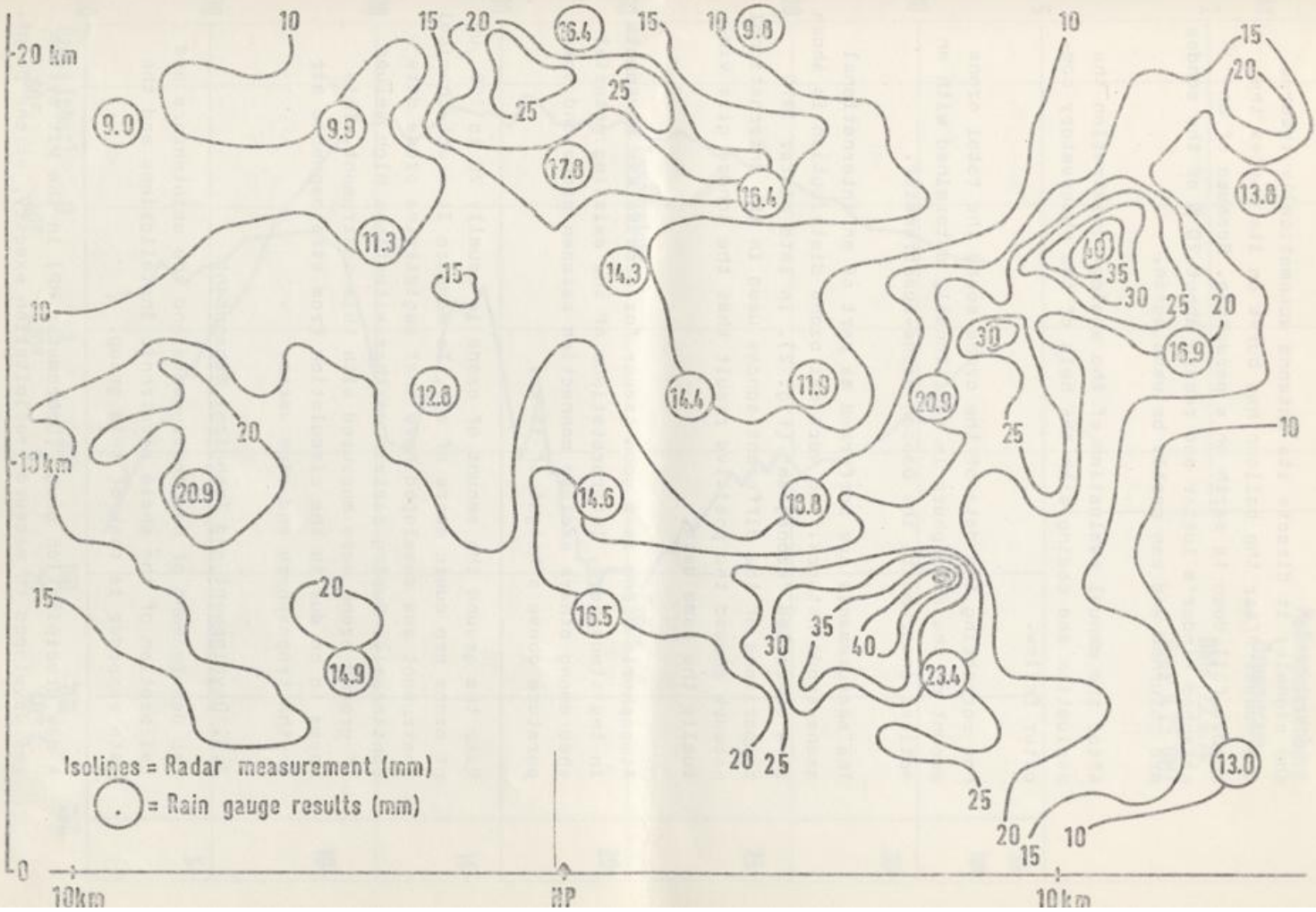

20 km
10km
0
10km
HP
Isolines = Radar measurement (mm)
= Rain gauge results (mm)

Fig. 1

the signals; it directs its antenna automatically towards the sonde. After the balloon has burst on its vertex the sondes fall down to earth on a parachute. Because of an attached finder's letter and reward about 70 % of the sondes are returned and can partly be used again.

After the manual evaluation of the analog-registration the evaluation and coding with the help of the observatory computer follow.

For correcting the data of the ozone-sonde the total ozone amount of the atmosphere is additionally determined with an optical instrument, the Dobson ozone-spectrometer.

The measurements are performed as part of an international ozone-sonde network. The vertical ozone distribution is shown in a so-called "ozonagram" (fig. 2). In late winter 1970 comparisons of the different sondes used in the international network showed the positive result that the sondes give virtually the same data.

Atmospheric ozone is a good tracer for massive air movements in the atmosphere. Interpretations of the existing material show among others a close connection between ozone and temperature above a height of 15 km.

Near the ground the amount of ozone is usually 20 to 100 μg of ozone pro cubic metre of air. To measure it a wet-chemical instrument was developed here that registrates ozone data continously. During certain weather situations high values of ground ozone were measured with this instrument. This seems to be due to the circulation from stratospheric air to the troposphere and vice versa.

3.3. Development and Technical Management

The development of new instruments and the maintenance and calibration of the whole electronic installations and the data recorder is task of this group.

A new precipitation gauge (Ombrometer HP) in the kit system was developed to measure precipitation exactly, at one point.

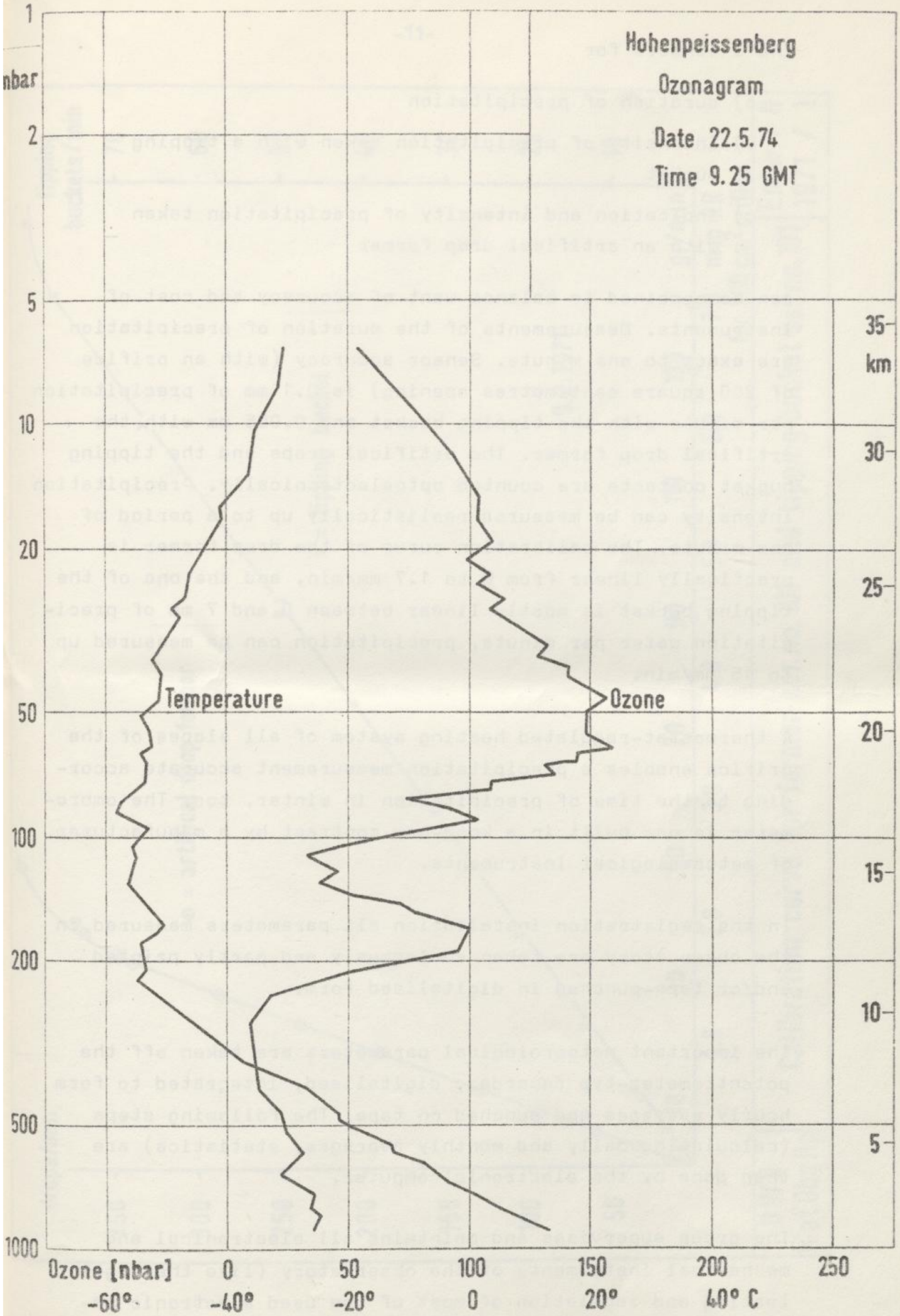

Hohenpeissenberg
Ozonagram
Date 22.5.74
Time 9.25 GMT
nbar
1
2
5
10
20
50
100
200
500
1000
35
km
30
25
20
15
10
5
Temperature
Ozone
Ozone [nbar]
0
50
100
150
200
250
-60°
-40°
-20°
0
20°
40° C

Fig. 2

The 3 sensors for

a) duration of precipitation

b) intensity of precipitation taken with a tipping bucket

c) indication and intensity of precipitation taken with an artifical drop former

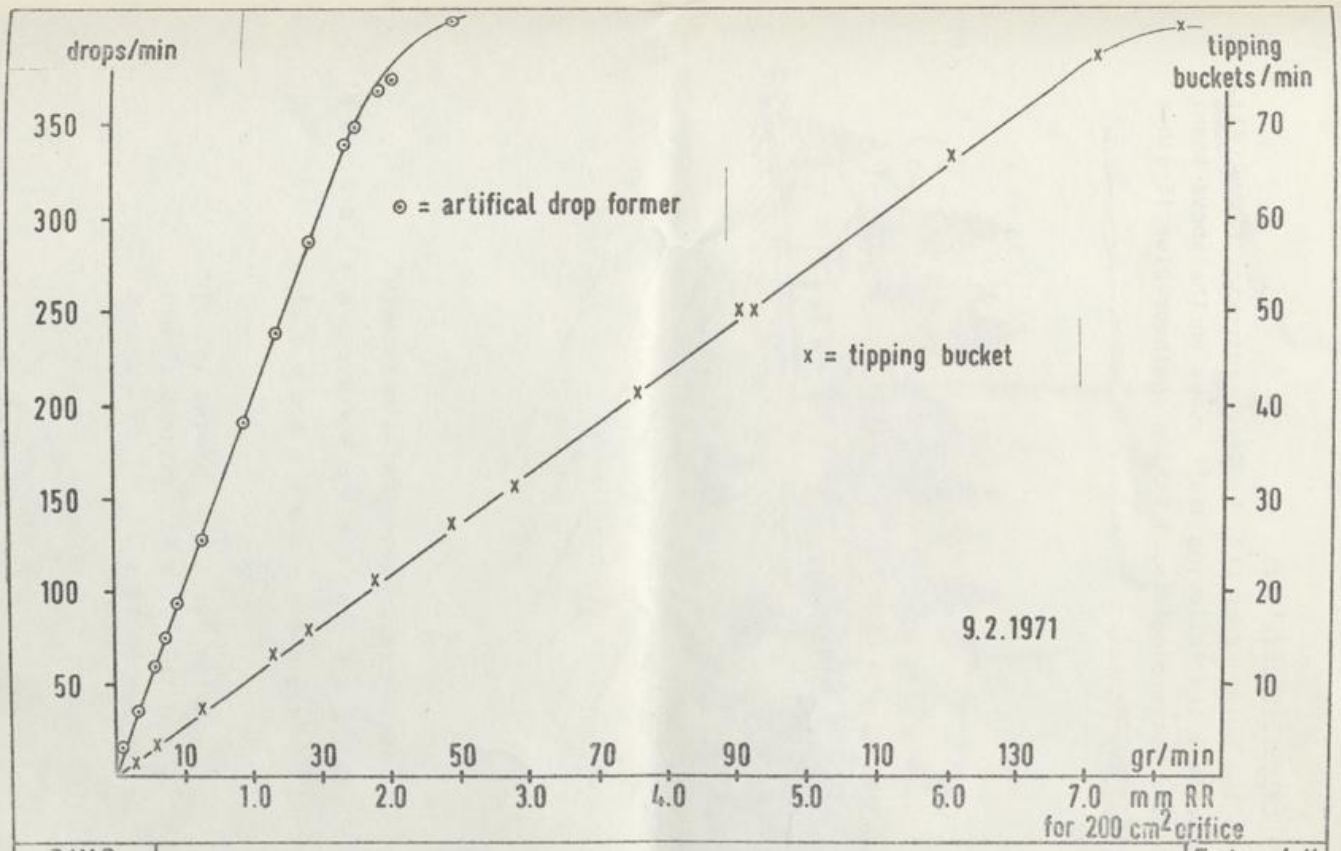
can be combined to balance want of accuracy and cost of instruments. Measurements of the duration of precipitation are exact to one minute. Sensor accuracy (with an orifice of 200 square centimetres opening) is 0.1 mm of precipitation per minute with the tipping bucket and 0.005 mm with the artifical drop former. The artifical drops and the tipping bucket contacts are counted optoelectronically. Precipitation intensity can be measured realistically up to a period of one minute. The calibration curve of the drop former is practically linear from 0 to 1.7 mm/min, and the one of the tipping bucket is mostly linear between 0 and 7 mm of precipitation water per minute, precipitation can be measured up to 15 mm/min.

A thermostat-regulated heating system of all slopes of the orifice enables a precipitation measurement accurate according to the time of precipitation in winter, too. The ombrometer is now built in a know-how contract by a manufacturer of meteorological instruments.

In the registration installation all parameters measured in the observatory are taken analogously and partly printed and/or tape-punched in digitalised form.

The important meteorological parameters are taken off the potentiometer-typ recorder, digitalised, integrated to form hourly averages and punched on tape. The following steps (calculating daily and monthly averages, statistics) are then done by the electronic computer.

The group supervises and maintains all electronical and mechanical instruments of the observatory (like the regular testing and regulation of most of the used electronic re-



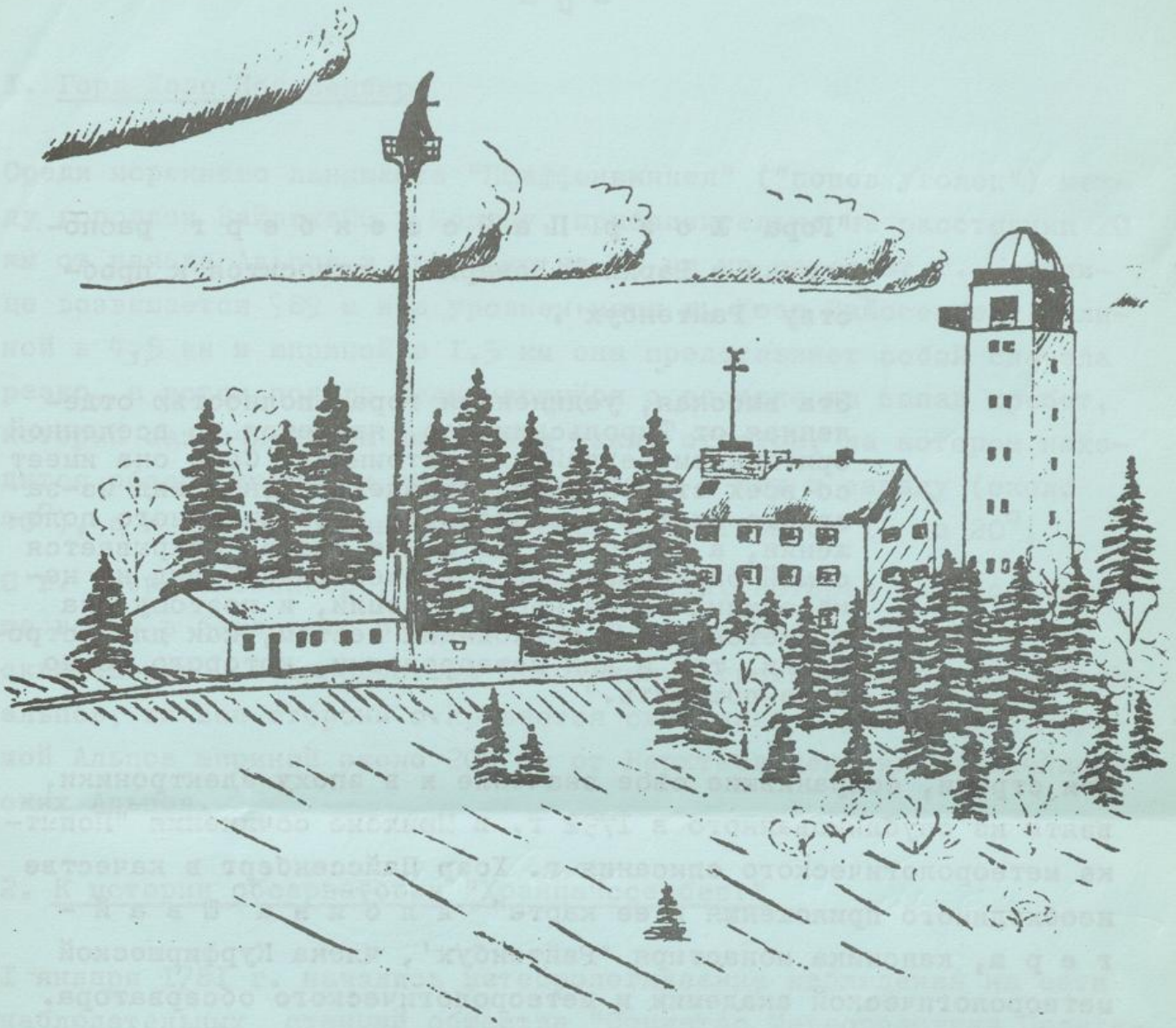
DWD Met.Obs.Hp	Calibration curve for former ser.no.101 and tipping bucket ser.no.101	Entw./ N 1971 / 1

Fig. 3

ceivers.

3.4. Personal Structure

Under the guidance of Ltd. Regierungsdirektor Dr. W. Attmannspacher the following staff works on the above task: 2 Diplom meteorologists, 1 Diplom engineer plus 15 other staff members.



Германская метеорологическая служба

Метеорологическая обсерватория "Хоэнпайссенберг"

Геогр. широта φ : 47° 48' с.
Геогр. долгота λ : II° OI' в.
Высота : 975 м над ур. м.

1975

"Гора Хоэр Пайссенберг расположена в Верхней Баварии и относится к пробству 'Райтенбух'.

Эта высокая, уединенная гора, полностью отделенная от Тирольских гор, является во вселенной оригиналом редчайших достоинств. Сама она имеет со всех сторон самый привлекательный вид из-за своего слегка возвышенного и романтичного положения, а точно так же с нее глазам открывается самый разнообразный и торжественный вид на неизмеримый образ небес и Земли, и поэтому она является самым подходящим местом, как для астрономии, так и для метеорологии, которого можно себе пожелать."

Эти строки, сохранившие свое значение и в эпоху электроники, взяты из опубликованного в 1792 г. в Мюнхене сочинения "Попытка метеорологического описания г. Хоэр Пайссенберг в качестве необходимого приложения к ее карте" Албина Швайгера, каноника монастыря 'Райтенбух', члена Курфиршеской метеорологической академии и метеорологического обсерватора.

I. Гора Хоэр Пайссенберг

Среди моренного ландшафта "Пфаффенвинкел" ("попов уголок") между городами Вайльхайм и Шонгау, приблизительно на расстоянии 20 км от начала Альпов и примерно на 40 км на север от г. Цугшпице возвышается 989 м над уровнем моря г. Хоэр Пайссенберг. Длиной в 4,5 км и шириной в I,5 км она представляет собой сначала резко, а потом полого поднимающийся с востока на запад хребет, который заканчивается на западе узким отрогом, на котором находится обсерватория, и круто обрывается к югу и западу (около 40°), а к северу плавно опускается под углом от I5 до 20°.

С г. Хоэр Пайссенберг, как возвышенности, которая вдается больше всего в баварское плоскогорье, в пограничной области между складчатыми и нескладчатыми отложениями третичного периода Предальпов, во все стороны открывается свободный горизонт с панорамой Альпов шириной около 200 км от Берхтесгаденских до Швейцарских Альпов.

2. К истории обсерватории "Хоэнпайссенберг"

I января I78I г. начались метеорологические наблюдения на сети наблюдательных станций общества "Социетас Метеорологика Палатина", основанного курфюрстом Карлом Теодором Пфальца. Своими 38 станциями сеть указанного общества охватывала территорию, простирающуюся от Урала до Северной Америки и от Германии до Средиземного моря. Большинство наблюдательных станций были расположены в Средней Европе. Наблюдения в станции "Хоэнпайссенберг" производились августинскими канониками монастыря "Роттенбух", в их поселении на г. Хоэр Пайссенбе́рг. На своей сети общество "Социетас Метеорологика Палатина" уже имело общие инструкцию для наблюдателей и аппаратуру. Так, "Мангеймские часы" - 7-й, I4-й и 2I-й час, то время, в которое еще в наши дни принято производить климатические наблюдения. Часть метеорологических инструментов была размещена в будке перед выходящим на север окном на втором этаже монастырского здания. Наряду с метеорологическими наблюдениями производились геомагнитные из-

мерения (склонение, наклонение), фенологические наблюдения, а порой также измерения атмосферного электричества. Все наблюдения за период с 1781 по 1792 г. опубликованы в трудах "Эфемеридес Социетас Метеорологика Палатинэ".

После ликвидации общества "Социетас Метеорологика Палатина" (1793 г.) августинские каноники от себя продолжали дальше наблюдения. После секуляризации (1803 г.) наблюдения велись дальше священниками с. Хоэнпайссенберг. В 1806 г. станцию переняла Баварская Академия Наук, которая назначила приходского священника с. Хоэнпайссенберг обсерватором, а учителя из расположенной на горе школы - его помощником. В 1838 г. надзор за станцией переняла астрономическая обсерватория в Мюнхене. В конце 1878 г. станция "Хоэнпайссенберг" была присоединена к сети наблюдательных станций вновь основанного Центрального метеорологического ведомства в Мюнхене, ставшего позже Метеорологической станцией земли Баварии. В 1934 г. станцию приняла в свое ведение Имперская метеорологическая служба и в конце 1937 г. станция была расширена и стала главной станцией, производившей дополнительно синоптические наблюдения. В 1940 г. станция была переведена из монастырского здания во вновь построенное для Имперской метеорологической службы и находившегося в с. Оберпфаффенхофен Исследовательского института авиационной радиосвязи здание на западном конце вершины горы.

1 марта 1950 г. станция стала снова метеорологической обсерваторией в составе Германской метеорологической службы американской зоны. Обсерватория "Хоэнпайссенберг" - самая старая горная метеорологическая станция в мире с практически непрерывной серией наблюдений.

3. Задача и организация обсерватории

Вступивший в силу в 1952 г. закон о Германской метеорологической службе поручает этой службе между прочим также проведение прикладного исследования. Задачей обсерватории является содействовать целесообразными исследованиями дальнейшему улучшению на-

учных и приборостроительных основ метеорологической службы.
В состав обсерватории входят 3 рабочие группы:

1. радиолокационная метеорология, проблемы физики осадков,
2. структура атмосферы, озон,
3. техническое проектирование и эксплуатация,

которым часто приходится решать очередные задачи совместно.
В тесном сотрудничестве с обсерваторией метеорологическая станция, находящаяся в этом же здании, выполняет службу синоптических и климатологических наблюдений. Кроме того, обсерватория является одной из станций главной радиационной сети Германской метеорологической службы. Поэтому на площадке главного здания установлены приборы для измерения радиации (соляриметры), служащие для определения суммарной радиации (т. е. общей, поступающей в это место радиации) и рассеянной радиации (суммарная радиация минус прямая солнечная радиация).

3.1. Рабочая группа "Радиолокационная метеорология и проблемы физики осадков"

3.1.1. Радиолокационное измерение осадков на площади

Общепринятое в настоящее время измерение осадков, над усовершенствованием которого работают и в обсерватории "Хоэнпайссенберг" (см. 3.3.), представляет собой точечный метод измерения. Однако, разные отрасли хозяйства, в частности водное хозяйство, нуждаются в возрастающей мере в количественном измерении осад на площади. Возможность настоящих измерений осадков на площади дает радиолокационный метод. Принцип измерения простой: Радиолокатор подает собранные в пучок, короткие электромагнитные импульсы. Последние отчасти отражаются капельками осадков, принимаются отраженные сигналы, которые измеряются количественно и пересчитываются по так называемому уравнению радиолокации в количества осадков. Однако, при практическом проведении измерений

и при обработке их результатов в связи с указанным уравнением возникает ряд принципиальных проблем, частью обусловленных применяемыми приборами. Условием для практического осуществления измерения является, например, неизменная мощность или чувствительность радиолокатора. При применении упомянутого уравнения важно, чтобы были известны размеры капель осадков в зоне измерения, поскольку диаметр этих капель входит в шестой степени в вычисления. Определение указанной величины очень трудно. Поэтому непрерывное определение спектра дождевых капель до сих пор производят только на земной поверхности.

Начиная с 1968 г. здешние измерения производились с помощью радиолокатора (типа "Декка 43 X"), работающего в диапазоне волн 3,2 см, сначала вручную, а позже полуавтоматически, причем для выполнения вычислительных операций обсерватория располагает малогабаритной вычислительной машиной (типа "Сименс 404/3"). Для сравнения результатов измерений осадков, полученных при помощи радиолокации, с результатами, полученными осадкомерами в отдельных точках измерения, на севере от с. Хоэнпайссенберг, между р. Лех и Штарнбергским озером, на расстояние до 30 км была создана специальная сравнительная сеть. На площади примерно 750 км^2 находятся 45 самопишущих дождемеров и 4 осадкографа с цифровой записью данных типа "дождемер НР(=ХП)" (см. 3.3.).

Имеющиеся теперь большей частью весьма положительные результаты (см. рис. I) получены методом так сказать переводной градуировки, при котором данные точечного измерения служат для поверки радиолокационного измерения; этот способ не требует точных сведений о диаметрах капель. В 1975 г. начинаются полностью автоматизированные сбор и обработка результатов радиолокационных измерений; для этой цели был приобретен современный радиолокатор (типа "EEC WR 100-5"), работающий в диапазоне С (длина волн 5,4 см). Его выход, на котором непрерывные величины преобразовываются в цифровые, непосредственно подключен к электронной вычислительной машине.

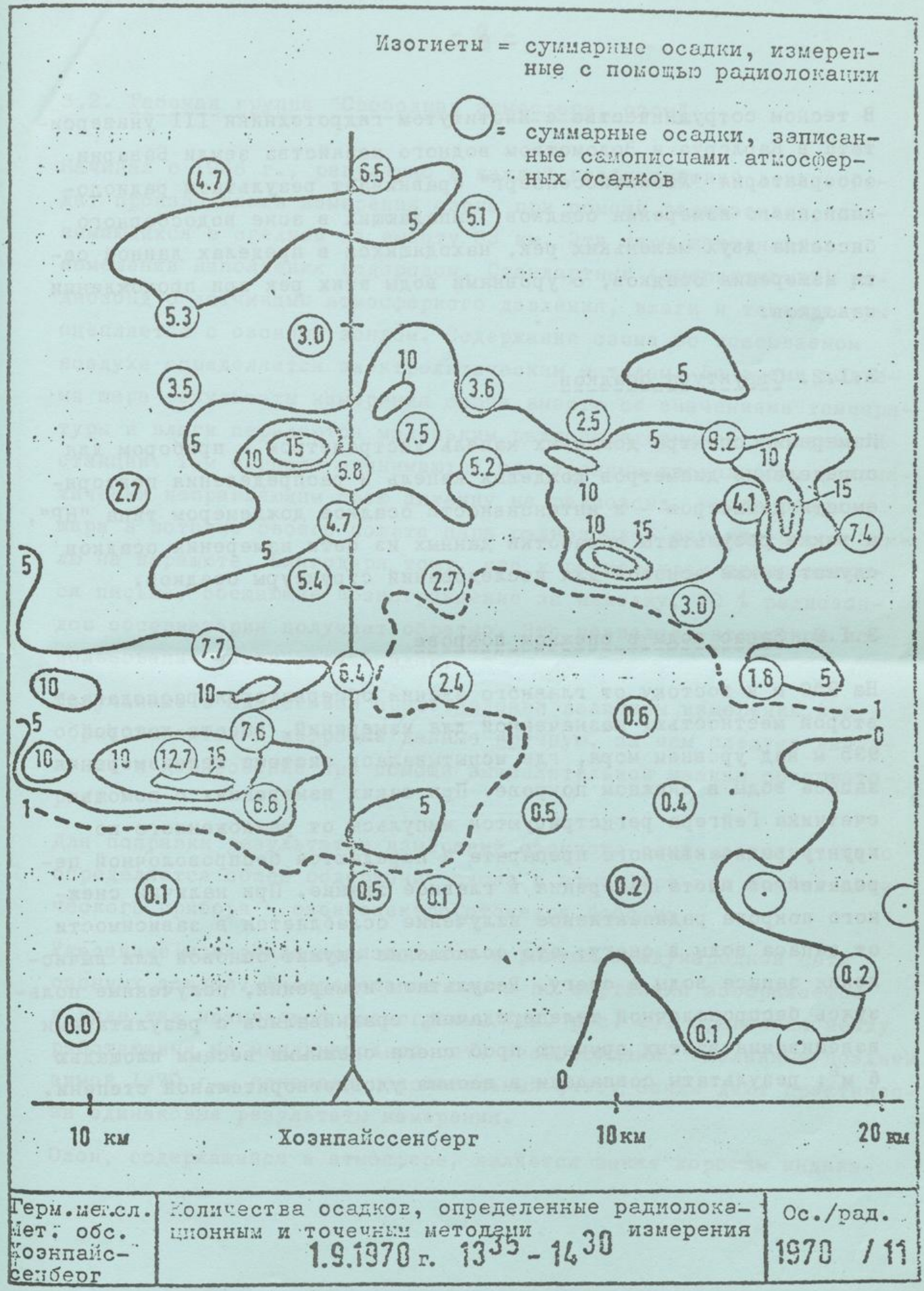

Изогиеты = суммарные осадки, измеренные с помощью радиолокации
= суммарные осадки, записанные самописцами атмосферных осадков
10 км
Хоэнпайссенберг
10км
20 км
Герм.мет.сл.
Мет. обс.
Хоэнпайс-
сенберг
Количества осадков, определенные радиолокационным и точечным методами измерения
1.9.1970 г. 13^35 - 14^30
Ос./рад.
1970 / 11

Рис. I

В тесном сотрудничестве с Институтом гидротехники III университета в Карлсруэ и Ведомством водного хозяйства земли Баварии обсерватория "Хоэнпайссенберг" сравнивает результаты радиолокационного измерения осадков, выпадающих в зоне водосборного бассейна двух маленьких рек, находящихся в пределах данной сети измерения осадков, с уровнями воды этих рек при прохождении паводков.

3.I.2. Структура осадков

Измерения спектра дождевых капель дистрометром - прибором для определения диаметров дождевых капель и распределения повторяемости диаметров - и интенсивности осадков дождемером типа "НР", а также результаты обработки данных из сети измерения осадков служат также основой для исследований структуры осадков.

3.I.3. Запас воды в снежном покрове

На 950 м к востоку от главного здания обсерватория располагает второй местностью, назначенной для измерений, высота которой 935 м над уровнем моря, где испытывалась система телеизмерения запаса воды в снежном покрове. При таких измерениях с помощью счетчика Гейгера регистрируются импульсы от разложенного по грунту радиоактивного препарата и передаются беспроволочной передачей от места измерения в главное здание. При наличии снежного покрова радиоактивное излучение ослабляется в зависимости от запаса воды в снегу; это ослабление служит основой для вычисления запаса воды в снегу. Результаты измерений, полученные пользуясь беспроволочной телепередачей, сравнивались с результатами взвешивания взятых вручную проб снега снежными весами площадью 6 $м^2$; результаты совпадали в весьма удовлетворительной степени.

3.2. Рабочая группа "Свободная атмосфера, озон"

Начиная с 1966 г., регулярно в каждый геофизический день (среда) производились измерения озона при помощи радиозондов, поднимающихся в среднем на высоту 33 км. Эти шары наполняются в помещении наполнения водородом. Стандартный (американский) радиозонд с датчиками атмосферного давления, влаги и температуры сцепляется с озонным зондом. Содержание озона во всасываемом воздухе определяется электролитическим методом. Во время подъема шара результаты измерения озона вместе со значениями температуры и влаги передаются маленьким радиопередатчиком к наземной станции. Там сигналы принимаются электронным теодолитом, автоматически направляющим свою антенну на радиозонд. После разрыва шара в потолке своего полета пара радиозондов спускается на землю на парашюте. Благодаря тому, что к радиозондам прикрепляются письма, обещающие вознаграждение за находку, 70 % радиозондов обсерватория получает обратно. Это позволяет вторичное использование части радиозондов.

Получаемые в аналоговом представлении величины измерения преобразовываются в цифровые данные вручную, за чем следует вычисление и кодирование при помощи вычислительной машины обсерватории.

Для поправки результатов измерений озонного зонда дополнительно определяется общее содержание озона в атмосфере при помощи оптического прибора - озоноспектрофотометра Добсона.

Указанные измерения производятся в рамках международной сети озонных зондов. Распределение озона по вертикали изображается в виде так называемой озонограммы (см. рис. 2). Сравнения между работающими на международной сети озонозондами, сделанные поздней зимой 1970 г., показали положительный факт: Зонды дают практически одинаковые результаты измерения.

Озон, содержащийся в атмосфере, является также хорошим индика-

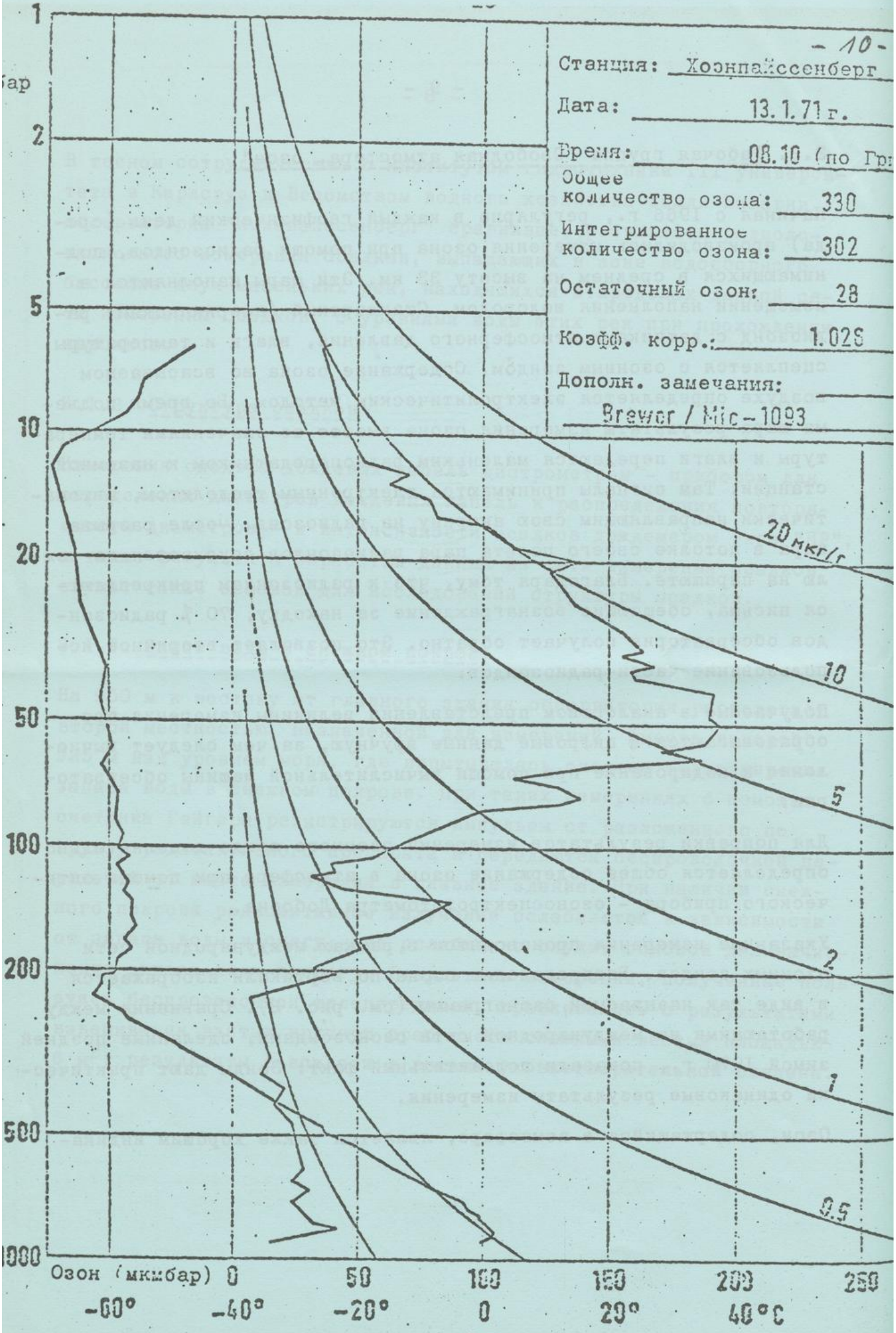

Станция: Хоэнпайссенберг
Дата: 13.1.71 г.
Время: 08.10 (по Гр
Общее количество озона: 330
Интегрированное количество озона: 302
Остаточный озон: 28
Коэфф. корр.: 1.028
Дополн. замечания:
Brewer / Mic-1093
20 мкг/г
10
5
2
1
0.5
Бар
1
2
5
10
20
50
100
200
500
1000
Озон (мкмбар) 0
50
100
150
200
250
-60°
-40°
-20°
0
20°
40°C

Рис. 2

тором, позволяющим следить за перемещениями воздушных масс в атмосфере. Анализы собранных до сих пор результатов измерений обнаружили между прочим тесную связь между озоном и температурой на высоте выше I5 км.

Вблизи земной поверхности содержание озона в кубическом метре воздуха обычно 20 - I00 мкг. Для измерения содержания озона обсерваторией разработан химический прибор, позволяющий непрерывную регистрацию измеряемых количеств озона. Измеряемые этим прибором при определенных синоптических положениях высокие количества приземного озона позволяют судить о вертикальном перемещении воздуха из стратосферы в тропосферу и наоборот.

3.3. Рабочая группа "Проектирование и эксплуатация"

Этой группе поручены разработка новых измерительных приборов и эксплуатация всего электронного оборудования, а также регистрирующей установки.

Для четкого точечного измерения осадков была создана новая цифровая установка агрегатной конструкции для измерения осадков (дождемер типа "НР"). Комбинацией трех измерительных датчиков, т. е.

а) датчика продолжительности осадков,
б) коромысла-балансира для измерения интенсивности осадков и
в) капельного датчика, позволяющего измерение и/или отсчет количеств осадков,

можно согласовать требования точности и стоимость аппаратуры. Датчик продолжительности осадков позволяет определение длительности выпадения осадков точно до минуты. Точность второго измерительного датчика - балансира при применении приемника с приемной площадью 200 см^2 равна 0,I мм, а точность капельного датчика равна 0,005 мм осадков. Искусственно образованные капли так же, как и контакты балансира считаются оптоэлектронным путем. Интенсивность осадков можно измерять надежно до интервала одной минуты. Поверочная кривая капельного датчика практически линейна

Пояснения к рисункам:

Рис. I - Сравнение результатов, полученных радиолокационным измерением осадков, с результатами, полученными на сети точечного измерения осадков.

Рис. 2 - Вертикальный профиль парциального давления озона и температуры воздуха.

Рис. 3 - Поверочные кривые двух измерительных датчиков дождемера.