

1 Zur Historie des Meteorologischen Observatoriums Hohenpeißenberg

1 Einführung

Für den Nachweis von Klimaschwankungen sind lange und homogene Reihen von großer Bedeutung. Dies umsomehr, als wir jetzt offensichtlich am Beginn einer anthropogenen Klimaänderung größeren Ausmaßes stehen. Die jetzt etwa 215 Jahre lange Hohenpeißenberger Reihe, die weltweit längste einer Bergstation, ist deshalb sehr wichtig, weil in dieser Zeit auf dem Berg nur wenig verändert wurde, die Bedingungen zur Messung meteorologischer Größen haben sich kaum verändert. Dies ist bei anderen langen Reihen, die einen quantitativ nur schwer bestimmbareren Stadteinfluß aufweisen, nicht der Fall. Bis 1949 war der Hohenpeißenberg im wesentlichen eine Klima- (und synoptische) Station, der Fortsetzung der wertvollen Reihe verpflichtet. Nach der Gründung des Observatoriums 1950 wurde diese Verpflichtung beibehalten, denn die vornehmste Aufgabe eines Observatoriums ist, wie der Name besagt, die Beobachtung, d. h. auch die Schaffung langer homogener Reihen von Parametern, deren Messung einen besonderen Aufwand erfordern. Die Tradition bleibt also erhalten, wie beispielsweise die Hohenpeißenberger Ozonreihen zeigen. Daß man den Mühen und dem Idealismus unserer geistigen Vorfahren auch in jüngster Zeit sich bemühte, Rechnung zu tragen, soll dieser historische Überblick vermitteln.

2 Anfänge und Voraussetzungen

Im Jahre 1514 erbauten die um den Hohenpeißenberg wohnenden Bauern auf dem Gipfel des Berges eine Kapelle. Der herzogliche Pfleger von Schongau, Georg von Pienzenau, stiftete dieser Kapelle eine geschnitzte Muttergottes-Figur, die bald den Ruf eines „Gnadenbildes“ erlangte. (Diese spätgotische Figur ist noch heute in der Kirche zu sehen.) So entwickelte sich die Kapelle allmählich zur Wallfahrtskirche, und 1604 wurde von Herzog Maximilian I. dem nahe gelegenen Augustiner-Chorherrenstift Rottenbuch die Wallfahrtsseelsorge übertragen. 1616-19 wurde östlich der Kapelle eine neue Kirche mit Turm und Wohnhaus für die Priester gebaut.

Ende des 17. Jahrhunderts setzte die Zeit der Aufklärung ein, die das ganze 18. Jahrhundert beherrschte. Die Vernunft wurde zum verpflichtenden Lebensinhalt erhoben. Der Kreis der naturwissenschaftlich Interessierten erweiterte sich, durch Beobachtung und Experiment wurden die neuen naturwissenschaftlichen Erkenntnisse begründet, die unser heutiges naturwissenschaftliches Weltbild geformt haben. Als prägende Persönlichkeiten sind hier u. a. zu nennen: Kant als Naturphilosoph; Newton, Leibniz, Bernoulli, Euler, Laplace als Mathematiker und Physiker. In dieser Zeit wurden auch die Grundlagen für die Messung atmosphärischer Parameter geschaffen. In diesem Zusammenhang sind

insbesondere von Guericke, Toricelli, Pascal, Boyle, Fahrenheit, Réaumur, Celsius und Saussure hervorzuheben.

Nun waren zu damaliger Zeit die Wissenschaften, auch die Naturwissenschaften, vielfach in den Klöstern zu Hause. (Zu nennen ist hier vor allem das berühmte Kloster Kremsmünster.) Die Theologen absolvierten häufig ein weiteres Studium, und die Kirche bot wesentliche Bildungsmöglichkeiten. So wurden von den Augustiner-Chorherren bereits 1758/59 auf dem Hohenpeißenberg meteorologische Beobachtungen durchgeführt, für die sich allerdings kaum jemand interessierte. Auf Anregung von Johann Georg von Lori, dem Begründer der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, sprach 1772 Kurfürst Maximilian III. Joseph von Bayern den Wunsch aus, daß vom Stift Rottenbuch auf dem Berg eine Sternwarte eingerichtet werden solle. Mit Unterstützung des nahe gelegenen Klosters Polling wurde die Planung hierfür vorangetrieben, Fachbücher und Instrumente gekauft, darunter ein Spiegelteleskop (observatorium portabile) des berühmten Augsburger Mechanikers und Physikers Georg Friedrich Brander, das heute noch im Observatorium vorhanden ist. Auf dem Dach des Priesterwohnheims wurde eine Plattform errichtet, die später den meteorologischen Beobachtungen diente. – Durch das Ableben des Kurfürsten Maximilian III. und Querelen innerhalb der Bayerischen Akademie der Wissenschaften wurde der Plan einer Sternwarte dann doch nicht verwirklicht. Jedoch war hierdurch das Interesse für eine wissenschaftliche Betätigung und die Bereitschaft für die spätere Durchführung kontinuierlicher meteorologischer Beobachtungen geweckt worden.

3 Hohenpeißenberg als Station im Netz der Societas Meteorologica Palatina, 1781 – 1795

Nachfolger von Maximilian III. wurde 1778 Karl IV. Philipp Theodor von der Pfalz; dabei wurde die Kurpfalz mit Kurbayern vereinigt. Karl Theodor brachte den Wissenschaften und schönen Künsten großes Interesse entgegen und förderte sie entsprechend. In der pfälzischen Residenz Mannheim waren neben der Wissenschaft eine moderne Architektur, Bildhauerei und Malerei, Theater und Musik zu Hause, so daß Mannheim seinerzeit das pfälzische Florenz genannt wurde. Karl Theodor gründete 1763 die Pfälzische Akademie der Wissenschaften (Academia Electoralis Scientiarum et Elegantiorum Liberarum Theodora Palatina). 1780 stiftete er die Societas Meteorologica Palatina, die Pfälzische Meteorologische Gesellschaft, als meteorologische Klasse der Akademie der Wissenschaften.

Das wesentliche Ziel dieser Gesellschaft war die Errichtung eines ersten internationalen meteorologischen Beobachtungsnetzes. Dieses Netz wurde bereits am

1.1.1781 eingerichtet und reichte letztendlich von Amerika über Grönland bis zum Ural, von Skandinavien bis zum Mittelmeer. Es umfaßte 39 Stationen, eine davon war von Anfang an der Hohenpeißenberg, so daß dieses Datum die Geburtsstunde des Observatoriums ist.

Sekretär der Gesellschaft wurde der Mannheimer Hofkaplan und Physiker Johann Jakob Hemmer, ein außerordentlich begabter und weitsichtiger Wissenschaftler und Organisator. Hemmer war der spiritus rector der Gesellschaft und ihres internationalen Beobachtungsnetzes. Dieses Netz arbeitete nach modernen Gesichtspunkten. Es wurden einheitliche Instrumente verwendet, die in Mannheim gefertigt wurden, die komplizierteren in Augsburg bei Brander. Es wurde eine einheitliche Beobachteranleitung benutzt, die Hemmer selbst geschrieben hatte. Hemmer setzte auch einheitliche Beobachtungstermine nach mittlerer Ortszeit durch, und zwar 7, 14 und 21 Uhr, die sogenannten „Mannheimer Stunden“, mit denen sich die Tagesmitteltemperatur recht genau berechnen läßt und die heute noch im Klimadienst verwendet werden. Schließlich sorgte er für die rasche und einheitliche Veröffentlichung der Beobachtungen in den „Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae“. Zum ersten Male wurden damit meteorologische Beobachtungen verschiedener Stationen wirklich vergleichbar, und die von Hemmer eingeführten o.g. vier Grundvoraussetzungen für ein Beobachtungsnetz gelten auch heute noch. – Im Jahre 1820 führte Brandes in Leipzig die ersten synoptischen Untersuchungen mit den Daten der Societas Meteorologica Palatina durch.

In München schuf Karl Theodor in der dortigen Akademie eine Abteilung für Meteorologie und bestimmte, daß statt der liegengelassenen Pläne für ein astronomisches Observatorium wegen der dafür günstigen Lage auf dem Hohenpeißenberg ein meteorologisches Observatorium einzurichten sei, das, wie bereits erwähnt, in das geplante Netz der Pfälzischen Gesellschaft eingliedert wurde. Im Herbst 1780 kam Hemmer nach Rottenbuch, um den dortigen Professor Fischer zu instruieren und die Instrumente auf dem Hohenpeißenberg aufzustellen. Er brachte auch den ersten Blitzableiter an der Kirche an. (Hemmer hat den Blitzableiter in Europa eingeführt.)

Professor Fischer siedelte zum Hohenpeißenberg über und begann am 1.1.1781 mit den Beobachtungen. Neben den meteorologischen wurden auch erdmagnetische Messungen und phänologische Beobachtungen durchgeführt. Wegen einer Berufung nach München als Professor für Physik und Mathematik mußte er die Beobachtungstätigkeit bereits im Oktober 1781 aufgeben. Bis 1785 waren zwei weitere Augustiner Chorherren tätig, Guarinus Schlögl und Herkulan Schwaiger. Anfang 1785 wurde der Chorherr Albin Schwaiger berufen, der nun mehr als 10 Jahre, nämlich bis Mitte 1796, auf dem Hohenpeißenberg tätig war. – Er veröffentlichte 1792 die erste Klimatologie des Hohenpeißenbergs unter dem Titel „Versuch einer meteorologischen Beschreibung des hohen Peißenbergs als eine nötige Beylage zu

dessen Prospektskarte“, wobei er die Beobachtungen von 1781 – 1791 verwendete. Er hatte während seiner Tätigkeit auf dem Hohenpeißenberg tiefgreifende und der Zeit weit vorausseilende Erkenntnisse gewonnen und schreibt u.a.: „Freylich scheint es bey dem ersten Anblicke so vieler und mannigfaltiger Erscheinungen, die sich in der Atmosphäre ereignen, unmöglich zu seyn, jemals in diesem Labyrinth einen Ausgang zu finden; unglaublich, bey so vielen Kräften in der Natur, die sich so mannigfaltig verändern, und unter unendlich verschiedenen Umständen wirken, eine Wahrheit oder Regel festsetzen zu können“. Er kommt dann zu dem Schluß, daß, wenn man erst einmal viele Beobachtungen habe und genügend verglichen und geforscht habe, man „es in der Folge der Zeit so weit bringen (würde), daß man die Hauptveränderungen der Witterung mit Zuverlässigkeit und einer physischen Gewißheit voraussagen und bestimmen kann“. Er hatte des weiteren die Erkenntnis, daß ein zehnjähriger Beobachtungszeitraum lange nicht hinreichend sei, das Klima eines Ortes richtig zu beschreiben.

Die Station befand sich (bis 1936!) in einem Zimmer im 2. Stock an der Nordseite des Priesterwohnhauses, in dem sich u.a. Quecksilberbarometer, Deklinatorium und Inklinatorium befanden. Vor einem Flurfenster war eine Fensterhütte angebracht, die Thermometer und Hygrometer enthielt. Auf der Plattform über dem Dach des Wohnhauses befanden sich u.a. ein Regenschirm mit quadratischer Auffangfläche, ein Schneemesser und eine Windfahne. Wegen der Aufstellung auf dem Dach sind die Niederschlagsmessungen aus dieser Zeit leider nicht verwertbar.

Im Jahre 1790 starb Hemmer, und damit die treibende und integrierende Kraft der Societas Meteorologica Palatina. Die Zahl der Stationen wurde von Jahr zu Jahr geringer. Zwar konnte sein Nachfolger Güthe noch bis zum Jahr 1795 die Ephemeriden herausgeben, so daß schließlich 12 Bände der Jahre 1781 – 92 vorlagen, doch brachte die kritische Finanzlage des Kurfürsten die wissenschaftlichen Aktivitäten zum Erliegen. Während der Belagerung Mannheims im französischen Revolutionskrieg wurde das Schloß 1795 durch österreichische Artillerie beschossen und das sogenannte physikalische Kabinett zerstört. Dies war auch das endgültige Ende der Societas Meteorologica Palatina.

4 Ende der Societas Meteorologica Palatina bis zur Säkularisation, 1795 – 1803

Nach Auflösung der Mannheimer Gesellschaft entschlossen sich Albin Schwaiger und der Probst des Rottenbacher Stifts, Ambrosius Mösner, trotz fehlender Mittel die Beobachtungen weiterzuführen. Ihr wissenschaftliches Interesse gab hierfür den Ausschlag. Schwaigers Nachfolger (Schwaiger wurde als Pfarrvikar nach Oberammergau versetzt) wurde 1796 der Chorherr Gelasius Karner. Er führte bis 1804 die Beobachtungen und Berichte gewissenhaft weiter, obwohl die Münchener Akademie kein Interesse daran zeigte.

5 Übergangszeit, 1803 – 1806

Während der Säkularisation wurden das Stift Rottenbuch und die Wallfahrt auf dem Hohenpeißenberg enteignet, der Konvent der Chorherren aufgelöst. Zwei der Chorherren durften auf dem Berg bleiben: Karner für das Observatorium, Primus Koch als Seelsorger und Lehrer der Schule. Beide erhielten eine kärgliche Pension, nagten als hochgebildete Theologen und Wissenschaftler quasi am Hungertuche und mußten die Ausgaben für das Observatorium, sogar Papier wurde nicht zur Verfügung gestellt, selbst tragen. Die Regierung zeigte keinerlei Interesse für Kirche, Schule und Observatorium. Unter diesen Bedingungen und wegen einer Magenerkrankung gab 1804 Karner auf und verließ den Hohenpeißenberg. Nun war Koch auf sich allein gestellt. Unter kärglichsten Bedingungen beobachtete er unermüdlich weiter, getrieben von dem Bewußtsein, daß die vorangegangenen mehr als 20 Jahre sorgfältigster ununterbrochener Beobachtungen nicht umsonst gewesen sein sollten. Er machte Eingaben an die Akademie der Wissenschaften und an die Königlich Bayerische Landesdirektion und legte seine Sorgen um den Fortbestand des Observatoriums dar. – Im Jahre 1805 war ihm ein Teilerfolg beschieden, auf dem Berg wurde von der Regierung eine Pfarrei Hohenpeißenberg genehmigt, Koch wurde der erste Pfarrer. Er führte die Beobachtungen weiter wie auch die Bemühungen, den Hohenpeißenberg als Observatorium zu erhalten.

6 Beobachtungen durch Pfarrer und Lehrer, 1806 – 1936

Endlich übernahm 1806 die Bayerische Akademie der Wissenschaften in München die Verpflichtung, für die Weiterführung des Observatoriums zu sorgen. Der Pfarrer, also Koch, wurde zum Observator ernannt, der Lehrer sollte jeweils sein Gehilfe bzw. 2. Observator sein. Um die Angelegenheit voranzutreiben, überrumpelte Koch die Behörden in München und stellte Johann Georg Schmautz als Schulgehilfen und 2. Observator an; er wurde dann auch als Lehrer anerkannt. Auf eine Vergütung für die Beobachtertätigkeit mußten sie allerdings noch lange warten; erst 1809 wurde verfügt, daß „dem Pfarrer Primus Koch, so lange er die dortigen meteorologischen Observationen fortsetzt, jährlich 20 Klafter halb harten, halb weichen Holzes, und dem dortigen Schullehrer als seinem Gehilfen dieses Instituts jährlich 5 Klafter weichen Holzes...bewilligt werden“. Also eine Vergütung in Naturalien! Koch verrichtete seine Dienste bis zu seinem Tode 1812. Schmautz war 2. Observator bis 1848 und ging seinen Beobachterpflichten noch als fast Neunzigjähriger nach!

Die Regelung, Pfarrer = 1. Observator, Lehrer = 2. Observator wurde beibehalten und hat sich bis 1936, also 130 Jahre lang, bewährt! – 1838 wurde die Station der Sternwarte München unterstellt. Zu erwähnen sei hier vor allem J. von Lamont, der sich besonders um den Hohenpeißenberg kümmerte und die gewonnenen Daten bearbeitete.

1878 wurde in München die Meteorologische Zentralstation, die spätere Bayerische Landeswetterwarte, gegründet, die ein staatliches Beobachtungsnetz aufbaute und sich zu einem bayerischen Wetterdienst entwickelte. Der Hohenpeißenberg wurde in dieses Netz einbezogen und mit einheitlich eingeführten Instrumenten (fast 100 Jahre nach dem Palatina-Netz!) einer Klimastation ausgerüstet. Ab 17.12.1878 wurde nach deren neuen Instruktionen beobachtet. Um Vergleiche mit der Umgebung anzustellen, wurde 1891-95 in Bad Sulz am Fuße des Hohenpeißenbergs, anschließend in Schongau eine Station eingerichtet. 1901 kam eine Regenstation in Oderding hinzu. Ab 1910 wurden die Beobachtungen am Hohenpeißenberg erweitert und durch die Registrierung von Temperatur, Feuchte und Wind ergänzt. – Die am Observatorium gewonnenen Daten wurden u.a. von J. v. Hann, A. Schmauß und L. Weickmann bearbeitet.

7 Reichswetterdienst, 1934 – 1945

1934 wurde die Station von dem neu gegründeten Reichswetterdienst übernommen, ohne daß sich zunächst viel änderte. Weiterhin waren Pfarrer und Lehrer die Observatoren. Mit der Einrichtung eines Netzes für die Flugsicherung wurden ab 1936 auch synoptische Beobachtungen angestellt. Dies setzte einige Veränderungen voraus: Die Station wurde endlich mit einem hauptamtlichen Beobachter besetzt, sie zog in das ca. 100 m östlich des Pfarrhauses gelegene Berggasthaus um (das übrige Mitte Februar 1990 während eines NW-Sturmes so schwer beschädigt wurde, daß es abgerissen werden mußte), im Pfarrgarten wurde eine Englische Hütte aufgestellt und auf dem Dach des Pfarrhauses ein Böenschreiber und ein Sonnenscheinautograph (1937) installiert. – Die Arbeitsbedingungen wurden wesentlich verbessert, als die Station 1940 ein neu errichtetes Gebäude zusammen mit einer Außenstelle des Flugfunk-Forschungsinstituts Oberpfaffenhofen (FFO) beziehen konnte. Dieses Gebäude liegt am westlichen Ende des Gipfels nur wenige Meter unterhalb der höchsten Erhebung inmitten eines größeren, jetzt zum Observatorium gehörenden Areals.

Das FFO stand unter Leitung von M. Dieckmann. Seit Kriegsbeginn wurden die Forschungsschwerpunkte des Instituts auf kriegswichtige Verfahren gelegt, die militärischer Geheimhaltung unterlagen (Dieckmann 1941). Am Observatorium liegen daher keine Unterlagen mehr zu den Arbeitsgebieten vor, vorhandene wurden wohl seinerzeit von den amerikanischen Truppen beschlagnahmt. Dem in Porz-Wahn befindlichen historischen Archiv der Luftfahrt konnte entnommen werden, daß die Außenstelle Hohenpeißenberg wegen ihrer hohen Lage mit freier Sicht für die Zentimeter- und Dezimeterwellenforschung vorgesehen war; dies findet quasi seine Fortsetzung in der heutigen Wetterradarforschung. Desweiteren wurden die elektrischen Reflexionseigenschaften verschiedener Flugzeugtypen im Hinblick auf ihr Verhalten gegen Flugzeugsuchgeräte untersucht und luftelektrische Messungen durchgeführt

(ZETZMANN 1963). Seitens des Wetterdienstes betrieb auch H. Israel 1944/45 luftelektrische Forschung, er suchte nach Zusammenhängen zur atmosphärischen Turbulenz.

Leiter der synoptischen Station war seit 1944 H. Leiderer. Zum Kriegsende wurde der Berg unter Artilleriebeschuß genommen, angeblich ausgelöst durch ein Licht im Turm des Observatoriums. Andere Quellen nennen als Ursache Widerstandsnester von SS-Truppen um den Berg herum. Das Observatorium wurde nicht getroffen, allerdings die Kirche; weiterer Schaden entstand wohl nicht, lediglich ein Reh wurde getötet, in damaliger Zeit ein willkommenes Zubrot für die Bewohner des Berges.

Mit dem Beschuß wurden ab 28.4.1945 die Beobachtungen lückenhaft und setzten ab 2.5. ganz aus. Die Besetzung des Berges zunächst durch französische, dann durch amerikanische Truppen erfolgte problem- und kampfflos.

8 Interregnum, 1945 – 1946

Zum Kriegsende versah das Ehepaar Leiderer den Beobachtungsdienst. Da die Besatzungsmacht für die Flugsicherung an den Beobachtungen sehr interessiert war, wurde Frau B. Leiderer beauftragt, diese weiterhin durchzuführen. Sie wurden bereits am 14.5. wieder aufgenommen. Frau Leiderer war bis zur Übernahme der Station durch den neu gegründeten Wetterdienst in der US-Zone am 1.4.1946 offiziell als alleinige Beobachterin tätig.

9 Wetterdienst in der US-Zone bis zur Umwandlung in ein Observatorium, 1946 – 1950

Am 1.4.1946 wurde die Station in den „Wetterdienst in der US-Zone“ eingegliedert und dem späteren Wetteramt München unterstellt.

9.1 Zeitraum 1946 – 1947 (H. BICHLMAIER)

Die Leitung hatte zunächst der Wetterdiensttechniker H. Bichlmaier. Die Dienststelle arbeitete als synoptische Station und als Klimastation I. Ordnung. Am 1.8.1946 wurde eine Gewitterbeobachtungs- und Warnstelle eingerichtet, die H. Lueder bis März 1950 leitete. Er arbeitete auch an luftelektrischen Fragestellungen.

9.2 Zeitraum 1947 – 1950 (H. WEICKMANN, F. HÖHNDORF)

Ab April 1947 leitete die Station H. Weickmann. Er spürte die verschollenen Hohenpeißenberger Daten von 1865-1878 im Archiv der Münchener Sternwarte auf, so daß seitdem die Reihe nahezu geschlossen vorliegt. Er untersuchte sie auf Singularitäten in der Temperatur (WEICKMANN 1948). Er führte erste Ozonmessungen durch und beschäftigte sich vor allem mit wolkenphysikalischen Arbeiten, die die Grundlage für seine späteren Untersuchungen in den USA bildeten, wohin er 1949 gegangen war. Durch diese Arbeiten wur-

de H. Weickmann international bekannt. Nach seinem Ausscheiden übernahm F. Höhndorf kommissarisch die Leitung der Station; er befaßte sich mit strömungsphysikalischen Fragen.

10 Hohenpeißenberg als Meteorologisches Observatorium, ab 1950

Im März 1950 wurde die Bergstation in ein Meteorologisches Observatorium umgewandelt und dem Zentralamt des Wetterdienstes in der US-Zone in Bad Kissinger direkt unterstellt, später nach Schaffung des Deutschen Wetterdienstes im Jahre 1952 dem Zentralamt in Offenbach. Wenn auch schon seit 1946 wieder Forschung betrieben wurde, so wurden jetzt Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur wesentlichen Aufgabe. Diese wissenschaftliche Forschung wurde in der Folge und bis heute von Institutionen außerhalb des Wetterdienstes finanziell wesentlich unterstützt, anfangs von amerikanischer Seite, später vor allem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Bundesminister für Forschung und Technologie und der Bayerischen Staatsregierung. Daneben waren – als typische Observatoriumsaufgabe – kontinuierliche Langzeitbeobachtungen durchzuführen, die eine wissenschaftliche Begleitung erfordern. Die Beobachtungstätigkeit einer Wetterstation blieb weiter bestehen, abgesehen von einer vorübergehenden Ausgliederung derselben von 1964 bis 1977. Der Beobachtungsumfang verdichtete sich im Laufe der Zeit sowohl hinsichtlich der Frequenz als auch der Parameter.

10.1 Zeitraum 1950 – 1967 (J. GRUNOW)

Nach der Aufwertung der Dienststelle zu einem Observatorium wurde zunächst ein Forschungsprogramm aufgestellt, wobei der Schwerpunkt bei Strahlungs- und geländeklimatologischen Untersuchungen lag. Weitere Arbeitsgebiete waren die Fortsetzung der Gewitteruntersuchungen, meteorologisch-photographische Studien, Auswertung und Prüfung der Hohenpeißenberger Reihe, Untersuchungen zum Niederschlag sowie anderer den Wasserhaushalt bestimmende Größen sowie das Studium von Eiskristallen.

10.1.1 Strahlungsuntersuchungen

Der Schwerpunkt lag bei der Sonnenscheindauer und bei der Globalstrahlung, zumal hier schon längere Reihen (seit 1937 bzw. 1948) vorlagen. (Von Januar 1948 bis September 1951 wurde für Strahlungsmessungen allerdings der Pyranograph nach Robitzsch eingesetzt, erst danach das Pyranometer nach Moll-Gorczynski.) Es wurde eine umfangreiche klimatologische Untersuchung mit Durchschnitts- und Häufigkeitswerten durchgeführt; Vergleiche mit anderen Stationen zeigen, daß sich im Jahres- und Tagesgang durch die Höhenlage im Alpenvorland bedingte Besonderheiten ergeben. Es wurden Beziehungen zur Himmelsbedeckung, zur Großwetterlage und zum Niederschlag bestimmt. Als Beispiel ist der Jahresgang der Sonnenscheindauer für

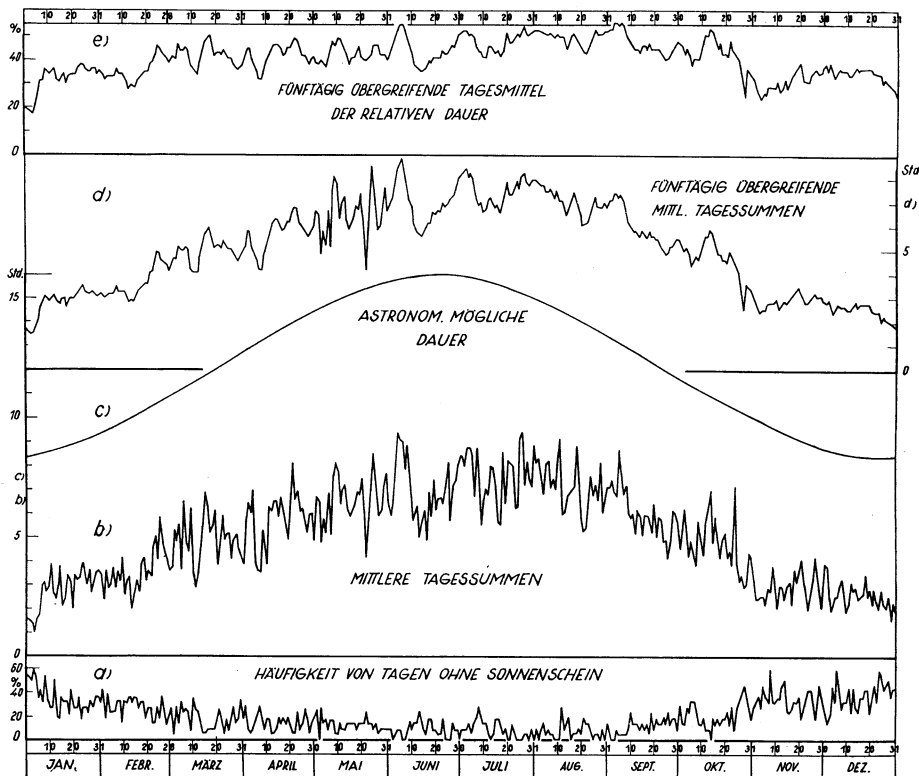


Bild 1: Jahresgang der Sonnenscheindauer nach mittleren Tagessummen (1937 – 1959)
Aus: GRUNOW 1962

1937-59 in Bild 1 wiedergegeben (GRUNOW 1962). Auf zwei Singularitäten sei hier hingewiesen: Einmal der Abfall am Jahresende bis zu dem absoluten Minimum am 3. Januar. Diese Sonnenscheindepression geht einher mit dem den Hochwinter einleitenden Kälterückfall, der von einem Häufigkeitsmaximum zyklonaler Ost- und Nordost-Lagen begleitet ist und Staubewölkung am Alpenrand bedingt. Dies ist in Übereinstimmung mit dem 50jährigen Häufigkeitskalender der Nebelfrostablagerungen auf dem Hohenpeißenberg (Maximum in der ersten Januarpentade). Eine weitere markante Singularität ist durch den Einbruch des europäischen Sommermonsuns bedingt. Im 5tägig übergreifenden Mittel ergibt sich ein Minimum Mitte Juni und ein zweites in der 2. Julipentade. Diese regenreichen und wechselhaften Witterungsabschnitte zeigen sich auch bei Temperatur, Bewölkung, Niederschlag und, wie die späteren Messungen zeigen, bei der Globalstrahlung. Die Vergleiche zur Temperatur wurden nach Untersuchungen von H. WEICKMANN (1948) angestellt, später berechnete Pentadenwerte der Lufttemperatur (ANIOL 1981) bestätigen diese Singularität eindrucksvoll (Bild 2).

Es wurden auch Beziehungen zwischen relativer Sonnenscheindauer und Tagessummen der Globalstrahlung untersucht und frühere Arbeiten von Ångström kritisch gewertet. Dies war sehr wichtig, da allgemein Sonnenscheinreihen länger und häufiger sind als Reihen der Globalstrahlung. 1953 wurde auch die Messung der diffusen Himmelsstrahlung aufgenommen, woran sich Arbeiten zum Anteil von direkter Sonnenstrahlung und diffuser Himmelsstrahlung an der Globalstrahlung mit Rückschlüssen auf die Trübung anschlossen. Die Global- und Himmelsstrahlung ist auch bei verschiedenen Hangneigungen sowie spektral gemessen worden, des-

weiteren die lang- und kurzwellige Strahlungsbilanz. Diese speziellen Messungen wurden besonders im Jahr der ruhigen Sonne und im Internationalen Geophysikalischen Jahr durchgeführt.

Da am Observatorium in Hamburg ein Schwerpunkt Strahlung eingerichtet war, wurden die Untersuchungen am Hohenpeißenberg später beendet, die kontinuierlichen Messungen von Global- und Himmelsstrahlung jedoch weitergeführt und in das Strahlungsmeßnetz eingebracht.

10.1.2 Geländeklimatologische Untersuchungen

Der Hohenpeißenberg mit seinen etwa mit 30° nach Norden und Süden geneigten Hängen ist für geländeklimatologische Untersuchungen gut geeignet; sie sind wichtig für Betrachtungen des Wärme- und Wasserhaushalts. Wie bereits im vorigen Kapitel angesprochen, wurden Strahlungsmessungen an geneigten, etwa dem Hang angepaßten Flächen durchgeführt, wobei zunächst die Eignung der eingesetzten Robitzsch-Strahlungsschreiber untersucht wurde. Es ergab sich u.a., daß für den Nordhang die diffuse Strahlung von wesentlicher Bedeutung ist. – Parallel hierzu wurden Messungen der Erdbodentemperaturen von 2 bis 100 cm Tiefe angestellt, die die Bevorzugung des Südhangs insbesondere in den Übergangsmo-naten und die Benachteiligung des Nordhangs im Sommer zeigen. Für den Wärmehaushalt ist natürlich von Wichtigkeit die unterschiedliche Schneebedeckung im Winter sowie die durch höheren Niederschlag und geringere Verdunstung an der Nordseite bedingte höhere Bodenfeuchte, d. h. die Wärmeleitfähigkeit ist dort höher. Dies alles hat Auswirkungen auf die Vegetation, was durch phänologische Beobachtungen belegt wurde (GRUNOW 1951).

Der Niederschlag wurde mit hangparallelen Auffangflächen sowie in den Boden versenkten hangparallelen Regenmessern bestimmt. Bei den hangparallelen Auffangflächen entspricht die Horizontalprojektion der Einheitsfläche (200 qcm). Dies ist sinnvoll, da bei jeder kartographischen Niederschlagsdarstellung im geneigten Gelände die entsprechende Horizontalprojektion als Bezugsfläche gilt. Ein Ergebnis war, daß am Nordhang (Luvhang) mit der hangparallelen Fläche 115%, am Südhang (Leehang) nur 94 % der mit üblichen Geräten gemessenen Menge erhalten wurde. Der Luvhang hat – wie zu erwarten – mehr Niederschlag als der Lee- hang, während bei normalen Geräten der Lee- hang mehr Niederschlag zeigt. Hier zeigt sich, wie diffizil die Regenmessung ist und wie stark sie von der Aufstellung des Meßgeräts – und unter anderem auch vom Wind – abhängig ist. – Vergleichende Messungen wurden auch am Nebelhorn, im Ammergebirge und am Patscherkofel durchgeführt. – In Bild 3 ist ein kleiner Teil des Meßfeldes (im Jahre 1957) mit verschiedenen Niederschlagsmessern wiedergegeben.

Grundlegende Untersuchungen fanden über den Nebelniederschlag statt, der große Bedeutung für den Wasserhaushalt haben kann (GRUNOW 1952 b, GRUNOW 1955). In bestimmten Gebieten der Erde, z.B. an der Küste Namibias, der der kalte Benguelastrom vorgelagert ist, bildet Nebel nahezu die einzige Niederschlagsquelle. Auch im Gebirge, abhängig von Gelände und Bewuchs, ist er ein wesentlicher Beitrag zum Niederschlag. Die seinerzeitigen Untersuchungen am Hohenpeißenberg haben in jüngster Zeit wieder große Bedeutung erlangt für die am Observatorium Hamburg unternommenen Arbeiten über die Nebelinhaltsstoffe (WINKLER und PAHL 1993).

Es wurde ein Drahtzylinder von 200 qcm Querschnittsprojektion als Nebelfänger auf einen normalen Regenmesser aufgesetzt (Bild 4). Er kann als wohldefinierter Ablagerungskörper angesehen werden, der unabhängig von der Anströmrichtung ist. Wenn kein Nebel herrscht, mißt der Regenmesser mit Nebelfänger bei starkem Wind (Bft => 4) praktisch das Gleiche wie der normale

Regenmesser, bei schwachem Wind etwas weniger (93%). Bei Regen mit Nebel (also Berg in Wolken) wurden in einem Sommer (Mai-September 1951) 147% im Vergleich zum normalen Regenmesser beobachtet. Für den gesamten Zeitraum brachte der Nebelfänger ein Plus von 25%. Erwähnt werden sollte eine 7tägige Nebelperiode, die beim Nebelfänger 32,4 mm Niederschlag brachte, beim Hellmann ohne Aufsatz 0,9 mm. Da im Gebirge Nebel häufig ist und sich dann an Bäumen, aber auch an Gras erhebliche Wassermengen absetzen, ist der erhöhte Eintrag von Schadstoffen nicht nur durch die erhöhte Schadstoffkonzentration im Nebel bedingt, sondern auch durch die erhöhte Niederschlagsrate, die vom Niederschlagsmeßnetz nicht erfaßt wird. – Andererseits wird bei Regen ohne Nebel in den Bäumen Wasser zurückgehalten (Interzeption, auch hierzu wurden am Hohenpeißenberg Untersuchungen angestellt), was sowohl im Flachland als auch im Gebirge eine Rolle spielt, während in Mitteleuropa im Flachland der Nebelniederschlag von untergeordneter Bedeutung ist. – Es wurden Vergleichsmessungen am Nord- (Luv-) und Süd- (Lee-) hang durchgeführt. Auch großräumige Vergleiche fanden statt; so wurden Nebelfänger auf 7 deutschen Bergen (darunter Nebelhorn, wo sich im Sommer 1952 ein Plus von 89% zeigte), an der Nordseeküste (praktisch kein Effekt) und auf dem Tafelberg bei Kapstadt installiert. In dieser Frage ergab sich auch eine Zusammenarbeit mit dem jugoslawischen Wetterdienst.

Der Nebelniederschlag nimmt mit der Höhe zu, da die Nebelhäufigkeit mit der Höhe zunimmt, um in größeren Höhen wieder abzunehmen (sehr hohe Lagen nicht so häufig in Wolken wie tiefere). Natürlich spielt auch die Vertikalverteilung des Flüssigwassergehalts in der Wolke eine Rolle. Verständlich ist auch der starke Jahresgang mit einem Maximum im Winter (GRUNOW 1952 b, GRUNOW und TOLLNER 1969).

Zu den geländeklimatologischen Arbeiten müssen auch Messungen der Verdunstung gerechnet werden.

10.1.3 Sonstiges

Weitere wissenschaftliche Arbeiten am Observatorium waren u.a. dem Wärme- und Wasserhaushalt sowie der Entwicklung und Erprobung von Meßverfahren gewidmet. So wurden ergänzend zum Nebelniederschlag Nebelfrostablagerungen untersucht und Nebeltropfenspektren bestimmt. Gemessen wurde auch der Wassergehalt von Schneedecken (GRUNOW 1952 a). Regelmäßige Aufnahmen von Schneedichteprofilen gaben Aufschluß über den Auf- und Abbau einer Schneedecke. Aus den Bestandsänderungen des Wassergehalts wurden Werte für die einzelnen Zuwachs- und Verlustposten des Wasserhaushalts einer Schneedecke abgeleitet. Als Zuwachs sind der freie Niederschlag, abgesetzter Niederschlag (Nebelfrostablagerung) und Kondensation zu nennen, als Verlust Verdunstung und durch Schmelzen bedingtes Sickerwasser. Triebschnee kann sowohl positiv als auch negativ zur Bilanz beitragen. Zur Bestimmung des Sickerwassers wurde eine Meßanord-

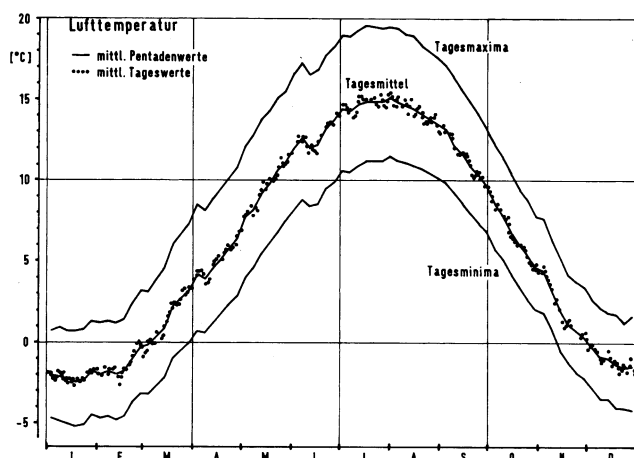


Bild 2: Jahresgang der Lufttemperatur nach mittleren Tages- und Pentadenwerten sowie für mittlere Tagesmaxima und-minima (1879 – 1978) Aus: ANIOL 1981

nung entwickelt. – Im weiteren Verlauf wurde die Abschwächung von Gammastrahlung eines radioaktiven Isotops (Cs137) zur Bestimmung des Wassergehalts benutzt.

Ausgedehnt waren auch die Untersuchungen zur Erfassung und Darstellung von Schneekristallen, aus deren Formen man bei stereomikroskopischer Betrachtung Rückschlüsse auf aerologische Zustände gewinnen konnte. Unter Beachtung der Wachstumsrate und der Fallgeschwindigkeit war die Rekonstruktion von Höhengschnitten der Temperatur und der Feuchte mit hinreichender Genauigkeit möglich (indirekte Aerologie). Dabei war eine Klassifizierung von Reifkristallen (Bild 5) und deren Abhängigkeit vom Temperatur-Feuchte-Milieu vorausgegangen.

Erste Ansätze zur Behandlung von Umweltfragen ergaben sich bereits 1956 bei der Aufstellung eines Sammelgeräts für Regenwasser der Universität Uppsala im Rahmen internationaler Luft- und Regenwasseruntersuchungen, wobei pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und die Konzentration diverser Inhaltsstoffe bestimmt wurden. Diese Messungen wurden in gleicher Form Ende der achtziger, Anfang der neunziger Jahre in Zusammenarbeit mit dem Landesumweltamt Baden-Württemberg, Karlsruhe, wiederholt.

Von großem Interesse ist die Frage, ob die Verlagerung der Station vom Pfarrhaus (Fensterhütte) zum heutigen Observatorium (Meßfeld) insbesondere auf die Tempe-



Bild 3: Teilansicht des Meßfeldes, im Hintergrund das Observatoriumsgebäude, über dem Turm ein Fesselballon. Aufnahme aus dem Jahre 1957.

raturmessung Einfluß hatte, d.h. ob die Reihe zu diesem Zeitpunkt eine Verwerfung aufweist. Aus diesem Grunde wurden zweijährige Parallelbeobachtungen in der wieder installierten Fensterhütte bewerkstelligt (HOMMEL 1952). Die einzelnen Monatsmittel der Temperatur ergaben keine wesentlichen Abweichungen, sie lagen zwischen 0,0 und 0,4, im zweijährigen Mittel zwischen 0,0 und 0,3°, so daß sich Reduktionswerte angeben ließen. Im Jahresdurchschnitt beider Jahre betragen die Abweichungen -0,05 bzw. -0,09°. Auch die Reihen von Luftdruck, Luftfeuchte und Wind konnten aneinander angeschlossen werden. Beim Niederschlag war dies allerdings wegen des mehrfachen Wechsels von Instrumenten und Aufstellung nicht einwandfrei möglich. – Desweiteren wurde die gesamte Temperaturreihe ausführlich bearbeitet, wobei sich nur um 1810 einige Inhomogenitäten ergaben. Probleme bestanden auch darin, daß von 1879 bis 1900 leider nicht die „Mannheimer Stunden“ benutzt worden waren (GREBE 1957).

Weitere Arbeiten galten der Erprobung und Entwicklung von Instrumenten. Kurz erwähnt werden sollen Versuche zur Verminderung des Windeinflusses bei der Niederschlagsmessung (z.B. Streifenschirm nach Woelfle), Erprobung und Einsatz von Tropfenbildschreibern zur Bestimmung von Tropfenspektren, Entwicklung eines Geräts zur Messung der Niederschlagsintensität mit Hilfe der Abtropfmethode, die eine zeitliche Auflösung von 1 Minute gestattet (sog. Ombrometer), und die Entwicklung eines Niederschlagsdauergebers.

Gegen Ende des Zeitraums wurden im Rahmen des Jahres der ruhigen Sonne aerologische Messungen mit einer Hypsometersonde, die in großen Höhen eine genauere Luftdruckmessung ermöglicht, aufgenommen, 1. Versuchsaufstiege zur Messung des vertikalen Ozonprofils mit der Regener-Sonde durchgeführt und die später operationell eingesetzte Brewer-Mast-Sonde erprobt.

Es wurde ein neues Forschungsprojekt „Verbesserung der Grundlagen für die Abfluvvorhersage durch Verwendung eines spezifischen Wettarradargeräts mit dem Ziel, Niederschlagsverteilung und Intensität rasch zu erfassen“ begonnen. Hierbei sollten neue Verfahren der Niederschlagsmessung eingeführt und erprobt werden. Zu diesem Zweck wurde ein 3-cm-Radar (X-Band) installiert.

1963/64 wurden auf Sardinien Raketenanstiege zur Messung von Temperatur und Wind in Stratosphäre und Mesosphäre ins Werk gesetzt. Begonnen wurden auch Messungen der langwelligen Strahlung vom Flugzeug aus zur Bestimmung der Oberflächentemperatur.

10.2 Zeitraum nach 1967

Im Jahre 1967 übernahmen W. ATTMANNSPACHER, 1986 K. WEGE und 1993 P. WINKLER die Leitung des Observatoriums. Die Ergebnisse der seit 1967 durchgeführten Forschungsarbeiten werden in diesem Heft zum



Bild 4: Nebelfänger am Nordhang

Teil beschrieben, so daß hier auf eine Darstellung dieses Zeitraums verzichtet wird, zumal der Umfang dieses historischen Abrisses vorgegeben war. Hier soll daher nur eine kurze Zusammenfassung angefügt werden:

Gegen Ende der „GRUNOW-Zeit“ waren zwei neue Arbeitsgebiete in Angriff genommen worden, nämlich Radarmeteorologie und Struktur der Atmosphäre, wobei die Messung des Ozongehalts der Atmosphäre und diesbezügliche Forschungsarbeiten infolge der Ozonproblematik sich im Laufe der Jahre immer mehr ausweiteten. All diese Aufgaben beanspruchten so viel Arbeitskapazität, daß die vorherigen Forschungen vielfach aufgegeben werden mußten. Beibehalten wurden die Untersuchungen zur zeitlichen und räumlichen Niederschlagsstruktur. In den ersten Jahren wurden noch Fernmessungen mittels Infrarotradiometer vom Flugzeug aus durchgeführt. Aufgaben hierbei waren: Bestimmung der Wasseroberflächentemperaturen von Binnenseen und der Nord- und Ostsee, der Temperaturen bewachsener Böden, der Wärmebelastung der Saar durch Industrieabwässer sowie die Verfolgung nächtlicher Kaltluftflüsse am Taunus.

Bei der Radarmeteorologie nahm die Planung, Installation und Inbetriebnahme eines Radarverbundsystems in Deutschland einen breiten Raum ein (RIEDL 1990). Nur ganz allmählich konnte das Observatorium nach Installation der ersten Radaranlagen (München, Frank-

furt, Hamburg) von diesen Aufgaben etwas entlastet werden. Parallel dazu erfolgte 1988 der Aufbau eines Dopplerradars beim Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg.

Beim Ozon fanden sich die ersten Anhaltspunkte für Trends im Jahre 1984 mit einer Zunahme in der Troposphäre und einer Abnahme in der Stratosphäre (ATTMANNSPACHER et al. 1984). Die Signifikanz dieser Trends konnte 1988 erstmals nachgewiesen und die Trends quantifiziert werden (WEGE et al. 1989). – Eine wesentliche Erweiterung der Meßmöglichkeiten ergaben sich durch den Aufbau eines Ozonlidars (Inbetriebnahme 1987), mit dem das Ozonprofil zwischen 15 und 50 km Höhe bestimmt werden kann (WEGE und CLAUDE 1988).

1992 fiel die Entscheidung, daß das Observatorium im Rahmen des internationalen „Global Atmosphere Watch“-Programms (GAW) zu einer Globalstation ausgebaut werden soll. Diese Globalstation wird zusammen mit dem Umweltbundesamt am Hohenpeißenberg und an der Zugspitze aufgebaut.

11 Anmerkungen und Danksagung

Für die Zeitspanne bis zum 2. Weltkrieg wurde im wesentlichen auf die z.T. sehr ausführlichen Darstellungen von SCHWAIGER(1792), GRUNOW (1957), CAPPEL (1980), GOLDNER und BAHNMÜLLER (1980), MOIS (1980) sowie ATTMANNSPACHER und MOIS (1981) zurückgegriffen. Für die Kriegszeit, während der eine Außenstelle der FFO auf dem Hohenpeißenberg beheimatet war, lagen wegen der Geheimhaltung und/oder wegen der Beschlagnahme durch die US-Ar-

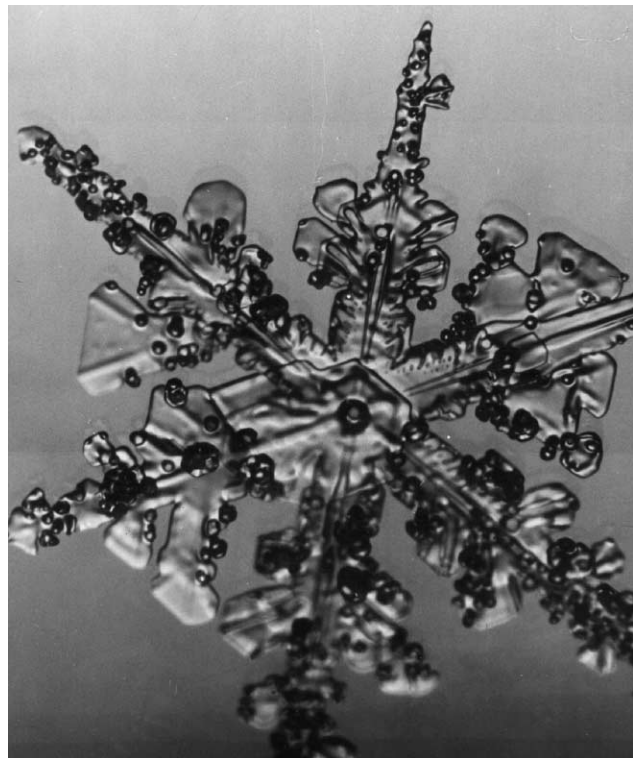


Bild 5: Rauhreifkristall

mee keine Unterlagen mehr vor. Hier war ich auf Auskünfte ehemaliger Mitarbeiter der FFO bzw. auf das „Historische Archiv der Luftfahrt“ in Porz-Wahn angewiesen. – Benutzt wurden auch die Jahresberichte des Wetterdienstes in der US-Zone und des Deutschen Wetterdienstes.

Für ansonsten schwer zugängliche Informationen danke ich vielmals den Herren W. Leiderer (Germerswang), K.-H. Schmid (Gilching), A. Schroth (Oberpfaffenhofen), F. Trenkle (Freising), Herrn H. Leese (Bonn) für Recherchen im o.g. Archiv. Herr J. Schelle (Hohenpeißenberg) berichtete mir vom Kriegsende und aus der „GRUNOW-Zeit“. Auch hierfür herzlichen Dank!

12 Literatur

- ANIOL, R., 1981: Klima. In: 200 Jahre meteorologische Beobachtungen auf dem Hohenpeißenberg 1781 – 1980. Ber. DWD Nr. 155, S. 12 – 57.
- ATTMANNSPACHER, W., MOIS, J., 1981: Zur Geschichte des Observatoriums Hohenpeißenberg. In: 200 Jahre meteorologische Beobachtungen auf dem Hohenpeißenberg 1781 – 1980. Ber. DWD Nr. 155, S. 1 – 12.
- ATTMANNSPACHER, W., HARTMANNGRUBER, R., LANG, P., 1984: Langzeittendenzen des Ozons der Atmosphäre aufgrund der 1967 begonnenen Ozonmeßreihen am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg. Met. Rsch. 37, S. 193 – 199.
- CAPPEL, A., 1980: Societas Meteorologica Palatina (1780 – 1795). Annalen d. Met. (Neue Folge) Nr. 16, S. 10 – 27.
- DIECKMANN, M., 1941: Die Münchener Institute für Flugfunkforschung. In: Geschichte der Luftfahrtforschung Bd. III, S. 397 – 459.
- GOLDNER, J., BAHNMÜLLER, W., 1980: Bayerische Herzöge, Kurfürsten und Könige. Pannonia Verlag Freilassing.
- GREBE, H., 1957: Temperaturverhältnisse des Observatoriums Hohenpeißenberg. Ber. DWD Nr. 36, S. 10 – 39.
- GRUNOW, J., 1951: Beiträge zum Hangklima. Ber. Wetterdienst in der US-Zone Nr. 35 (Bd. 5), S. 293 – 298.
- GRUNOW, J., 1952 a: Zum Wasserhaushalt einer Schneedecke. Messungen der Schneedichte beim Observatorium Hohenpeißenberg. Ber. Wetterdienst in der US-Zone Nr. 38 (Bd. 6), S. 385 – 393.
- GRUNOW, J., 1952 b: Nebelniederschlag. Ber. Wetterdienst in der US-Zone Nr. 42 (Bd. 7), S. 30 – 34.
- GRUNOW, J., 1955: Der Niederschlag im Bergwald. Forstw. Cbl. 74. Jg., S. 1 – 64.
- GRUNOW, J., 1957: Geschichte des Observatoriums Hohenpeißenberg. Ber. DWD Nr. 36 (Bd. 5), S. 4 – 11.
- GRUNOW, J., 1962: Sonnenschein und Globalstrahlung auf dem Hohenpeißenberg. Ber. DWD Nr. 81 (Bd. 11), S. 1 – 55.
- GRUNOW, J., TOLLNER, H., 1969: Nebelniederschlag im Hochgebirge. Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B, 17, S. 201 – 288.
- HOMMEL, K., 1952: Der Anschluß der alten Hohenpeißenberger Reihe an die Messungen bei der neuen Aufstellung aufgrund zweijähriger Vergleichsablesungen. Ber. Wetterdienst in der US-Zone Nr. 42 (Bd. 7), S. 57 – 62.
- MOIS, J., 1980: Hohenpeißenberg. Informationsschrift des Landkreises Weilheim-Schongau und des Erzbistums München und Freising.
- RIEDL, J., 1990: The Weather Radar Network of the Deutscher Wetterdienst. Progress Report. In: Collier, C. G., Chapuis, M. (Editors): Weather Radar Networking, Seminar on COST Project 73. Kluwer Acad. Publ. Dordrecht, Boston, London, p. 86 – 90.
- SCHWAIGER, A., 1792: Versuch einer meteorologischen Beschreibung des hohen Peißenbergs als eine nötige Beylage zu dessen Prospektskarte. Anton Franz sel. Wittwe, München.
- WEGE, K., CLAUDE, H., 1988: Vertical Ozone Profiles Obtained by Differential Absorption Lidar. WMO Techn. Conf. on Instruments and Methods of Observation (TECO 88), Rep. No. 33, p. 187 – 192, Leipzig.
- WEGE, K., CLAUDE, H., HARTMANNGRUBER, R., 1989: Some Results from 20 Years of Ozone Observations at Hohenpeißenberg. Proceedings of the Quadrennial International Ozone Symposium, Göttingen 1988. A. Deepak Publishing, Hampton, Virginia, p. 109 – 112.
- WEICKMANN, H., 1948: Singularitäten der Temperatur nach den Beobachtungen der Societas Meteorologica Palatina auf dem Hohenpeißenberg. Met. Rsch. 1, S. 517 – 519.
- WINKLER, P., PAHL, S., 1993: Spurenstoffeintrag durch Nebelinterzeption in Schwarzwaldhochlagen. Projektbericht DWD, Met. Obs. Hamburg.
- ZETZMANN, H.J., 1963: Die Drahtlostelegraphische und Luftelektrische Versuchsstation Gräfelting und das Flugfunkforschungsinstitut Oberpfaffenhofen. In: Die Flugfunkforschung im Raume München 1908 – 1962, herausgegeben vom Flugfunk-Forschungsinstitut Oberpfaffenhofen e.V.