

Angriff auf die Sonne

Die Kopplung der Temperaturentwicklung an die Sonnenaktivität wurde in zahlreichen Studien für die vergangenen 10 000 Jahre eindrucksvoll belegt (siehe Kapitel 3). Mit welchen Argumenten also versuchen Sonnenkritiker die klimatische Unwirksamkeit unseres Muttergestirns zu beweisen? Die Kritik betrifft die solare Strahlungsentwicklung der letzten 50 Jahre. Die Sonnenaktivität schnellte während des 19. Zyklus um 1960 auf ihren höchsten Stand der gesamten historischen 400 Jahre langen Messreihe, ein Rekord, der bis heute ungeschlagen blieb. Wenn die Sonne wirklich so einflussreich wäre, sollte dann doch bitte auch die Temperatur um 1960 ihren Höhepunkt erreicht haben (Abb. 24). Und weil dies bekanntermaßen nicht so ist, könnten wir die Sonne ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts unbesorgt aus der Klimagleichung streichen. So die Argumentation.⁷² Hört sich zunächst ganz plausibel an, ist aber leider trotzdem falsch. Denn so einfach ist das Klimasystem nun mal nicht gestrickt. Schauen wir uns daher einmal an, wie die Dinge wirklich zusammenhängen.

Dazu müssen wir allerdings ein paar Schritte mehr Anlauf nehmen und fangen im Jahr 1940 mit der Geschichte an. Zu dieser Zeit endete gerade eine dreißigjährige Erwärmungsperiode. Die Sonnenaktivität hingegen nahm von 1940 (17. Zyklus) bis zum Rekordjahr 1960 (19. Zyklus) unbeeinträchtigt weiter zu. Nun wissen wir aber auch bereits, dass die Abkühlungsphase 1940 bis 1977 durch die kalte Phase der PDO ausgelöst wurde. Offensichtlich behielt die PDO in dieser Situation souverän die Oberhand und glich die Wärmewirkung der sich verstärkenden Sonne mehr als aus. Und trotzdem schaffte es der Rekordzyklus 19, sich bemerkbar zu machen. Wenn man sich die Temperaturkurve ganz genau anschaut, dann erkennt man eine kleine siebenjährige Erwärmungsspitze um 1960 herum, die etwa $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ausmacht (Abb. 19). Diese zarte Erwärmung hätte sich wohl gesteigert fortgesetzt, wenn nicht der nachfolgende 20. Sonnenzyklus um 1970 so dramatisch eingebrochen wäre, wobei sich die Anzahl der Sonnenflecken kurzerhand

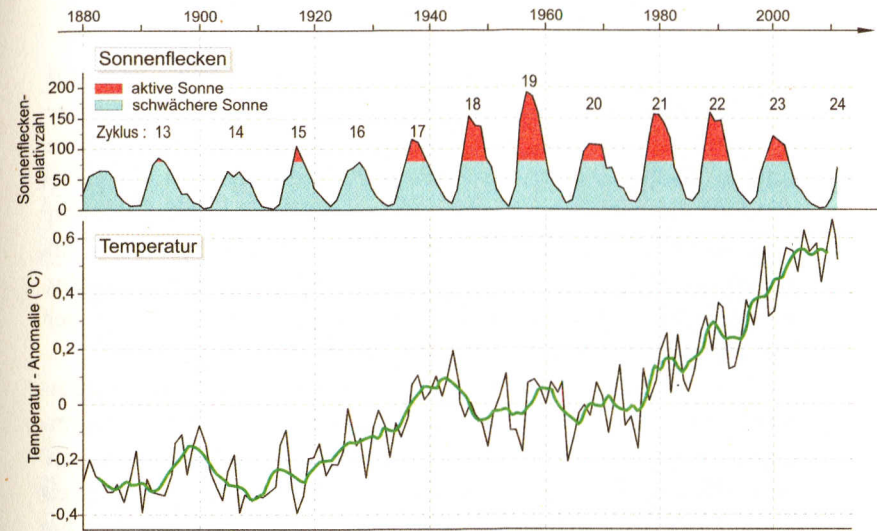


Abb. 24: Entwicklung der Sonnenflecken¹⁰⁵ und der globalen Temperatur (GISS-Datenreihe)¹⁰⁶ während der letzten 130 Jahre.

halbierte (Abb. 24). Die solare Erwärmung durch Zyklus 19 war also schlicht zu kurz, als dass das träge Klimasystem hätte schnell genug darauf reagieren können.

Man kann dies gut mit einem Wassertopf auf einem Herd vergleichen. Wird die Herdplatte zu Beginn stark aufgedreht (starker Zyklus 19), benötigt das träge Wasser ein paar Minuten, um auf Gleichgewichtstemperatur mit der Herdplatte zu gelangen. Wird die Herdplatte vor Erreichen der Gleichgewichtstemperatur heruntergedreht (schwacher Zyklus 20), so wird auch die Wassertemperatur im Topf zeitnah dazu sinken. Wird im Anschluss die Herdplatte wieder aufgedreht (starke Zyklen 21 und 22), jedoch weniger heiß als in der Anfangsphase (also im Vergleich zu Zyklus 19), wird die Wassertemperatur im Topf wieder ansteigen, bis die Gleichgewichtstemperatur mit der Herdplatte erreicht ist. Diese neue Gleichgewichtstemperatur kann jetzt höher liegen als die Wassertemperatur während der heißeren Herdanfangsphase (Zyklus 19), da in der ersten Heizphase aufgrund der zu kurzen Zeit keine Gleichgewichtstemperatur erreicht werden konnte.

Geholfen hat hier sicher auch die positive PDO-Phase während der Zyklen 21 und 22, die den Temperaturanstieg weiter verstärkte (Abb. 25). Wie bei einem Wasserkocher kann also auch eine für längere Zeit konstant hohe Flamme steigende Temperaturen bewirken.¹⁰⁷ Im Laufe der beiden starken Zyklen 21 und 22 ist der Gleichgewichtszustand wohl schließlich erreicht worden. Der wieder schwächere Zyklus 23 leitete in Zusammenarbeit mit dem Abknicken der PDO schließlich ab dem Jahr 2000 das Ende der Erwärmungsperiode ein (Abb. 24 und 25).

Es ist die thermische Trägheit der Ozeane und ihrer Tiefenzirkulation, die dazu führt, dass von außen in das System eingegebene Klimaimpulse nicht immer sofort und vollständig in Temperaturänderungen umgesetzt werden. Diese »lange Leitung« kann zu Zeitverzögerungen von manchmal einigen Jahrzehnten führen.^{108,20} Ein gutes Beispiel dafür kommt aus Sibirien. Die aus einem Eiskern rekonstruierte Temperaturentwicklung der vergangenen 700 Jahre ist hier eng an die Sonnenaktivität gekoppelt.¹¹⁰ Allerdings reagierte die Temperatur zum Teil mit einer zeitlichen Verzögerung von 10 bis 30 Jahren auf den solaren Taktgeber. Ähnliche Verzögerungen sind aus anderen Studien bekannt.^{111,112} Wenn also Klimadatenreihen in gewissen Fällen einmal nicht in trauter Eintracht synchron schwingen, muss dies noch lange nicht heißen, dass die Prozesse nichts miteinander zu tun haben. Hier spielen die Zeit zum Aufbau von Gleichgewichten, Zeitverzögerungen und Überlagerung durch andere Klimafaktoren eine Rolle.

Für Betrachtungen der Temperaturverläufe über Hunderttausende von Jahren kann man diese Zeitverzögerungen natürlich eher vernachlässigen als bei der Betrachtung über Jahrzehnte. Eine solche differenzierte Betrachtungsweise ist insbesondere für die Entwicklung der Temperatur und Sonnenaktivität der vergangenen 70 Jahre notwendig – leider aber nicht durchgängig erfolgt. Weiterhin ist der solare Einfluss nicht an allen Orten der Erde gleich stark ausgebildet, was mit der Wirkungsweise der solaren Verstärkerprozesse (siehe Kapitel 6) zu tun hat. Und es gibt zudem

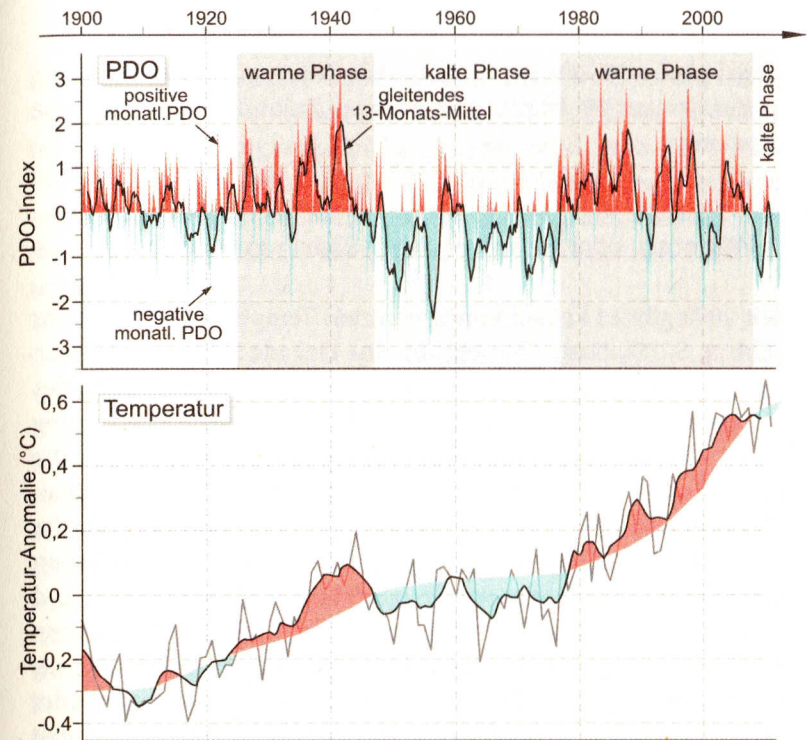


Abb. 25: Erwärmungs- und Abkühlungsperioden¹⁰⁶ der letzten 130 Jahre ereigneten sich zu Zeiten von positiven bzw. negativen PDO-Phasen.¹⁰⁹

jahreszeitliche Schwankungen in der Qualität der Zusammenarbeit zwischen Sonne und Klima. So scheinen in Europa vor allem die Wintertemperaturen auf die Sonnenaktivitätsschwankungen zu reagieren.⁶⁶

Einige Autoren haben in der Vergangenheit leider versucht, die klimatische Unwirksamkeit der Sonne mit fehlender Korrelation während der vergangenen Dekaden zu begründen.^{72,113} Diese simplistische Argumentation fasst jedoch, wie wir gesehen haben, offensichtlich deutlich zu kurz und wird der Komplexität des Klimasystems nicht gerecht. Wir sollten uns daher mit der Realität abfinden: Die Sonne beeinflusst unser Klimageschehen heute in der gleichen Weise, wie sie es auch in den

vergangenen 10 000 Jahren getan hat. Warum sollte sie für uns in den letzten 50 Jahren und auch in Zukunft eine Ausnahme machen?

Wärmt es, oder wärmt es nicht? Eine Frage der Perspektive

Seit 2000 gibt es keinen nennenswerten Temperaturanstieg mehr (Abb. 2, S. 15). Das nun mehr als eine Dekade breite Temperaturplateau markiert den Endpunkt der Erwärmung im Rahmen des aktuellen 60-Jahres-Zyklus (Abb. 25). Ist die globale Erwärmung damit nun gestoppt? Die Antwort hängt stark davon ab, wie die Frage eigentlich gemeint ist und welche Betrachtungsweise man wählt. Innerhalb des 60-Jahres-Zyklus ist die Erwärmung in der Tat gestoppt. Auf längere Sicht wissen wir aber, dass sich die Zyklen in den letzten 200 Jahren wie Treppenstufen aufgebaut haben und jeder nachfolgende Zyklus auf einem jeweils höheren Temperaturniveau wieder neu ansetzte. Den langfristigen Temperaturanstieg können wir leicht nachzeichnen, wenn wir die Nulldurchgänge der letzten 60-Jahres-Zyklen miteinander verbinden (Abb. 23). Kurze Abkühlungsphasen (zum Beispiel 1880 bis 1910, 1945 bis 1975) sind normaler Teil der Zyklik. Auch die fehlende Erwärmung seit 2000 passt daher gut in dieses Schema. Man könnte also wirklich meinen, die langfristige Erwärmung wäre noch immer nicht gestoppt.

Allerdings wird dabei übersehen, dass zukünftige Nulldurchgänge des 60-Jahres-Zyklus eher wieder tiefer liegen werden und der Langfrist-Temperaturtrend somit in den kommenden Jahrzehnten wohl nach unten zeigt. Das hat mit der außergewöhnlich hohen Sonnenaktivität der letzten Jahrzehnte zu tun,¹¹⁴ die anzeigt, dass die Sonnenaktivität gemäß dem solaren 1000-Jahres-Eddy-Zyklus nicht weiter ansteigen wird. Zudem hat der Abstieg des 210-Jahres-Suess/de-Vries- und des 87-Jahres-Gleissberg-Zyklus bereits eindrucksvoll begonnen. Da auch die PDO jetzt einen absteigenden Ast erreicht hat, muss mit einer starken na-

türlichen Abkühlungskomponente gerechnet werden, die selbst durch die CO₂-Treibhause Erwärmung in den nächsten Jahrzehnten nicht vollständig ausgeglichen werden wird (Abb. 72, S. 318). Insofern haben wir wohl in der Tat um die Jahrtausendwende einen vorläufigen Scheitelpunkt der Erwärmung überschritten, von dem es jetzt erst einmal ein paar Jahrzehnte klimatisch nach unten geht.

Das Klima der letzten 1000 Jahre

Wie wir in Kapitel 3 gesehen haben, dominierte der solare 1000-Jahres-Zyklus die Klimaentwicklung der Nacheiszeit. Da hat es Sinn, über den zeitlichen Tellerrand hinauszuschauen und die Temperaturgeschichte der vergangenen 150 Jahre in einen längerfristigen Kontext zu stellen. Das grundlegende Klimamuster des letzten Millenniums haben wir ebenfalls bereits kennengelernt. Vor 1000 Jahren regierte die Mittelalterliche Wärmephase auf der Erde, mit Temperaturen vergleichbar zu heute.^{22,115-120} Einige Jahrhunderte später übergab sie das Zepter an die Kleine Eiszeit, die die kühle Mitte des letzten Jahrtausends ausgestaltete.¹²¹⁻¹²⁸ Die Übergangsphase zwischen den beiden Klimaextremen zog sich über mehrere Jahrhunderte hin. Die Temperatur fiel im globalen Durchschnitt um 0,8 bis 1,0 °C,^{22,23,115,116,129,130} in einigen Regionen um bis zu 2 °C.¹³¹

Das grundsätzliche Schema dieser Klimaentwicklung ist bereits länger bekannt^{132,133} und wurde daher auch im ersten IPCC-Klimabericht 1990 (FAR) so dargestellt (Abb. 26). Aktuelle Forschungsergebnisse bestätigen den charakteristischen Temperaturverlauf mit Mittelalterlicher Wärmephase, Kleiner Eiszeit und Moderner Wärmephase.^{22,115,116} In den dazwischenliegenden Jahren jedoch begab sich die Klimaforschung auf dunkle Irrwege. Die Wissenschaft machte zu dieser Zeit eine der berühmten Erkenntnisschleifen durch, nur um am Ende wieder zum Ausgangspunkt zu gelangen.