

Säkularer Nullpunktsanstieg alter Thermometer führt zur Änderung klimatologischer Trends

Peter Winkler

Wenn man in die moderne Literatur über Temperaturmessung schaut, kann man den Begriff „säkularer Nullpunktsanstieg“ finden (BERNHARD, 2004). Man versteht darunter eine thermische Nachwirkung in der Flüssigkeit Glas, die auf langsamen molekularen Umstrukturierungen beruht und sich in einem über mehrere Jahre erstreckenden Schrumpfprozess äußert. Schrumpft die Thermometerkugel, so wird davon ein Nullpunktsanstieg hervorgerufen. Dieser Effekt ist bei der Diskussion der anthropogenen Klimaerwärmung bisher nicht genügend gewürdigt worden und soll hier anhand der Hohenpeißenberger Temperaturreihe dargestellt werden.

Die Hohenpeißenberger meteorologischen Beobachtungen beginnen 1781, als die Station Hohenpeißenberg in das Messnetz der Societas Meteorologica Palatina eingebunden und mit Messinstrumenten des Kurfürsten Karl Theodor ausgestattet wurde. Seither sind die Beobachtungen nahezu unterbrechungsfrei bis heute fortgeführt worden. Der Hohe Peißenberg ist von besonderem Interesse, da sich die Bebauung kaum verändert hat und Wärmeinseleffekte, wie sie in Stadtstationen mit langer Tradition im Lauf der Zeit entstanden sind, an dieser Bergstation nicht vorkommen. Nachts ragt der Hohe Peißenberg aus der Bodeninversion heraus, weshalb die Tagesvariation der Temperatur geringer ausfällt als an Flachland- oder Talstationen.

Das hier eingesetzte Thermometer war 1779 in Mannheim gebaut und von Johann Jakob Hemmer, dem Sekretär der Societas Meteorologica Palatina, sorgfältig kalibriert worden (HEMMER, 1782). Im Jahr 1842 wurde das Thermometer durch ein neues ersetzt, nachdem Hohenpeißenberg unter die Aufsicht der Sternwarte Bogenhausen bei München unterstellt worden war. Deren Leiter Johann von Lamont hatte neue Thermometer für das bayerische Messnetz der Gerichtssärsätze in seiner Werkstatt hergestellt und ersetzte auch das alte Thermometer vom Hohen Peißenberg. Er brachte es nach München und nahm eine Überprüfung der Kalibrierung vor, wobei er feststellte, dass der Nullpunkt um $0,5^{\circ}\text{R}$ ($= 0,63^{\circ}\text{C}$) angestiegen war (LAMONT, 1851, 1852).

Nun stellten sich eine Reihe von Fragen:

1. Kann die Nachkalibrierung als vertrauenswürdig angesehen werden?
2. Hat Lamont die Korrektur bei der Publikation der Hohenpeißenberger meteorologischen Beobachtungen 1792–1850 korrigiert (Lamont, 1851)?
3. Hat Hemmer bei der Kalibrierung des Thermometers fehlerhaft gearbeitet?

Ein Blick in die Literatur vor 1900 zeigt, dass hier der säkulare Nullpunktsanstieg von Thermometern eine Rolle spielte und Lamont bei der Nachkalibrierung das Ausmaß festgestellt hat. Das Problem wurde erstmals von dem Italiener BELLANI (1808) beschrieben. Ab dem Jahr 1820 haben sich immer wieder Forscher mit diesem Phänomen befasst

und es sind zahlreiche Thermometer daraufhin untersucht worden. Wie in Abb. 1 gezeigt, stellte man in München, Genf, Paris und Stockholm fest, dass praktisch alle Quecksilberthermometer einen Nullpunktsanstieg aufwiesen. Bei Weingeistthermometern trat er nicht in Erscheinung. Es wurde anfänglich gefolgert, dass die evakuierten Quecksilberthermometer vom äußeren Luftdruck zusammengepresst würden, Weingeistthermometer dagegen nicht, weil sie nicht evakuiert waren.

Auch wenn in den folgenden Jahrzehnten immer wieder an dem Thema geforscht wurde, konnte die wahre Ursache erst 1879 in der chemischen Zusammensetzung des Glases erkannt werden. Zugabe von Natrium- und Kaliumkarbonat zum Quarzsand erniedrigt den Schmelzpunkt des Quarzsandes. Enthält das Rezept beide Alkalien, neigen die Gläser zu starker thermischer Nachwirkung. Ist dagegen nur ein Alkali enthalten, fällt die thermische Nachwirkung sehr viel geringer aus. Unabhängig von der Evakuierung zeigen Quecksilberthermometer daher den säkularen Nullpunktsanstieg. Da Weingeist im Lauf der Zeit polymerisiert und dabei an Volumen verliert, wird die Volumenverringering des Glases nahezu kompensiert und ein stabiler Nullpunkt vorgetäuscht.

Da alte Gläser unter Verwendung von Pottasche hergestellt wurden, die ein wässriger Auszug aus Holzrasche ist und immer ein Gemisch beider Alkalien enthält, weisen alle alten Thermometer je nach der sonstigen Glasrezeptur einen mehr oder minder ausgeprägten säkularen Nullpunktsanstieg auf. Damit ist Frage 3 beantwortet: Hemmer hatte fehlerfrei kalibriert.

Lamonts Ergebnis bei der Nachkalibrierung ist also vertrauenswürdig. Frage 2 ist dagegen zu verneinen: Lamont hat den säkularen Nullpunktsanstieg des Palatina-Thermometers bei der Publikation 1851 nicht korrigiert, sondern er addierte zu den Messdaten des neuen Thermometers von 1842–1850 $0,5^{\circ}\text{R}$ hinzu, um eine homogene Datenreihe zu publizieren. Damit steht fest, dass die ersten 70 Jahre der Hohenpeißenberger Temperaturreihe um $0,6^{\circ}\text{C}$ zu hoch sind.

Als nächste Frage war zu klären, über welchen Zeitraum der säkulare Nullpunktsanstieg dauert und nach welcher Funktion er verläuft? Untersuchungen haben ergeben, dass die thermische Nachwirkung nach einem Potenzgesetz abklingt und etwa 5–6 Jahre in Anspruch nimmt. Damit lässt sich eine Korrektur an der Hohenpeißenberger Temperaturreihe anbringen (Abb. 2). Der lineare Trend wird damit mehr als doppelt so groß. Man kann sogar annehmen, dass die Messreihe bis 1880 nur natürliche Klimaschwankungen zeigt und danach der anthropogen verursachte Treibhauseffekt den Temperaturanstieg bewirkt.

Damit sind aber nicht alle Fehler beseitigt. Wie BÖHM (2009) an der Station Kremsmünster feststellte, an der seit 1763 meteorologische Messungen vorgenommen werden, war das dortige Thermometer zwar vor direkter Sonnenstrahlung geschützt aber die Fensterhütte selbst nicht frei

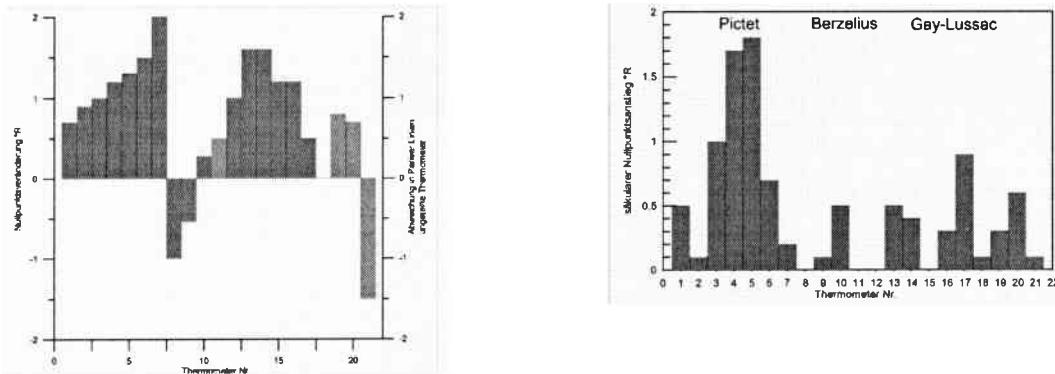


Abb. 1: Säkularer Nullpunktsanstieg von Thermometern, die von mehreren Wissenschaftlern im Zeitraum 1817 bis 1824 nachkalibriert wurden. Nahezu alle Thermometer zeigten einen säkularen Nullpunktsanstieg zwischen 0 und 2°Reaumur (0–2,5°C).

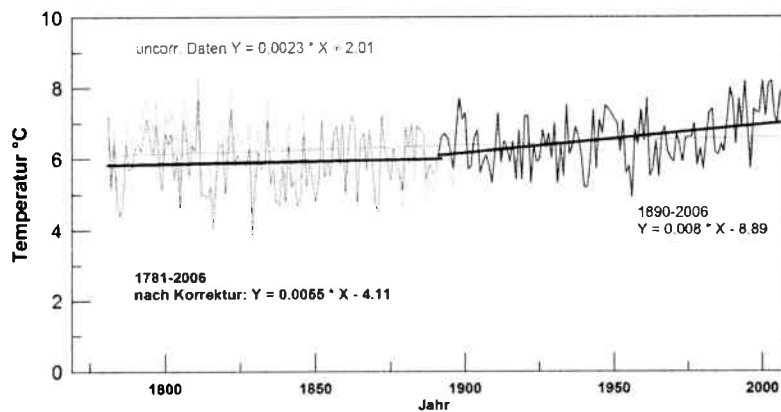


Abb. 2: Unkorrigierte und korrigierte Temperaturreihe von Hohenpeißenberg.

da Daten in digitalisierter Form leicht handhabbar sind und die Erzeugung von Grafiken keine besondere Mühe mehr macht, das Augenmerk wieder mehr auf die Messtechnik, die Messbedingungen und die Datenqualität gelenkt werden muss. Auch die Aussagekraft von früher vorgenommenen Homogenisierungsversuchen ist vor diesem Hintergrund neu zu bewerten. Eine entsprechende wissenschaftshistorische Aufarbeitung ist für andere Stationen in ähnlicher Weise notwendig. Dadurch lassen sich die Ursachen von Diskrepanzen, die zwischen gemessenen und aus Proxidaten (z. B. Baumringanalysen) gewonnenen Temperaturen bestehen (FRANK et al., 2007), aufklären.

von Strahlungsfehlern. Der mittlere Fehler konnte auf 0,5°C beziffert werden.

Auf dem Hohenpeißenberg war die erste hölzerne Fensterhütte an einem Nordfenster im 2. Stock des Pfarrhauses angebracht. Erstaunlich ist, dass in der Stationsbeschreibung von FISCHER und SCHLÖGL (1783) angegeben ist, dass das Fenster bei trockenem Wetter immer offen gehalten wurde. Im Sommer wurde am Morgen die Nordwand von der Sonne beschienen, wodurch bei sonnigem Wetter ein Strahlungsfehler vorhanden war. Durch das zeitweise offene Fenster kann die im Gebäude gespeicherte Wärme die Temperaturmessung beeinflusst haben. In der Tendenz ist zu erwarten, dass Strahlungsfehler und offenes Fenster eine Temperaturerhöhung bewirkt haben, wodurch die Temperatur nochmals um 0,1–0,2°C im Mittel zu hoch bestimmt worden sein dürfte. Dies kann nur durch Nachbau der Fensterhütte und neue Vergleichsmessungen quantifiziert werden.

Details zum säkularen Nullpunktsanstieg und zu den Messbedingungen sowie zur Datenqualität der Hohenpeißenberger meteorologischen Beobachtungen sind in zwei Veröffentlichungen angegeben, auf die der interessierte Leser verwiesen wird (WINKLER, 2009a, b).

Es scheint notwendig, auf die Bedeutung dieses Fehlers alter Thermometer aufmerksam zu machen, da in einer Zeit,

Literaturhinweise

- BERNHARD, F., 2004: Technische Temperaturmessung. – Springer.
- BÖHM, R., 2009: Klimarekonstruktion der instrumentellen Periode – Probleme und Lösungen für den Großraum Alpen, alpine space – Man & Environ. 6: Klimawandel in Österreich, 145–164.
- FISCHER, G., G. SCHLÖGEL, 1783: Observationes Peissenbergenses. Descriptio situs loci, & instrumentorum meteorologicum in Hohenpeissenberg. Mannheim. – In: Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae Observationes, 297–301.
- FRANK, D., U. BÜNTGEN, R. BÖHM, M. MAUGERI, J. ESPER, 2007: Warmer early instrumental measurements versus colder reconstructed temperatures: shooting at a moving target. – Quaternary Science Reviews 26, 3298–3310.
- WINKLER, P., 2009a: Revision and necessary correction of the long-term temperature series of Hohenpeissenberg, 1781–2006. – Theor. Appl. Climatol. 98, 259–268.
- WINKLER, P., 2009b: Wissenschaftshistorische Untersuchungen zur Geschichte und insbesondere zur Datenqualität der langen meteorologischen Reihen des Observatoriums Hohenpeißenberg. – DWD-Bericht 233, 1–187.