

Beilage zur Berliner Wetterkarte

Herausgegeben vom Verein BERLINER WETTERKARTE e.V.
zur Förderung der meteorologischen Wissenschaft

c/o Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin C.-H.-Becker-Weg 6-10165 Berlin

22/15

<http://www.Berliner-Wetterkarte.de>

ISSN 0177-3984

SO 13/15

17.03.2015

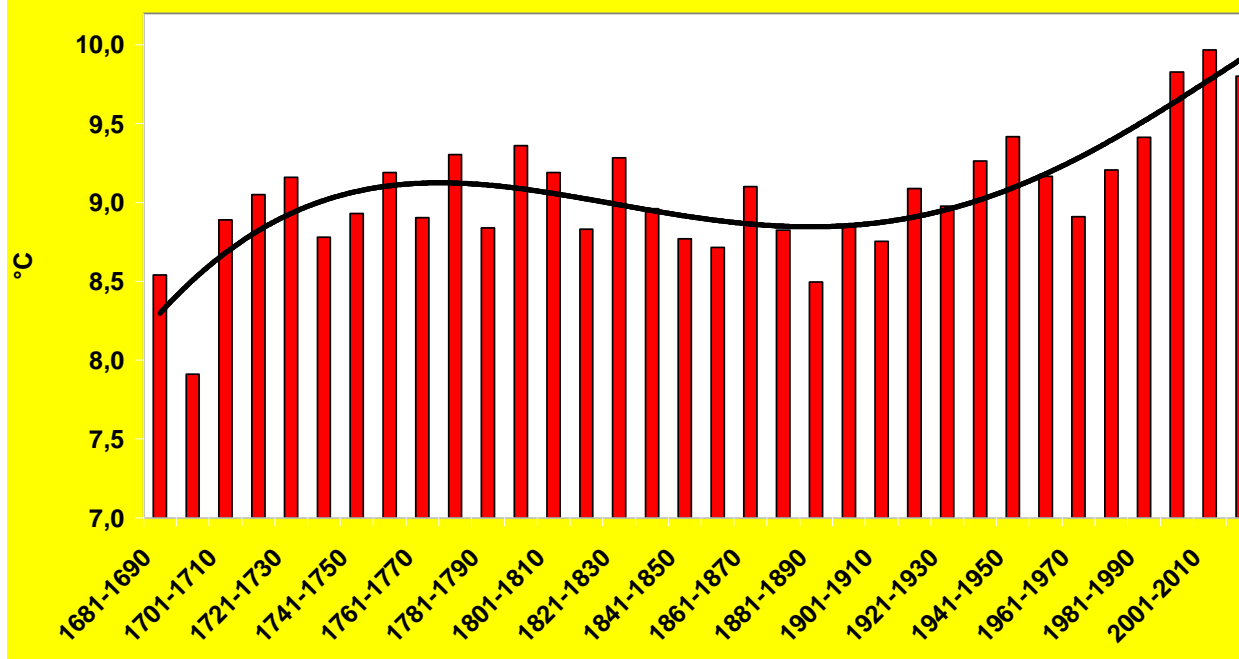
Über den Klimawandel im Cf-Klima von Europa seit der Kleinen Eiszeit

Horst Malberg (Univ.-Prof. a.D. für Meteorologie und Klimatologie)

Nach der Klimaklassifikation von W.Köppen (1918) lässt sich das globale Klima in fünf Klimazonen unterteilen, und zwar in: das tropische Klima (A), das Wüsten- und Steppenklima (B), das warm-gemäßigte Klima (C), das Schnee-Wald-Klima (D) und das Polarklima (E). Dabei verlaufen die fünf Klimazonen -aufgrund der Strahlungsverhältnisse- annähernd breitenkreisparallel. Die Klimazonen stehen im unmittelbaren Zusammenhang mit den Luftdruckgürteln der „Allgemeinen Atmosphärischen Zirkulation“, d.h. mit äquatorialer Tiefdruckzone, subtropischem Hochdruckgürtel, subpolarer Tiefdruckzone und polarem Hoch. Über die meridionalen/vertikalen Zirkulationsräder von Hadley-, Ferrel- und Polazirkulation stehen die Klimazonen in Interaktion miteinander.

Das warm-gemäßigte C-Klima von Europa befindet sich zwischen dem B-Klima Nordafrikas und dem D-Klima Skandinaviens. Synoptisch wird es vom Subtropenhoch (Azorenhoch) einerseits und der subpolaren Tiefdruckzone (Islandtief) andererseits geprägt. Während sich dabei durch den Einfluss des Subtropenhochs das sommer-trockene mediterrane Cs -Klima erklärt, ist das Cf-Klima West- und Mitteleuropas durch ganzjährige Niederschläge gekennzeichnet.

Abb.1 10-jährige Mitteltemperaturen im Cf-Klima von Europa und Klimaverlauf
1681-2010 (2014*)



Im Bereich des Cf-Klimas von Europa befinden sich die längsten Klimabeobachtungsreihen der Erde, und zwar die Central England Temperatures (CET) sowie die von J.Pelz homogenisierte Berliner (Dahlemer) Temperaturreihe. Die Klimatemperaturdaten der Berliner Reihe liegen seit 1701 vor. Die Central-England-Reihe reicht noch einige Jahrzehnte weiter zurück. Kein anderer Datensatz kann daher weltweit einen besseren Aufschluss geben über den langfristigen Klimawandel als die gemittelten Werte aus der ozeanisch geprägten CET-Reihe und der kontinental geprägten Berliner Klimareihe. Die vorliegende Analyse des Klimawandels kann sich somit auf Klimadaten von über 300 Jahren stützen.

Der Klimawandel seit der Kleinen Eiszeit

In Abb.1 ist anhand der 10-jährigen Mitteltemperaturen die Klimaentwicklung im (warm-gemäßigten, immerfeuchten) Cf-Klima von Europa für den Zeitraum 1681-2010 (2014) wiedergegeben, wobei für Berlin die beiden Dekaden vor 1700 aus den CET-Daten reduziert wurden. Wie die 334-jährigen Klimabeobachtungen belegen, ist der Klimawandel das normale Klimaverhalten und nicht das konstante Klima. Wenn also heute der Begriff „Klimawandel“ negativ besetzt wird, so widerspricht das dem natürlichen Klimaverhalten. In **Abb.1** wird der fortlaufende Klimawandel durch die mathematische Ausgleichskurve höherer Ordnung wiedergegeben. Sie entspricht dem integralen Resultat aller im Klimasystem wirkenden kurz- und langperiodischen Klimaantriebe (Ozean, Vulkanausbrüche, Biosphäre, Hydrosphäre, Treibhauseinfluss, solarer Effekt). Während die kurzfristigen Klimafaktoren die hohe Variabilität des Temperaturverhaltens erklären, folgt als entscheidende Frage: Welcher Klimaantrieb vermag den langfristigen Klimaverlauf, insbesondere das periodische Klimaverhalten über die Jahrhunderte zu erklären?

Nach **Abb.1** ergibt sich seit 1681 für den Klimawandel im Cf-Klima von Europa, also im Bereich von West- und Mitteleuropa, folgendes Bild: Nach der Kleinen Eiszeit im 17. Jahrhundert setzte eine anhaltende Erwärmung ein, die am Ende des 18. Jahrhunderts ihren Höhepunkt erreichte. Nach 1800 kam es dann zu einer rapiden Klimaabkühlung, die um und nach der Mitte des 19. Jahrhunderts ihren Tiefpunkt erreichte. Wie zur Kleinen Eiszeit waren auch in dieser Kälteperiode Missernten, Hungersnöte und Seuchen die Folgen. Vom Ende des 19. bis zum Ende des 20. Jahrhunderts kam es dann erneut zu einer anhaltenden Erwärmung und damit im Vergleich zur vorausgegangenen Kälteperiode zu einer Klimaerholung mit guten Voraussetzungen für die Landwirtschaft und damit für die Lebensbedingungen der Menschen. Die globale Klimareihe beginnt erst 1850, d.h. während der lebensfeindlichen Klimabedingungen des 19. Jahrhunderts. Sie erfasst von dem Klimawandel seit der Kleinen Eiszeit nur die letzte Phase, die Erwärmung im 20. Jahrhundert. Wegen der damit verbesserten Lebensbedingungen sollte man die Erwärmung als Segen und nicht als Katastrophe verstehen. Daher ist es absurd, wenn heute ein „2-Grad-Ziel“ propagiert wird, das die Kälteperiode um 1850 als Ausgangspunkt hat und damit diese lebensfeindliche Zeit gewissermaßen zum Idealklima erklärt.

Zur primären Ursache des Klimawandels

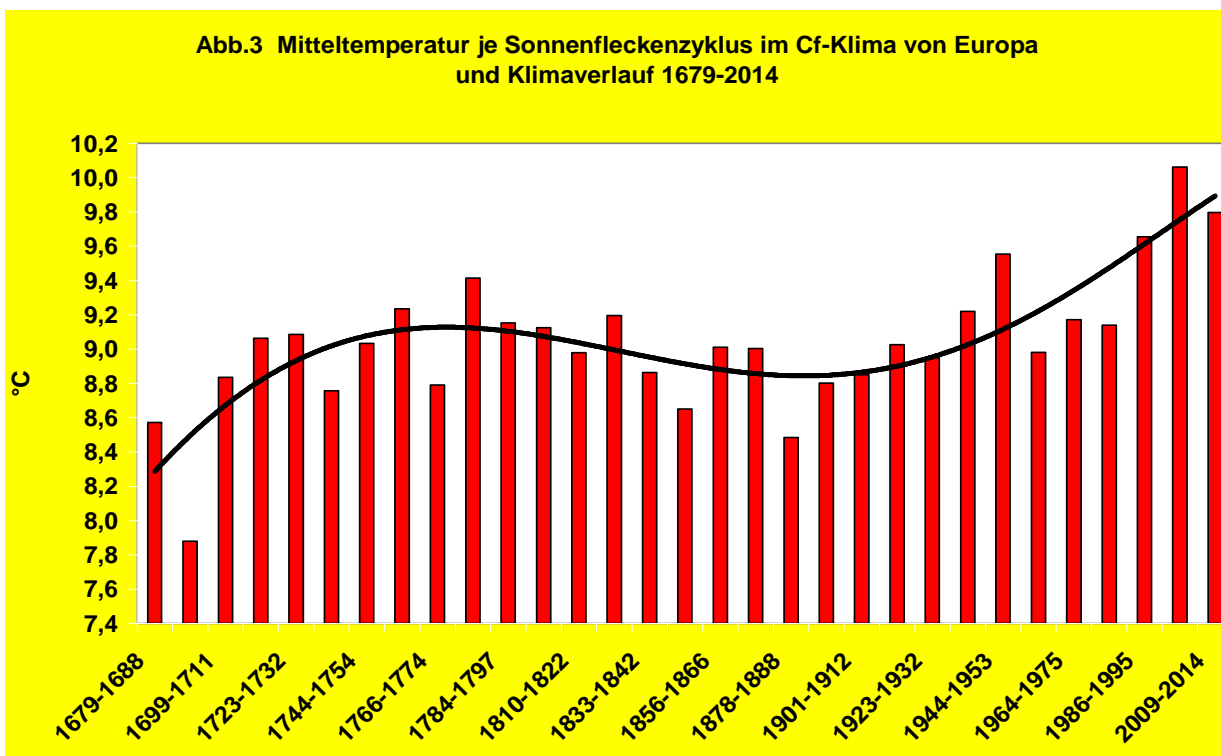
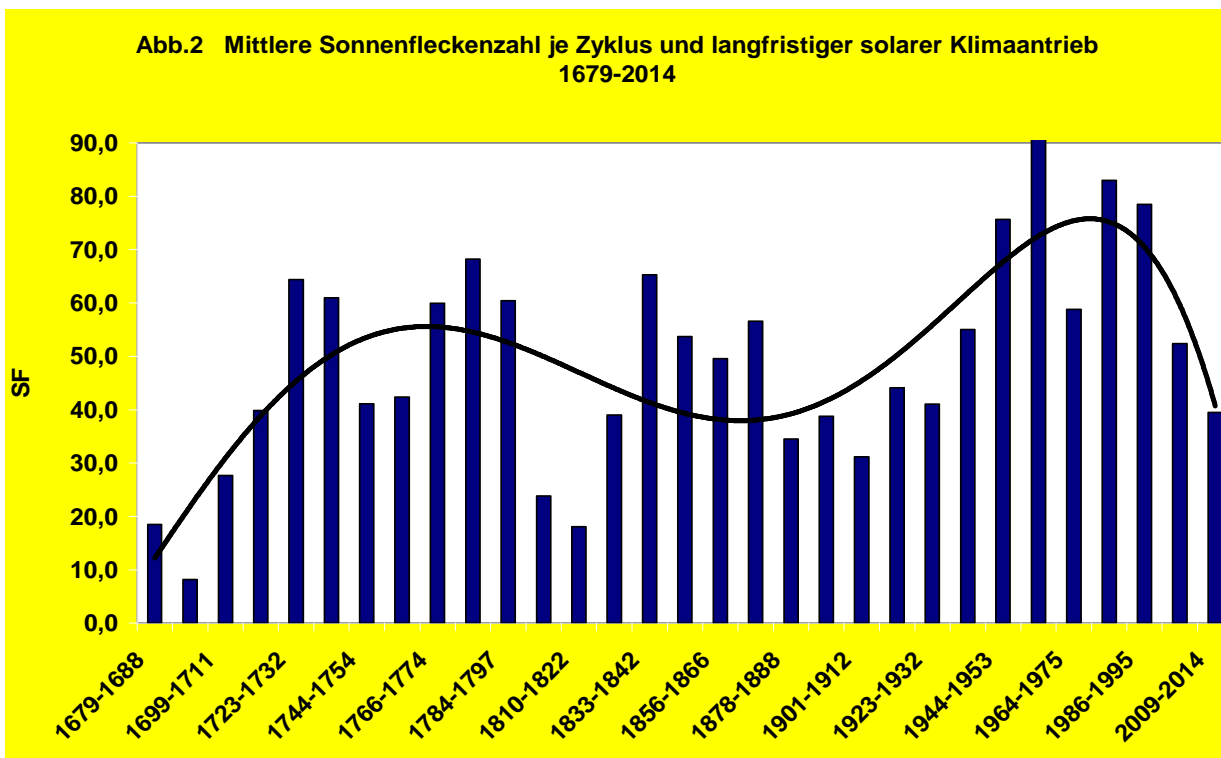
Bei der vorliegenden empirischen Untersuchung der Klimaentwicklung seit der Kleinen Eiszeit kann es nicht darum gehen, die hoch-frequente Variabilität des Klimas, also die komplexen Wirkungen und Wechselwirkungen im Klimasystem, zu analysieren. Vielmehr gilt es, die Frage zu beantworten, welcher Klimaantrieb die primäre Ursache für den Klimawandel seit 1680 ist, d.h. für das langperiodische, wellenartige Klimaverhalten der letzten Jahrhunderte mit zwei Maxima und zwei Minima.

Bei der aktuellen Diskussion über den „dominierenden“ CO₂-Einfluss auf das Klima ergibt sich ein fundamentales Problem, ein „Gordischer Knoten“: Die Klimaänderungen vor 1850 sind erfolgt, obwohl der CO₂-Gehalt der Luft konstant 280 ppm betrug. Das heißt: Die Kleine Eiszeit, die kräftige Erwärmung im 18. Jahrhundert und die Kälteperiode des 19. Jahrhunderts sind allein durch die natürlichen Klimaprozesse verursacht. Damit stellt sich die Frage: Wie plausibel ist es, dass die natürlichen Klimaantriebe nach 1850 kaum noch eine Rolle gespielt haben sollen bzw. ist nicht auch die Erwärmung nach 1850, also seit dem Beginn der Industrialisierung, primär auf einen dominierenden natürlichen Klimaantrieb zurückzuführen?

Seit alters bestimmt die Sonne als externer Klimafaktor nicht nur die Anordnung der Klimazonen zwischen Tropen und Polarregion (A- bis E-Klimate), sondern auch wesentlich die Klimaänderungen. Jede Veränderung der solaren Strahlung muss sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen im Klimasystem der Erde zur Folge haben, wobei aufgrund der Trägheit im Klimasystem (z.B. Wärmeumsatz im Ozean) Phasenverschiebungen die Regel sind.

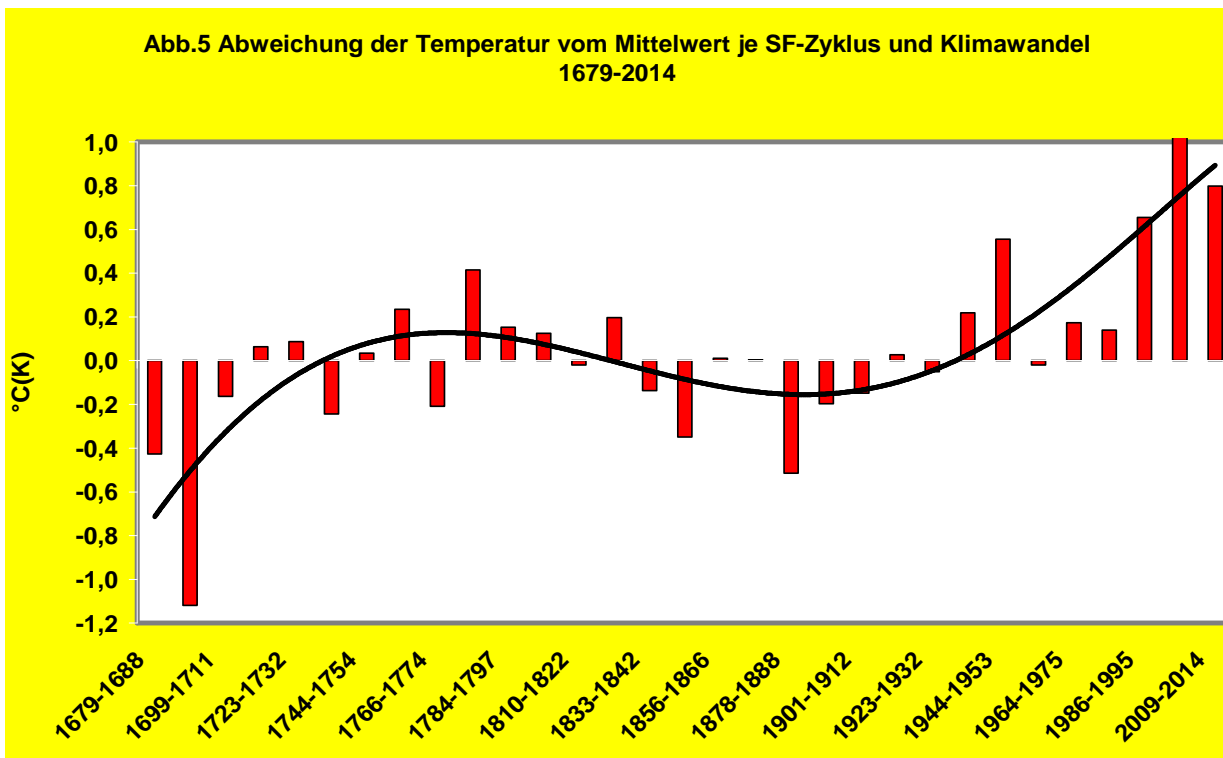
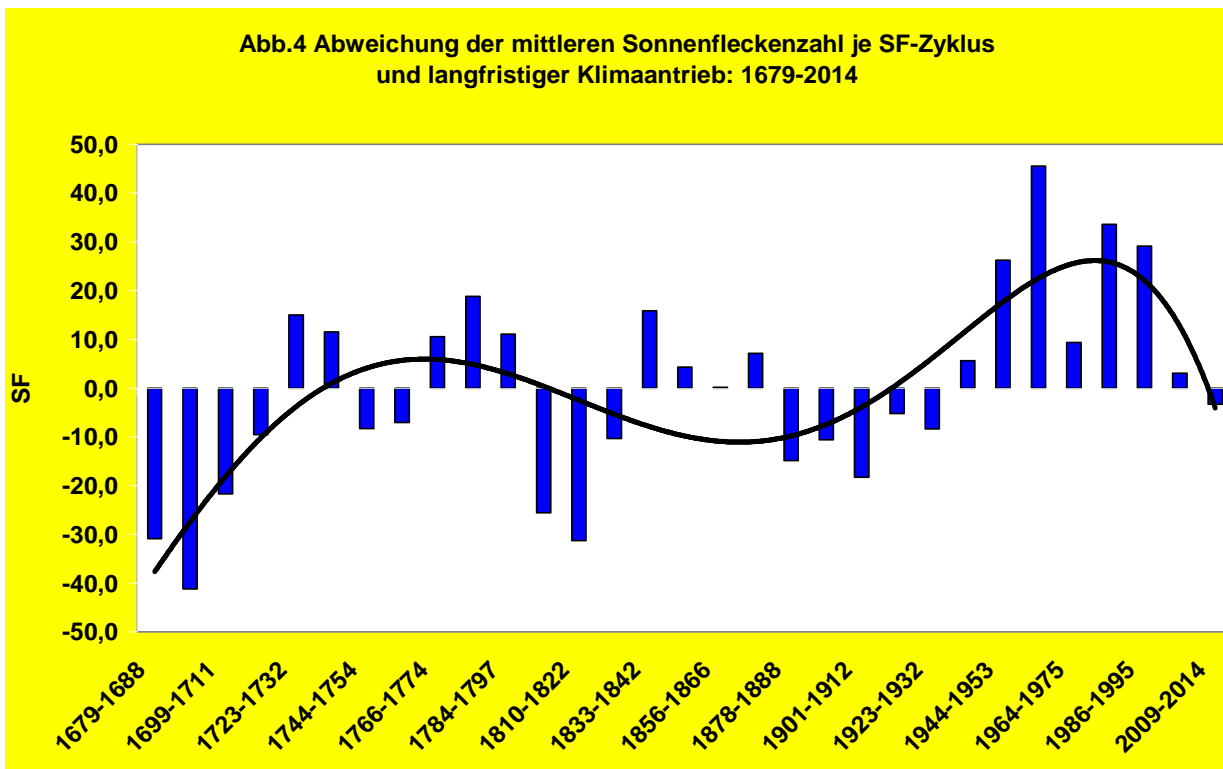
In **Abb.2** ist die mittlere Sonnenfleckenanzahl je Sonnenfleckenzyklus seit 1679 als Maß für die veränderliche Sonnenaktivität wiedergegeben. Nach dem Maunder-Minimum (1645-1715) nimmt die solare Aktivität stark zu und erreicht um 1800 ihren Höhepunkt. Nach 1800 nimmt die solare Aktivität rapide ab (Dalton-Minimum). Erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts beginnt die Sonnenaktivität wieder anzusteigen und erreicht am Ende des 20. Jahrhunderts ihren Höhepunkt. Der Beginn des 21. Jahrhunderts ist wieder durch einen starken Rückgang der solaren Aktivität gekennzeichnet. Diese sinusartige Schwingung der Sonnenaktivität entspricht der rund 200-jährigen Periode des „De-Vries-

Zyklus“. Wie man in Abb.2 ferner erkennt, weist auch die solare Aktivität eine hohe Variabilität auf. Entscheidend für den resultierenden Klimaantrieb ist das langfristige, übergeordnete Verhalten der solaren Aktivität.



Um einen direkten Vergleich zwischen dem Langfristverhalten der Sonnenaktivität und der Klimaentwicklung machen zu können, wurden anhand der Jahrestemperaturen die Mitteltemperaturen je Sonnenfleckenzyklus berechnet. Die Ergebnisse sind in **Abb.3** dargestellt. Wie man erkennt, weisen solare Aktivität und Klimawandel seit der Kleinen Eiszeit einen synchronen Verlauf auf. Da es physikalisch höchst unwahrscheinlich ist, dass dieser parallele Verlauf ein Zufall ist, folgt: Die Änderungen des solaren Klimaantriebs sind die primäre Ursache der (langfristigen) Klimaentwicklung. Wie der Vergleich der beiden Abbildungen deutlich macht, korrespondieren die Phasen mit geringer Sonnenaktivität mit Kälteperioden und die Zeiten hoher solarer Aktivität mit Wärmeperioden. So ist

die Kleine Eiszeit durch eine extrem geringe Sonnenaktivität gekennzeichnet. Mit der Zunahme der Sonnenaktivität im 18. Jahrhundert korrespondiert die Erwärmung des 18. Jahrhunderts. Der Rückgang der Sonnenaktivität am Beginn des 19. Jahrhunderts spiegelt sich im Temperaturrückgang des 19. Jahrhunderts wider. Mit dem erneuten Anstieg der Sonnenaktivität des 20. Jahrhunderts ist die aktuell diskutierte Erwärmung im 20. Jahrhundert verbunden.



In **Abb.4** und **Abb.5** sind zur Verdeutlichung der vorstehenden Zusammenhänge die Anomalien von Sonnenaktivität und Temperatur je Sonnenfleckenzyklus dargestellt, also ihre jeweiligen Abweichungen vom langjährigen Mittelwert. Legt man beide Abbildungen übereinander, so ist, wie schon in **Abb.2** und **Abb.3**, der synchrone Verlauf von Klimawandel und langfristigem solarem Klimaantrieb

unverkennbar. In Zeiten mit unternormaler Sonnenaktivität kommt es zu unternormalen Temperaturverhältnissen, zu Abkühlungen/Kälteperioden. In Phasen mit überdurchschnittlicher Sonnenaktivität kommt es zu überdurchschnittlichen Temperaturen, zu Erwärmungen/Wärmeperioden.

Damit folgt: Der integrale (direkte/indirekte) Einfluss der Sonne ist der dominierende, der steuernde Klimaantrieb bei der langfristigen Klimaentwicklung, beim Klimawandel. Nur der solare Antrieb kann das beobachtete periodische Klimaverhalten seit der Kleinen Eiszeit widerspruchsfrei erklären.

Wenn das IPCC von der Annahme ausgeht, dass der solare Effekt beim Klimawandel nur von untergeordneter Bedeutung sei, so steht dieses im Widerspruch zu den obigen Analysen.

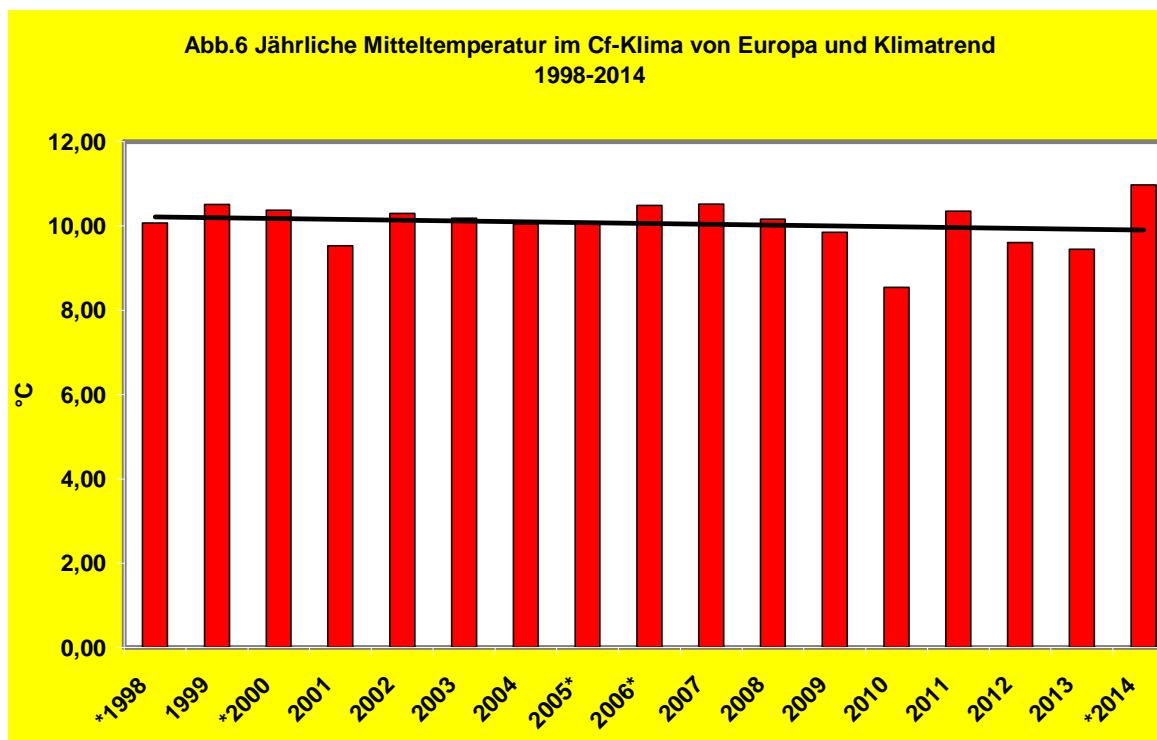
Untermuert werden die obigen Ausführungen durch eine Korrelationsanalyse. Entsprechend den Ausgleichskurven (**Abb.2 und Abb.3**) wurden den Korrelationen über 3 SF-Zyklen gleitende Werte von Temperatur und Sonnenfleckenanzahl zugrunde gelegt.

Für die Erwärmungsperiode 1679-1783 ergibt sich ein signifikanter Korrelationskoeffizient von +0,94, für den Temperatureinbruch 1784-1822 von +0,93. Für die Erwärmungsperiode 1856-1995 berechnet sich ein Korrelationskoeffizient von +0,83. Damit können in der Zeit vor 1850 rund 85% des Temperaturverhaltens im Cf-Klima durch den solaren Effekt erklärt werden und nach dem Beginn der Industrialisierung rund 70% (erklärte Varianz). In den Residuen sind alle anderen Klimaantriebe, z.B. von Ozean, Vulkanaktivität, Biosphäre, anthropogenem CO₂-Einfluss (nach 1850) enthalten.

Es kann m.E. nach dieser Analyse keinen Zweifel daran geben, dass der integrale solare Effekt mit seinen hoch-komplexen Wirkungsmechanismen der primäre Klimaantrieb war und ist, und zwar auf der regionalen, hemisphärischen und globalen Klimaskala.

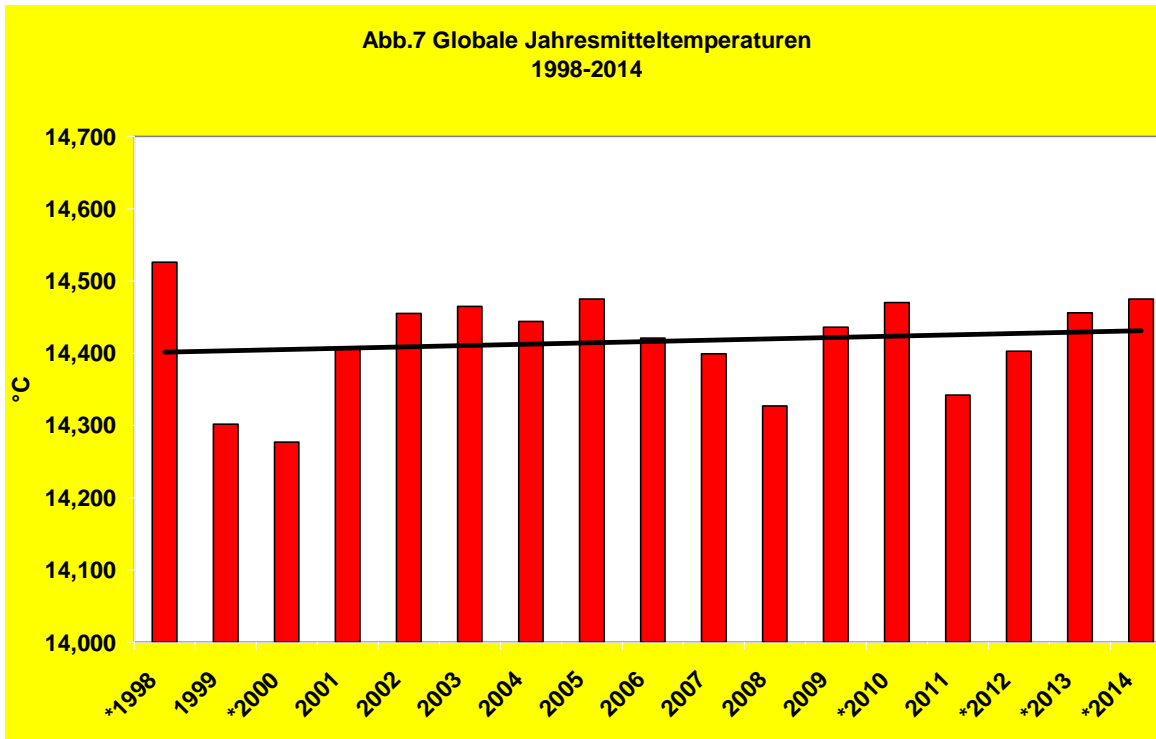
Das grundlegende Problem der globalen Klimareihe ist, dass sie erst 1850 beginnt und somit von den wiederholten Erwärmungs-/Abkühlungsperioden der Klimaentwicklung seit der Kleinen Eiszeit nur die letzte Phase, den Temperaturanstieg nach 1850, erfasst; und das grundlegende Problem des anthropogenen CO₂-Effekts ist, dass, wie der Temperaturanstieg des 18. Jahrhunderts gezeigt hat, die Natur auch ohne ihn Erwärmungen verursacht. Es ist wenig plausibel, dass die Sonne als global player ihren dominierenden Klimaeinfluss an den Menschen abgetreten hat. Dieses wird auch durch die nachfolgenden Ausführungen unterstützt.

Die „Klimapause“ seit 1998



In **Abb.6** sind die Jahresmitteltemperaturen im Cf-Klima von Europa für den Zeitraum 1998-2014 wiedergegeben. Wie man erkennt, ist die Erwärmung des letzten Jahrhunderts zum Stillstand gekommen.

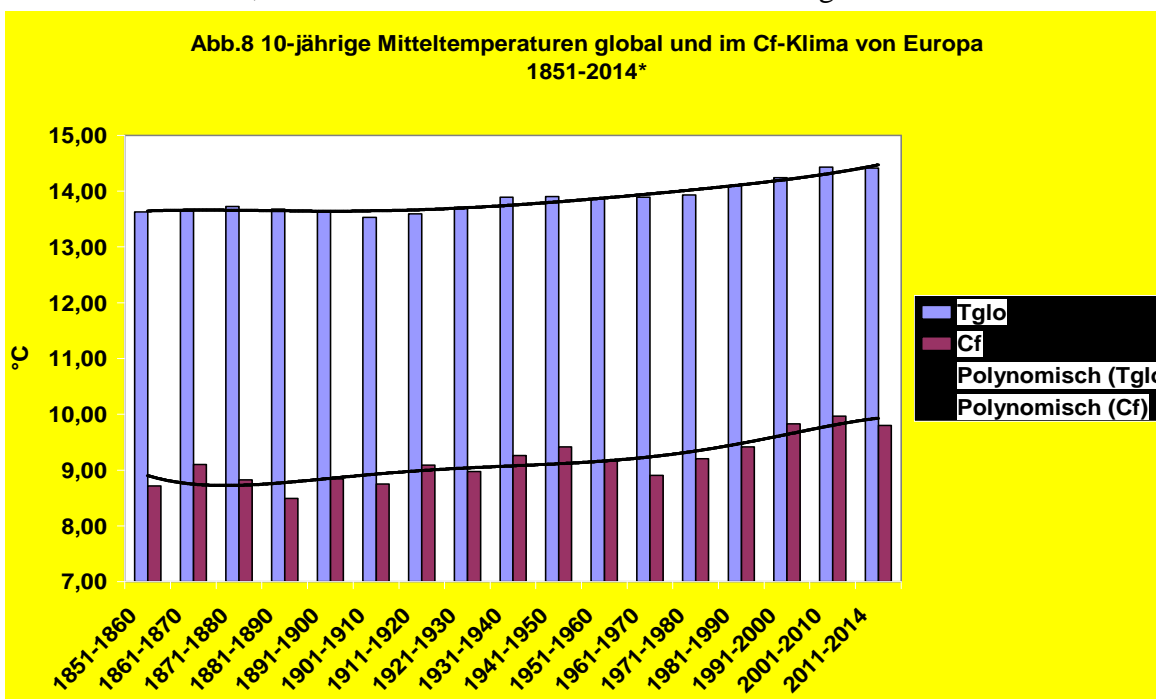
men, obwohl der CO₂-Gehalt der Luft seit 1998 um rund 30 ppm auf 400 ppm angestiegen ist. Die Temperaturentwicklung der letzten 16 Jahre pendelt nur noch um ein mittleres Niveau.



In **Abb.7** sind die globalen Jahresmitteltemperaturen seit dem El-Nino-Jahr 1998 wiedergegeben. Auch im globalen Maßstab ist die Erwärmung des letzten Jahrhunderts zum Stillstand gekommen, ist die Temperaturentwicklung vom ungebremsten CO₂-Anstieg abgekoppelt. Die grundsätzliche Ursache für den Temperaturstillstand dürfte nach den obigen Ergebnissen im aktuellen Rückgang der solaren Aktivität zu sehen sein (Abb.2). Infolge thermischer Trägheit im Klimasystem, vor allem in Bezug auf den Wärmespeicher Ozean, sollte der derzeitige Temperaturstillstand in naher Zukunft in eine Abkühlungsphase übergehen.

Was die mediale Diskussion um das Temperatur-Rekordjahr 2014 betrifft, sollte man die Aussagen kritisch hinterfragen. In Berlin war 2014 nach der homogenisierten Temperaturreihe von J.Pelz kein Rekordjahr. So wurde der 2014er Wert von 11,0°C auch 1779 beobachtet. Im Jahr 1756 war es mit 11,7°C noch deutlich wärmer.

Nach Aussagen des UK Met.Office war 2014 global ein „warmes“ Jahr. Ob es das wärmste Jahr der letzten Dekade war, ließe sich statistisch nicht mit Sicherheit sagen.



Zusammenfassende Schlussbetrachtungen

Der wiederholte Klimawandel im Cf-Klima von Europa von der Kleinen Eiszeit des 17. Jahrhunderts über die Erwärmung im 18. Jahrhundert, die Abkühlung im 19. Jahrhundert und die erneute Erwärmung im 20. Jahrhundert ist synchron zu den Änderungen der solaren Aktivität verlaufen. Der integrale (direkte und indirekte) solare Einfluss auf das Klimaverhalten ist daher offensichtlich der dominierende Klimaantrieb. Er allein kann das periodische Klimaverhalten seit der Kleinen Eiszeit erklären.

Die Korrelation zwischen Temperaturverlauf und solarer Aktivität (über 3 SF-Zyklen gleitend) ist hoch-signifikant, und die erklärte Varianz liegt für die Klimaentwicklung vor 1850 bei 85% und für die Erwärmung des 20. Jahrhunderts bei 70%.

Der Temperaturstillstand seit 1998, d.h. das Ende der Erwärmung des 20. Jahrhunderts, ist daher nur konsequent, denn die solare Aktivität befindet sich aktuell auf dem Weg in ein „Grand Minimum“.

Dass die anhand der beiden längsten Klimareihen für das Cf-Klima gefundenen Ergebnisse auch für den globalen Klimawandel grundsätzlich gültig sein müssen, lässt sich einerseits statistisch begründen. So sind globale Erwärmung seit 1850 und Temperaturanstieg im Cf-Klima Europas synchron verlaufen (**Abb.8**). Der Korrelationskoeffizient zwischen globaler und regionaler Erwärmung liegt über +0,90, d.h. das Cf-Klima macht alle wesentlichen Veränderungen des globalen Klimas mit. So ist auch der aktuelle Temperaturstillstand sowohl global als auch im Cf-Klima Europas zu beobachten.

Zum anderen lässt sich auch synoptisch-klimatologisch begründen, dass das Cf-Klima in alle wesentlichen Veränderungen des globalen Klimas eingebunden sein muss. So wird das Cf-Klima durch seine mittlere Lage zwischen Tropen/Subtropen einerseits und Polar-/Subpolarregion andererseits über die „Allgemeine atmosphärische und ozeanische Zirkulation“ von nachhaltigen Klimaänderungen in diesen Klimaregionen grundsätzlich beeinflusst. Daher kann umgekehrt mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass der Klimawandel im Cf-Klima auch vor 1850 ein grundsätzlicher Indikator für das nordhemisphärische/globale Klimaverhalten ist.

Fazit: Allein der solare Klimaeinfluss vermag als dominierender Klimaantrieb den permanenten Klimawandel, d.h. das periodische Klimaverhalten seit der Kleinen Eiszeit, zu erklären. Auch der Erwärmungsstillstand seit 1998 steht im Widerspruch zum angeblich dominierenden CO₂-Einfluss beim Klimawandel. Die Klimamodelle haben den anthropogenen CO₂-Effekt deutlich überschätzt und die natürlichen Klimaantriebe, insbesondere den integralen (direkten und indirekten) solaren Klimaeinfluss unterschätzt.

Anstelle des sog. Klimaschutzes sollte dem Umweltschutz höchste Priorität eingeräumt werden. Saubere Luft, sauberes Wasser, saubere Ozeane und ein intaktes Ökosystem gehören zu den Grundrechten der Menschen weltweit. Ein konstantes Klima gehört nicht dazu. Das Klima hat sich in der Vergangenheit permanent verändert und wird sich auch in Zukunft aufgrund der natürlichen Klimaantriebe, insbesondere der solaren Aktivitätsschwankungen, ständig verändern. Dem Menschen obliegt es vor dem Hintergrund einer weiter wachsenden Weltbevölkerung rechtzeitig Anpassungsstrategien für die Auswirkungen der Klimaänderungen zu entwickeln.