

# 7 Langfristige Klimabeobachtungen am Observatorium Hohenpeißenberg

## 1 Einleitung

Als 1780 in Mannheim die Societas Meteorologica Palatina durch Kurfürst Karl Theodor von der Pfalz gegründet wurde, entstand ein weitverzweigtes meteorologisches Meßnetz in Europa. Es war die Zeit der Aufklärung, das Interesse an der Natur war groß, und man erhoffte sich von den Messungen und Beobachtungen mehr Verständnis für die Vorgänge in der Atmosphäre, die oft genug zu unerwarteten und folgenschweren Wettererscheinungen führten. Die Abhängigkeit der Menschen von der Landwirtschaft in ihrer Region war erheblich größer als heute, ebenso der Einfluß der Witterung auf die Erträge.

Die langfristige Verfolgung des Klimas an einem Ort lebt von der Kontinuität der Beobachtungen und Messungen. Diese notwendige Kontinuität ist ständig von verschiedenen Seiten bedroht: von meßtechnischen Problemen, von Neuentwicklungen bei den Meßverfahren, von der räumlichen Verlegung von Messungen, von Änderungen des lokalen Umfeldes, vom Wechsel der Beobachter, von veränderten politischen und ökonomischen Randbedingungen, um nur einige Gefahren für die Kontinuität zu nennen.

Wenn wir heute am Hohenpeißenberg auf über 200 Jahre meteorologischer Daten zurückblicken können, so ist es zu einem erheblichen Teil dem Interesse und der Eigeninitiative von Augustiner Chorherren des Klosters Rottenbuch, Pfarrern und Schullehrern zu verdanken, daß die Beobachtungen nach dem Zerfall des Meßnetzes der Societas Meteorologica Palatina am Hohenpeißenberg fortgeführt wurden, bis das Observatorium – nach wechselvoller Geschichte – schließlich in die Wetterdienste integriert wurde (WEGE 1996).

Es gab damals bereits einheitliche Meßgeräte, Kalibrierungen, Vorschriften und Beobachtungszeiten. Die „Mannheimer Stunden“, 7, 14 und 21 Uhr mittlerer Ortszeit, sind die noch heute für die Klimabeobachtung gültigen Termine. Man bedenke, daß die Uhrzeit damals noch nicht gesetzlich vereinheitlicht war. Sie variierte von Ort zu Ort zum Teil erheblich und wurde erst mit der Einführung der mitteleuropäischen Zeit am 1. April 1893 harmonisiert.

Trotz der Sorgfalt, mit der man die Messungen durchführte, blieben Ungenauigkeiten und Inhomogenitäten in manchen Daten. Wer konnte vor 200 Jahren ahnen, daß für uns heute Temperaturtrends von einigen zehntel Grad wichtig sein können? Das bei der nachträglichen Homogenisierung von Meßreihen übliche Verfahren, der Vergleich mit benachbarten Stationen, konnte bei den alten Daten dann nicht angewandt werden, wenn es noch keine vergleichbaren benachbarten Stationen gab.

Als Bergstation hat der Hohenpeißenberg gegenüber der tiefergelegenen Umgebung ein eigenes Klima, was bei solchen Datenprüfungen zu berücksichtigen ist. Hier wirkt sich als Nachteil aus, was den Hohenpeißenberg eigentlich auszeichnet: Er ist die älteste Bergwetterstation der Welt. Eine Überprüfung der frühen Meßreihen ist folglich nur mit Hilfe von anderen Quellen möglich, z.B. historischen Aufzeichnungen, Annalen oder Chroniken, auch wenn sie häufig keine quantitativen Aussagen erlauben. Somit muß bei der Interpretation der Meßwerte die Möglichkeit einer mit deren Alter zunehmenden Ungenauigkeit im Auge behalten werden. Doch dazu mehr bei der Diskussion der langen Temperaturreihe.

Die Fülle der in den über 200 Jahren gesammelten Daten kann im Rahmen dieses Beitrags natürlich nicht annähernd vollständig behandelt werden. Für eine ergiebige Zusammenstellung und Auswertung wird auf ATTMANNSPACHER (1981) verwiesen, wo der Zeitraum bis 1980 berücksichtigt ist. Im folgenden sollen mit Hilfe aktualisierter Meßreihen nur einige wenige Aspekte herausgegriffen werden, die entweder eine Rolle in der Klimadiskussion spielen oder für die Arbeit am Observatorium von besonderer Bedeutung sind.

## 2 Die Klimadaten

Am Anfang einer Charakterisierung des Klimas an einem Ort stehen Mittel- und Extremwerte der beobachteten Klimaelemente. Sie sind für die wichtigsten Elemente am Hohenpeißenberg in Tabelle 1 zusammengestellt. Als Bezugszeitraum wurden hier bewußt nicht die üblichen 30 Jahre gewählt, sondern die längste für die jeweilige Komponente verfügbare Zeitspanne.

Mit einer Jahresmitteltemperatur von 6,3 °C während der vergangenen 215 Jahre findet man am Hohenpeißenberg deutlich wärmere Bedingungen vor, als auf anderen Bergen in Deutschland in vergleichbarer Höhenlage. So ist es auf der etwas tiefer gelegenen Was-serkuppe durchschnittlich rund zwei Grad kälter, auf dem Brocken im Harz – nur 150 m höher gelegen – sogar vier Grad kälter. Mit der üblichen Temperaturabnahme nach Norden hin ist dies nicht zu erklären. Ein wesentlicher Grund hierfür sind vielmehr die Föhnlagen im Lee der Alpen.

Bereits bei Anströmung aus Südwesten, der am häufigsten vorkommenden Windrichtung, machen sich die Alpen durch Lee-Effekte bemerkbar. Durchschnittlich wurden pro Jahr 58 Tage mit Föhn beobachtet, davon 10 Tage mit Föhnklücken, 30 Tage mit Föhn in der Höhe und 20 Tage mit Föhndurchbruch. Im Winter tragen Inversionswetterlagen zum Anstieg der mittleren Tempe-

	Zeitraum	Wert	Datum
<b>Temperatur</b>			
Jahresmittel	1781-1995	6,3 °C	
absolutes Maximum	1879-1995	33,8 °C	29.7.1947
absolutes Minimum	1879-1995	-29,1 °C	11.2.1929
höchstes Monatsmittel	1781-1995	19,7 °C	Juli 1983
tiefstes Monatsmittel	1781-1995	-12,4 °C	Februar 1956
Sommertage (Max. $\geq 25$ °C) pro Jahr	1879-1995	7,5 Tage	
Frosttage (Min. $< 0$ °C) pro Jahr	1879-1995	127,6 Tage	
Eistage (Max. $< 0$ °C) pro Jahr	1879-1995	47,6 Tage	
<b>Niederschlag</b>			
mittlere Jahressumme	1879-1995	1127 mm	
größte Tagessumme	1879-1995	117 mm	17.6.1979
größte Monatssumme	1879-1995	367 mm	Juni 1979
Tage mit Niederschlag $\geq 1,0$ mm	1879-1995	142 Tage	
jährl. Neuschneemenge	1947-1995	268 cm	
größte Schneehöhe	1901-1995	145 cm	10.3.1931
Zahl der Tage mit Gewitter pro Jahr	1879-1995	35,9 Tage	
<b>Wind</b>			
mittl. Windgeschwindigkeit	1941-1995	4,7 m/s	
jährl. Tage mit Beaufort 6 und mehr	1939-1995	85,4 Tage	
jährl. Tage mit Beaufort 8 und mehr	1939-1995	13,5 Tage	
höchstes 10-min-Mittel	1981-1995	58 kn = B 11	27.11.1983
höchste Böe	1949-1995	95 kn	27.11.1983
Tage mit Föhn	1981-1995	57 Tage	
<b>Wolken</b>			
Mittlere Bedeckung	1879-1995	64 %	
heitere Tage	1879-1995	45,1 Tage	
trübe Tage	1879-1995	149,8 Tage	
Tage mit Nebel	1879-1995	152,6 Tage	
Sonnenscheindauer	1937-1995	1837 Std.	

Tab. 1: Klimawerte am Hohenpeißenberg (47°48'N, 11°01'E, 977 m NN)

ratur bei, da der Berg häufig aus der bodennahen Kaltluftschicht herausragt. Im Jahresdurchschnitt entspricht die Temperatur am Hohenpeißenberg etwa derjenigen von Stockholm, dessen Klima allerdings etwas kontinentaler ist: Im Januar ist es dort 1° kälter, im Juli 3° wärmer als am Hohenpeißenberg. Das absolute Temperaturmaximum von 33,8°C ist für die Stationshöhe von 977 m beachtlich hoch. Werte von 30°C werden allerdings nur dreimal in zehn Jahren überschritten, zuletzt an einem Tag im warmen Sommer 1995.

Die vergleichsweise hohen Temperaturen am Hohenpeißenberg drücken sich auch in der Zahl der Sommertage aus: durchschnittlich sind es 7 pro Jahr, am Brocken nur 0,3. Im letzten Jahrzehnt waren es sogar 11 Tage. Gleichzeitig ist die Zahl der Frosttage von 128 im Gesamtzeitraum auf 109 im letzten Jahrzehnt zurückgegangen; seit den dreißiger Jahren liegen alle Dekadenmittel der Frosttage unter dem langjährigen Durchschnitt. Auch die Zahl der Eistage ist seit 1986 im gleichen Umfang gegenüber dem langjährigen Mittel zurückgegangen. Beachtlich auch hier der Unterschied zum Brocken: Dort werden durchschnittlich doppelt so viele Eistage und fast die Hälfte mehr Frosttage beobachtet.

Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge am Hohenpeißenberg ist mit 1127 mm für diese Höhenlage eher als moderat zu bezeichnen. In den entsprechenden Höhenlagen des Schwarzwaldes, des Harzes und des Bayerischen Waldes werden meist wesentlich höhere Niederschlagsmengen gemessen. Eine Leewirkung der Alpen zeigt sich also auch bei diesem Klimatelement. Dazu ist offensichtlich eine gewisse Distanz zum Gebirge erforderlich, denn am Alpenrand fällt erheblich mehr Niederschlag, und auch die Anzahl der Tage mit Niederschlag ist größer. Offenbar wird dort der Föhneffekt

durch Staulagen und häufigere konvektive Niederschläge im Mittel überkompensiert. Langfristig zeigt sich in der Meßreihe seit 1879 eine signifikante Zunahme der jährlichen Niederschlagsmenge. Sie zeigt sich nach RAPP und SCHÖNWIESE (1996) im Zeitraum 1891–1990 im gesamten Westen und Süden Deutschlands.

Homogene Windbeobachtungen liegen erst seit 1939 vor. Vor dem Hintergrund der Diskussionen um eine Zunahme der Häufigkeiten von Stürmen interessieren hier vor allem die Trends. Die Beobachtungen und Meßwerte ergeben jedoch keine eindeutigen Aussagen. Im Mittel der Jahre 1939 bis 1995 wurden 13,5 Tage mit Beaufort 8 und mehr beobachtet, zwischen 1951 und 1970 waren es sogar 19,1 Tage, 1981 bis 1993 aber nur noch 9,6 Tage, ein deutlich sinkender Trend. Andererseits nahm die Geschwindigkeit der stärksten Monatsböe seit den achtziger Jahren zu, sie trat vor allem zwischen November und März auf. Der Orkan „Vivian“ am 27./28. 2. 1990 brachte am Hohenpeißenberg mit einem maximalen 10-Minuten-Mittel von 55 Knoten und einer maximalen Böe von 93 kn nur die zweithöchsten Werte in der Meßreihe.

Bei der Zahl der heiteren und trüben Tage ist seit 1879 kein Trend erkennbar. Lediglich die Tage mit Nebel haben im Laufe der Zeit zugenommen: Während es bis 1985 durchschnittlich 150 Tage im Jahr waren, stieg deren Zahl bis 1995 auf 180 Tage an. Dieser Trend ist unabhängig von der Zunahme der Beobachtungstermine während dieses Zeitraums. Ein paralleler Anstieg der relativen Feuchte wurde nicht beobachtet, wohl aber ein Anstieg des Dampfdruckes.

### 3 Die lange Temperaturreihe

Die längste Meßreihe am Hohenpeißenberg ist die der Temperatur. Sie war mehrfach Gegenstand von Untersuchungen (z.B. LAMONT 1851, GREBE 1957, MÜLLER-WESTERMEIER 1992). In Bild 1 sind die Jahresmittelwerte dargestellt. Die Grafik enthält verschiedene Kurven: Die durchgezogene rote Linie zeigt den Temperaturverlauf, wie er bei MÜLLER-WESTERMEIER (1992) wiedergegeben ist, ergänzt durch die Daten der Jahre 1990 bis 1995. Dieser Temperaturverlauf beruht bis 1955 auf der Homogenisierung von GREBE (1957), wobei einige Druckfehler, die dort enthalten sind, von Müller-Westermeier korrigiert wurden. Um die maximalen Unterschiede zwischen Originalreihe und homogener Reihe zu verdeutlichen, wurde hier zusätzlich der Zeitraum von 1864 bis 1878 um 0,3 ° angehoben, wie es von Grebe – allerdings ohne nähere Begründung – gefordert, jedoch in seiner homogenisierten Reihe nicht berücksichtigt wurde. Für weitere Details dieser Homogenisierung wird auf die Arbeit von Grebe verwiesen. Sie verdeutlicht die vielfältigen Schwierigkeiten, die mit einer Prüfung und Homogenisierung von Temperaturdaten über einen solch langen Zeitraum verbunden sind. Erschwerend kam in diesem Fall hinzu, daß für die Homogenisierung der ersten 100 Jahre keine Daten von vergleichbaren Bergstationen

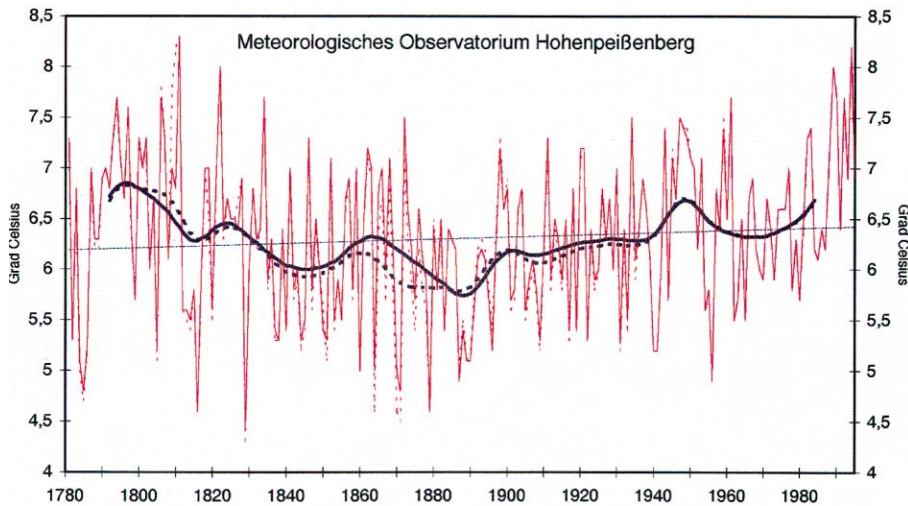


Bild 1: Jahresmittelwerte der Temperatur am Hohenpeißenberg 1781–1995: Originaldaten (rot punktiert) und nach Grebe bearbeitet (rot durchgezogen). Mit Gauß'schen Tiefpaßfilterungen über 30 Jahre (schwarz, fett; Originaldaten: punktiert; nach Grebe: durchgezogen) und Gesamttrend (dünne Gerade)

zur Verfügung standen, so daß auf Meßwerte von Stationen im Flachland zurückgegriffen werden mußte, was bekanntlich mit zusätzlichen Unsicherheiten verbunden ist.

Die gestrichelte rote Linie gibt zum Vergleich die Originaldaten wieder, wie sie bei ATTMANNSPACHER (1981) veröffentlicht wurden, ergänzt durch die Daten der Jahre bis 1995. Diese Originaldaten wurden für Bild 1 um eine offensichtliche Inhomogenität bereinigt, die während der Jahre 1879 bis 1900 mit der Übernahme der Station durch die Königliche Meteorologische Zentralstation (die spätere Bayerische Landeswetterwarte) in München entstand:

Die bis dahin gültigen und später wieder eingeführten Beobachtungszeiten von 7, 14 und 21 Uhr Ortszeit wurden in diesem Zeitraum auf 8, 14 und 20 Uhr geändert. Der um eine Stunde spätere Morgentermin und der um eine Stunde frühere Abendtermin führten bei Verwendung der Mannheimer Formel  $(T_{7\text{ Uhr}} + T_{14\text{ Uhr}} + 2 \cdot T_{21\text{ Uhr}}) / 4$  auf die veränderten Uhrzeiten zu einer Anhebung der berechneten Tagesmittel. Daher wurde damals unter Verwendung des Temperaturminimums ein veränderter Berechnungsmodus für das Tagesmittel nach der Formel  $(T_{8\text{ Uhr}} + T_{14\text{ Uhr}} + T_{20\text{ Uhr}} + T_{\text{min}}) / 4$  eingeführt.

Er verursachte Tagesmittel in der Originalreihe, die nunmehr deutlich zu niedrig waren, die aber immer noch in der heutigen Originalreihe enthalten sind. Ein Vergleich zwischen den mit dieser Formel und den mit der Mannheimer Formel für die bayerischen Beobachtungszeiten berechneten Tagesmitteln ergab um 0,7 Grad zu niedrige Mittelwerte. Die Originalreihe war also um diesen Betrag anzuheben, abzüglich des Betrags, um den die Mitteltemperatur infolge der veränderten Beobachtungstermine zu hoch war.

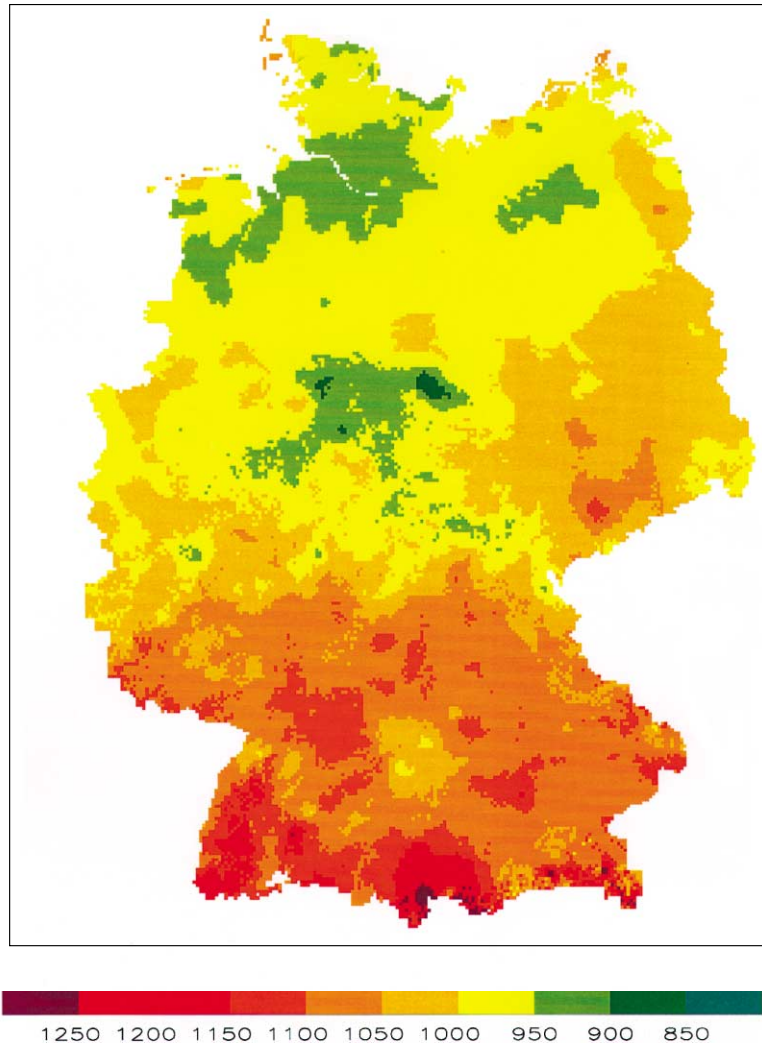
Um diesen Anteil abzuschätzen, wurde für den Zeitraum 1951–1970, von dem stündliche Beobachtungen der Temperatur am Hohenpeißenberg vorliegen, die Mannheimer Formel auf die Temperaturen zu den verschiedenen Uhrzeiten angewendet. Es zeigte sich, daß die bayerischen Beobachtungstermine zu Tagesmitteln

führten, die gegenüber den Mannheimer Stunden um 0,2 Grad zu hoch waren. Unter der vertretbaren Voraussetzung, daß der mittlere Temperaturunterschied zwischen 7 und 8 Uhr sowie 20 und 21 Uhr in den Jahren 1879 bis 1900 genauso groß war wie zwischen 1951 und 1970, konnten zu den Temperaturmitteln aus bayerischen Stunden und mit bayerischer Formel  $0,7 - 0,2 = 0,5$  Grad addiert werden, um die Berechnung mit Mannheimer Formel und Mannheimer Stunden zu simulieren. Dieser Wert entspricht recht gut denjenigen, die von GREBE (1957) für diesen Zeitraum – allerdings mit nicht ganz vollständiger Begründung – zur Korrektur angegeben wurden.

Die in Bild 1 gezeigten Temperaturverläufe sind also bis auf diese Korrektur, die Anhebung um 0,3 Grad zwischen 1864 und 1878 und die Ergänzungen der letzten Jahre mit denen bei MÜLLER-WESTERMEIER (1992) identisch. Um den Einfluß der Unterschiede zwischen Originaldaten und homogenisierter Reihe auf die längerfristigen Trends besser zu verdeutlichen, sind in Bild 1 zusätzlich die über 30 Jahre mit einem Gauß'schen Tiefpaßfilter geglätteten Temperaturverläufe als schwarze Linien (fett) eingezeichnet: gestrichelt für die Originaldaten und durchgezogen für die homogenisierte Reihe. Es zeigt sich, daß die wesentlichen Trends von der Homogenisierung weitgehend unberührt bleiben, die geglätteten Kurven unterscheiden sich – bis auf die Zeitspanne von 1864 bis 1878 – nur leicht voneinander. Zwischen 1781 und 1880 ist demnach ein durchschnittlicher Temperaturrückgang von 0,8 Grad zu verzeichnen, von 1880 bis 1995 ein Anstieg um 1 Grad. Über den Gesamtzeitraum besteht ein ansteigender Trend von 0,2 Grad, der im Gegensatz zu den beiden hochsignifikanten Einzeltrends jedoch nicht signifikant ist. Er ist als dünne, punktierte Gerade in Bild 1 eingezeichnet.

Wie fügt sich dieser Temperaturverlauf am Hohenpeißenberg in die Ergebnisse von anderen Stationen ein? Um dieser Frage kurz nachzugehen, bietet sich ein Vergleich mit der von BAUR (1975) veröffentlichten und von PELZ et al. (1996) fortgeführten „Temperaturreihe von Mitteleuropa“ an. Sie ist auch Grundlage für

Bild 2: Mittlere Jahressummen der Globalstrahlung  
1981–1994 in kWh/m<sup>2</sup>.  
(Bearbeiter: CZEPLAK 1996)



die kürzlich von RAPP (1996) in den Mitteilungen der DMG vorgestellte Zeitreihe der Lufttemperatur in Deutschland seit 1761, die seit 1891 auf Messungen an 29, nach 1950 an 83 Stationen beruht. Vor 1891 stützt sie sich lediglich auf die vier Stationsreihen von De Bilt, Potsdam, Wien und Basel, die zusammen als repräsentativ für Mitteleuropa angesehen werden. BAUR (1975) hatte die Daten vom Hohenpeißenberg nicht in den Durchschnittswert für Mitteleuropa einbezogen, „weil diese Station nahezu 1000 m über dem Meeresspiegel liegt, während die benützten vier Stationen alle unter 320 m Seehöhe liegen.“ Dieses Argument mag im Sinne der Verwendung möglichst gleichartiger Stationen berechtigt gewesen sein, aus Sicht der räumlichen Repräsentanz einer Wetterstation für die Vorgänge in der Atmosphäre ist eine Bergstation wie der Hohenpeißenberg sicherlich der geeignetere Ort, zumal hier weniger mit Auswirkungen von Veränderungen im lokalen Umfeld auf die Meßreihen gerechnet werden muß als bei städtischen Stationen.

Es ist auffällig, daß die Temperaturreihe von Mitteleuropa seit etwa 1880 den gleichen ansteigenden Trend zeigt wie die Messungen am Hohenpeißenberg, davor jedoch keinen Trend erkennen läßt, während die Temperatur am Hohenpeißenberg seit Beginn der Messungen bis zu diesem Zeitpunkt um 0,8 Grad gesunken ist.

Bei genauerem Hinsehen wird deutlich, daß dieser Trend durch recht niedrige Temperaturen zwischen etwa 1875 und 1895, sowie durch ausgesprochen warme Jahre zwischen 1790 und 1811 erzeugt wird. Diese warme Periode ist lediglich in der Reihe von Wien zu finden (REGENTROP 1995), deutet also auf einen regionalen Unterschied gegenüber den anderen Stationen hin, die Bestandteil der Temperaturreihe von Mitteleuropa sind.

#### 4 Besonderheiten der Globalstrahlung

Bei der Diskussion der Klimadaten wurde bereits deutlich, daß die vergleichsweise hohen Temperaturen und geringeren Niederschlagsmengen mit der besonderen Lage des Hohenpeißenbergs am Nordrand der Alpen in Verbindung gebracht werden können. Betrachtet man die räumliche Verteilung der Globalstrahlung in Deutschland, wie sie zwischen 1981 und 1994 im Strahlungsmeßnetz des DWD (CZEPLAK 1996) ermittelt worden ist (Bild 2), so verstärkt sich dieser Eindruck noch: Die Jahressummen sind in Süddeutschland – allerdings auch astronomisch bedingt – am höchsten. Im Lee des Schwarzwaldes, im Übergangsbereich von Schwaben nach Oberbayern und im Umfeld des Chiemsees befinden sich besonders begünstigte Regionen.

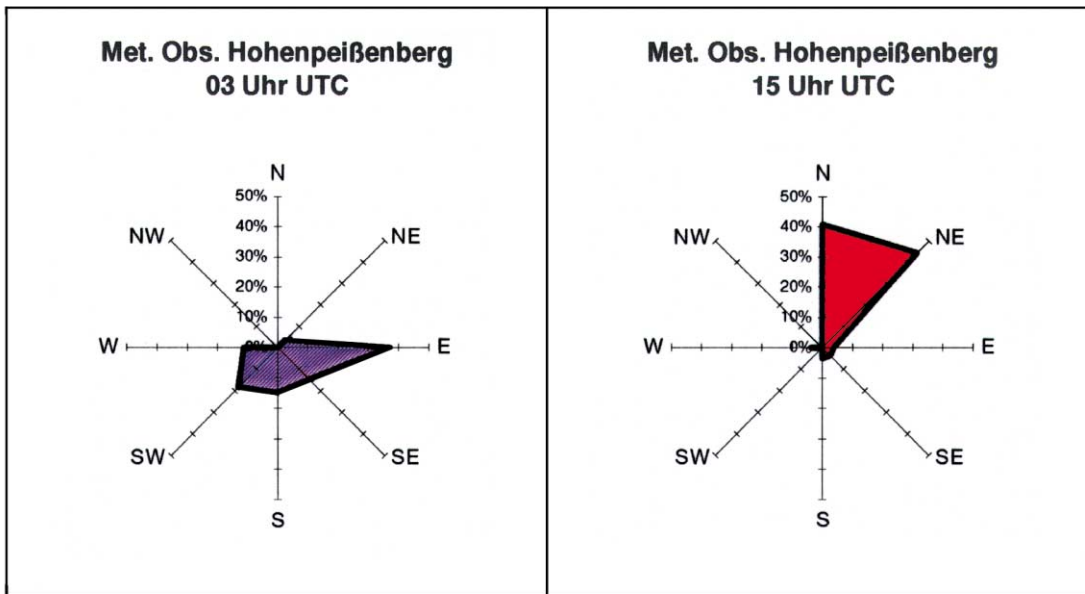


Bild 3:  
Windrichtungsverteilung am Hohenpeißenberg an 27 Tagen mit hohen Temperaturen und starker Sonneneinstrahlung im Sommer 1995 um 3 Uhr und 15 Uhr.

Eine mögliche Erklärung hierfür bietet das großräumige Berg-Tal-Windsystem, das sich während sommerlicher Hochdrucklagen zwischen den Alpen und dem Umland ausbildet: Infolge starker Einstrahlung in den Alpen wird dort die Luft erwärmt und gehoben, was häufig in Form einer ausgeprägten Cumuluskonvektion sichtbar wird. Zum Ausgleich wird Luft aus dem Alpenvorland angesaugt, wodurch dort Absinkbewegungen und Wolkenauflösung begünstigt werden. Dieser Effekt sollte nachmittags am ausgeprägtesten sein und nachts verschwinden oder sich sogar umkehren.

Tatsächlich zeigt eine Auswertung der Windrichtungen am Hohenpeißenberg im Sommer 1995 an 27 Tagen mit hohen Temperaturen und starker Sonneneinstrahlung (Bild 3), daß sich die Luft nachmittags in über 80% der Fälle aus Norden oder Nordosten in Richtung Alpen bewegte, während sie in der zweiten Nachthälfte in nahezu 50% der Fälle mit einer südlichen Komponente in umgekehrter Richtung strömte.

Dies ist ein deutlicher Hinweis für die Richtigkeit der Interpretation, wenngleich sie sich zunächst nur auf die Windmessungen am Hohenpeißenberg stützt, die nur die lokalen Bedingungen widerspiegeln. Daher ist unter anderem eine eingehende Auswertung der Winddaten auch weiterer Stationen im Alpenvorland notwendig, um die hohen Werte der Globalstrahlung in diesen Regionen auf die Besonderheiten der mesoskaligen Zirkulation zurückführen zu können.

Die zeitliche Entwicklung von Global-, Himmels- und Sonnenstrahlung am Hohenpeißenberg wurde von LIEPERT (1996) untersucht. Es zeigte sich zwischen 1953 und 1990 kein Trend bei der Sonnenstrahlung, wohl aber ein signifikant abnehmender Trend der Globalstrahlung, der auf den ebenfalls negativen Trend der Himmelsstrahlung zurückgeführt wird.

## 5 Der Trend der Wintergewitter

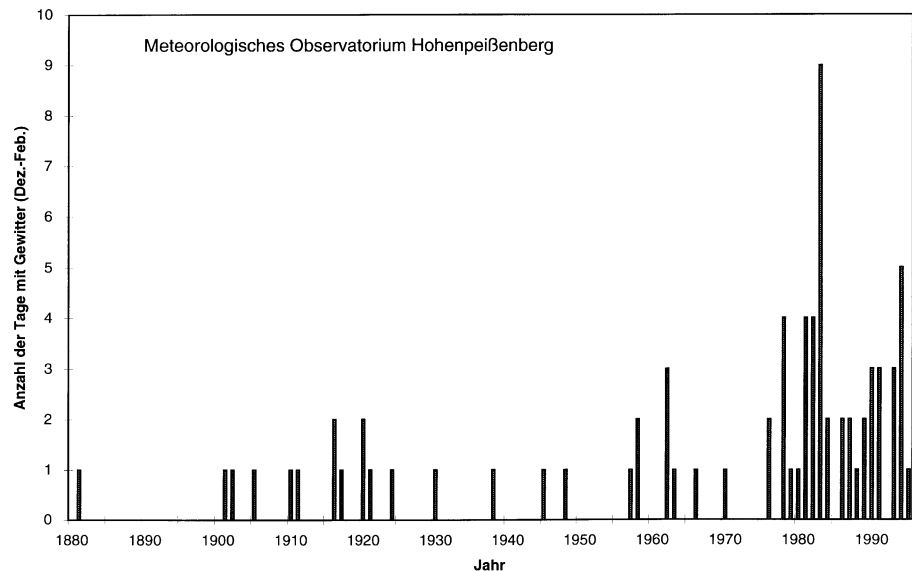
Daten über die Häufigkeit von Gewittern liegen am Hohenpeißenberg seit 1879 vor. Mit durchschnittlich 36 Tagen pro Jahr gehört die Station zu den gewitterreichsten

Orten in Süddeutschland; an 80% der Stationen werden hier durchschnittlich weniger Gewittertage beobachtet. Die Schwankungen von Jahr zu Jahr sind – witterungsbedingt – beträchtlich: sie reichen von 13 bis zu 63 Tagen. Über 95% der Gewittertage treten im Sommerhalbjahr auf, knapp zwei Drittel aller Fälle in den drei Sommermonaten Juni bis August. Ein Trend der jährlichen Gewittertage ist während der letzten 100 Jahre nicht festzustellen. Betrachtet man jedoch nur den Trend der Gewittertage während der Wintermonate Dezember bis Februar (Bild 4), so fällt auf, daß sich deren Häufigkeit seit Ende der siebziger Jahre von zuvor rund 5 Tagen pro 20 Jahre sprunghaft verzehnfacht hat.

Nach Ausschluß von möglichen Veränderungen bei der Beobachtungspraxis zu diesem Zeitpunkt blieb als wahrscheinlicher Einflußfaktor der Bau eines 160 m hohen Sendeturmes auf der Ostseite des Hohenpeißenbergs im Jahr 1978. Die Blitzregistrierungen, die seit einigen Jahren durch das Institut für elektrische Energieversorgung der Bundeswehrhochschule München routinemäßig vorgenommen werden, decken sich nahezu vollständig mit den Beobachtungen am Observatorium. Zwar gibt es keine entsprechenden Registrierungen aus der Zeit vor dem Bau des Turms, jedoch erscheint eine Zunahme der Blitzhäufigkeit durch den Turm gerade im Winter aufgrund der luftelektrischen Vorgänge plausibel.

Es ist bekannt, daß Türme eine lokale Überhöhung des elektrischen Feldes in der Luft bewirken, die ab einer Turmhöhe von etwa 60 m Aufwärtsblitze triggern kann. Solche Aufwärtsblitze treten erfahrungsgemäß vor allem während Wintergewittern auf. Die am Sendeturm Hohenpeißenberg registrierten Blitze sind nahezu ausschließlich Aufwärtsblitze. Sie zeigen den Messungen zufolge außerdem ein deutliches Maximum im Winter. Somit ist ihre Zunahme nach dem Bau des Sendeturms erklärlich. Um diese Interpretation weiter abzusichern, ist zu prüfen, ob die Häufigkeit von Gewittertagen im Winter an anderen Bergstationen nach dem Bau eines Turmes in ähnlichem Umfang zugenommen hat.

Bild 4: Langzeittrend der Zahl der Gewittertage im Winter (Dez.–Feb.). Es gibt Hinweise dafür, daß deren deutliche Zunahme seit 1978 mit dem Bau eines 160 m hohen Sendemastes auf dem Hohenpeißenberg zusammenhängt.



## 6 Ausblick

Die für den vorliegenden Beitrag herausgegriffenen Aspekte des Klimas am Hohenpeißenberg beziehen sich nur auf einen kleinen Teil der Daten, die im Laufe der Observatoriumsgeschichte zusammengetragen wurden. Es besteht die Absicht, im Rahmen des GAW-Programms auch eine eingehende klimatologische Charakterisierung des Hohenpeißbergs vorzunehmen, da die meteorologischen Bedingungen für luftchemische Prozesse von wesentlicher Bedeutung sind. Dazu werden die Meßwerte zu prüfen und zu homogenisieren sein. Die ungewöhnliche Länge des Beobachtungszeitraums macht diese Daten so wertvoll und verpflichtet auch zukünftig zu Kontinuität bei den Messungen und Beobachtungen.

## Danksagung

Der Autor dankt den Wetterbeobachtern am Observatorium für ihre Unterstützung. Sie haben mit Interesse und Engagement Ausarbeitungen bereitgestellt, die diesem Beitrag zugute kamen. Herrn Kronier gebührt spezieller Dank, da er mit besonderem Einsatz die verschiedensten Klimadaten zusammengestellt und dadurch wesentlich zu diesem Artikel beigetragen hat.

## Literatur

- ATTMANNSPACHER, W., 1981: „200 Jahre meteorologische Beobachtungen auf dem Hohenpeißenberg 1781–1980“. Ber. des Dt. Wetterd. Nr. 155, Offenbach am Main: Selbstverlag des DWD.
- BAUR, F., 1975: Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur Mitteleuropas vom 210-jährigen Mittelwert (1761–1970) in °C. Beilage zur Berliner Wetterkarte Nr. 76/75.
- CZEPLAK, G., 1996: pers. Mitteilung. DWD, Klima- und Umweltberatung Hamburg.

- GREBE, H., 1957: Temperaturverhältnisse des Observatoriums Hohenpeißenberg. Ber. des Dt. Wetterd. Nr. 36, S. 12–39, Offenbach am Main: Selbstverlag des DWD.
- GRUNOW, J., 1962: Sonnenschein und Globalstrahlung auf dem Hohenpeißenberg. Ber. des Dt. Wetterd. Nr. 81, S. 1–55, Offenbach am Main: Selbstverlag des DWD.
- LAMONT, J. v., 1851: Beobachtungen des Meteorologischen Observatoriums auf dem Hohenpeißenberg von 1792–1850. Suppl.-Bd. 1 zu den Annalen der Münchner Sternwarte.
- LIEPERT, B., 1996: Regionale Klimadiagnose mittels Messungen der solaren Strahlung. Dissertation, Universität München, Meteorologisches Institut, Wiss. Mitteilung Nr. 69, 176 S.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G., 1992: Untersuchung einiger langer deutscher Temperaturreihen. Meteorol. Z., N.F. 1, 155–171.
- PELZ, J., RÜGE, U.; SCHLAACK, P., 1996: Zur Fortführung der von F. Baur im Jahre 1975 veröffentlichten Temperaturreihe für Mitteleuropa ab 1761 und der Niederschlagsreihe für Deutschland westlich der Oder ab 1851. Beilage zur Berliner Wetterkarte 50/96 (SO 14/96).
- RAPP, J., 1996: Die Entwicklung der Lufttemperatur in Deutschland seit 1761. Mitteilungen 3/96, S. 5–7. Deutsche Meteorologische Gesellschaft, ISSN 0177–8501.
- RAPP, J.; SCHÖNWIESE, C.-D., 1996: Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland 1891–1990. Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Serie B, Bd. 5, Fachbereich Geowissenschaften der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität, Frankfurt am Main. ISBN 3-922540-50-3.
- REGENTROP, T., 1995: Untersuchungen zum langfristigen Gang des Temperatur- und Niederschlagsgeschehens an ausgewählten alpinen Klimastationen. Diplomarbeit, Institut für Geographische Wissenschaften der FU Berlin. 72 S.
- WEGE, K., 1996: Zur Historie des Meteorologischen Observatoriums Hohenpeißenberg. Promet 25, 4, 90–98.