Wie lange wird unsere Warmzeit, das Holozän, noch dauern ?

geschrieben von Admin | 14. September 2015

Das Klima der vergangenen vielen Hunderttausend Jahre ist gekennzeichnet durch die Abwechslung von Warmzeiten und Eiszeiten, wie Bild 1 zeigt. Heute befinden wir uns seit etwa 10 000 Jahren wieder in einer Warmzeit (oder Interglazial), genannt Holozän.

Bild 1(rechts): Der **Temperaturverlauf in der letzten 500 000 Jahre ist gekennzeichnet durch die Abwechslung von Warmzeiten und Eiszeit-Perioden**

Die Warmzeiten, d.h. Globaltemperaturen von über 13°C, dauerten immer nur relativ kurze Zeit (über die letzte Million Jahre betrachtet, etwa 23 % der Zeit), etwas genauer: jeweils zwischen 13 000 und 23 000 Jahre. Bei dieser Betrachtung ist der angenommene Temperatur-Grenzwert zwischen Warmzeit und Eiszeit natürlich wichtig: Der angenommene Grenzwert von 13°C ist nicht willkürlich, sondern beruht auf der Tatsache, dass in der letzten Kaltzeit zwischen den LIA-Jahren 1450 bis 1700 bei dieser Temperatur starke negative Klima-Veränderungen auftraten (weltweite Beobachtungen siehe im Internet unter „Little Ice Age“). Die Alpen-Gletscher zeigten zum Beispiel ein deutliches Wachstum und es traten bereits ernsthafte Probleme, z.B. durch Vereisung der Ostsee und der Themse, obwohl die Mitteltemperatur im Vergleich zu heute mit 14,5°C nur um ca. 1°C abgesunken war (mit zeitlichen Schwankungen). Unter 13°C Mitteltemperatur dürfte eine verstärkte Vereisung und Ausbreitung der Gletscher auftreten und mit erheblichen Versorgungs- und Energie-Problemen z.B. in Skandinavien, Russland und Kanada zu rechnen sein.

Unser jetziges Holozän begann vor etwa 10 000 Jahren und erreichte sein Temperatur-Maximum vor etwa 8000 Jahren mit ca. 16 ° globalem Mittelwert, der bis heute bereits auf ca. 14,5° C zurückgegangen ist. Der Vergleich mit der Dauer der früheren Warmzeiten bedeutet, dass die Menschheit sich voraussichtlich noch 3000 bis 13 000 Jahre dieser Warmzeit erfreuen kann.

Geht es auch etwas genauer ?

Dazu muss man die Ursache dieser mehr oder weniger regelmäßigen Warmzeiten verstehen.

Der Grund für das Auftreten der Warmzeiten ist astrophysikalischer Natur, wie man seit längerem vermutet. Genauer: die so genannten Milankovic-Zyklen von Erdumlaufbahn, Erdachsen-Inklinations-Schwankung und Präzession („Eiern“ der Erdachse). Nur eine genauere Begründung

fehlte bisher. Sie ist auch nicht im IPCC-Bericht oder im Internet zu finden.

Die Änderung der Elliptizität der Erdumlaufbahn um die Sonne, wie oft vermutet, kann es nicht sein: dazu ist der resultierende Unterschied in der Insulation (Sonneneinstrahlung auf der Erde) zu gering und kann vor allem nicht solche Temperatur-Spitzen in Maximum und Minimum erzeugen (vgl. Bild 1). Die Erdachsen-Neigung zur Ekliptik-Vertikalen (Umlauf-Bahnebene) schwankt im Zeitraum von 41000 Jahren (+/- 1000 Jahre) zwischen 21,5 und 24,5°. Das bedeutet eine Verschiebung der solaren Einstrahlung mehr in Richtung der Polregionen, wenn die Erdachse stärker geneigt ist. Die Präzession bewirkt einen zusätzlichen Effekt, da sie die Achsen-Inklination verstärkt oder abschwächt, was mit einem Zyklus von 24 500 bis 27 300 Jahren geschieht.

Bild Die Präzession der Erdachse um 360° erfolgt mit einer Periode von ca. 24 500 bis 27300 Jahren, die noch von einer kleinen, durch den Mond verursachten Nutation überlagert wird.

Dadurch kann die Insolation (die solare Einstrahlung) im Juli auf 40° nördlicher Breite zwischen 540 und 650 W/m2 (nach Berger, 1978) schwanken, was in letzterem Fall einen Temperaturanstieg und Reduktion der Gletscher und Polkappen verursacht. Der hohe Wert tritt dann auf, wenn die Erdachsenneigung durch die positive Addition der Präzession ein Maximum erreicht. Dieser Fall ergib sich dann, wenn die Maxima von Erdachsen-Inklination und Präzession korrelieren, was im Prinzip alle 82 000 oder 123 000 Jahre der Fall ist.

Dies wird veranschaulicht in Bild 2 mit dem Temperaturverlauf der letzten 160 000 Jahre zwischen dem jetzigen Holozän und der letzten Warmzeit, dem so genannten Eem-Interglazial vor 120000 bis 130 000 Jahren. Bemerkenswert ist dabei, dass damals etwa 1° höhere Temperaturen auftraten als im heutigen Holozän, dies aber bei CO2-Werten von nur 280 ppm.

Der entscheidende positive Temperatur-Effekt könnte also im Prinzip alle 41 000 Jahre auftreten, bei maximaler Erdachsenneigung, er tut es aber nur, wenn der Präzession-Zyklus damit korreliert. Dadurch ergibt sich der Abstand der Warmzeiten von entweder 123 000 oder 82 000 Jahren, mit natürlich entsprechenden Schwankungen durch weitere Einfluss-Faktoren. 123 000 Jahre bedeuten drei Achsen-Zyklen von je 41 000 Jahren in Kombination mit 5 Präzessions-Zyklen. Dieser Fall ist in der letzten Million Jahre insgesamt 4 Mal aufgetreten; die Alternative von 82 000 Jahren dagegen 8 Mal (zwei Achsen-Zyklen in Kombination mit 3 Präzessions-Zyklen).

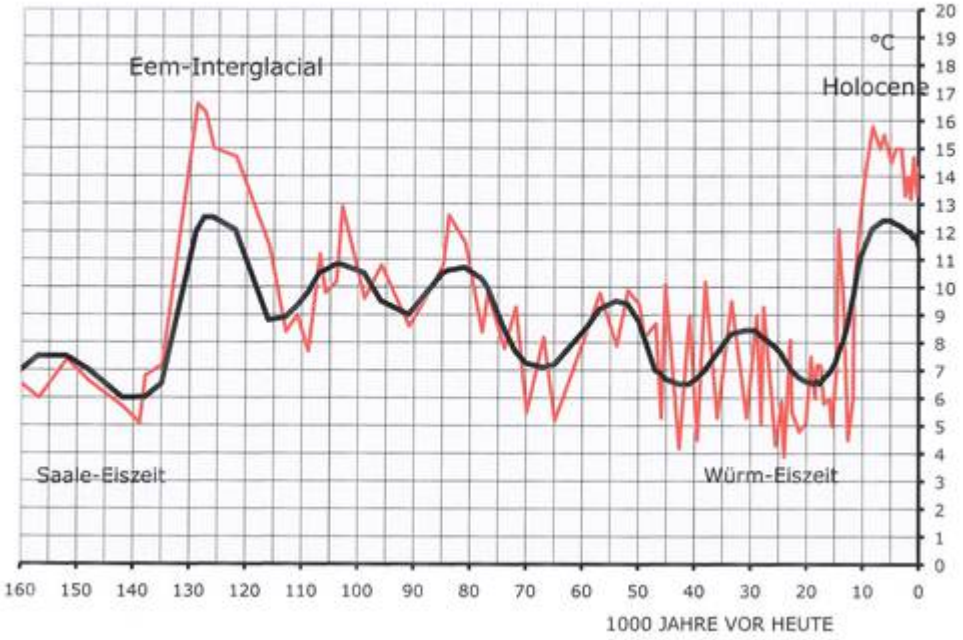

Bild 2: *Der Temperaturverlauf der letzten 160 000 Jahre zeigt deutlich den Einfluss der Präzession (ca. 26 000 Jahre +/- 1500 Jahre) als sinusförmigen Klima- Zyklus*

Bild 3 veranschaulicht das Prinzip der zwei sinusförmigen Klima-Zyklen mit verschiedener Frequenz, deren Temperatureinflüsse sich überlagern. Wenn beide Maxima zeitlich zusammentreffen, dann führt diese Kombination zur maximalen Insolation und den ausgeprägten Warmzeiten. Die obere Kurve entstand durch einfache Addition der beiden theoretischen Zyklenwerte und korreliert überraschend gut mit dem tatsächlichen Temperaturverlauf der letzten 150 000 Jahre. So z.B. auch mit den Temperatur-Maxima vor 10 000, 55 000, 80 000 und 105 000 Jahren, wie sie in der Realität aufgetreten sind. Zu den anderen Zeiten gleichen sich Effekte von Inklination und Präzession mehr oder weniger aus.

Und jetzt zurück zur entscheidenden Frage: Wie lange wird unser Holozän noch dauern ?

Man kann dies aus Bild 3 entnehmen: Die Minimal-Inklination der Erdachse zur Ekliptik wurde vor etwa 10 000 Jahren erreicht. Künftig steigt die Erdachsen-Neigung wieder an und gleichzeitig verringert sich der positive Präzessions-Effekt. Das bedeutet einen relativ starken Temperatur-Rückgang, wie man es auch bei den früheren Interglazialen beobachten kann. Sowohl Achsenneigung wie Präzession verhalten sich jedoch keineswegs exakt und mathematisch zuverlässig, sondern schwanken durch andere Einflüsse. Deshalb ist eine genaue Berechnung nicht möglich. Auch das in Bild 3 dargestellte Modell kann bezüglich der zeitlichen Zuordnung der beiden Effekte nicht genau passend sein. Wenn es so wäre, dann könnte man daraus abschätzen, dass ein erster

einzeitlicher Temperaturtiefpunkt (wie beim Eem, Bild 2) in etwa 5 000 Jahren eintreten kann,

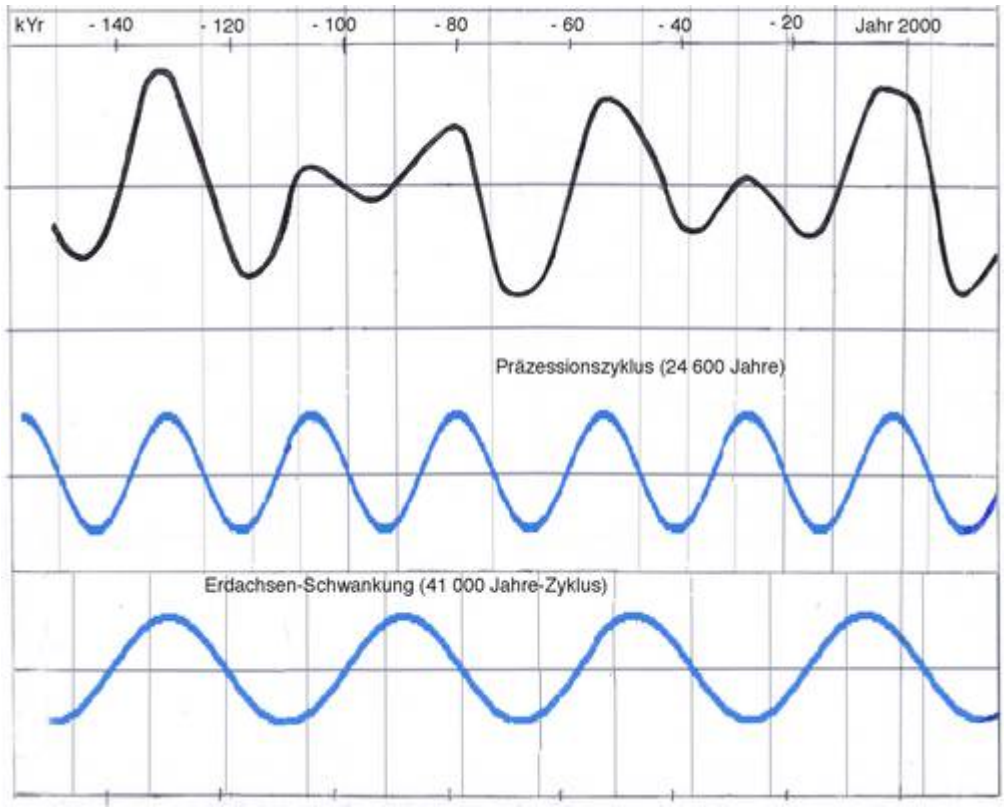

Bild 3: *Die Addition der Temperatur-Einflüsse der Erdachsen-Zyklen (Schwankung und Präzession) zeigt eine deutliche Korrelation mit dem realen historischen Temperaturverlauf*

während aber der oben definierte Grenzwert von 13°C schon nach weniger als 2000 Jahren erreicht werden könnte.

Aus Gründen der beschriebenen Ungenauigkeit der astrophysikalische Daten und den Temperatureinflüssen, die aus den zusätzlichen zyklischen und chaotischen Klimafaktoren resultieren, kann dies nicht als Vorhersage für die restliche Dauer des Holozäns gelten, kann aber den wichtigsten prinzipiellen Einfluss illustrieren.

Auch wenn nicht genau voraussagbar oder berechenbar ist, wann der erneute Absturz in die nächste Einzeit-Phase beginnt, er wird mit Sicherheit kommen: möglicherweise schon in 2000, spätestens aber in 13 000 Jahren.