

# Über sprunghafte Anstiege von CO2 und globaler Temperatur!

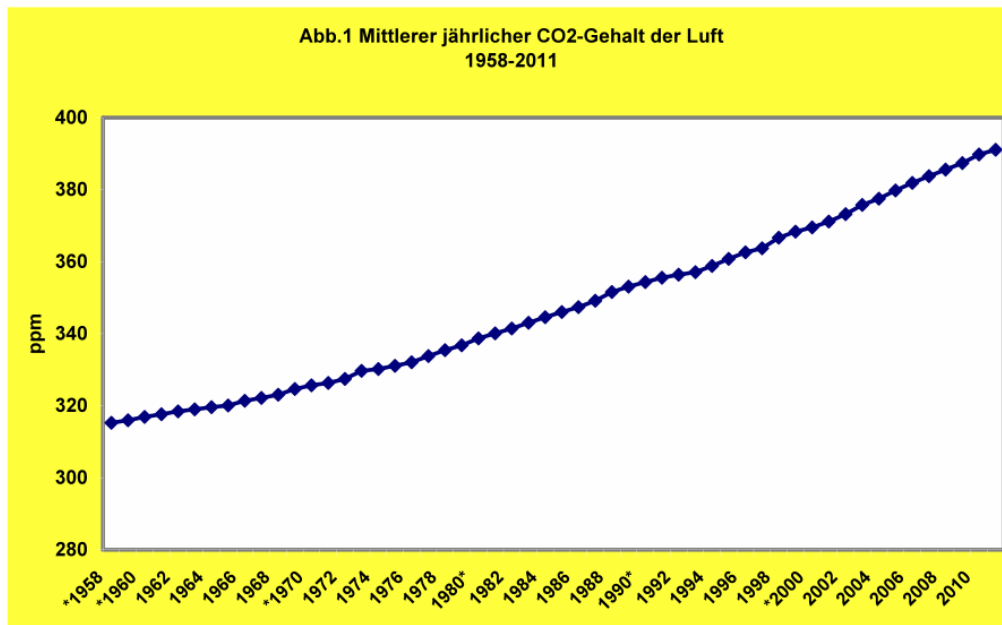
geschrieben von Malberg | 14. Februar 2012

## Der CO2-Anstieg

Rechtzeitig vor Beginn der UN-Klimakonferenz in Durban (Südafrika) Ende November/ Anfang Dezember 2011 ging die alarmierende Meldung durch den Medienwald, die „Der Spiegel“ mit der Schlagzeile versah: „Rekord-CO2-Anstieg schockiert Klimaforscher“. Ähnlich markig lautete die Meldung in vielen Medien. Gemeint war das Jahr 2010. Dieser Alarmmeldung liegt eine Studie des Tyndall-Center der University of East Anglia zugrunde, die eine „vorläufige Schätzung“ der globalen CO2-Emissionen darstellt (heise online: Der CO2-Rekordanstieg in 2010/Telepolis).

Gemäß dieser Studie hat der CO2-Ausstoß vom klimapolitischen Bezugsjahr 1990 bis 2010 um 49% zugenommen. Dabei entfallen auf den Zeitraum 2000-2010 rund 31%. Im „Rekordjahr 2010“ habe die Zunahme der CO2-Emissionen den Rekordwert von rund 6% erreicht.

Was sagen diese Zahlenangaben nun aus? Zum einen belegen sie den hohen Verbrauch fossiler Energieträger. Zum anderen sagen sie viel über die mit ihrer Verbrennung verbundenen (vor allem regionalen) Umweltbelastungen aus. Die Daten sind also relevant für eine Energie- und Umweltpolitik. In Bezug auf den Klimawandel hingegen sind die dramatisierenden Beträge irrelevant, da sie die CO2-Emission und nicht die CO2-Immision beschreiben. Jeder, der sich mit den atmosphärischen Strahlungsprozessen halbwegs auskennt, weiß, dass für die Frage eines CO2-Einflusses auf den Klimawandel nur der Anstieg des CO2-Gehalts der Luft, also die CO2-Immision, relevant ist.



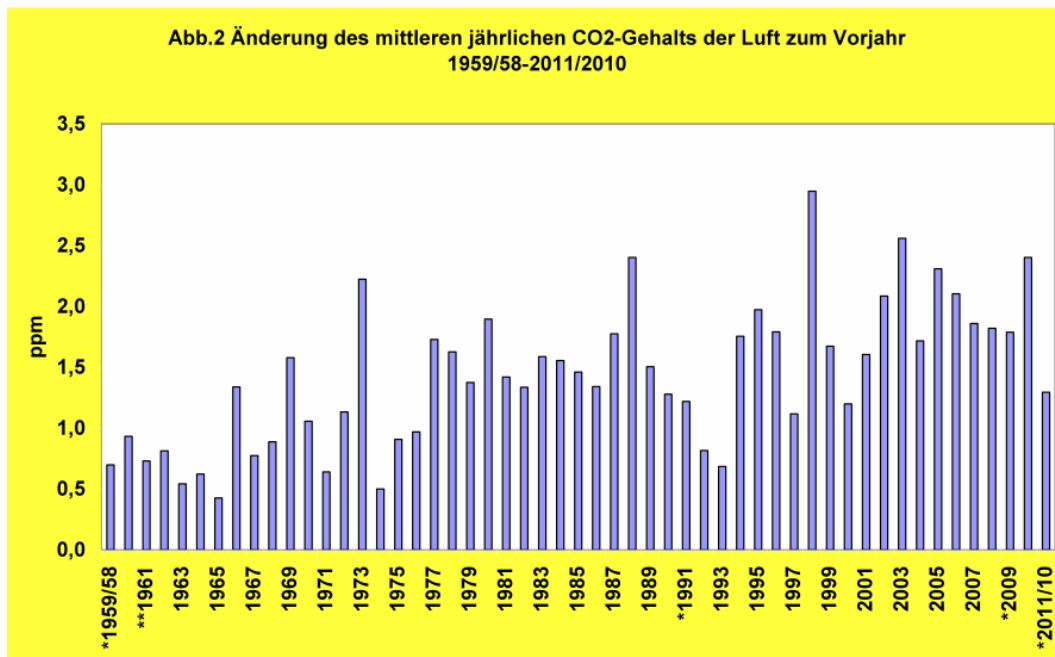
Aus diesem Grund sollen den publizierten Zahlen die klimarelevanten CO<sub>2</sub>-Werte anhand der 1958 begonnenen Mauna Loa-CO<sub>2</sub>-Meßreihe gegenüber gestellt werden (**Abb. 1**).

Von 1990, dem UN-Referenzjahr, bis 2010 erhöhte sich der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft um 10% (35 ppm) – und nicht um 49%!

Im Zeitraum 2000 bis 2010 stieg die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Luft um 5,7% (20,2 ppm) – und nicht um 31%. Für 2010 berechnet sich ein CO<sub>2</sub>-Anstieg von 0,6% – und nicht von 6%! Das heißt: Der Unterschied macht eine Größenordnung aus. Mit den realen klimarelevanten Zahlen wäre es allerdings kaum möglich gewesen, in der Öffentlichkeit eine für Durban gewünschte Alarmstimmung zu erzeugen. Man fragt sich also unwillkürlich: cui bono?

Fazit: Atmosphärische CO<sub>2</sub>-Immission darf nicht mit CO<sub>2</sub>-Emission verwechselt werden, da man in Bezug auf die Strahlungsprozesse sonst Äpfel mit Birnen vergleicht. Der Kohlenstoff-Kreislauf zwischen Atmosphäre, Ozean, Biosphäre, Lithosphäre, Kryosphäre ist viel zu komplex, um eine CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz mit Emissionsdaten beschreiben zu können.

Betrachtet man die CO<sub>2</sub>-Jahresmittel für den gesamten Zeitraum der Mauna-Loa-Messungen in Abb. 1, so ist die Zunahme des atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Gehalts unverkennbar. Von rund 315 ppm zu Beginn der Messreihe ist die Konzentration bis heute auf rund 390 ppm angestiegen. Infolge der hohen Skalenwerte in Abb. 1 scheint der CO<sub>2</sub>-Anstieg ohne nennenswerte Schwankungen verlaufen zu sein. Bei höherer Auflösung ändert sich jedoch das Bild, und es werden hochfrequente Schwankungen des CO<sub>2</sub>-Gehalts sichtbar.



In Abb. 2 sind die Änderungen der CO<sub>2</sub>-Jahreswerte in Bezug zum jeweiligen Vorjahr wiedergegeben. Als mittlerer jährlicher Anstieg ergibt sich für 1961-2010 ein Wert von 1,5 ppm (1961 bis 70: 0,9 ppm, 1971 bis 80: 1,4 ppm, 1981 bis 90: 1,5 ppm, 1991 bis 2000: 1,6 ppm 2001 bis 10: 2,0 ppm).

Etliche Jahre weisen jedoch deutlich über dem Mittel liegende, sprunghafte CO<sub>2</sub>-Anstiege auf. Wie man erkennt, stellt der atmosphärische CO<sub>2</sub>-Anstieg von 2010 keinen neuen Rekord dar. Mit einem Anstieg zum Vorjahr von 0,6% (2,4 ppm) liegt 2010 nicht nur hinter 1973, 1988, 2003, deren CO<sub>2</sub>-Anstieg zum Vorjahr 0,7% betrug. Den CO<sub>2</sub>-Rekordanstieg hält 1998 mit 0,8% (2,95 ppm).

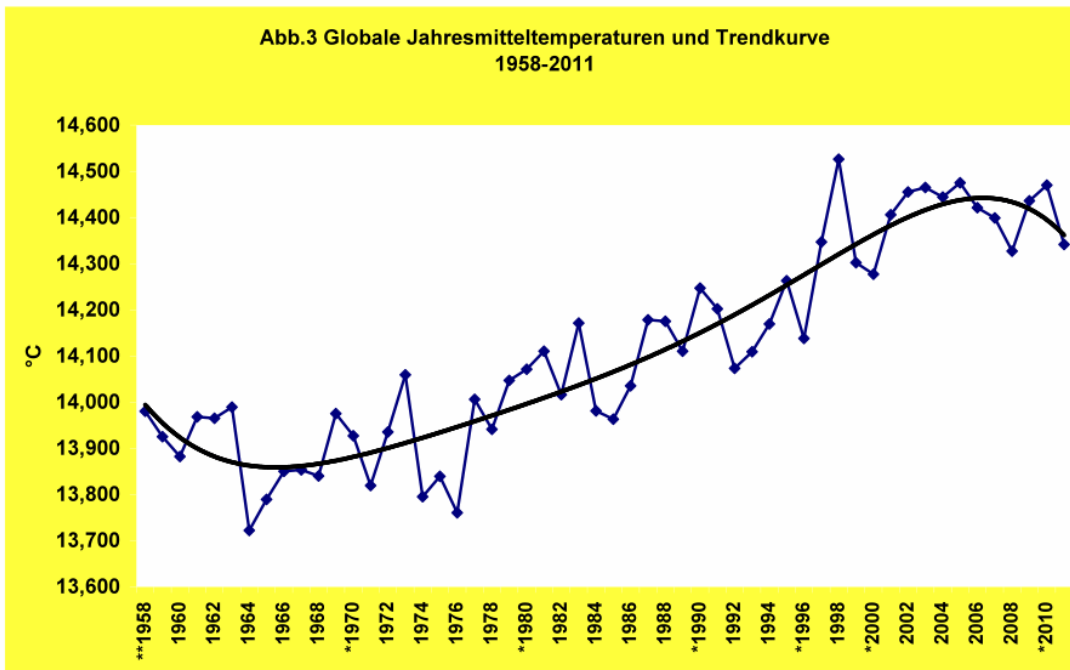
## Die globale Temperaturentwicklung seit 1958

In Anbetracht der kontroversen Klimadiskussion stellt sich die Frage: Welcher Zusammenhang besteht zwischen der langfristigen CO<sub>2</sub>-Zunahme bzw. den kurzfristigen, sprunghaften CO<sub>2</sub>-Anstiegen und dem globalen Temperaturverhalten? Vor allem die letzten fünf Jahrzehnte werden von den CO<sub>2</sub>-Verfechtern als Beweis für den menschengemachten Klimawandel angeführt.

In Abb. 3 sind die globalen Jahresmitteltemperaturen sowie die Klimatrendkurve dargestellt. Vergleicht man den Verlauf der Klimatrendkurve mit der CO<sub>2</sub>-Entwicklung in Abb.1, so fallen gravierende Unterschiede auf. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft kennt nur eine Richtung: aufwärts. Die globale Klimatrendkurve gleicht dagegen einem liegenden „S“.

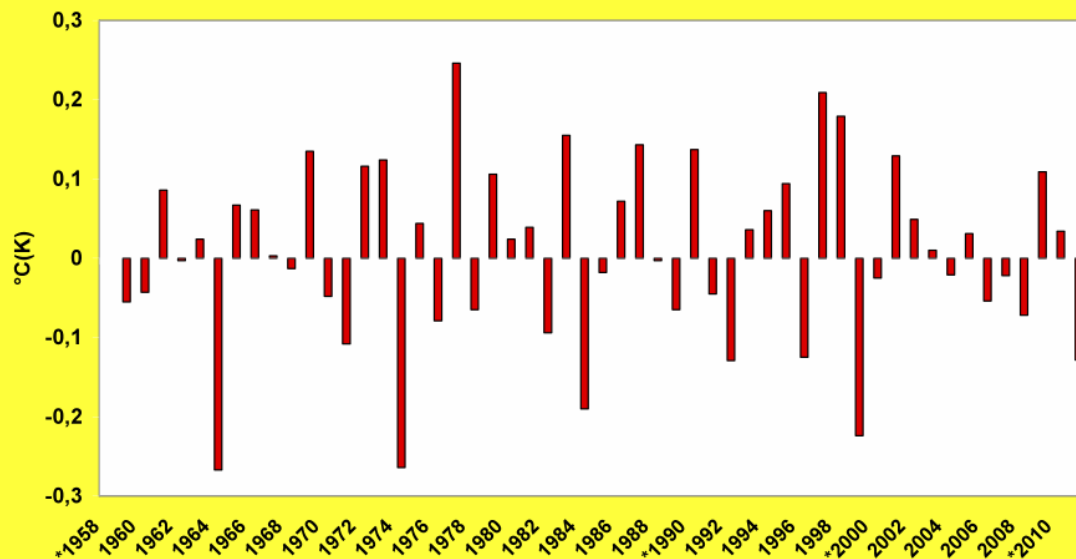
Von den 1960er bis in die 1970er Jahren weist die Globaltemperatur – entgegen dem CO<sub>2</sub>-Verlauf – eine Abnahme auf. Verursacht wurde diese durch die Abkühlung der Nordhalbkugel. In dieser Zeit hatte sich das

nordpolare Eis bis nach Island ausgedehnt, war der Atlantik zwischen Island und Grönland noch im Frühjahr zugefroren. Die Klimawissenschaft diskutierte erstmals über eine kommende Kleine Eiszeit. In jüngster Zeit weist die Globaltemperatur erneut ein abweichendes Verhalten zum CO<sub>2</sub>-Anstieg auf. Allein in den 1980er und 1990er Jahren ist ein paralleler Verlauf von CO<sub>2</sub> und Temperatur festzustellen, wobei jedoch ein dominierender anthropogener CO<sub>2</sub>-Einfluss auf die Erwärmung mehr als fraglich ist, wie die früheren Studien und die nachfolgende Analyse belegen.



Wie **Abb. 3** ferner zeigt, wird der langfristige Temperaturverlauf permanent von kurzperiodischen Klimafluktuationen überlagert, d.h. kurzperiodische Prozesse erzeugen einen ständigen Wechsel von Zu- und Abnahme der Globaltemperatur.

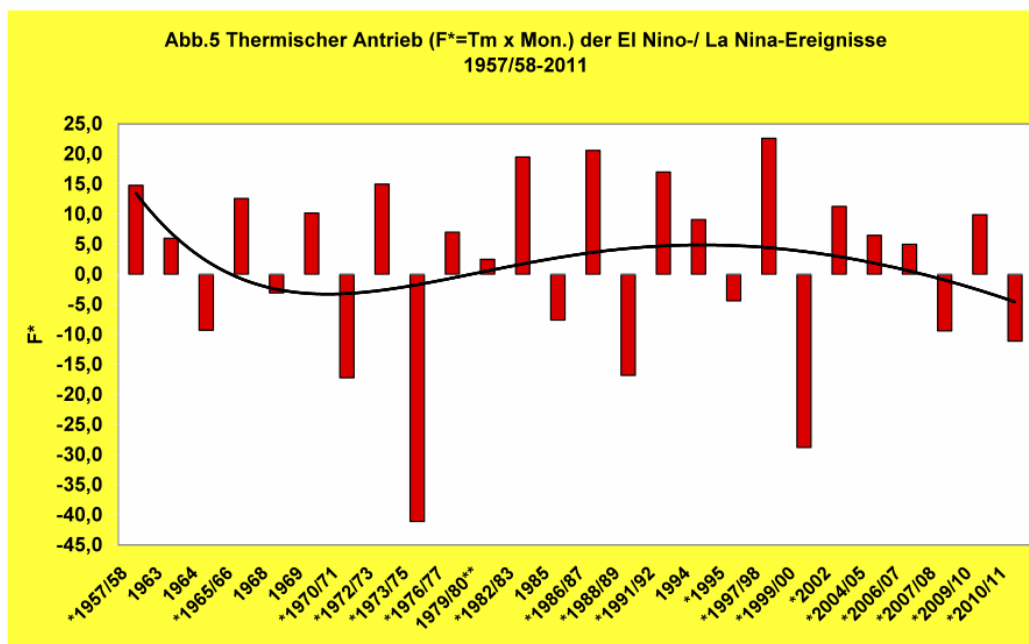
Abb.4 Änderung der globalen Jahresmitteltemperaturen zum Vorjahr  
1959/58-2011/10



Um dieses Verhalten mit den CO<sub>2</sub>-Fluktuationen (Abb. 2) vergleichen zu können, wurde auch für die Globaltemperatur die Änderung zum jeweiligen Vorjahr bestimmt (**Abb. 4**). In Bezug auf die „Klimaerwärmung“ bzw. ihrem Zusammenhang mit dem CO<sub>2</sub>-Effekt sind die Jahre mit einem übernormalen, sprunghaften Temperaturanstieg von Bedeutung. Diese sind: 1966, 1969, 1972/73, 1977, 1979/80/81, 1983, 1987/88, 1990, 1995, 1997/98, 2002/03, 2005 und 2010.

Vergleicht man diese Jahre mit den Jahren mit einem sprunghaften CO<sub>2</sub>-Anstieg (Abb.2), so ist die hohe Übereinstimmung unverkennbar. Nur die Zeit um den Pinatubo-Ausbruch (1991) macht eine Ausnahme.

Damit folgt: Sprunghafte Temperaturanstiege fallen mit sprunghaften CO<sub>2</sub>-Anstiegen zusammen! Ist dieses Ergebnis der empirische Beweis für die Klimadominanz des anthropogenen CO<sub>2</sub>-/Treib-hauseffekts? Oder könnte die Kausalität nicht auch umgekehrt sein, d.h. was ist hier Henne und was ist Ei? Diese Frage ließe sich klären, wenn die kurzperiodischen Temperaturerhöhungen nachweislich auf eine andere Ursache als den CO<sub>2</sub>-Effekt zurückgeführt werden könnten.



## El Niño – Globaltemperatur – CO2

Bei der Betrachtung der Jahre mit sprunghaften Anstiegen der Globaltemperatur fällt auf, dass diese offensichtlich mit El Niño-Ereignissen korrespondieren, also mit jenen Jahren, in denen sich der tropische Pazifik zwischen Südamerika und Australien/Indonesien nach einer kühleren La Niña-Phase wieder erwärmt. In Abb.5 sind die El-Niño- und La Niña-Ereignisse der letzten fünf Jahrzehnte wiedergegeben. Zugrunde liegen die ONI-Daten (Oceanic Niño-Index) des US-Wetterdienstes.

Als Maß für den thermischen Antrieb des tropischen Pazifiks auf die Atmosphäre wird definiert:

$F^* = T_m \times \text{Mon}$  ( $T_m$ : mittlere Anomalie der Ozeanoberflächentemperatur, Mon: Dauer der El Niño-/La Niña-Phase in Monaten). In der Regel beginnt El Niño im Frühjahr, erreicht um die Weihnachtszeit seinen Höhepunkt (El Niño= Christkind/Christknabe) und endet im Folgejahr. Im Mittel dauern El Niño-Phasen rund 12 und La Niña-Phasen 18 Monate, doch sind größere Abweichungen möglich.

El Niño Temp CO2

El Niño	Temp	CO <sub>2</sub>
1965/66	1966	1966
1969	1969	1969
1972/73	1972/73	1973
1976/77	1977	1977/78
1979/80	1979/80/81	1980
1982/83	1983	1983
1986/87	1987/88	1988
1991/92	Pinatubo	Pinatubo
1994	1995	1995
1997/98	1997/98	1998

2002	2002/03	2003
2004/05	2005	2005
2009/10	2010	2010

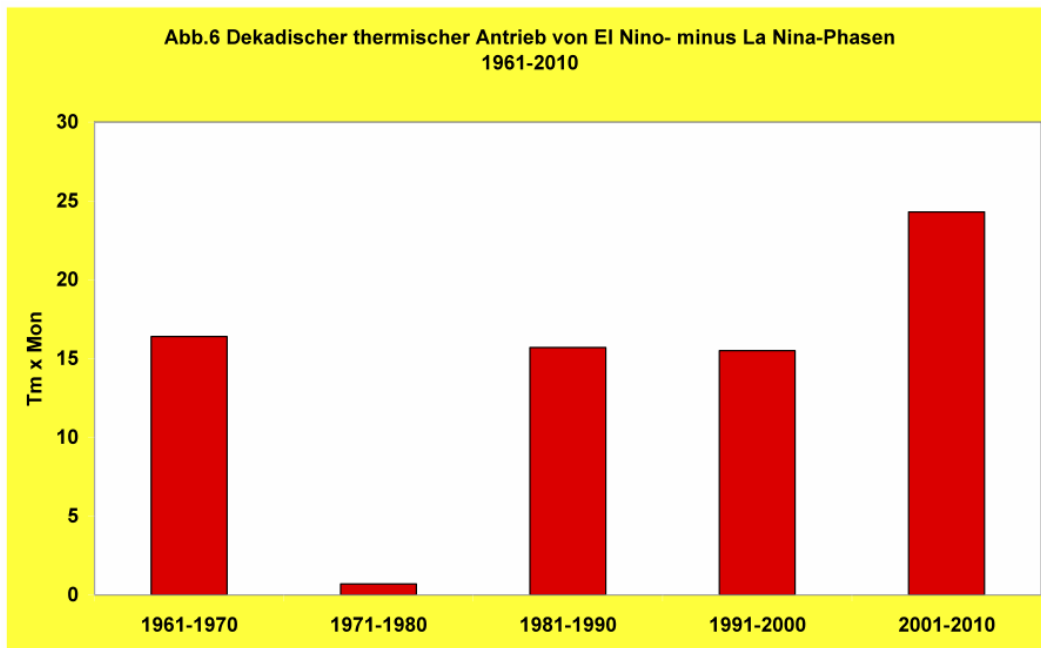
In der Tabelle sind die Jahre mit El Niño sowie mit sprunghaftem Temperatur- und CO<sub>2</sub>-Anstieg zusammengefasst. Der Zusammenhang zwischen den El Niño-Ereignissen und den kurzperiodischen Anstiegen von Globaltemperatur und atmosphärischem CO<sub>2</sub>-Gehalt ist unverkennbar. Damit lässt sich die Frage beantworten: Was ist Ursache, was ist Wirkung?

Wie die Daten belegen, steht am Anfang die Erwärmung im tropischen Pazifik infolge thermisch- dynamischer Ozeanprozesse zwischen Südamerika und Australien. Der Anstieg der Ozeantemperatur (SST: Sea Surface Temperature) führt über Monate zu einem erhöhten Transport fühlbarer und latenter Wärme in die Atmosphäre. Die Folge ist ein gleichzeitiger/zeitversetzter Anstieg der globalen Mitteltemperatur. Am Ende der Wirkungskette steht der CO<sub>2</sub>-Anstieg.

Wie die Physikalische Chemie lehrt, ist die Menge an CO<sub>2</sub>, die von Wasser gebunden/gelöst werden kann, von der Wassertemperatur abhängig. Kaltes Wasser kann mehr CO<sub>2</sub> speichern als warmes.

Bei jedem mit El Niño verbundenen Temperaturanstieg setzt der Ozean gespeichertes CO<sub>2</sub> wieder frei. Die Folge ist ein sprunghafter, übernormaler atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Anstieg. 1991/92 wird dieses Muster durch die Auswirkungen des Pinatubo-Ausbruchs überdeckt und 1982 durch den Ausbruch des El Chichon abgeschwächt.

**Fazit:** Nicht als Folge des kurzperiodischen CO<sub>2</sub>-Anstiegs kommt es zu einer Erhöhung der Globaltemperatur, sondern der mit El Niño verbundene globale Temperaturanstieg führt zu den kurzperiodischen CO<sub>2</sub>-Sprüngen. Damit dürfte die Frage nach Ursache und Wirkung auch auf der Kurzzeitskala eindeutig geklärt sein. Auf der paläoklimatischen Skala hat sich die Behauptung, die CO<sub>2</sub>-Anstiege wären den Erwärmungen vorausgegangen, ebenfalls als falsch erwiesen. Die anthropogene CO<sub>2</sub>-Hypothese hat ein grundlegendes Erklärungsproblem. Bei Erwärmungen soll der CO<sub>2</sub>-Effekt dominant, der Einfluss der Natur aber schwach sein. Bei Abkühlungen müssen dagegen die natürlichen Klimaprozesse so stark sein, dass sie einen „dominanten CO<sub>2</sub>-Effekt“ zu dominieren vermögen: Ein Paradoxon.



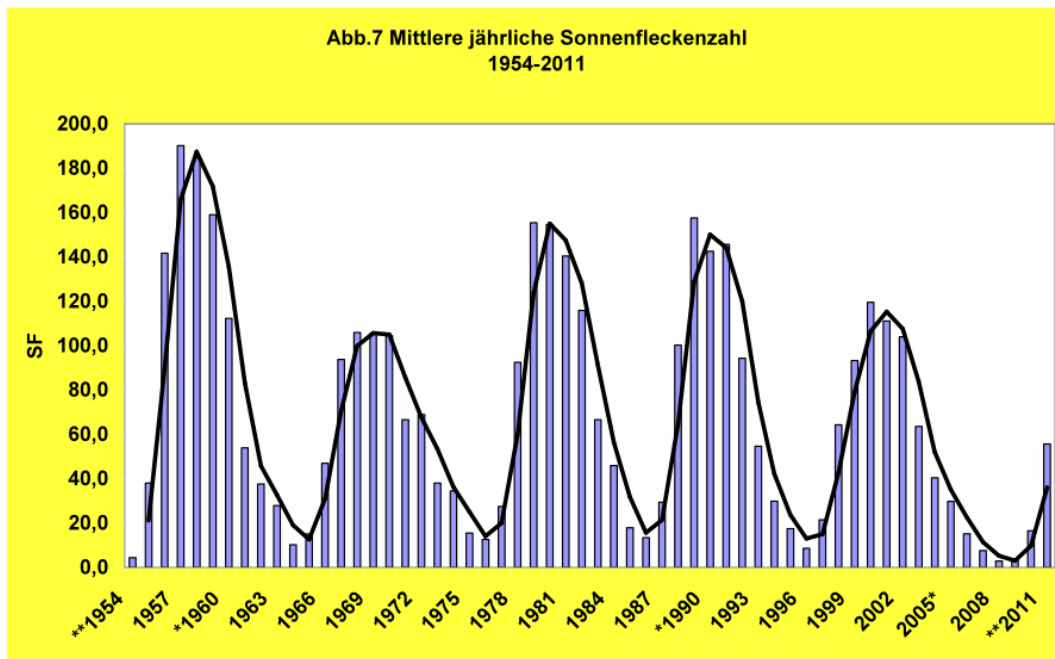
## Das Zusammenwirken von solarem und El Niño/La Niña Klimaantrieb

Der klimarelevante ozeanische Einfluss von El Niño/La Niña wird in **Abb. 6** deutlich. Dort ist für die letzten fünf Jahrzehnte der resultierende thermische Antrieb ( $F^* = T_m \times \text{Mon}$ ) aus Erwärmungen bei El Niño minus Abkühlungen bei La Niña wiedergegeben. Wie man erkennt, verläuft der resultierende dekadische Ozeanantrieb grundsätzlich synchron zum globalen Temperaturtrend (Abb. 3). Beide zeigen ein Minimum in den 1970er Jahren und einen Anstieg in den 1980er und 1990er Jahren. Korrelationsrechnungen in früheren BWK-Beiträgen belegen den Zusammenhang auch quantitativ.

An diesem Punkt stellt sich die Frage: Woher stammt die Wärmeenergie des Ozeans? Die Antwort kann nur lauten: Der ozeanische Antrieb ist die Folge der direkten und indirekten solaren Effekte. Der Wärmehalt des Ozeans ist gespeicherte solare Energie. Dabei kommt den Tropen und Subtropen aufgrund ihrer hohen Einstrahlung eine besondere Rolle zu.

**In Abb. 7** ist die mittlere jährliche Sonnenfleckenanzahl und damit die solare Aktivität für die letzten fünf Sonnenfleckenzyklen wiedergegeben. Nach dem Höhepunkt um 1960 kam es zu einem Einbruch der solaren Aktivität um 1970. Diesem folgte zunächst ein Anstieg in den 1980er und 1990er Jahren. Der Rückgang des ozeanischen Wärmeeffekts (Abb. 6) und der Globaltemperatur (Abb. 3) in den 1970er Jahren sowie der Anstieg in den 1980er und 1990er Jahren korrespondieren mit dem solaren Verhalten und belegen die enge Kopplung. Der ozeanische Klimaantrieb ist folglich die komplexe thermische und dynamische Umsetzung des integralen solaren Klimaeinflusses.





Grundsätzlich kann man daher sagen: In Zeiten hoher Sonnenaktivität speichert der Ozean aufgrund seiner großen Wärmekapazität vor allem in den Tropen und Subtropen Wärmeenergie, und zwar bis in tiefere Schichten. Infolge seiner thermischen Trägheit gibt er diese dann zeitverzögert an die Atmosphäre ab. Auf diese Weise sorgt der Ozean dafür, dass sich die Globaltemperatur phasenverschoben zu den Änderungen der solaren Aktivität verhalten kann.

**Fazit:** Am Beginn einer Zunahme/Abnahme der solaren Aktivität kann deren Auswirkung auf die Globaltemperatur durch den Wärmespeicher Ozean erst phasenverzögert sichtbar werden, insbesondere wenn der thermisch-dynamische Effekt von El Niño/La Niña stark ausgeprägt ist.

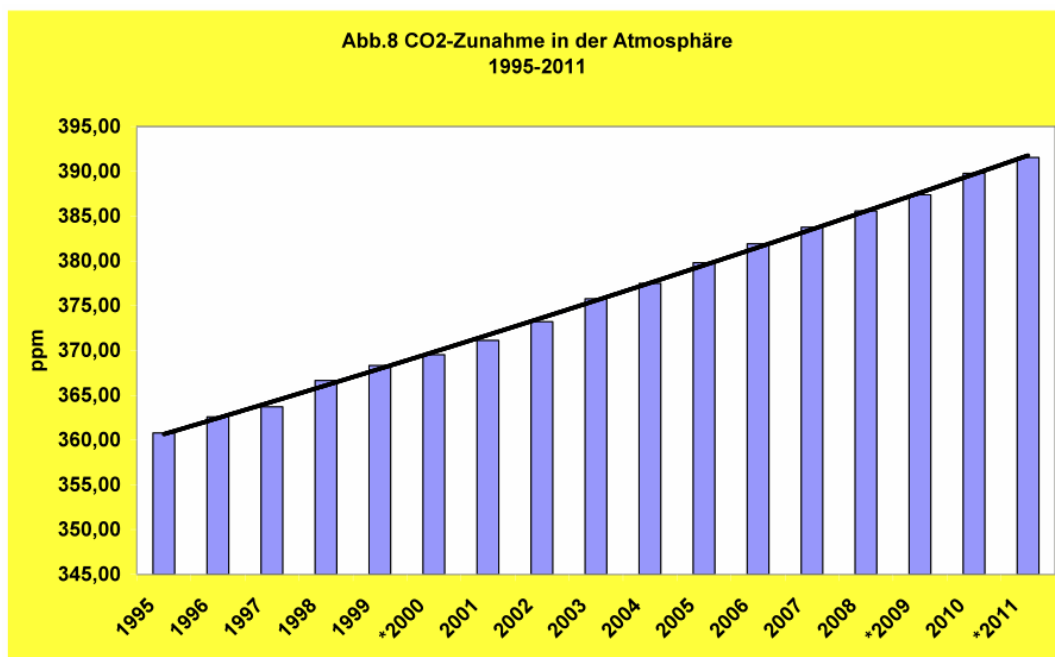
## Schlussbetrachtungen

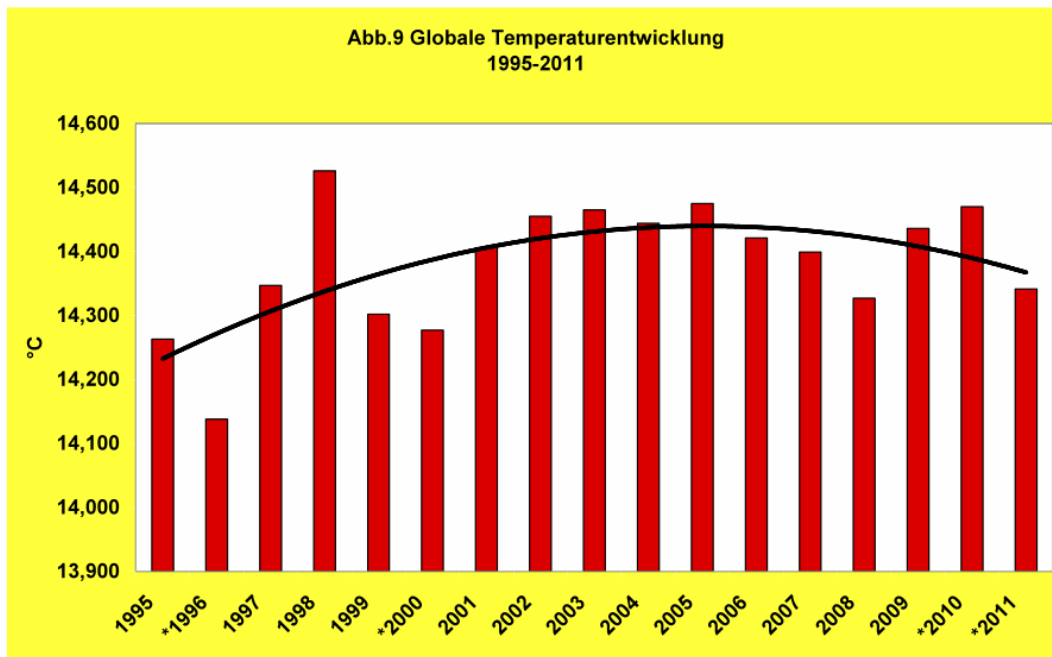
Der Phaseneffekt zwischen der Änderung der solaren Aktivität und dem Wärmespeicher El Niño vermag auch die Diskrepanz zwischen der Abnahme der Sonnenaktivität im 23. Sonnenfleckenzyklus (1996-2009) und dem jüngsten Verhalten der Globaltemperatur zu erklären. So ist, wie Abb. 6 zeigt, der resultierende ozeanische ENSO-Antrieb (El Niño Southern Oscillation) durch die El Niño-Ereignisse im letzten Jahrzehnt am höchsten, während entsprechend der 200-jährigen Schwingung (s. frühere BWK-Beiträge) die Sonne bereits auf dem Weg in eine ruhige, kältere Phase ist (Abb. 7).

Wie wenig das CO<sub>2</sub> das aktuelle Klimaverhalten bestimmt, zeigen die beiden folgenden Abbildungen.

In Abb. 8 ist der mittlere jährliche CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft von 1995 bis 2011 wiedergegeben. Von Jahr zu Jahr hat sich der CO<sub>2</sub>-Gehalt um rund 2 ppm erhöht: Jedes Jahr also ein neuer CO<sub>2</sub>-Rekord!

Betrachtet man im Vergleich zum CO<sub>2</sub>-Anstieg den globalen Temperaturverlauf seit 1995, so zeigt sich ein ganz anderes Bild. In **Abb.9** wird zum einen deutlich, wie die El Niño-Ereignisse von 1997/98, 2002/03, 2004/05 und 2009/10 die Globaltemperatur in die Höhe gezogen haben. Nicht weniger deutlich zeigt sich zum anderen, dass die globale Erwärmung ihren Höhepunkt überschritten hat. So geht die Globaltemperatur, ungeachtet des CO<sub>2</sub>-Anstiegs, zunächst in eine Stagnation und danach in einen Abwärtstrend über. Würde dieser Kurvenverlauf die wirtschaftliche Entwicklung widerspiegeln, hätten Stagnation und nachfolgende Rezession in den Medien hohe Wellen ausgelöst. Beim Klimawandel wird stattdessen unreflektiert die Apokalypse planetarer Überhitzung mit weitreichenden Folgen für 7 Milliarden Menschen (Tendenz steigend) verbreitet. Auch die Tatsache, dass nach dem Tiefstand im Jahre 2007 das Arktiseis – unter normalen Schwankungen – wieder zunimmt, ist keine Schlagzeile wert. (<http://arctic-roos.org/observations/satellite-data/>)





Wenn selbst ein stringenter Verfechter der CO<sub>2</sub>-Modellhypothese zu Beginn des UN-Klimagipfels im Fernsehen erklärt, es könne auch Jahrzehnte ohne Erwärmung geben, dann spricht das Bände. Damit wird anerkannt, dass die natürlichen Klimaprozesse den CO<sub>2</sub>-Effekt selbst auf steigendem Niveau zu dominieren vermögen. Der Nachsatz, danach schreite die (menschengemachte) Erwärmung aber doppelt so stark voran, ist durch keine belastbaren Fakten belegt. (Pfeifen im Walde!)

Höchst fragwürdig ist ferner, eine CO<sub>2</sub>-bedingte Erwärmung mit einer Zunahme von Extremwetterlagen zu begründen. Zum einen ist die Klimageschichte reich an Unwetter-Ereignissen, und zwar in allen Klimaregionen und Klimaperioden. Zum anderen ist bisher weder eine Zunahme von Hurrikanen in den Tropen noch von Orkantiefs in den Außertropen nachzuweisen. Auch sind in den Tropen und Subtropen viele extreme Ereignisse (Dürren, Starkniederschläge) nachweislich mit El Niño/La Niña verbunden, also mit natürlichen Prozessen. Menschengemacht sind allerdings die Randbedingungen bei Naturkatastrophen, wie zu hohe Bevölkerungsdichte, Eingriffe in die Natur (Abholzen von tropischen Wäldern, Zerstörung der den Inseln vorgelagerten Korallenriffe, auch durch die Schifffahrt), eine unangepasste Besiedlung und Bebauung in sensiblen Naturräumen.

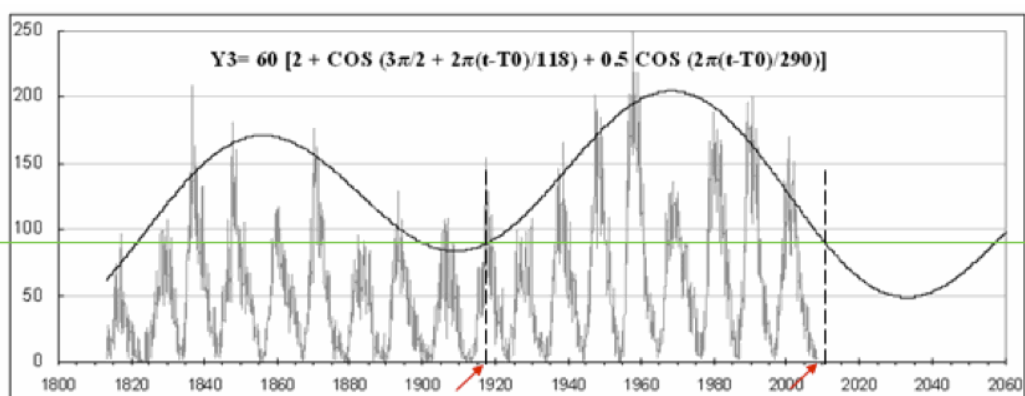
In den mittleren und nördlichen Breiten bestimmt, wie jeder Meteorologie-Absolvent weiß, der Temperaturgegensatz zwischen Subtropen und Polarregion das Unwetterpotential. Eine globale Erwärmung würde nach den Klimamodellen die Polarregion doppelt so stark erwärmen wie die Subtropen, d.h. der meridionale Temperaturgegensatz würde abnehmen und damit auch die Entstehungsbedingung für Orkane. So entstehen im Sommer bei uns – im Gegensatz zum Winter – keine Orkantiefs, weil der sommerliche Temperaturunterschied zwischen Azoren und Polarregion zu gering ist.

Eine Zunahme der Orkantätigkeit, des Unwetterpotentials, ist dagegen zu erwarten, wenn es zu einer globalen Abkühlung kommt, da die Polarregion sich in diesem Fall stärker abkühlen würde als die Subtropen und damit der meridionale Temperaturgegensatz zunehmen würde.

**Fazit:** Die natürlichen Klimaprozesse bestimmen, wie zu allen Zeiten, auch heute und in Zukunft primär den Klimawandel. Dem menschengemachten CO<sub>2</sub>-Einfluss kommt in unserem Klimasystem nur eine untergeordnete Bedeutung zu.

Nach meiner Überzeugung ist es ein falscher Ansatz, eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen mit dem Klimawandel zu begründen. Dagegen macht es Sinn, die mit der Verbrennung fossiler Energieträger verbundenen Umweltbelastungen zu reduzieren und im Hinblick auf kommende Generationen mit den Ressourcen verantwortlich umzugehen. Ziel der Klimaforschung sollte sein, interdisziplinäre Anpassungsstrategien für eine globale Abkühlung zu entwickeln. Jede Abkühlung führt zu größeren Problemen als eine Erwärmung.

**Als credo folgt somit:** Die Sonne, in Verbindung mit dem Wärmespeicher Ozean, wird unsere Klimazukunft bestimmen. Dabei spricht derzeit alles für eine globale Abkühlung in den kommenden Jahrzehnten, denn die Prognosen über die solare Aktivität lassen ein „Grand Solar Minimum“ erwarten: “Solar activity is presently going through a transition period (2000–2013). This will be followed by a remarkably low Schwabe cycle, which has started recently. In turn that cycle precedes a forthcoming Grand Minimum, most likely of the long type.” (S. Duhau and C. de Jager, Journal of Cosmology 2010, Vol.8). Das gegenwärtige Klimaverhalten ist in Übereinstimmung mit dem 200-jährigen De-Vries-Zyklus (BWK-Beitrag 50 09/11) und dem derzeit synchronen, im Mittel 80-90-jährigen Gleissberg-Zyklus der solaren Aktivität (**Abb.10**).



Anhaltend aufwärts kann es mit der Globaltemperatur erst wieder gehen, und zwar auch dann ohne wesentlichen CO<sub>2</sub>-Einfluss, wenn die zyklische solare Aktivität wieder zunimmt. Aus heutiger Sicht sollte das in der 2.Hälfte des 21.Jahrhunderts sein, nachdem das Grand Minimum durchschritten worden ist. Vergleichbar damit könnte das Klima-/Temperaturverhalten zur Zeit und nach dem Dalton-Minimum der solaren

Aktivität im 19. Jahrhundert sein. Das Ausmaß der kommenden Abkühlung wie der nachfolgenden Erwärmung werden wiederum primär von der Sonne bestimmt.

Altbundeskanzler Helmut Schmidt hat auf dem SPD-Parteitag Anfang Dezember 2011 gesagt:

„Alles Gerede und Geschreibe über eine angebliche Krise des Euro ist leichtfertiges Geschwätz von Medien, von Journalisten und von Politikern“.

Nach meiner Überzeugung kann man für „Krise des Euro“ auch „menschengemachte Klimakatastrophe“ einsetzen.

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

**Literatur und Daten** s. SO 09/11 vom 23.3.2011: „Analyse des solaren Effekts und des langfristigen Klimawandels seit 1680 sowie des gegenwärtigen kurzperiodischen Klimaverhaltens“.

erschienen in **Beiträge zur Berliner Wetterkarte** c/o Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin, C.-H.-Becker-Weg 6-10, 12165 Berlin 09/12 <http://www.Berliner-Wetterkarte.de> ISSN 0177-3984, mit freundlicher Genehmigung des Autors