

Deutscher Wetterdienst

Meteorologisches

Observatorium



Hohenpeißenberg

Organisation Europa

DWD Offenbach / Bibliothek



B23058808

551.501.9 (430.1-43.6)

06. Nov. 1990

90/5074



90.1306

Inhaltsverzeichnis

Einführung, Geschichtliches	4
Klima am Hohenpeißenberg	9
Organisation	11
Radarmeteorologie und Niederschlagsphysik	13
Ozon	22

Organisation Europa

Abb. 1 Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg



Zur Einführung

"Hohenpeißenberg liegt in Oberbaiern, zur Probstey Raitenbuch gehörig.

"Versuch einer meteorologischen Beschreibung des hohen Peißenbergs als eine nöthige Beilage zu dessen Prospektkarte".

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 erhabnen und romantischen Lage das reizendste 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 Zeilen entstammen der 1792 in München veröffentlichten Schrift von **Albin Schwaiger**, reguliert Chorherr aus dem Stifte Raitenbuch, der churfürstlichen Witterungs-Akademie Mitglieder, und meteorologischen Observatorn:

GEOGRAPHISCHE LAGE DES OBSERVATORIUMS

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 Hohenpeißenberg 989 m über den 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 abfällt.



Abb. 1 Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

Als die am weitesten in die oberbayerische Hochebene vorgeschobene Erhebung im Grenzgebiet zwischen gefalteten und ungefalteten Tertiärschichten des Alpenvorlandes bietet der Hohenpeißenberg einen allseits freien Sichthorizont mit einem Alpenpanorama in einer Breite von nahezu 200 km von den Chiemgauer Bergen bis zu den Allgäuer Alpen.

Geschichte des Observatoriums Hohenpeißenberg

Nach ersten Beobachtungen in den Jahren 1758/59 begannen am 1. Januar 1781 die bis heute weitergeführten meteorologischen Beobachtungen im Rahmen des Stationsnetzes der Societas Meteorologica Palatina, einer vom Kurfürsten Karl Theodor von der Pfalz geförderten Einrichtung. Ihr Beobachtungsnetz umfaßte mit 39 Stationen ein Gebiet, das vom Ural bis Nordamerika und von Grönland bis in den

Mittelmeerraum reichte. Die hiesigen Beobachtungen wurden von den Augustiner Chorherrn des nahegelegenen Klosters Rottenbuch in ihrer Niederlassung auf dem Hohenpeißenberg durchgeführt. Das "Palatina"-Netz hatte bereits einheitliche Beobachteranleitungen und Geräteausrüstungen. Die damals eingeführten "Mannheimer Stunden", 7, 14 und 21 Uhr mittlerer Ortszeit, entsprechen den heute noch üblichen Klimabeobachtungsterminen. Die meteorologischen Instrumente der Station 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 sind in den "Ephemerides Societas Meteorologica Palatinae" veröffentlicht.

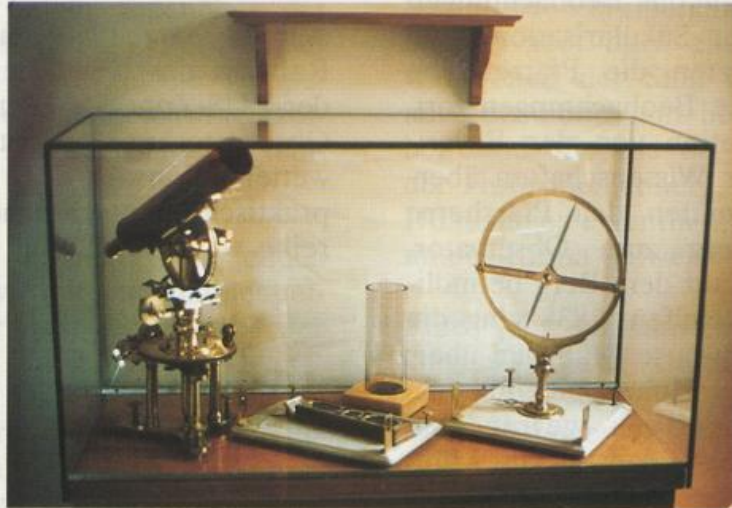


Abb. 2 Einige geophysikalische und meteorologische Meßgeräte aus der Zeit der Societas Meteorologica Palatina

Nach Auflösung der Societas Meteorologica Palatina im Jahre 1793 führten die Augustiner Chorherrn die Beobachtungen von sich aus bis zur Säkularisation 1803 weiter. Danach setzten die Pfarrer von Hohenpeißenberg die Beobachtungen fort. 1806 wurde die Station von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften übernommen; sie bestimmten 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 Hohenpeißenberg in das Stationsnetz der neu gegründeten Meteorologischen Zentralanstalt in München, der späteren Bayerischen Landeswetterwarte, eingegliedert. Schließlich übernahm 1934 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 einer seit 1781 praktisch ununterbrochenen Beobachtungsreihe.

Klima des Hohenpeißenbergs

Alle Bergstationen haben gegenüber der tieferliegenden Umgebung ein eigenes Klima. So sind dort im Mittel die Temperaturen niedriger, die Windgeschwindigkeiten höher und die Niederschläge ergiebiger.

Diese Verhältnisse können sich jedoch umkehren, wenn - wie dies am Hohenpeißenberg im Winter oft geschieht - der Berg oberhalb einer feuchtkalten bodennahen Luftmasse liegt. Diese Temperaturumkehr (Inversion) sorgt dann am Berg für sonniges, warmes und trockenes Wetter, das häufig auch noch von einer hervorragenden Fernsicht begleitet wird. Über dem Flachland lastet dann meist eine dichte Nebeldecke. Bevorzugt in den Übergangsjahreszeiten ist der Hohenpeißenberg aber auch wolkenverhangen, und das mitunter tagelang.

Seine im Voralpenland exponierte Lage bedingt aber auch einige Besonderheiten, von denen der Stau an den Alpen oder auch der Föhn ganz besonders hervorzuheben sind. Gerade der Föhn bewirkt, daß der Hohenpeißenberg, gemessen an seiner Höhenlage, eigentlich ein verhältnismäßig mildes Klima aufweist.

Eine sehr ausführliche Bearbeitung der langen Klimareihe des Hohenpeißenberges findet sich in: "200 Jahre meteorologische Beobachtungen auf dem Hohenpeißenberg 1781 - 1980" (Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 155, 1981). In Abbildung 3 ist die mehr als 200jährige Temperaturreihe wiedergegeben.

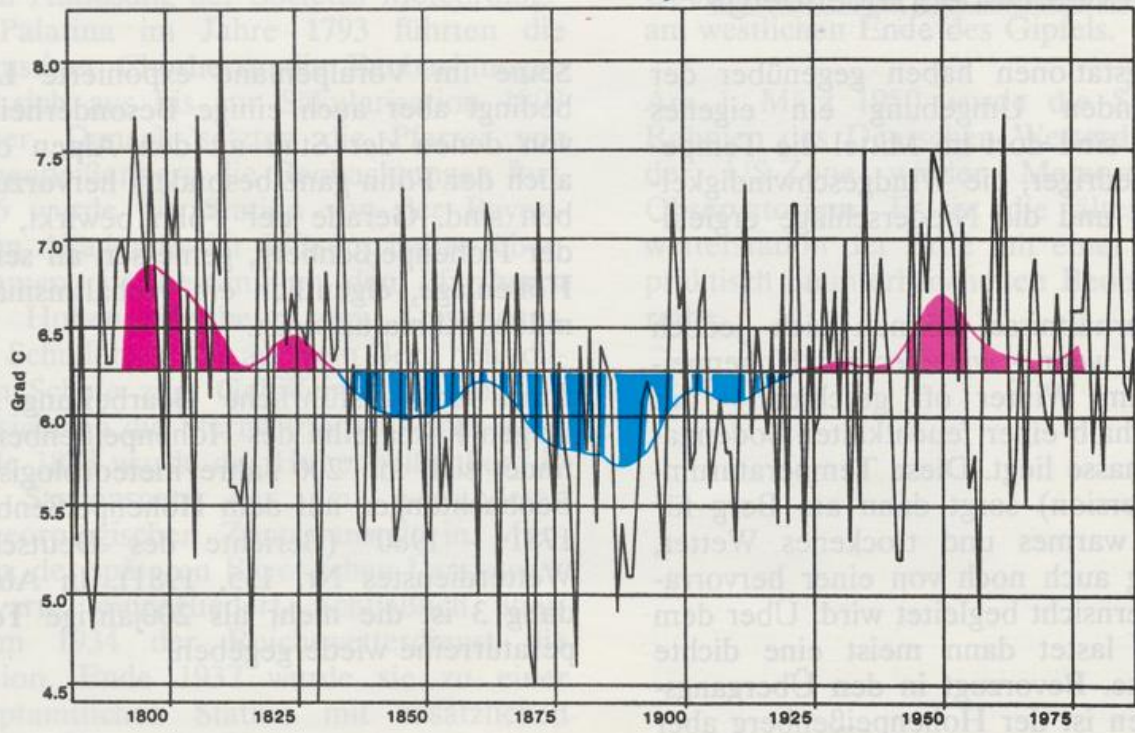


Abb. 3 Langjährige Reihe der Jahresmitteltemperatur auf dem Hohenpeissenberg mit Tiefpaßfilterung über 30 Jahre

Organisation des Meteorologischen Observatoriums

Aufgabe des Observatoriums ist es, neben den Routinewetterbeobachtungen Langzeitmessungen durchzuführen und durch Zweckforschung die wissenschaftlichen und instrumentellen Grundlagen des Deutschen Wetterdienstes zu verbessern. Dies bedingt meßtechnisch und personell einen besonderen Aufwand.

Das Observatorium gliedert sich in zwei Dezernate:

Dezernat 1 beschäftigt sich mit Radarmeteorologie, Niederschlagsphysik und Wetterbeobachtung

Dezernat 2 beschäftigt sich mit der Struktur der Atmosphäre, dem Ozon sowie der Meßtechnik und Datenverarbeitung

Im Sachgebiet "Wetterbeobachtung" werden im täglichen 24-Stunden-Betrieb wie an jeder anderen Wetterbeobachtungsstelle synoptische und klimatologische Beobachtungen (Abb. 4) durchgeführt. Die synoptischen Beobachtungen werden unmittelbar nach ihrer Erstellung über weltweite Wetterfernmeldekanäle verbreitet und können in allen Ländern genutzt werden. Neben den normalen meteorologischen Parametern wird auch die Strahlung gemessen. Das Observatorium ist eine Station im deutschen Strahlungsmeßnetz; die Globalstrahlung, die diffuse Sonnenstrahlung, die erythemwirksame UV-B-Strahlung und die atmosphärische Wärmestrahlung werden erfaßt.



12

Abb. 4 Haupt - Meßfeld des Observatoriums

Das Observatorium ist mit modernsten, zum Teil von Rechnern gesteuerten Meßgeräten ausgestattet. Die Meßwerte werden in eine elektronische Datenerfassungsanlage eingespeist. Zuständig für diese Geräte ist das Sachgebiet "Meßtechnik und Datenverarbeitung", dem eine Werkstatt angegliedert ist.

Eine kleine zusätzliche Gruppe erledigt die Aufgaben der allgemeinen Verwaltung.

FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSAUFGABEN

Die Schwerpunkte der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten liegen bei der Radarmeteorologie und dem Aufbau eines Radarverbundnetzes einerseits und der Erfassung der Ozonkonzentration in der freien Atmosphäre und in Bodennähe andererseits.

Radarmeteorologie und Niederschlagsphysik

Ein sehr wichtiger Parameter in der Meteorologie und der Hydrologie ist der Niederschlag, sei es Regen, Schnee oder auch Hagel. Er ist eine in Zeit und Raum sehr variable Größe. Die konventionelle Niederschlagsmessung ist eine Punktmessung; eine Aussage über die Niederschlagsmenge in einer gewissen Entfernung vom Meßgerät ist unsicher. Mittels mathematischer Verfahren kann zwar eine Interpolation in einem Netz von Niederschlagsmessern vorgenommen werden, um den über eine Fläche verteilten Niederschlag (Flächenniederschlag) zu erhalten, doch befriedigen solche Verfahren wenig. Mit Hilfe des Fernmeßverfahrens Radar kann der Niederschlag flächendeckend besser abgeschätzt werden.

NIEDERSCHLAGSMESSUNG

Am Observatorium wurde ein digitales Niederschlagsmeßsystem (Ombrometer HP, Abb. 5) entwickelt, das Messungen mit hoher zeitlicher Auflösung (1 Minute) gestattet. Das Niederschlagswasser wird über einen Tropfengeber in gleich große Tropfen (0,1 ml) zerlegt, die optoelektronisch gezählt werden. Hiermit können Intensitäten bis 1,5 mm/min (1,5 Liter pro m² und Minute) gemessen werden. Höhere Intensitäten (sie treten in weniger als 1% der Niederschlagszeiten auf) werden mit einer nachgeschalteten Wippe (Kippwaage) bestimmt. Mit diesem Meßfühler kann man auch stärkste Niederschläge erfassen. Der höchste in der hiesigen Gegend bekannte Wert ist 1920 am Bannwaldsee aufgetreten - in 8 Minuten 126 mm Regen.

Die Dauer des Niederschlags - als zweite Größe - wird durch den Niederschlags-

dauergeber auch für sehr schwache Niederschläge auf 30 Sekunden genau ermittelt. Ein sogenannter Niederschlagsmonitor rundet durch Bestimmung von Leitfähigkeit und des pH-Wertes die Niederschlagsmessungen ab.

Als weitere Niederschlagskenngröße ist das Tropfenspektrum, d.h. die jeweilige Anzahl von Tröpfchen verschiedener Größe, zu nennen. In der Funktion ähnlich einem dynamischen Mikrofon bestimmen sogenannte Distrometer aus dem Impuls der Regentropfen deren Masse und Größe. Regentropfendurchmesser liegen im allgemeinen zwischen 0,2 und 7 mm. Bei verschiedenen Wetterlagen sind auch die Verteilungen der Regentropfengrößen verschieden: Landregen ist z.B. kleintropfiger als Kaltfrontregen mit Schauern.



Abb. 5 Innerer Aufbau eines Ombrometers HP

WETTERRADAR

Die von einem Radargerät ausgesandte elektromagnetische Impulsstrahlung wird an den Niederschlagsteilchen zu einem sehr kleinen Teil zurückgestreut, im Radar wieder empfangen, verstärkt und ausgewertet. Die von der Tropfengröße stark abhängige "Radarreflektivität" stellt die eigentliche Meßgröße dar. Das seit 1989 hier in Betrieb befindliche Wetterradar ist ein Dopplerradar (Wellenlänge 5,3 cm) mit einer 3,6-m-Antenne unter dem weißen Radom auf dem Turm des Observatoriums (s. Titelbild). Ein Rechner übernimmt die vollautomatische Steuerung des Radars und bereitet die Daten auf. In 15-Minuten-Zyklen wird die Atmosphäre bis zu einer Entfernung von 230 km und einer Höhe von 12 km abgetastet. Eingeschoben wird alle 5 Minuten ein Umlauf mit niedrigem Höhenwinkel zur Niederschlagsbestimmung bis 100 km Entfernung.

Die Niederschlagsgebiete und andere Größen werden auf Bildschirmen farbig dargestellt.

Am Observatorium wurden die Grundlagen für ein Radarsystem erarbeitet, das die wetterdienstlichen Vorhersagezentralen mit Bild- und Datenmaterial versorgt und über die Entwicklung und Zugrichtung von Niederschlagsgebieten unterrichtet. Zusätzlich erfolgt eine quantitative Niederschlagskartierung (bis 100 km) zur flächenmäßigen Erfassung der Niederschlagshöhe für Klimatologie und Hydrologie.

Das Radarsystem, das dem am Observatorium eingesetzten entspricht, wird auch für ein flächendeckendes Radarverbundnetz verwendet, das seit 1988 in der Bundesrepublik Deutschland aufgebaut wird. Die Radargeräte erzeugen automatisch eine Reihe von Bildprodukten zur Darstellung auf Farbbildschirmen.

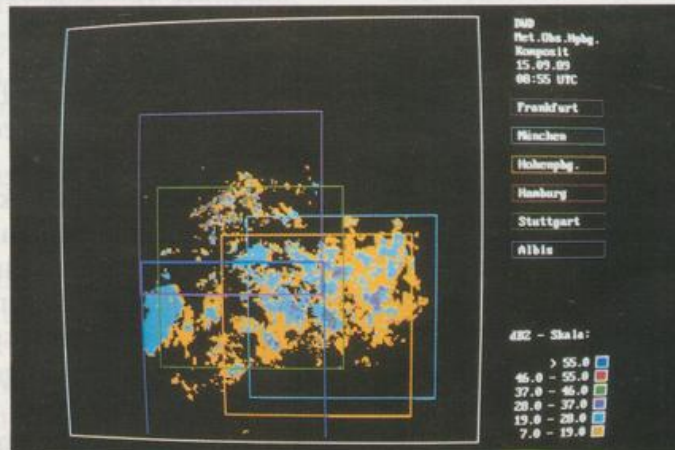


Abb. 9 Großräumige Niederschlagsverteilung im Kompositbild, zusammengesetzt aus Daten der Radarstationen Frankfurt, Stuttgart, München, Hohenpeißberg und Albie bei Zürich

Ozon (O_3) ist die 3atomige Form des Sauerstoffs und ist als Spurengas in der Atmosphäre vorhanden. Der Volumenanteil beträgt nur etwa $3 \times 10^{-5}\%$. Ozon entsteht vorwiegend in 30-50 km Höhe über dem Äquator; von dort wird es polwärts und abwärts transportiert. Die vertikale Ozonverteilung ist auch dafür verantwortlich, daß die untere Atmosphäre in zwei deutlich voneinander getrennte Schichten eingeteilt werden kann. In der Troposphäre, bis etwa 11 km Höhe reichend, nimmt die Temperatur mit zunehmender Höhe ab. In der darüber liegenden Stratosphäre (bis etwa 50 km Höhe) wird hingegen ein Temperaturanstieg mit der Höhe beobachtet, weil Ozon dort Strahlung absorbiert. Diese Temperaturzunahme bedingt einen wesentlich geringeren Vertikalaustausch als in der Troposphäre.

Während Spurengase und Aerosole in der Troposphäre durch verschiedene "Reinigungsmechanismen", wie z.B. Regen, aus der Atmosphäre entfernt und am Erdboden abgelagert werden können, fehlen diese Mechanismen in der Stratosphäre. Aus diesem Grund können reaktionsträge Spurenstoffe dort sehr lange, d.h. mehrere Jahre oder Jahrzehnte verbleiben. Der Hauptanteil des Ozons (ca. 90%) befindet sich in der Stratosphäre, hier belegen langjährige Messungen einen Rückgang von etwa 0,5% pro Jahr. In der Troposphäre wird, wahrscheinlich aufgrund anthropogener Aktivitäten, besonders in Gebieten starker Luftverschmutzung ein deutlicher Anstieg der Ozonkonzentration registriert. Die stratosphärische Ozonabnahme ist gleichfalls auf anthropogene Einflüsse (z.B. Fluorchlorkohlenwasserstoffe) zurückzuführen.

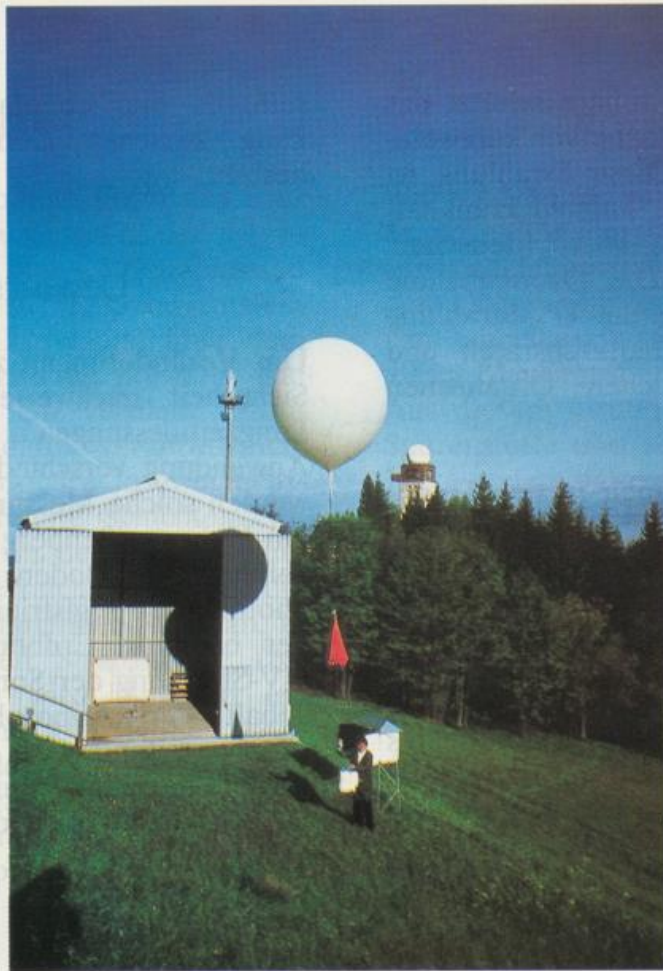
Das Ozon in der Atmosphäre schützt das Leben an der Erdoberfläche vor kurzweiliger Sonnenstrahlung. Diese Strahlung ist biologisch wirksam und führt zu krankhaften Zellveränderungen bei Menschen, Tieren und Pflanzen. Die Ozonabnahme führt zu einer Zunahme der UV-Strahlung und kann steigende Hautkrebsraten und Schädigungen bei etlichen Organismen bewirken.

Hohe Ozonkonzentrationen in der Troposphäre hingegen können zu direkten Schädigungen der Flora führen; von vielen Wissenschaftlern werden sie als eine von verschiedenen Ursachen für das Waldsterben angeführt. Eine Ozonzunahme in der Troposphäre trägt auch zu einer Verstärkung des sogenannten Treibhauseffektes bei, hat also Auswirkungen auf das Klima. Noch klimawirksamer können Änderungen der Ozonverteilung in der Stratosphäre

sein, da hier ebenfalls eine Wechselwirkung zwischen Ozon und Temperatur besteht.

OZONMESSUNGEN

Um Veränderungen zu erkennen und mit Sicherheit nachweisen zu können, sind Langzeitmessungen unabdingbar. Unter Anwendung verschiedenster Meßverfahren werden solche Messungen am Observatorium Hohenpeißenberg kontinuierlich durchgeführt. Am Boden stationierte Spektrophotometer registrieren durch Messung der bis zum Erdboden durchdringenden UV-Strahlung der Sonne den Gesamtzongehalt der Atmosphäre. Die vertikale Ozonverteilung wird durch Ballonsonden sowie neuerdings durch Laser bestimmt. Hinzu kommt noch die Registrierung des Ozons in Bodennähe.



Am Hohenpeißenberg werden bereits seit 1967 regelmäßig Ozonsondierungen durchgeführt. Die ballongetragenen Sonden erreichen Höhen von 30-35 km und messen neben Ozon den Luftdruck, die Temperatur und die Feuchte in der Atmosphäre. Den Start einer solchen Sonde zeigt Abbildung 10. Die Meßergebnisse werden während des Aufstiegs mit Hilfe eines Minisenders zur Bodenstation übertragen. Nach dem Platzen des Ballons schwebt das Sondenpaar an einem Fallschirm zur Erde. Etwa 60% dieser Sonden werden aufgrund des beiliegenden Finderbriefs zurückgeschickt und größtenteils wiederverwendet.

Zur Messung des Gesamt Ozons werden bei Sonnenschein zwei Spektrophotometer eingesetzt, die auf dem Turmbalkon des Observatoriums stehen. Zusätzlich arbeitet seit 1987 am Observatorium ein Laserradargerät (LIDAR), mit dem Ozonprofile

bis 50 km Höhe gemessen werden können. Meßtechnisch bedingt können diese Messungen jedoch nur in klaren Nächten durchgeführt werden. Kurze Impulse ultravioletten Lichts werden senkrecht in die Atmosphäre abgestrahlt. Aus der Intensität des empfangenen rückgestreuten Lichts läßt sich das Ozonprofil berechnen. Die kontinuierliche Registrierung des bodennahen Ozons wurde am Observatorium 1971 begonnen und 1978 auf drei unterschiedliche Meßverfahren erweitert. Im gleichen Zeitraum kamen noch Instrumente zur Messung von Stickoxiden und Schwefeldioxid hinzu.

Abb. 11 Mittlere vertikale Ozonverteilung in den 4 Jahreszeiten

ERGEBNISSE

Einige Ergebnisse dieser Messungen werden hier dargestellt.

Abbildung 11 zeigt die mittlere vertikale Verteilung des Ozons über dem Hohenpeißenberg für die 4 Jahreszeiten. In 20-25 km Höhe befindet sich ein Maximum der Ozonkonzentration. Dieser Bereich wird als Ozonschicht bezeichnet. Der Ozongehalt ist hier fünfmal höher als in den unteren 8 km der Atmosphäre. Der Anteil des Ozons in der Troposphäre am Gesamt Ozon beträgt nur etwa 10%.

Abbildung 12 zeigt im Zeitraum von 1967 - 1988 eine deutliche Ozonabnahme im Bereich des Ozonmaximums (Stratosphäre, oben) und einen Anstieg in der Troposphäre (unten).

Die stärkste Auswirkung auf das Ozon durch anthropogene Einflüsse wird in Höhen um 40 km erwartet. Mit ballongetragenen Sonden kann dieser Bereich kaum erreicht werden. Diese Höhen werden jedoch von den Lidarmessungen erfaßt. Ein Beispiel einer solchen Messung ist in Abbildung 13 dargestellt. Im Vergleich dazu ist auch das Vertikalprofil der Ballonsondierung mit eingetragen.

Die Messungen des bodennahen Ozons zeigen einen deutlichen Tagesgang (Abb. 14) mit einem Maximum am Nachmittag. Im Jahresablauf sind die Sommerwerte deutlich höher als die im Winter.

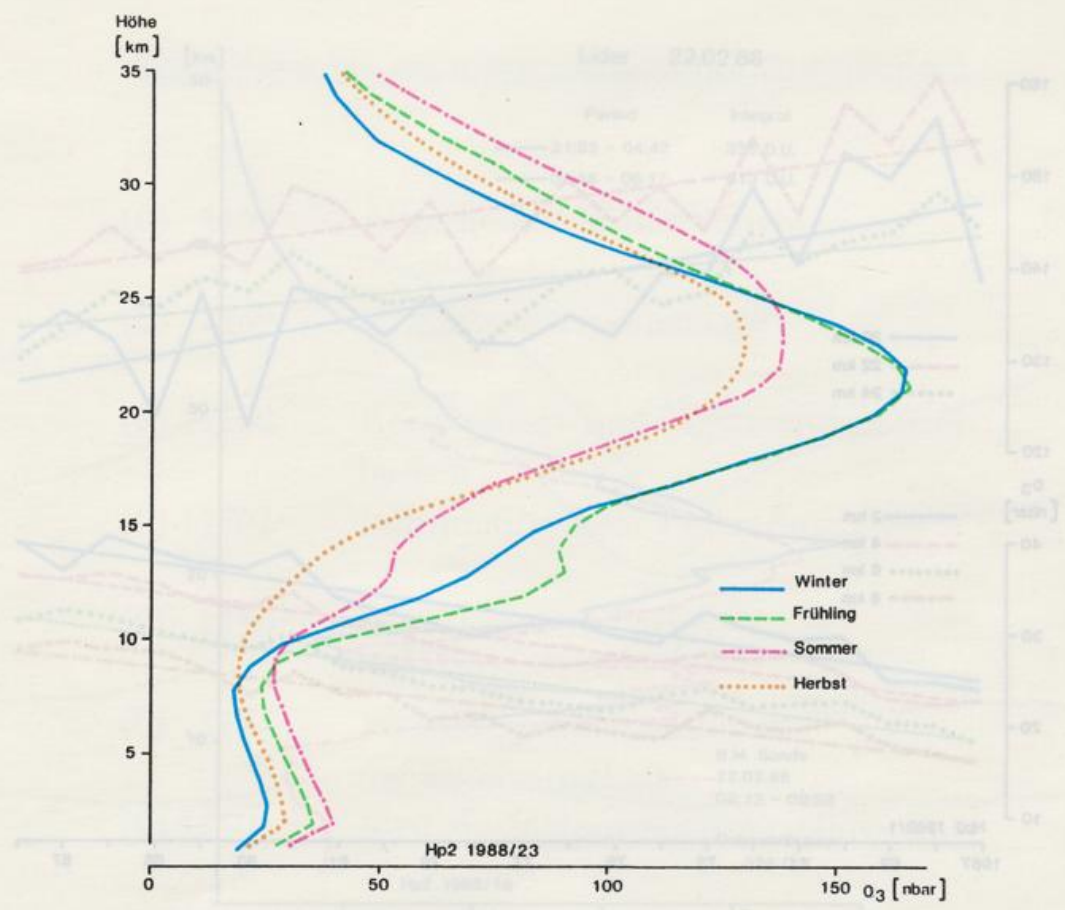


Abb. 11 Mittlere vertikale Ozonverteilung in den 4 Jahreszeiten

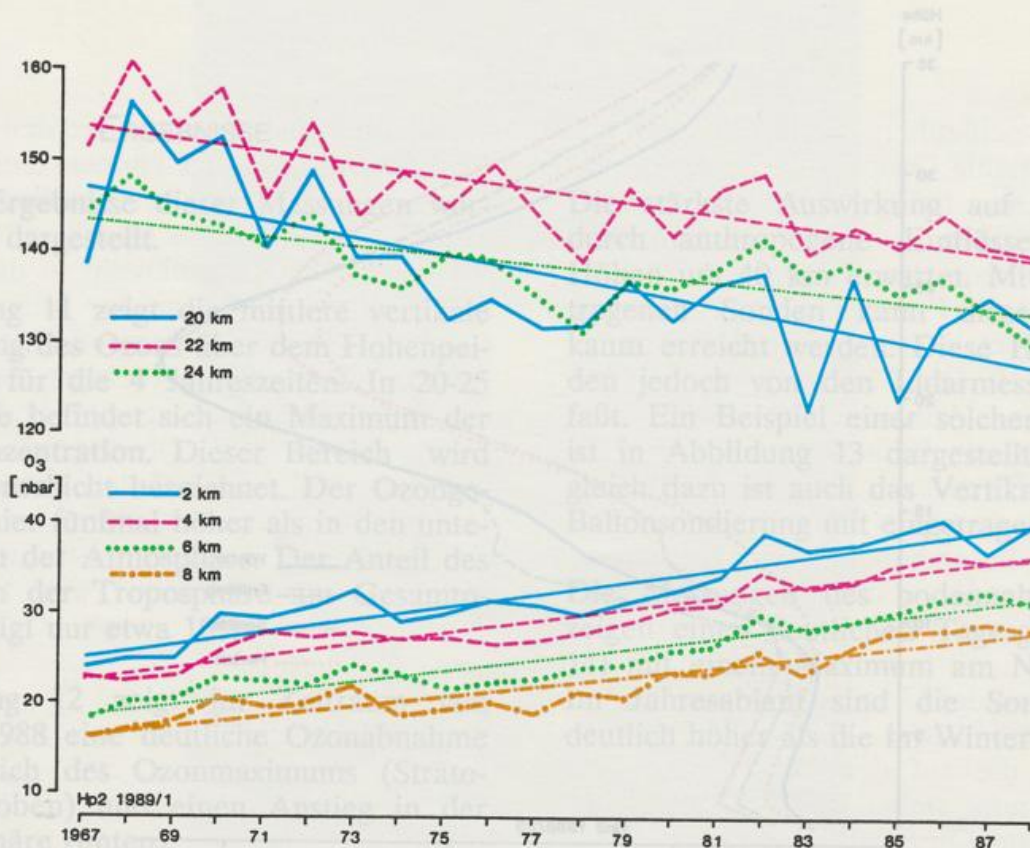


Abb. 12 Ozonabnahme in der Stratosphäre (oben) und Ozonzunahme in der Troposphäre (unten) seit 1967

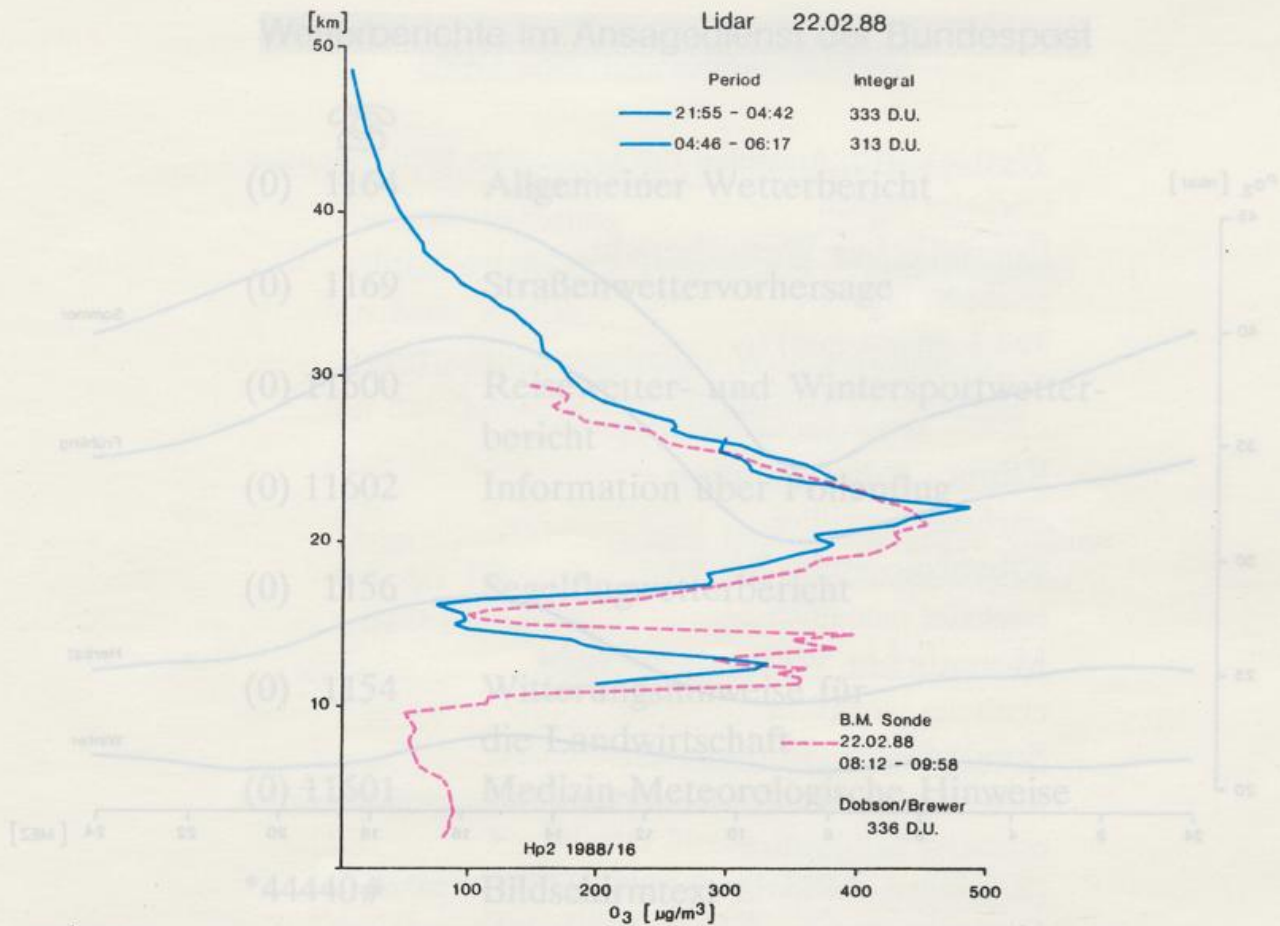


Abb. 13 Vertikales Ozonprofil vom 22.02.1988, gemessen mit der Ozonsonde (—) und dem Lidargerät (-----)

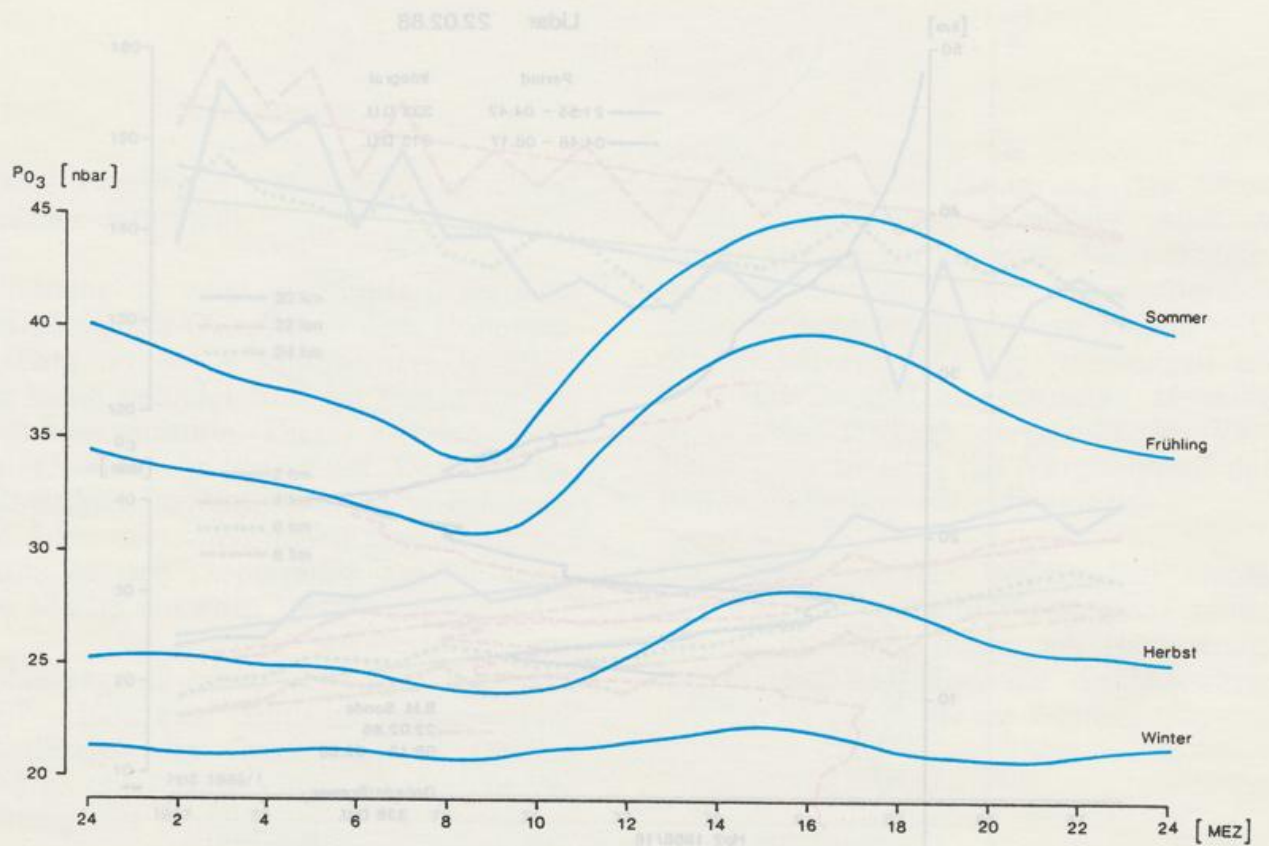


Abb. 14 Mittlerer Tagesgang des bodennahen Ozons in den 4 Jahreszeiten (1971-85)

Wetterberichte im Ansigedienst der Bundespost



- (0) 1164 Allgemeiner Wetterbericht
- (0) 1169 Straßenwettervorhersage
- (0) 11600 Reisewetter- und Wintersportwetterbericht
- (0) 11602 Information über Pollenflug
- (0) 1156 Segelflugwetterbericht
- (0) 1154 Witterungshinweise für die Landwirtschaft
- (0) 11601 Medizin-Meteorologische Hinweise
- *44440# Bildschirmtext

Veröffentlichungen des DWD

- **Wetterkarte**, Amtsblatt des Deutschen Wetterdienstes erscheint täglich
- **Europäischer Wetterbericht** erscheint täglich
Teil I (Kartenteil)
Teil II (Bodenwettermeldungen und aerologische Messungen)
- **Klima - Eilinformation** erscheint monatlich
- **Klimatologische Werte** erscheint monatlich
- **Monatlicher Witterungsbericht** erscheint monatlich
- **Sonderbeobachtungen** des Meteorologischen Observatoriums Hohenpeißenberg erscheint halbjährlich (Ergebnisse der aerologischen und bodennahen Ozonmessungen)

Abb. 14 Mittelwert der bodennahen Ozonmessungen in den 4 Jahreszeiten (1971-85)

- Die Großwetterlagen Europas
erscheint monatlich
- Jahresbericht des Deutschen Wetterdienstes
erscheint jährlich
- Agrarmeteorologischer Wochenhinweis
für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland

Diese Veröffentlichungen können Sie gegen Gebühr von der Bibliothek des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach beziehen.

Deutscher Wetterdienst
Zentralamt / Bibliothek
Frankfurter Straße 135
6050 Offenbach am Main
Tel.: (069) 80 62 0

Anschrift: Deutscher Wetterdienst
Meteorologisches Observatorium
Hohenpeißenberg
Albin - Schwaiger - Weg 10
D - 8126 Hohenpeißenberg
Telefon 08805 / 10 71

Herausgeber: Deutscher Wetterdienst
Zentralamt
Referat Öffentlichkeitsarbeit
Postfach 10 04 65
D - 6050 Offenbach/Main
Telefon 069 / 80 620

Fotos: Meteorologisches Observatorium
Hohenpeißenberg

Copyright 1990 DWD Offenbach

