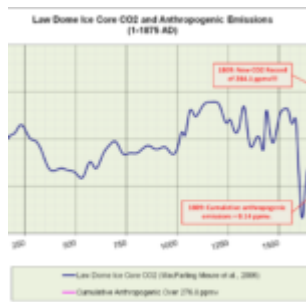


# Kurze Geschichte der Kohlendioxid-Rekorde



## Kurzer Abriss der CO<sub>2</sub>-Rekorde in der Atmosphäre

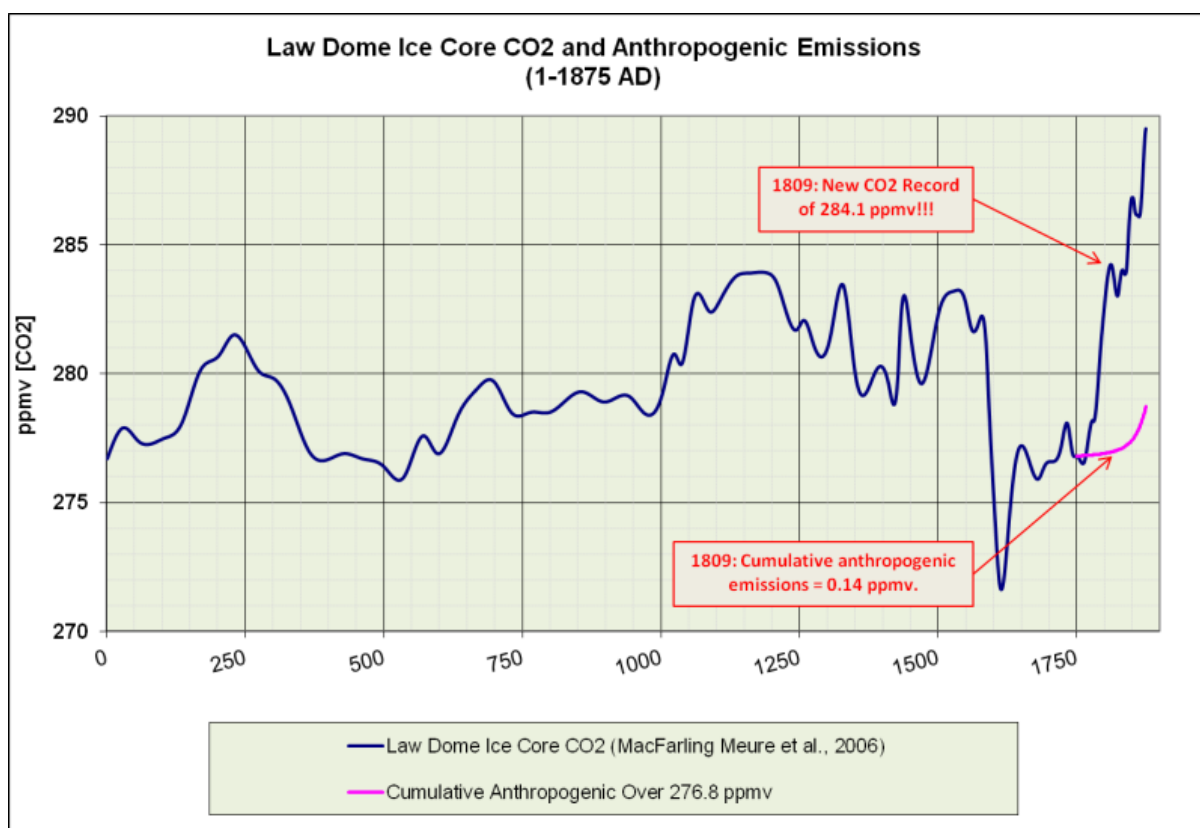
Eine kurze Geschichte der Rekorde des atmosphärischen Kohlendioxids

Von **David Middleton**

Die WMO – World Meteorological Organization (*Warum muss ich nur immer denken: Weltpolizist wenn "Welt und "Organisation" im Titel erscheinen?*) hat vor kurzem angekündigt, dass die **Treibhausgase in der Atmosphäre eine neue Rekordhöhe** (Bild rechts) erreicht hätten. Rekorde werden aber nur aufgestellt, damit sie gebrochen werden können.

**Ich frage mich, ob die WMO-Leute folgende drei Fakten kennen:**

**1) Der erste CO<sub>2</sub>-Rekord wurde bereits 1809 aufgestellt, als die kumulierten menschlichen Kohlenstoff-Emissionen noch unter 0,2 ppm CO<sub>2</sub> lagen?**



**Fig. 1. Der Original CO<sub>2</sub> – “Hockey Schläger.” CO<sub>2</sub>-Emissionsdaten vom Oak Ridge National Laboratory’s Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC).**

Die Emissionen (GtC) werden durch 2,13 geteilt, um ppmv CO<sub>2</sub> zu erhalten.

2) Von 1750 bis 1875 stieg die atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration mit einer um das Zehnfache höheren Rate an im Vergleich zu den kumulierten anthropogenen Emissionen ...

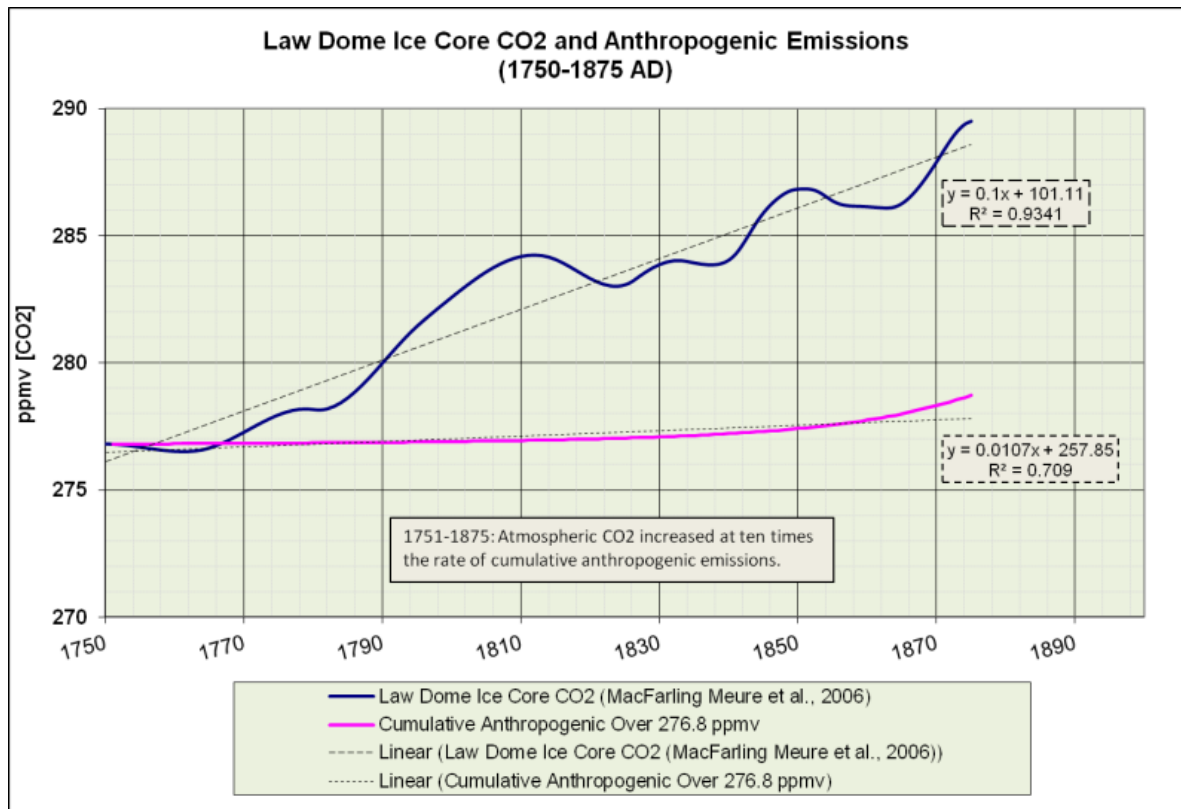
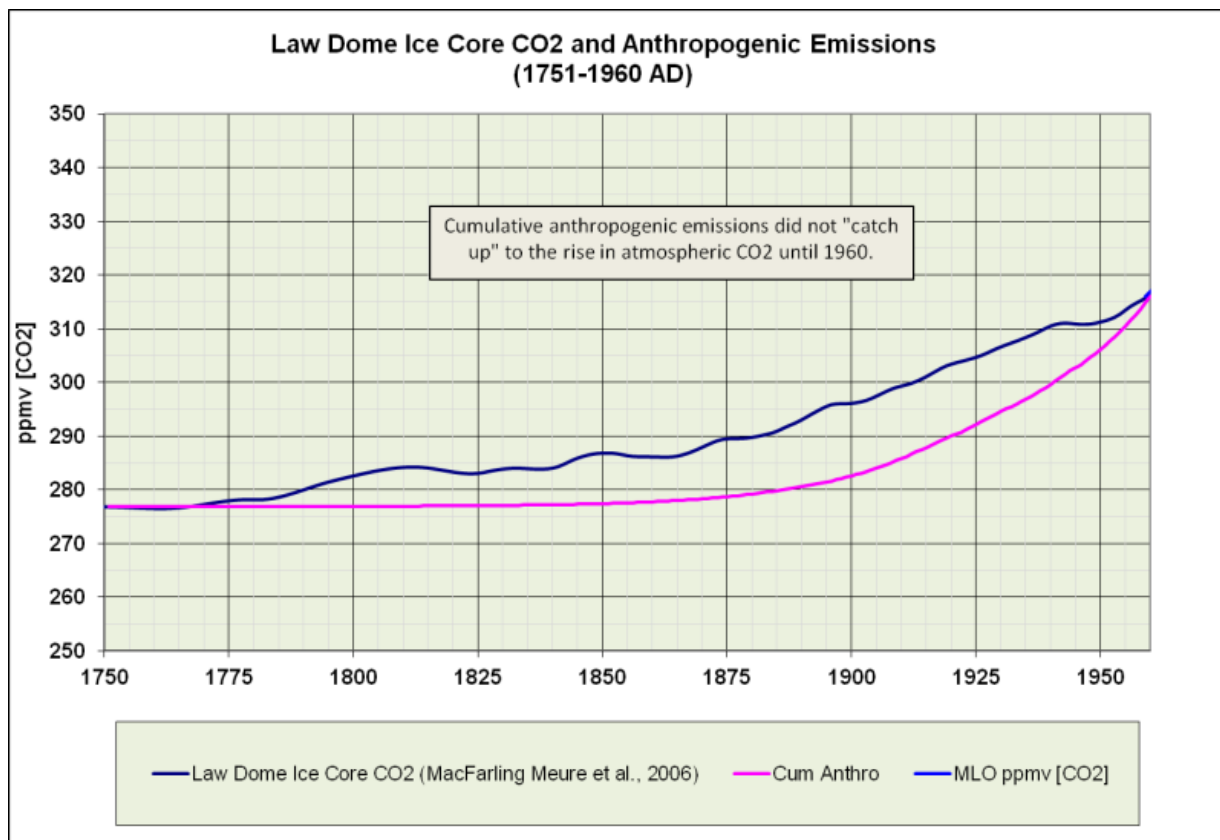


Fig. 2. Woher in drei Teufels Namen ist dieses CO<sub>2</sub> gekommen?

3) Die kumulierten anthropogenen Emissionen haben 1960 nicht mit dem

# Anstieg des atmosphärischen CO<sub>2</sub> gleichgezogen ...



**Fig. 3. Die Menschen haben über 100 Jahre gebraucht, um mit der Natur gleich zu ziehen.**

**Die Emissionen haben sich nur angeglichen, weil die Konzentration des atmosphärischen CO<sub>2</sub> auf einer Höhe um 312 ppmv zwischen 1940-1955 blieb.**

## **Abnahme des atmosphärischen CO<sub>2</sub> um die Mitte des 20. Jahrhunderts.**

**Die mir bekannten antarktischen Eisbohrkerne mit der höchsten Auflösung stammen von Law Dome (Etheridge et al., 1998), hier besonders der DE08 Kern. Im vergangenen Jahrzehnt wurde die Auflösung des Law Dome Eisbohrkerns noch verbessert durch eine dichtere Entnahme von Proben und die Anwendung von frequenzverstärkender Signalverarbeitungstechnik (Trudinger et al., 2002; MacFarling Meure et al., 2006). Wie erwartet haben die höher aufgelösten Daten höhere Variabilität bei den vor-industriellen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen gezeigt.**

**Pflanzenstomata-Rekonstruktionen (Kouwenberg et al., 2005; Finsinger and Wagner-Cremer, 2009) und heutige chemische Analysen (Beck, 2007)**

zeigen, dass die CO<sub>2</sub> Höhen von den 1930ern bis zu den frühen 1940ern auf der Ebene von 340 bis 400 ppmv lagen und dann rasch in den 1950ern abnahmen. Diese Ergebnisse wurden von den Anhängern des sogenannten wissenschaftlichen Konsens zurückgewiesen, weil diese Fluktuationen nicht in den antarktischen Eisbohrkernen nachzuweisen wären. Dennoch haben MacFarling Meure et al., 2006, entdeckt, dass sich ein möglicher Nachweis einer CO<sub>2</sub>-Abnahme um die Mitte des 20. Jh. im DE08 Eisbohrkern befände ...

Die Stabilisierung der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration während der 1940er und 1950er ist eine bemerkenswerte Erscheinung in den Eisbohrkern-Proben. Die neuen hochdichten Messungen bestätigen das Ergebnis und zeigen, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentrationen zwischen 310–312 ppm etwa zwischen 1940 -1955

verharrten. Die Zunahmeraten bei CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O haben sich auch in jenem Zeitraum vermindert, die Veränderung bei N<sub>2</sub>O liegt aber im Bereich der Messungenauigkeit. Die Glättung wegen des Lufteinschlusses im Eis (etwa 10 Jahre bei DE08) entfernt hochfrequente Veränderungen aus der Aufzeichnung, die wahre atmosphärische Variation kann daher größer sein, als sie sich in den den Luftproben im Eisbohrkern darstellt.

Sogar eine Abnahme der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration Mitte der 1940er stimmt mit der Law Dome Aufzeichnung einschließlich der Glättung durch den Lufteinschluss überein, was auf eine große zusätzliche Senke von ~3.0 PgC Jahr<sup>-1</sup> hinweist. [Trudinger et al., 2002a]. Die δ<sup>13</sup>C<sub>CO<sub>2</sub></sub> Aufzeichnung aus jener Zeit lässt erkennen, dass diese zusätzliche Senke meist ozeanischer Herkunft war und nicht durch niedrigere fossile Emmissionen oder

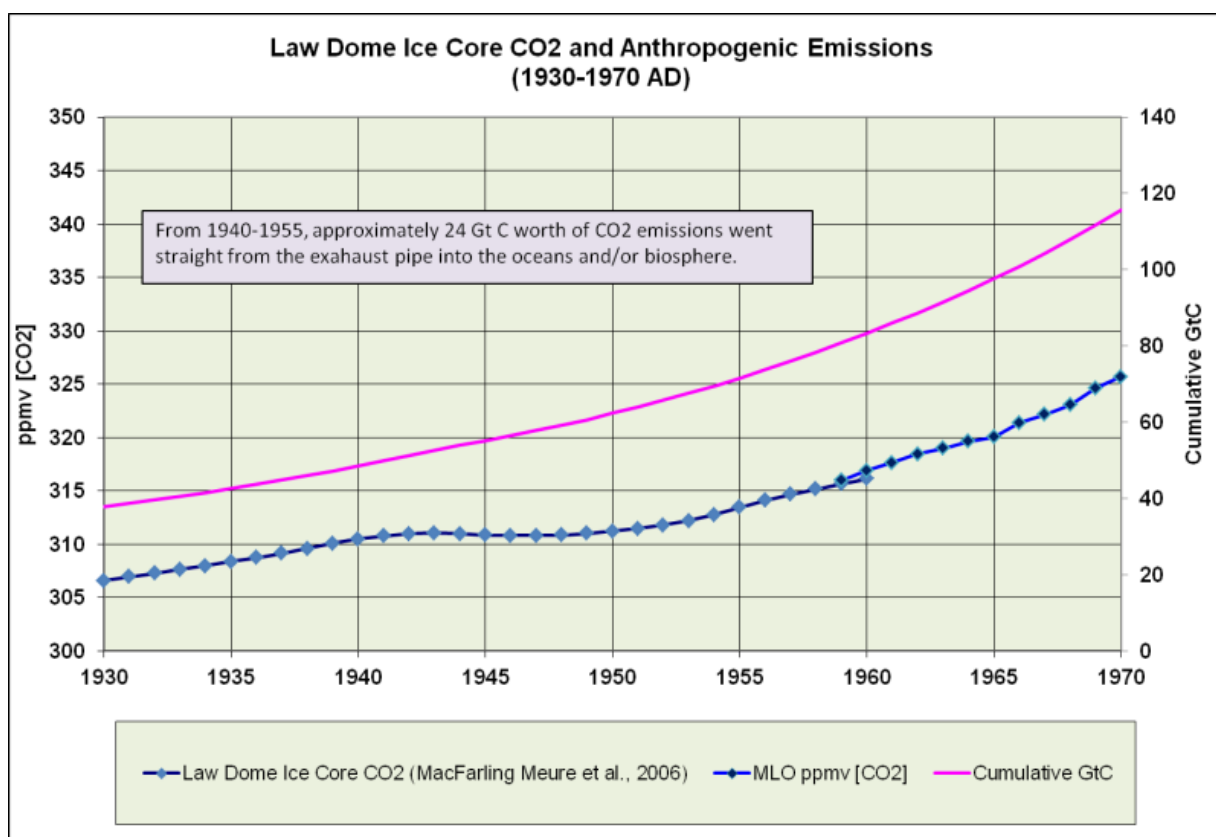
die irdische Biosphäre verursacht. [Etheridge et al., 1996; Trudinger et al., 2002a]. Immer noch ungeklärt ist, welche Prozesse diese Erscheinung hervorgerufen haben könnten.

Die CO<sub>2</sub>-Stabilisierung ereignete sich während eines Wechsels eines lang andauernden El Niño zu einem La Niña [Allan and D'Arrigo, 1999]. Dies fiel zusammen mit einem Übergang von einer Warm- zu einer Kalt-Phase der Pacific Decadal Oscillation [Mantua et al., 1997], einer Abkühlung [Moberg et al., 2005] und progressiv zunehmender Abschwächung der nordatlantischen thermohalinen Zirkulation [Latif et al., 2004]. Der kombinierte Effekt dieser Faktoren auf die Gasmengen wird derzeit noch nicht gut verstanden. Sie könnten signifikant für die atmosphärische CO<sub>2</sub>-Konzentration sein, falls der Austausch in Bereichen von Kohlenstoff-Aufnahmen, wie z. B. im Nordpazifik, verstärkt, oder wenn der



**Abfluss aus den Tropen unterdrückt würde.**

**Von etwa 1940 bis einschließlich 1955 gingen ca. 24 Mrd. Tonnen Kohlenstoff aus Abluftkaminen direkt in die Ozeane und/oder in die Biosphäre.**

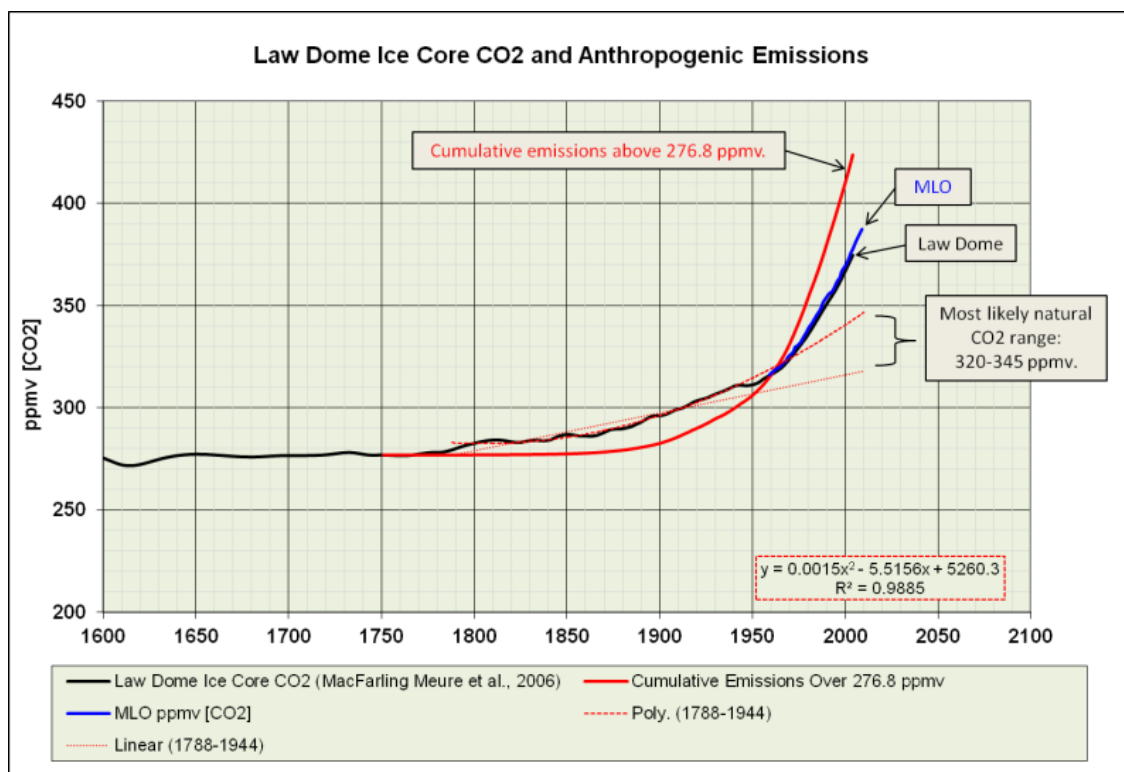


**Fig. 4. Oh weh! Was ist mit all dem Kohlenstoff passiert?**

**Wenn die Aufnahme von CO2 in die Ozeane eine Versauerung der Meere bewirkt haben sollte, müssten wir dann**

nicht Beweise dafür finden? Hätte nicht eine "große zusätzliche Senke von ~3.0 PgC Jahr-1" (oder mehr) von ~1940-1955 irgendwo in den Ozeanen Spuren hinterlassen müssen, vielleicht Schnecken oder ein Riff aufgelöst haben?

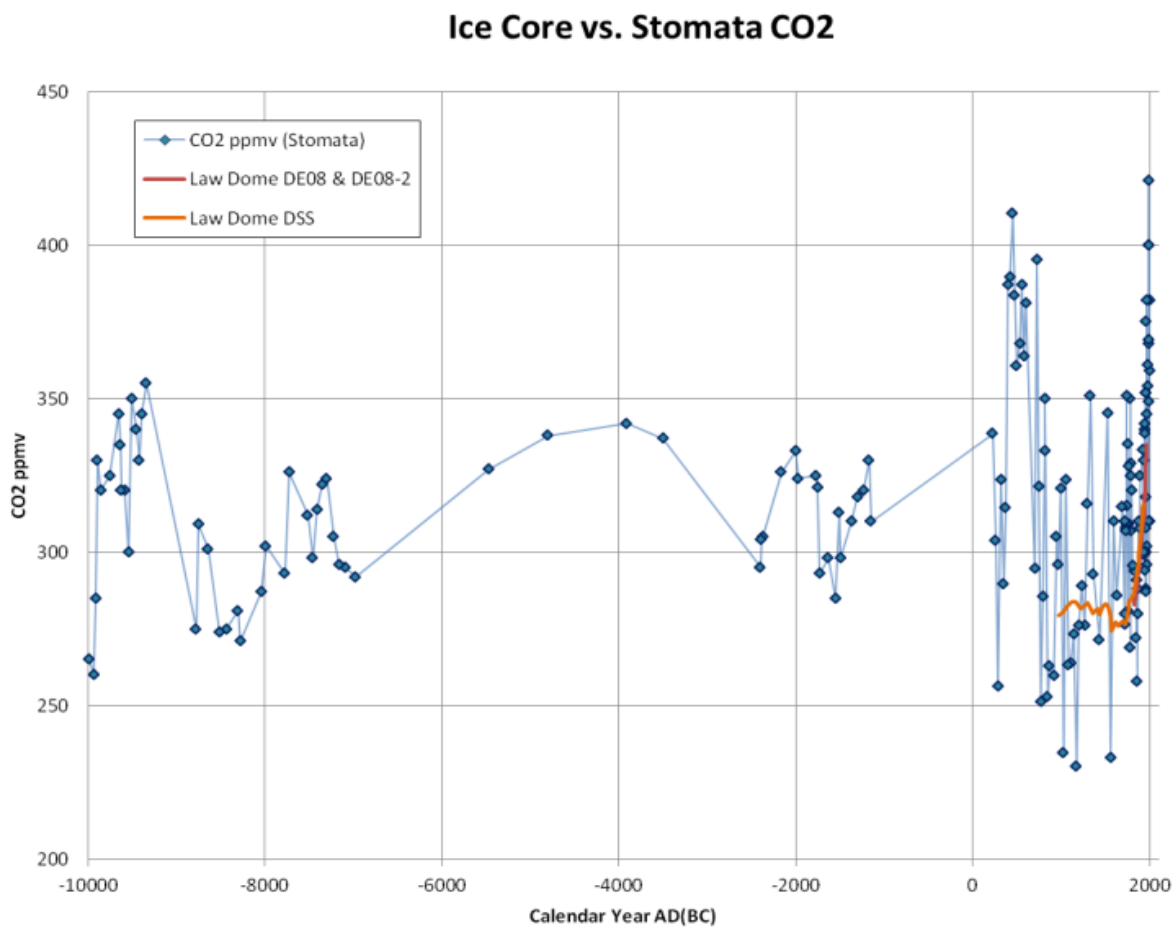
Wenn das atmosphärische CO<sub>2</sub> nur einfach seinen prä-industriellen Verlauf fortgesetzt hätte, wären sehr wahrscheinlich 315-345 ppmv um 2010 erreicht worden ...



**Fig. 5. Wahrscheinlich sind 40-60% des**

**Anstiegs des atmosphärischen CO<sub>2</sub> seit 1750 auf natürliche Ursachen zurückzuführen.**

**Es ist doch seltsam, dass die aus Pflanzen-Stomata abgeleiteten CO<sub>2</sub>-Rekonstruktionen darauf hindeuten, dass CO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 315-345 ppmv während des Holozäns nicht ungewöhnlich waren ...**



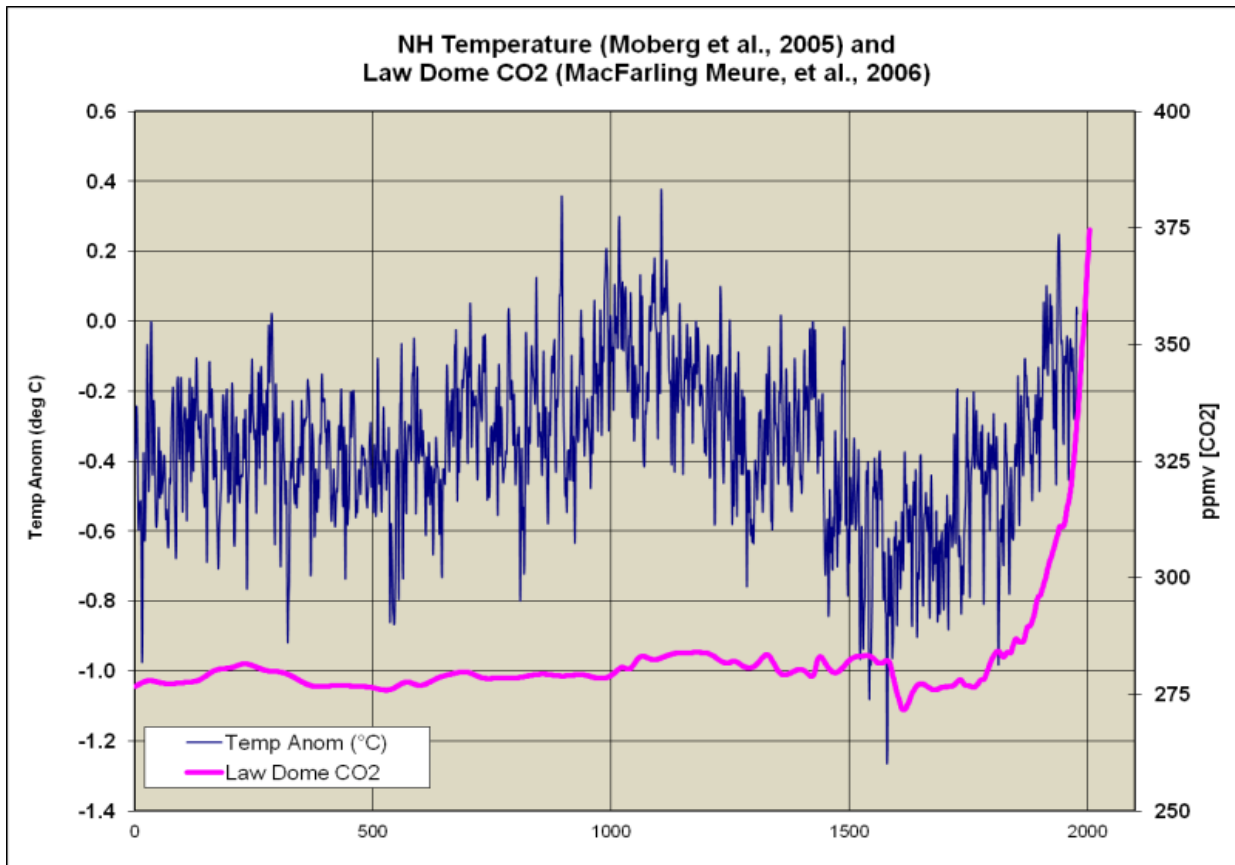
**Fig. 6. CO<sub>2</sub> aus Pflanzen-Stomata:**

**Nordschweden (Finsinger et al., 2009),  
Nordspanien (Garcia-Amorena, 2008),  
Südschweden (Jessen, 2005), Washington  
State USA (Kouwenberg, 2004),  
Niederlande (Wagner et al., 1999),  
Dänemark (Wagner et al., 2002).**

**Was also könnte all diese CO2-  
Veränderungen angetrieben haben, bevor  
der Mensch anfing, fossile Brennstoffe  
zu benutzen? Waren es möglicherweise  
doch Temperaturänderungen?**

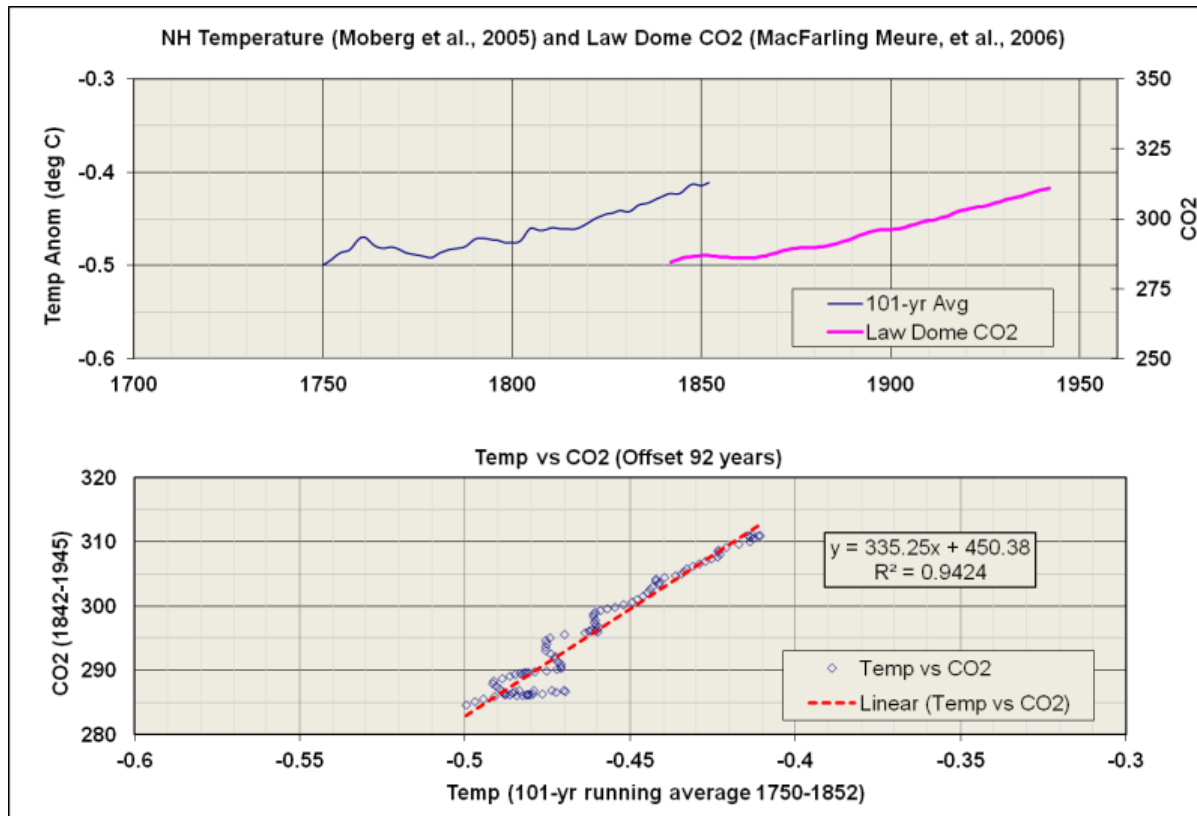
## **CO2 als Feedback**

**Wenn ich eine Temperatur-  
Rekonstruktion (Moberg et al., 2005)  
zusammen mit der Law Dome CO2-  
Ganglinie plote, sieht es für mich  
ganz so aus, als ob das CO2 etwa 100  
Jahre nach dem Temperaturanstieg mit  
dem Anstieg begann ...**



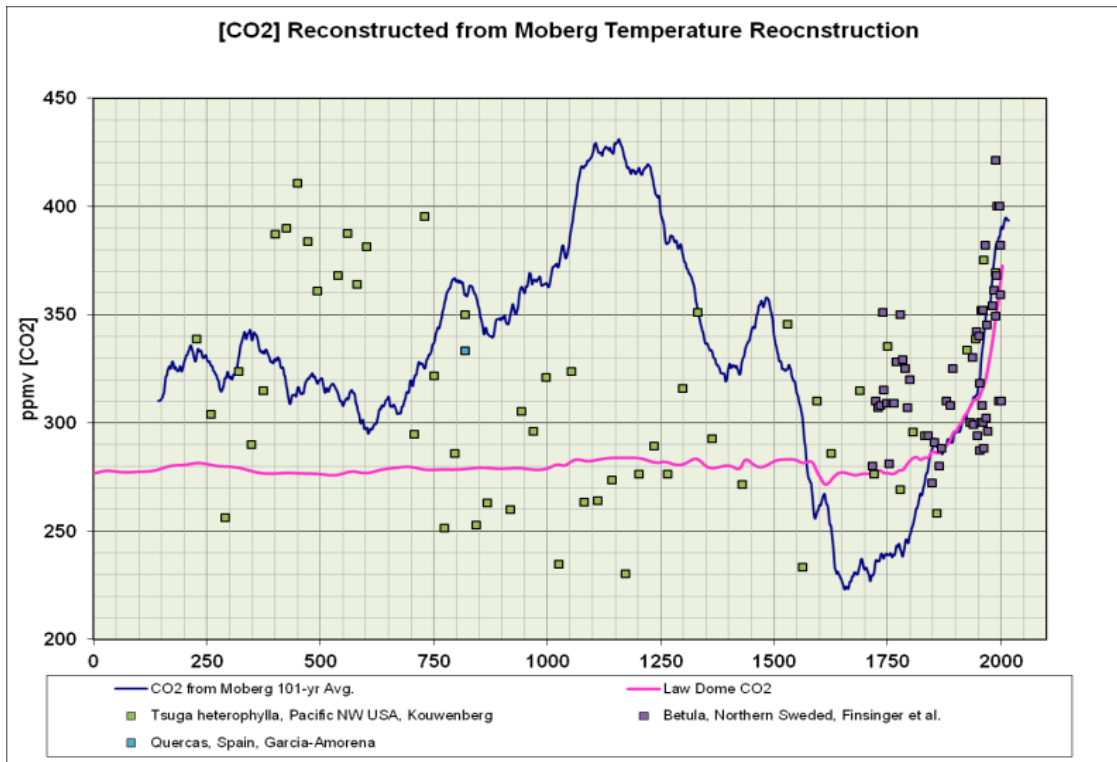
**Fig. 7. Temperatur-Rekonstruktion (Moberg et al., 2005) und Law Dome CO2 (MacFarling Meure et al., 2006).**

**Der Anstieg des CO2 von 1842-1945 sieht ganz so aus, wie der Temperaturanstieg von 1750-1852...**



**Fig. 8. Mögliche Beziehung zwischen Temperaturanstieg und nachfolgendem CO2-Anstieg.**

**Die Korrelation ist sehr stark. Eine berechnete CO2-Chronologie ergibt eine gute Übereinstimmung mit dem DE08 Eisbohrkern und dem Stomata-abgeleiteten CO2 seit 1850. Man sieht auch, dass das atmosphärische CO2 auf ~430 ppmv um die Mitte des 12. Jahrhunderts n.Chr. anstieg.**

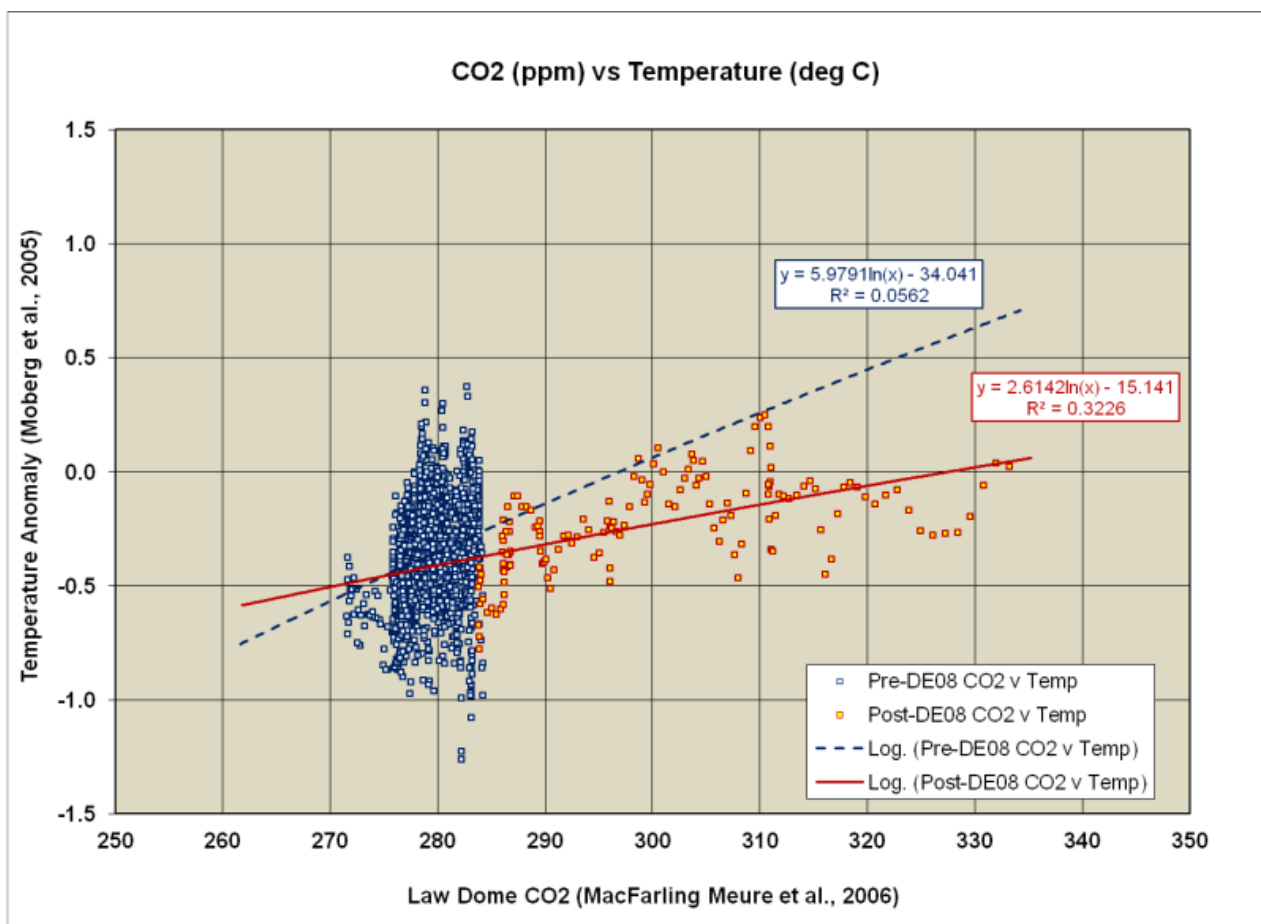


**Fig. 9. CO<sub>2</sub> aus den Moberg-Temperaturen errechnet (dunkelblaue Linie), Law Dome Eisbohrkern (Magentafarbene Linie) und Pflanzenstomata (grün, hellblaue und purpurfarbene Kästchen).**

**Die Spitze des CO<sub>2</sub> um die Mitte des 12. Jh. zeigt sich weder in den Eisbohrkernen noch in den Pflanzenstomata. Die Korrelation bricht vor den 1830ern ab. Der gleiche Abbruch zeigt sich auch, wenn CO<sub>2</sub> als Antrieb und nicht als Feedback behandelt wird.**

# CO2 als Antrieb

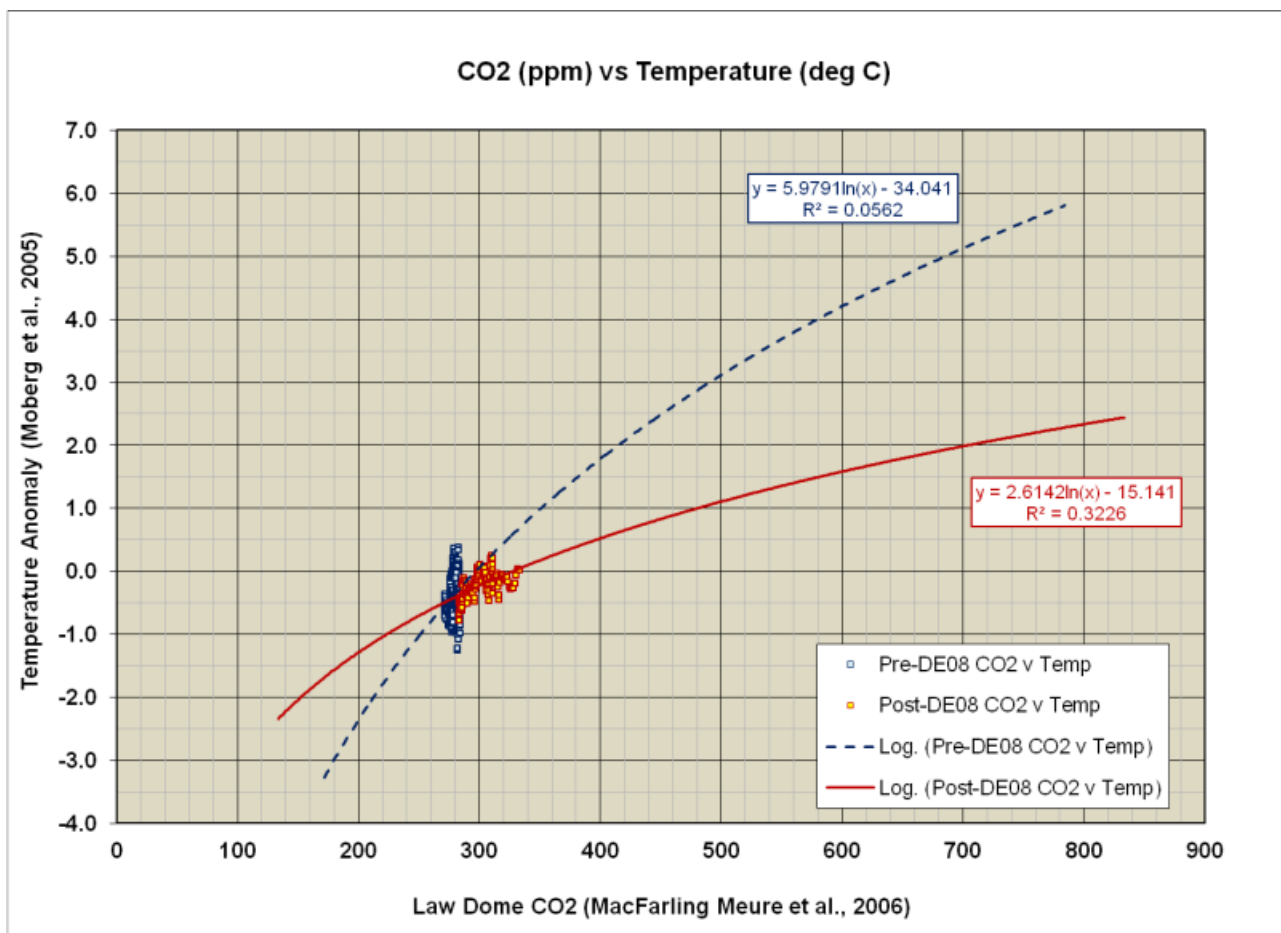
Wenn ich direkt das CO2 vs. Temperatur ohne Verzögerung plotte, erhalte ich eine gute Korrelation mit den Nach-DE08-Eisbohrkern-Daten (>1833) und überhaupt keine Korrelation mit den Prä-DE08-Eisbohrkerndaten (<1833) ...



**Fig. 10. Temperature und CO2 zeigen eine mäßige Korrelation seit ~1833; aber überhaupt keine Korrelation vor 1833.**



Wenn ich bis auf etwa 840 ppmv CO<sub>2</sub> extrapoliere, erhalte ich etwa 3 °C Erwärmung bezogen auf 275 ppmv. Ich erhalte also den gleichen Betrag an Erwärmung bei einer Verdreifachung des prä-industriellen CO<sub>2</sub>. Das IPCC behauptet das schon bei einer Verdoppelung.



**Fig. 11. CO<sub>2</sub> vom Law Dome DE08 Eisbohrkern, geplottet gegen Mobergs NH Temperatur-Rekonstruktion.**

Das auf dieser Korrelation beruhende Gleichgewicht der Klimasensitivität (Equilibrium Climate Sensitivity – ECS) bei einer Verdoppelung des prä-industriellen CO<sub>2</sub> beträgt ~1.5 to 2.0 °C. Sehr rätselhaft ist aber das totale Fehlen einer Korrelation in den Eisbohrkernen, die älter als DE08 sind.

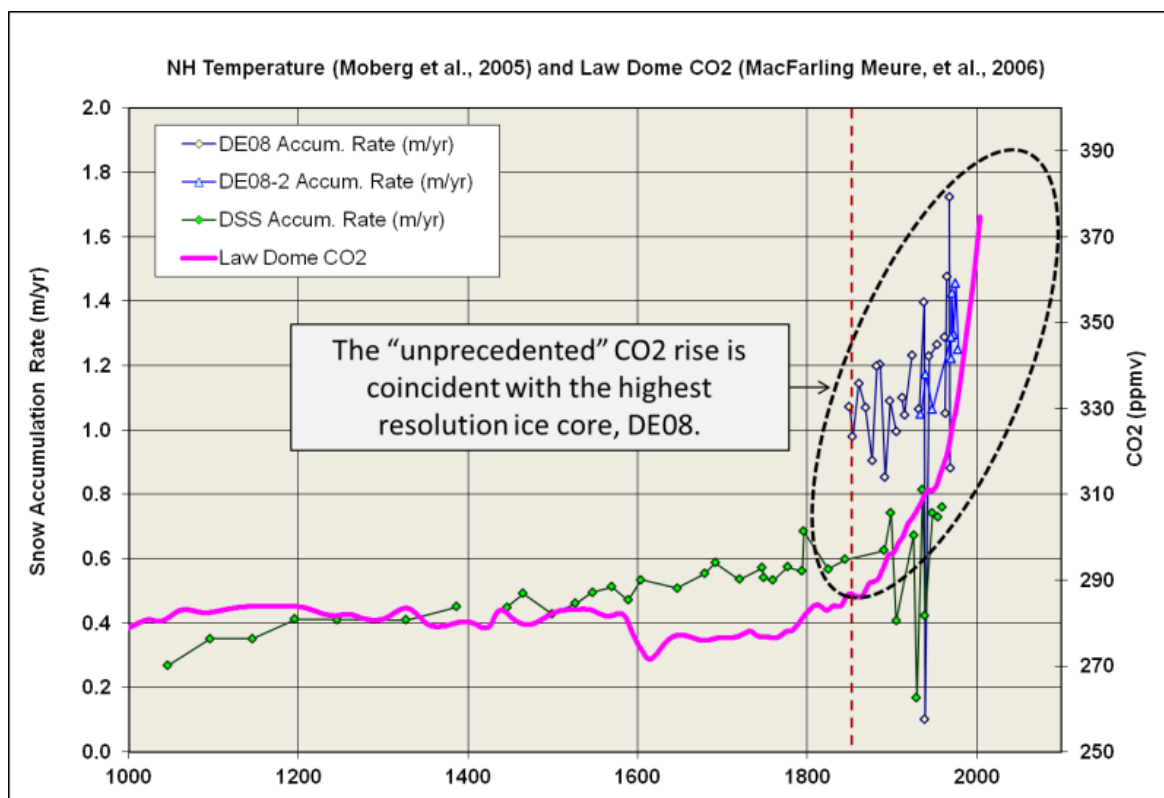
**Eisbohrkern-  
Auflösung und das  
Fehlen einer  
Temperatur-  
Verbindung mit CO<sub>2</sub>  
vor 1833**

**Könnte das Fehlen**

**der Variabilität in  
den älteren (aus  
tieferen Schichten  
stammenden)**

**Eisbohrkernen etwas  
mit der Auflösung  
zu tun haben? Der  
DE08 Eisbohrkern  
hat eine viel  
stärkere Auflösung  
als nahezu alle  
anderen**

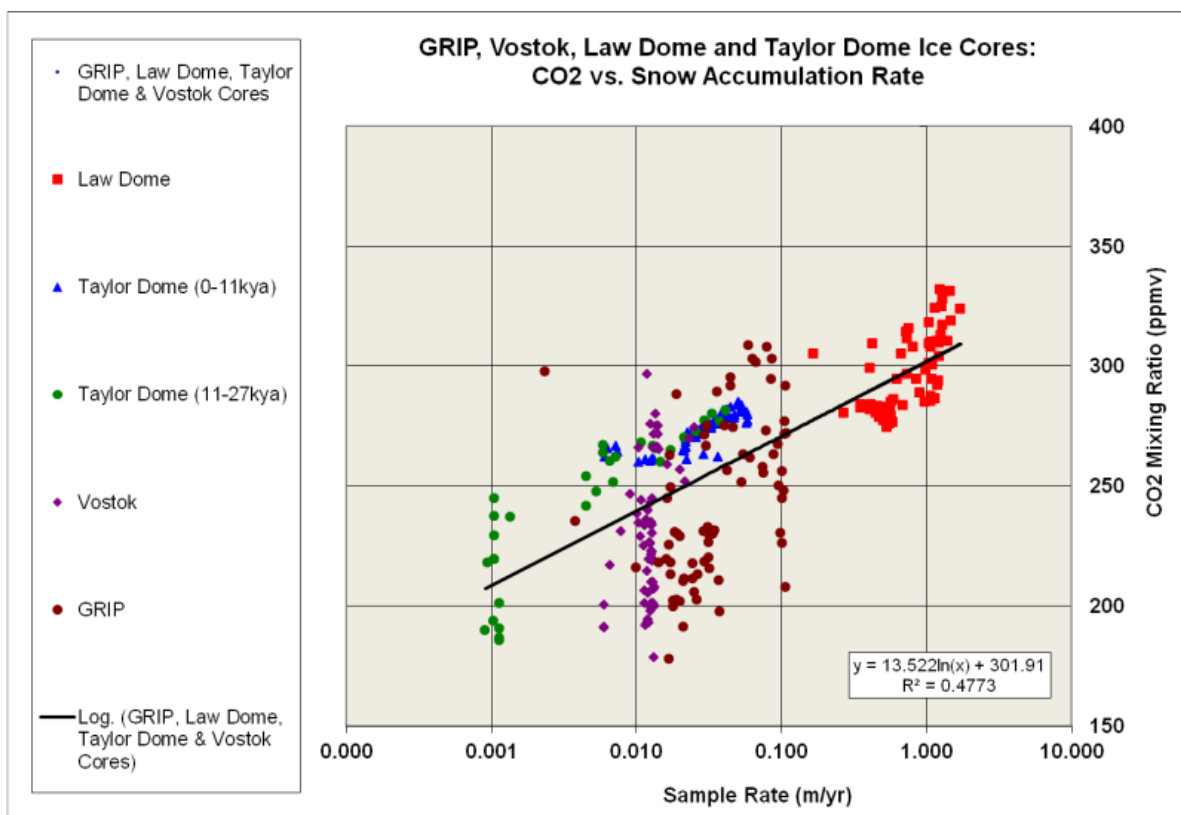
# antarktischen Eisbohrkerne, darin eingeschlossen der tieferer und ältere DSS Eisbohrkern von Law Dome.



**Fig. 12. Die zeitliche Auflösung der Eisbohrkerne wird von der Schnee-Akkumulationsrate bestimmt.**

**Die Amplitude des CO<sub>2</sub>-“Signals” scheint auch gut mit der Schnee Akkumulationsrate**

# zu korrelieren (Auflösung) des Eisbohrkerns...



## Fig. 13. Schnee- Akkumulationsrate

**vs. CO<sub>2</sub> für  
verschiedene  
Eisbohrkerne aus  
Antarktika und  
Grönland.**

**Könnte es sein,  
dass Schnee-  
Akkumulationsraten,  
die signifikant  
unter 1 m/a liegen,  
jahrhundertlange  
und höherfrequente**

**CO2-Schübe nicht  
auflösen? Könnte es  
auch sein, dass die  
Frequenzdegradation  
ebenfalls die  
Amplitude des CO2-  
“Signals”  
abschwächt?**

**Wenn die weitaus  
meisten  
Eisbohrkerne, die  
älter und tiefer**



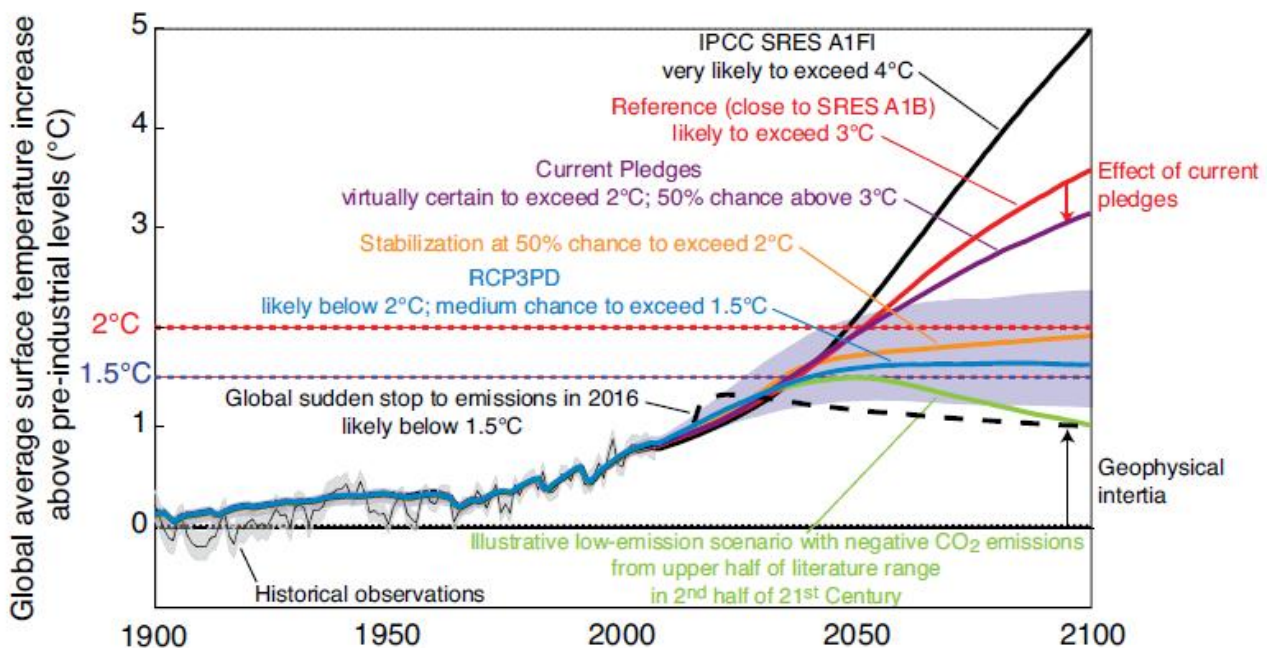
**als DE08 sind, die  
jahrhundertelangen  
und höherfrequenten  
CO2-Schübe nicht  
auflösen, macht es  
dann nicht Sinn,  
dass Eisbohrkern-  
abgeleitete CO2-  
und Temperaturgänge  
nur als kaum  
zusammenhängend für  
den längsten Teil**

**des Holozäns gelten  
müssen?**

**Warum scheinen die  
Belege immer nur  
anzuzeigen, dass  
das beste Szenario  
des IPCC das  
schlimmste ist, das  
in der realen Welt  
vorkommen kann?**

**Dieses Stück aus**

einem Artikel von  
Brad Plummer in der  
Washington Post  
erregte meine  
Aufmerksamkeit ...



**Fig. 14. Die**

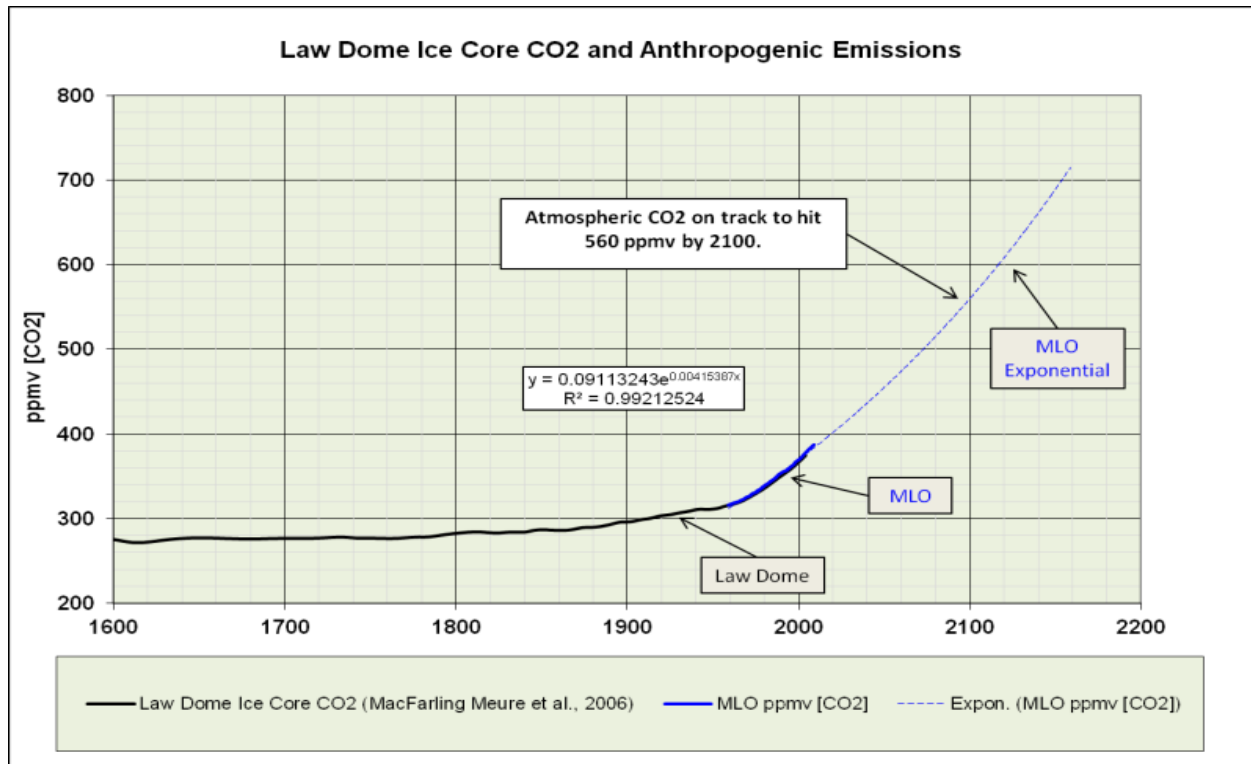
**mythischen  
Szenarien des IPCC.  
Ich denke, der  
graue Bereich  
repräsentiert den  
Bereich von  
"Grüntopia"  
[Anm.d.Ü.: der  
Verfasser benutzt  
ein Wortspiel: aus  
UTOPIA macht er  
GRÜNTOPIA.]**

**Es sieht so aus,  
als ob die Erde um  
2100 n.Chr. zu  
einer Venus (A1FI)  
würde, wenn es so  
weiterginge, wie  
gehabt.**

**Wie sieht es  
aus, wenn ich**

**reale Daten  
benutze?**

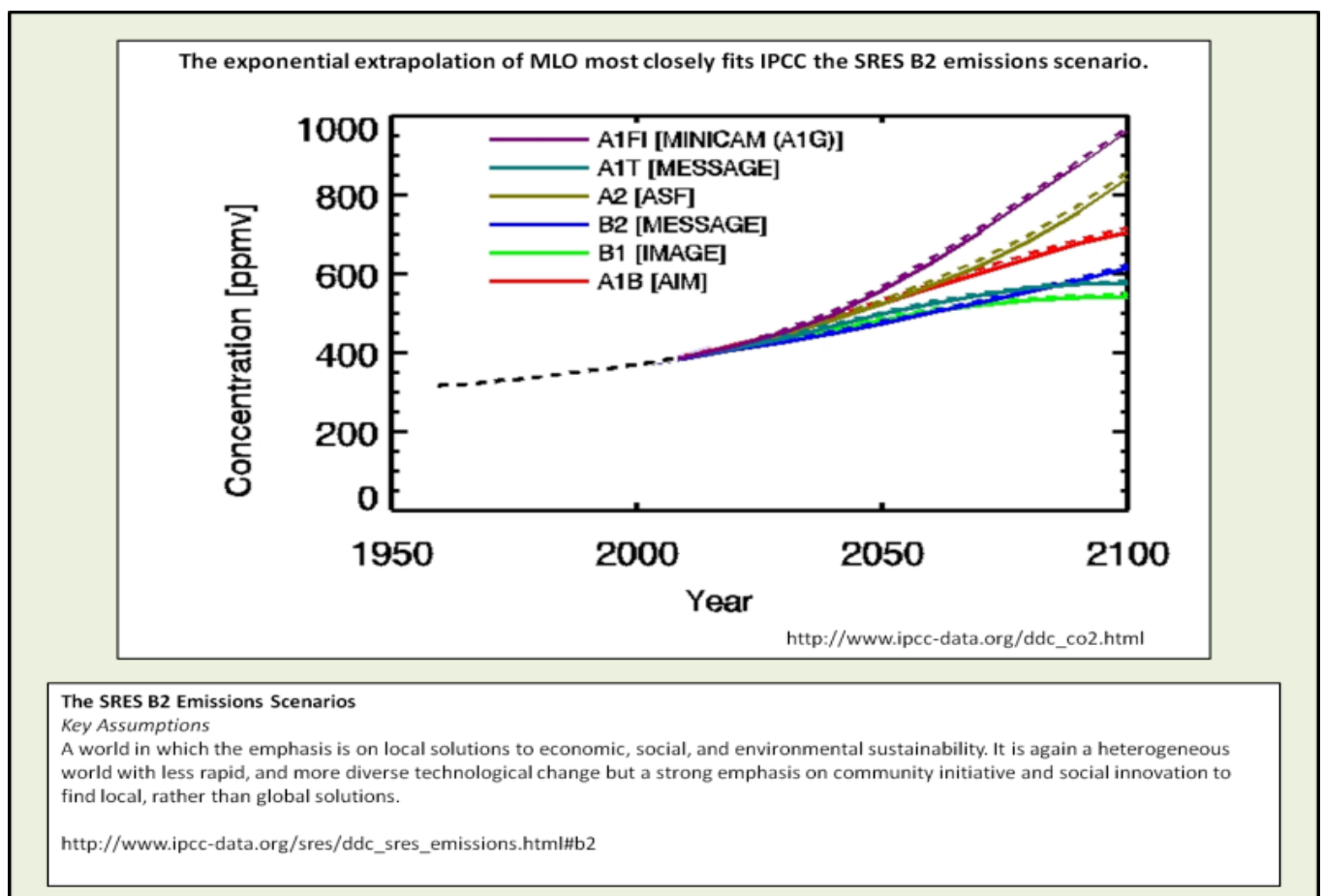
**Nehmen wir an, dass  
das atmosphärische  
CO<sub>2</sub> entlang einer  
exponentiellen  
Trendlinie bis 2100  
ansteigt.**



**Fig. 15. Projektion des CO2 bis 560 ppmv im Jahre 2100.**

**Ich erhalte eine CO2-Konzentration von 560 ppmv, das**

# gleich dem IPCC Emissions-Szenario SRES B2 ...



## Fig. 16. IPCC Emissions-

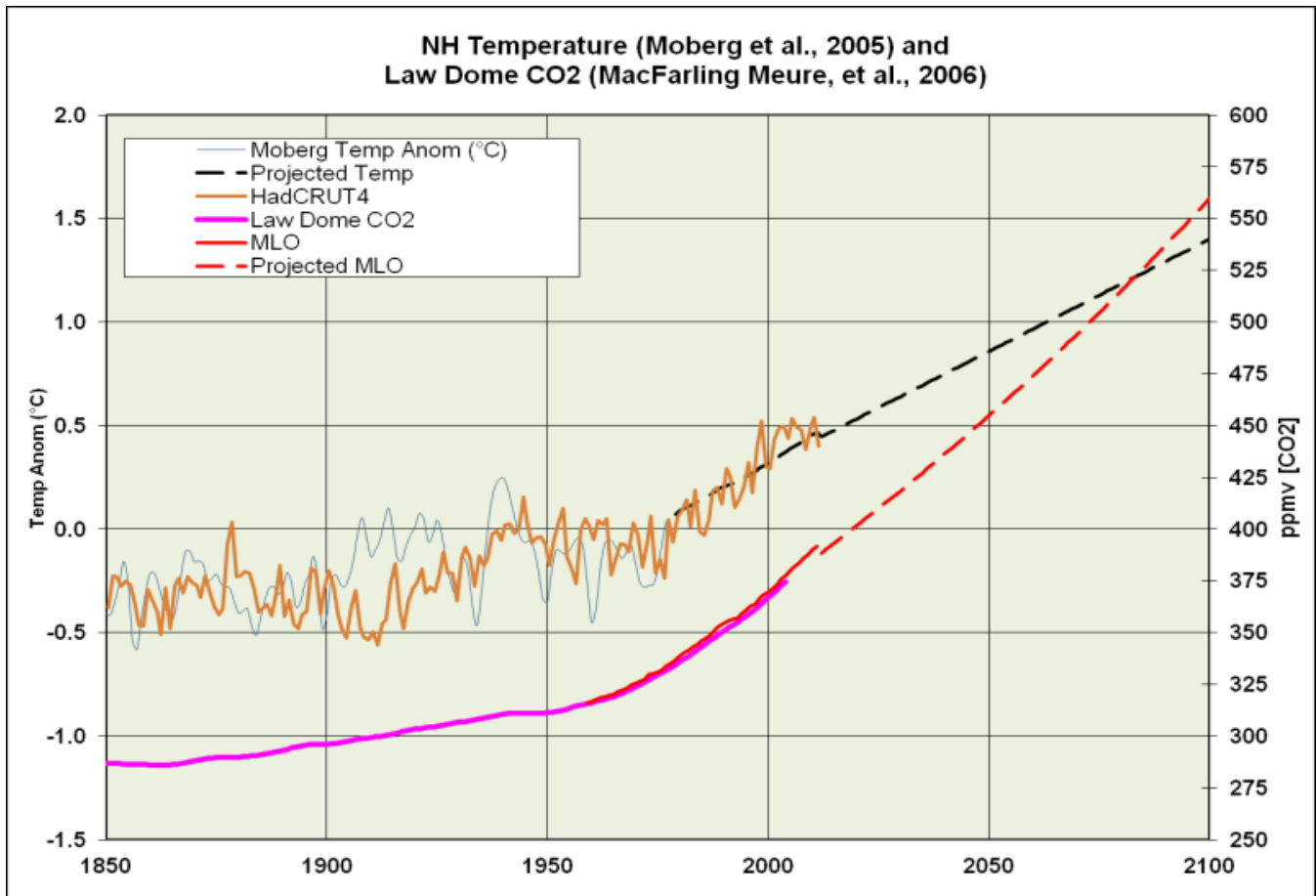


**Szenarien.**

**Wenn es weitergeht,  
wie gehabt, werden  
wir die gleiche  
Konzentration  
haben, wie im IPCC  
Grüntopia-Szenario.  
Warum bin ich nicht  
erstaunt?**

**Wenn wir annähmen,  
dass die gesamte**

**Erwärmung seit 1833  
vom CO<sub>2</sub> verursacht  
wurde (das stimmt  
nicht), würden 560  
ppmv zu etwa 1°C  
zusätzlicher  
Erwärmung im Jahre  
2100 führen.**

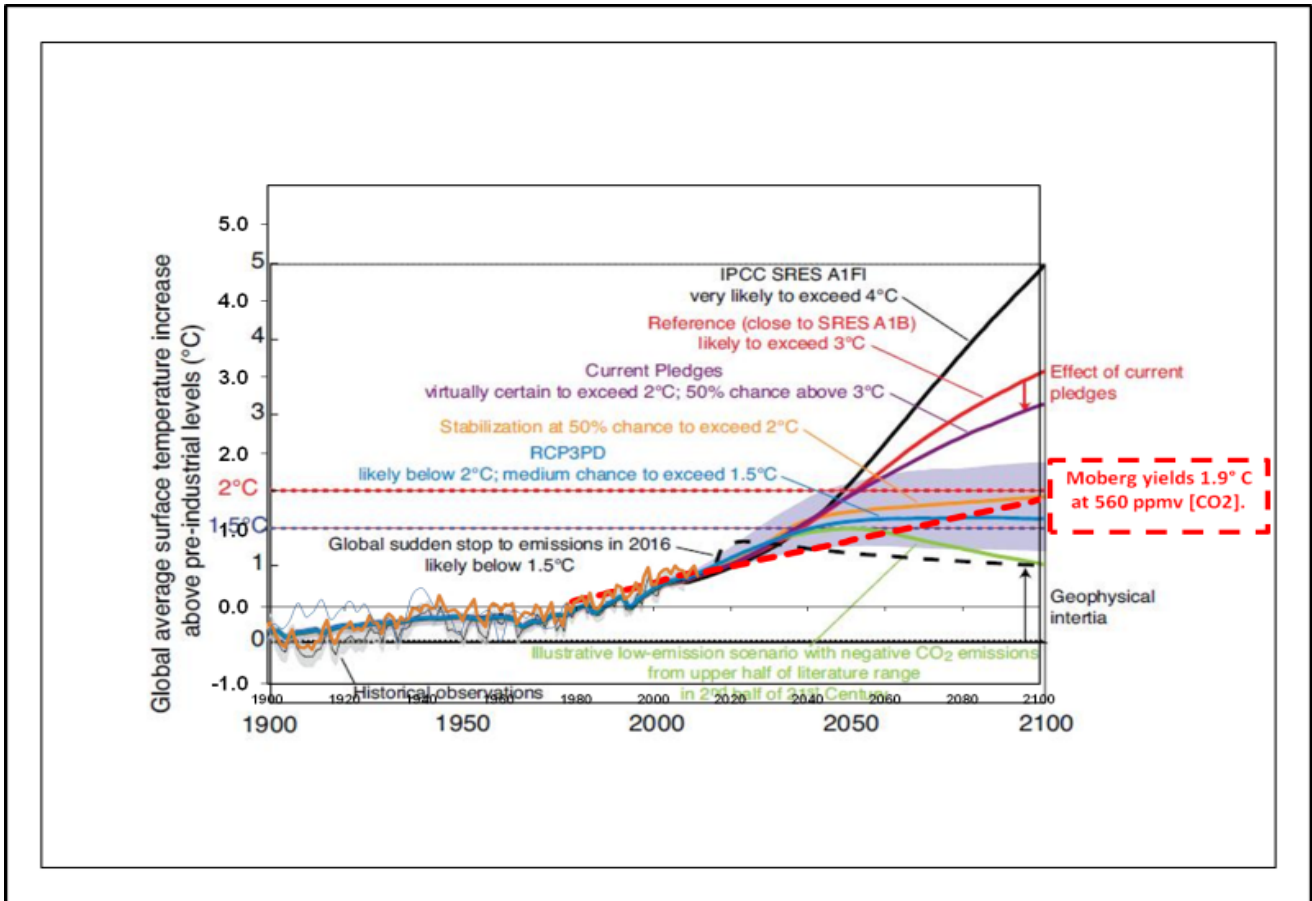


**Fig. 17.**  
**Projizierter**  
**Temperatur-Anstieg,**  
**abgeleitet aus der**  
**Moberg NH**  
**Temperatur-**

**Rekonstruktion und  
dem CO2 aus dem Law  
Dome DE08  
Eisbohrkern.  
Projizierte Temp.  
Anom. = 2.6142 \*  
 $\ln(\text{CO}_2) - 15.141$**

**Wie verträgt sich  
das mit den  
mythischen  
Szenarien des IPCC?  
So ungefähr, wie**

**erwartet. Das  
schlimmste  
Szenario, das aus  
den derzeitigen  
Beobachtungen  
abgeleitet werden  
kann, gleicht dem  
bestmöglichen IPCC-  
Szenario aus  
Grüntopia ...**



**Fig. 18. Der aus Mobergs NH-Temperatur-Rekonstruktion und dem CO<sub>2</sub> aus dem Law Dome DE08**

**Eisbohrkern  
abgeleitete  
projizierte  
Temperatur-Anstieg  
weist darauf hin,  
dass die 2°C  
"Grenze" des IPCC  
nicht überschritten  
werden wird.**

# **Schlussfolgerungen**

**Die Rekorde bei den atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen waren bereits gebrochen, bevor anthropogene Emissionen bedeutend wurden.**



**Atmosphärische CO<sub>2</sub>-  
Konzentrationen  
sind zwischen  
1750-1875 rascher  
angestiegen als  
anthropogene  
Emissionen.**

**Anthropogene  
Emissionen haben  
bis 1960 nicht mit  
dem atmosphärischen  
CO<sub>2</sub> gleichgezogen.**

**Der natürliche  
Kohlenstoff-  
Austausch-Fluss ist  
variabler als der  
sogenannte  
wissenschaftliche  
Konsens wahrhaben  
will.**

**Das Gleichgewicht  
der  
Klimasensitivität  
(ECS) kann 2°C**

**nicht übersteigen  
und ist  
wahrscheinlich  
näher bei 1°C.**

**Das schlimmste  
Szenario, das auf  
Belegen beruht,  
gleich dem besten  
grün-utopistischen  
des IPCC.**

**Eisbohrkerne mit**

**Akkumulationsraten  
unter 1m/a taugen  
nicht für ECS-  
Abschätzungen.**

**Das ECS, das aus  
dem Law Dome DE08  
Eisbohrkern und  
Mobergs NH-  
Temperatur-  
Rekonstruktion  
abgeleitet ist,  
unterstellt, dass**

**die gesamte  
Erwärmung seit 1833  
dem CO2 zuzurechnen  
wäre. Wir wissen  
sicher, dass  
mindestens die  
Hälfte der  
Erwärmung auf  
solare Einflüsse  
und natürliche  
klimatische  
Schwankungen**

**zurückgeht. Daher  
sind die  
abgeleiteten 2°C  
wahrscheinlich nur  
1°C. Weil klar ist,  
dass etwa die  
Hälfte des Anstiegs  
von 275 auf 400  
ppmv natürlichen  
Ursprungs ist,  
liegt die  
anthropogene**

**Komponente des 1°C  
ECS wahrscheinlich  
unter 0,7°C.**

**Das Fehlen einer  
Korrelation  
zwischen Temperatur  
und CO<sub>2</sub> seit dem  
Beginn des Holozäns  
bis 1833 und die  
Tatsache, dass der  
moderne CO<sub>2</sub>-Anstieg  
mindestens 200**

**Jahre lang höher  
war als die  
anthropogenen  
Emissionen, führt  
mich als Amateur-  
Klimaforscher zu  
dem Schluss, dass  
das CO<sub>2</sub> während der  
vergangenen 10.000  
Jahre sehr viel  
veränderlicher war  
als die**



**antarktischen  
Eisbohrkerne  
anzeigen.**

**Appendix I: Ein  
alternativer  
Blick auf die  
CO<sub>2</sub>-Anstiegsrate**

**In Fig. 15 habe ich  
eine mit Excel**

**berechnete  
exponentielle  
Trendlinie erzeugt,  
um die MLO CO2  
Zeitreihe zu  
extrapolieren bis  
zum Ende dieses  
Jahrhunderts. Wenn  
ich die Emissionen  
extrapoliere und  
annehme, dass 55%  
der Emissionen in**

**der Atmosphäre  
verbleiben, erhalte  
ich ~702 ppmv bis  
zum Ende des  
Jahrhunderts, dazu  
gehören 0,6°C  
Erwärmung und eine  
gesamte Erwärmung  
von 2,5°C gegenüber  
der  
“präindustriellen.”  
Sogar dieses**

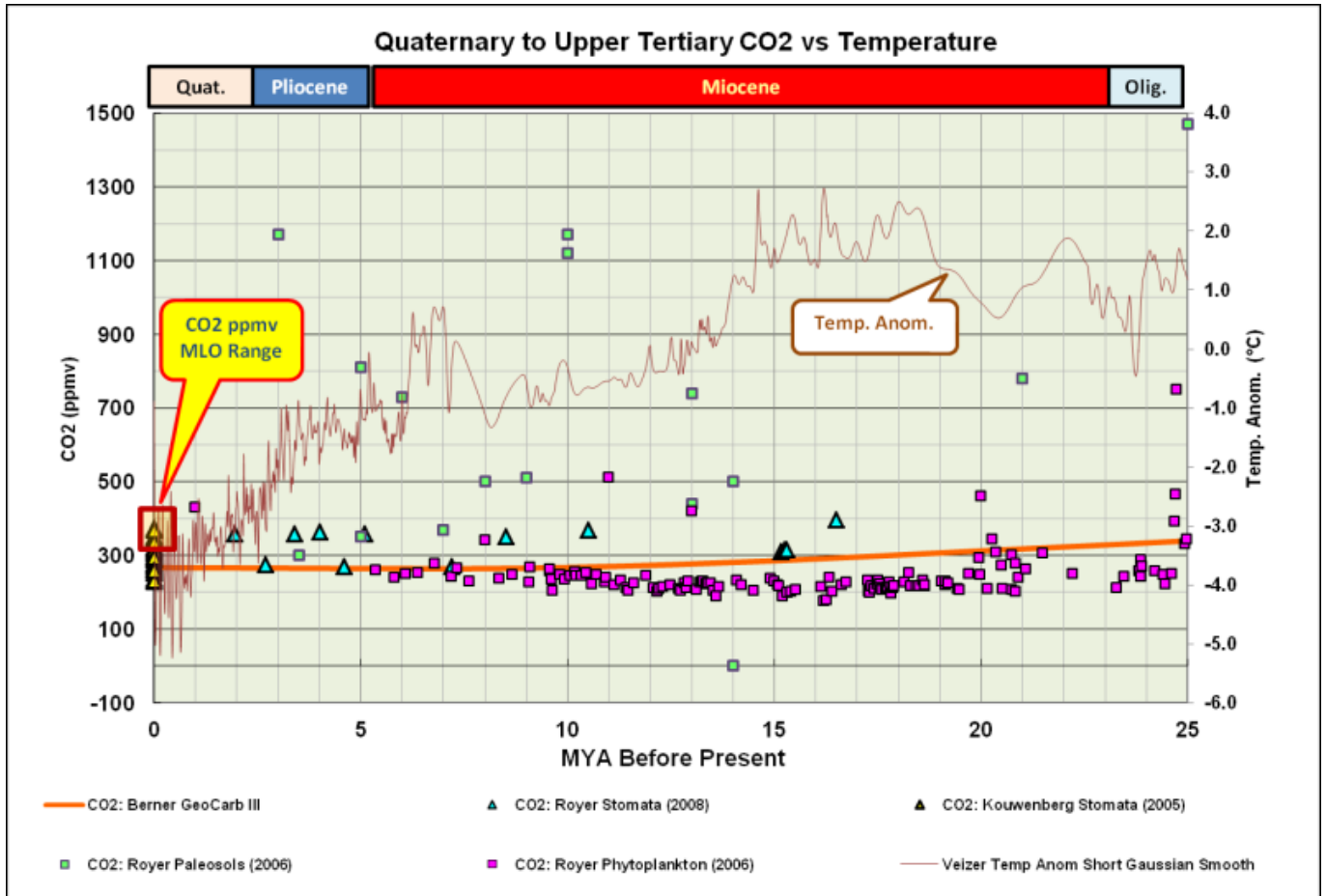
**schlimmste aller  
schlimmen Szenarien  
ergibt 1°C weniger  
Erwärmung als das  
IPCC-A1B-Referenz-  
Szenario. Es steht  
etwa in der Mitte  
zwischen A1B und  
dem oberen Rand des  
grün-utopistischen  
Bandes.**

# **Appendix II: CO<sub>2</sub>- Aufzeichnungen, frühe Jahre**

**Immer wenn CO<sub>2</sub>-  
Aufzeichnungen  
erwähnt werden oder  
atemberaubende  
Aussprüche wie,  
“Kohlendioxid auf  
dem höchsten Stand**

**seit 800.000  
Jahren,“ betrachte  
ich diese  
„Aufzeichnungen“  
gerne in einem  
geologischen  
Kontext. Die  
nachfolgenden  
Grafiken stammen  
aus Bill Illis’  
ausgezeichneter  
Sammlung paläo-**

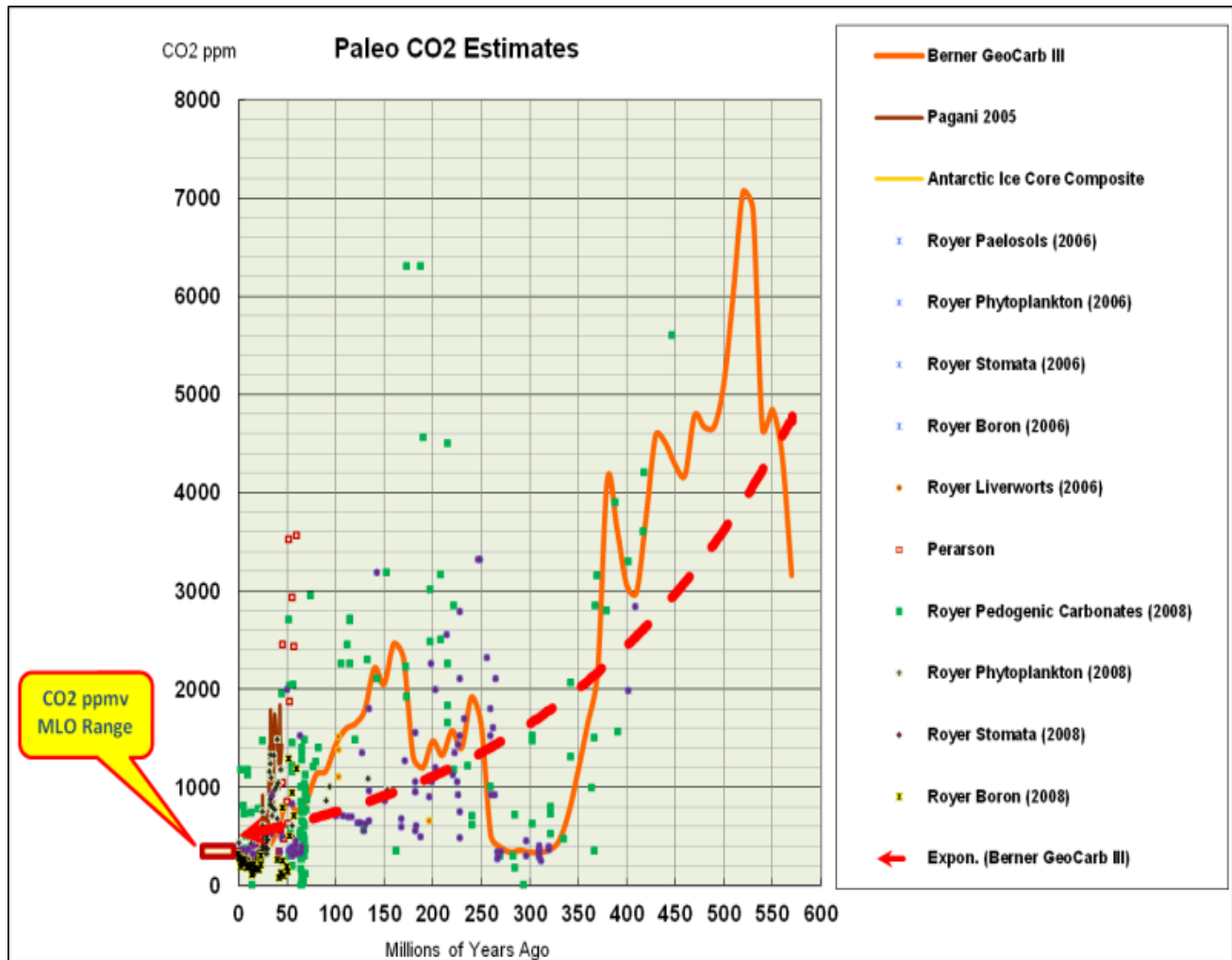
# klimatischer Daten.



**Die Treibhausgase  
haben ein neues  
Rekordhoch  
erreicht! Stimmt**

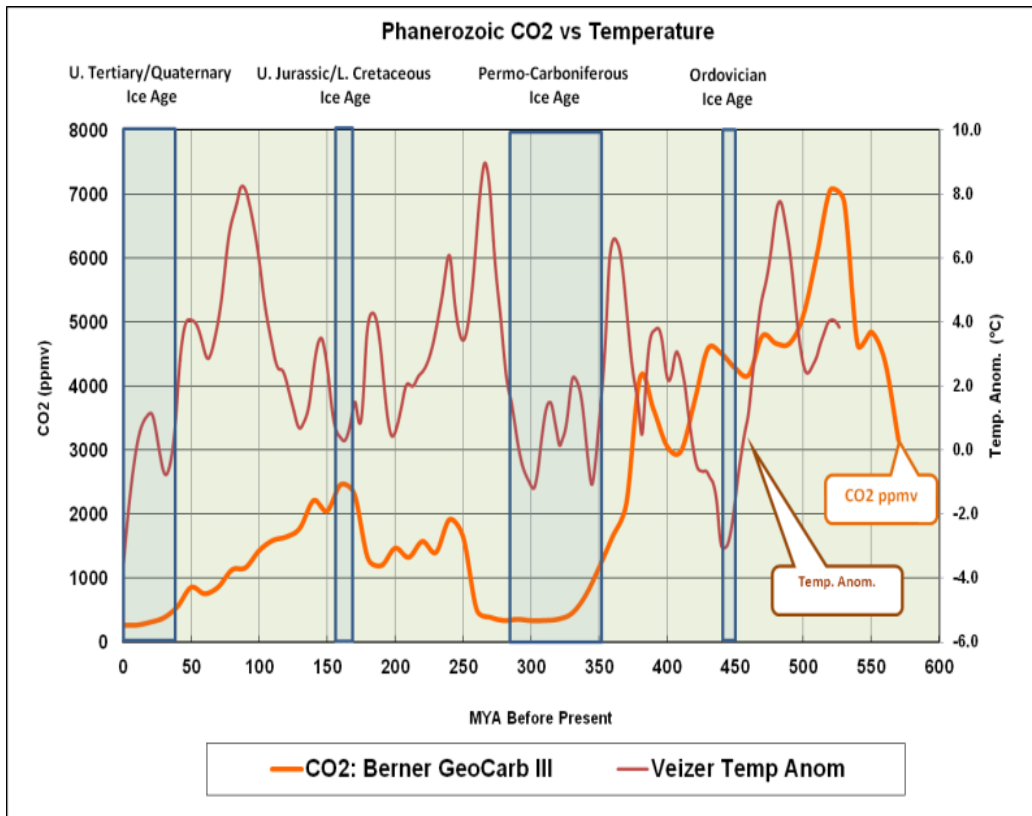
**das? Das  
Anthropozän sieht  
überhaupt nicht  
anders aus, als die  
vorhergehenden 25  
Million Jahre ...  
Außer, dass es viel  
kälter ist.**





**Aus geologischer  
Perspektive sieht  
der  
“Hockeyschläger”  
des CO<sub>2</sub>s im**

**Anthropozän eher  
aus wie die Nadel  
im Heuhaufen. Und  
es sieht eher so  
aus, als ob die  
Erde ihr CO<sub>2</sub> in  
etwa 25 Millionen  
Jahren verloren  
haben wird.**



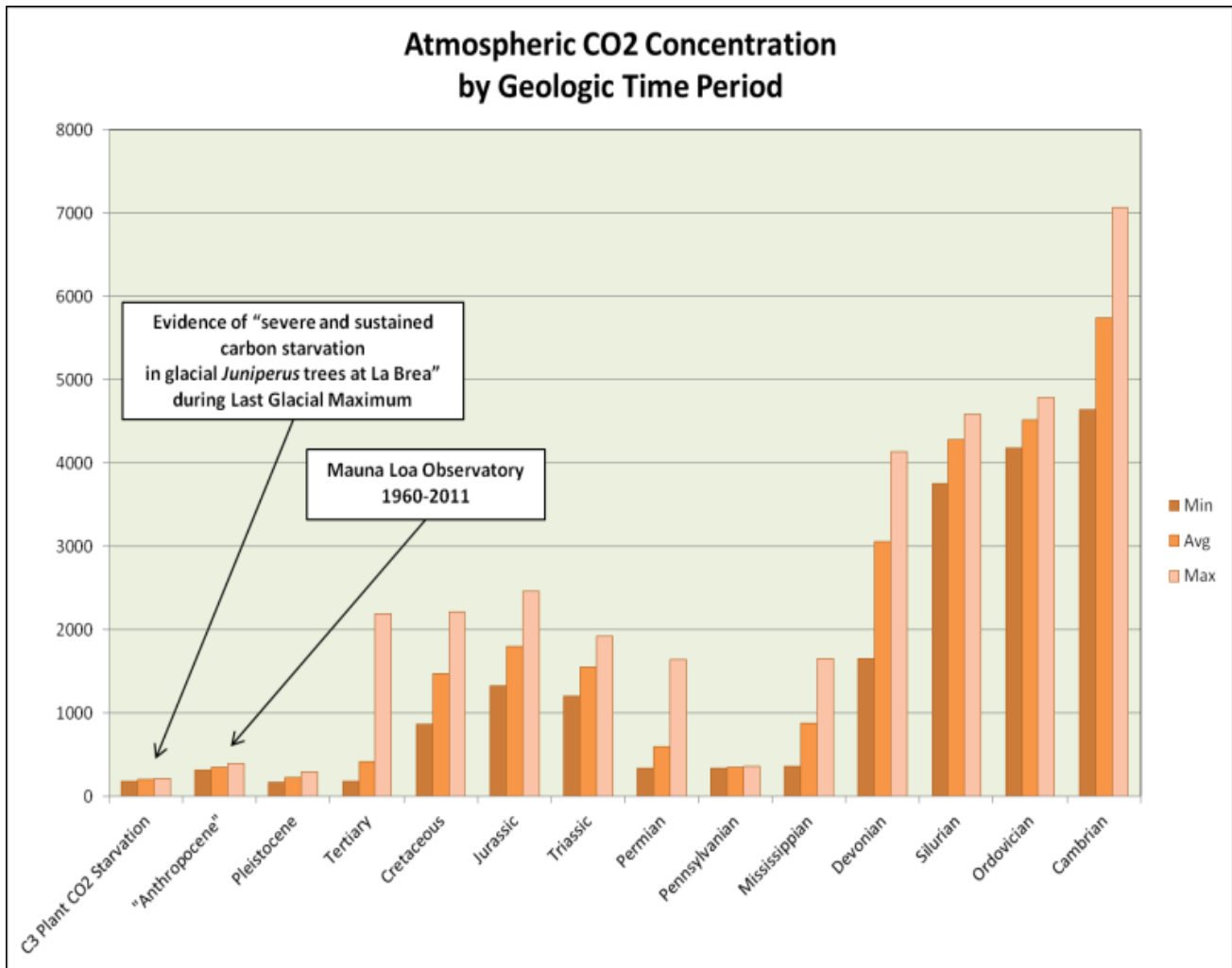
**Einer meiner  
Allzeit-Favoriten!  
Man beachte das  
totale Fehlen einer  
Korrelation  
zwischen CO2 und**

**Temperatur während  
der meisten Zeit im  
Phanerozoischen  
Eon.**

**Im folgenden  
Balkendiagramm habe  
ich das CO<sub>2</sub> nach  
geologischen  
Perioden  
dargestellt.  
Kambrium bis zur  
Kreidezeit sind**

**Berner und  
Kothavała, 2001,  
(GEOCARB)  
entnommen, das  
Tertiär von Paganì,  
et al. 2006  
(Tiefsee-Sediment-  
Eisbohrkerne), das  
Pleistozän stammt  
von Lüthi et al.  
2008 (EPICA C  
Antarctic ice**

**core),  
das "Anthropozän"  
ist von NOAA-ESRL  
(Mauna Loa  
Observatory), der  
CO<sub>2</sub>-Verlust von  
Ward et al., 2005.**



**Anthropozäne CO2-Konzentrationen liegen viel näher am Bereich der C3-Pflanzen-Aussterbe-**

**Grenze (Ward et al., 2005) als sie in den vorgehenden 540 Millionen Jahren waren.**

***[Sarkasmus an]: Ich wollte auch Venus in das Balkendiagramm einfügen, doch dann hätte ich eine logarithmische***



*Skala* gebraucht.  
*[Sarkasmus aus]*

**Appendix III:  
Von Pflanzen-  
Stomata  
abgeleitete CO<sub>2</sub>-  
Konzentrationen**

**Der Katalog der  
fachbegutachteten  
Papiere, die höhere**

**und stärkere  
veränderliche  
präindustrielle  
CO<sub>2</sub>-Konzentrationen  
zeigen, ist sehr  
eindrucksvoll und  
anwachsend. Hier  
nur ein paar  
Erwähnungen:**

**Wagner et al.,  
1999. Century-Scale  
Shifts in Early**

**Holocene**

**Atmospheric CO<sub>2</sub>**

**Concentration.**

**Science 18 June**

**1999: Vol. 284 no.**

**5422 pp. 1971-1973...**

**Im Gegensatz zu**

**konventionellen**

**Eisbohrkern-**

**Schätzungen von 270**

**bis 280 ppmv**

**verweist das**

**Frequenzsignal aus  
den Stomata auf  
frühe Holozän  
Kohlendioxid-  
Konzentrationen von  
gut über 300 ppmv.**

**[...]**

**Die meisten  
Holozän-  
Eisbohrkern-  
Aufzeichnungen aus**

**der Antarktis haben  
keine ausreichende  
zeitliche  
Auflösung.**

**[...]**

**Unser Ergebnisse  
falsifizieren die  
Vorstellung von  
einer relativ  
stabilen CO<sub>2</sub>-  
Konzentration von**

**270 bis 280 ppmv im  
Holozän bis zur  
industriellen  
Revolution. SI-  
basierte CO<sub>2</sub>-  
Rekonstruktionen  
könnten sogar  
darauf hindeuten,  
dass während des  
frühen Holozäns die  
atmosphärischen  
CO<sub>2</sub>-Konzentrationen**

**von 300 ppmv eher  
die Regel als die  
Ausnahmen waren.**

**Die Eisbohrkerne  
können die CO<sub>2</sub>-  
Schübe nicht  
auflösen, die in  
Zeiträumen  
stattfanden, die  
kürzer waren als  
das Zweifache der  
Zeit der**

**Blaseneinschlüsse.  
Das ist ein  
Grundsatz aus der  
Signal-Theorie. Die  
Behauptung einer  
stabilen prä-  
industriellen  
Konzentration von  
270-280 ppmv ist  
völlig falsch.**

**McElwain et al.,  
2001. Stomatal**



**evidence for a  
decline in  
atmospheric CO<sub>2</sub>  
concentration  
during the Younger  
Dryas stadial: a  
comparison with  
Antarctic ice core  
records. J.  
Quaternary Sci.,  
Vol. 17 pp. 21–29.  
ISSN 0267-8179 ...**

**Es ist möglich,  
dass eine Anzahl  
von kurzzeitigen  
Fluktuationen, die  
aus den mit  
stomatalen Methoden  
stammenden  
Aufzeichnungen  
herrühren, nicht in  
Eisbohrkernen  
entdeckt werden,  
wie z. B. in Dome**

**Concordia, wo  
langsame  
Akkumulationen  
stattfanden. Neftel  
et al. (1988)  
zufolge können CO<sub>2</sub>-  
Fluktuationen mit  
einer Dauer von  
weniger als dem  
Doppelten der  
Blaseneinschlusszei  
t (gleich etwa 134**

**Kalenderjahren im  
Falle des Byrd-  
Eises und bis zu  
550 Kalenderjahren  
im Dome Concordia)  
nicht im Eis  
nachgewiesen oder  
durch Dekonvolution  
rekonstruiert  
werden.**

**Noch nicht einmal  
die**

**höchstaufgelösten  
Eisbohrkerne, wie  
Law Dome, haben  
ausreichende  
Auflösung um die  
MLO-  
Instrumentenaufzeich-  
nung korrekt  
abzubilden.**

**Kouwenberg et al.,  
2005. Atmospheric  
CO<sub>2</sub> fluctuations**

**during the last  
millennium  
reconstructed by  
stomatal frequency  
analysis of Tsuga  
heterophylla  
needles. Geology;  
January 2005; v.  
33; no. 1; p.  
33–36...**

**Die Diskrepanzen  
zwischen den**

**Eisbohrkern- und  
den aus Stomata  
stammenden  
Rekonstruktionen  
können teilweise  
durch variierende  
Altersverteilungen  
der Luft in den  
Blasen erklärt  
werden aufgrund der  
Einschlusszeit in  
der Übergangszone**

**im Firn-Eis. Dieser Effekt erzeugt ein Bohrstellen-spezifisches Glätten des Signals (Dekaden beim Dome Summit South [DSS], Law Dome, noch mehr bei Eisbohrkern von Gebieten mit niedrigen Akkumulationsraten)**



**, wie auch als  
Alters-Differenz  
zwischen der Luft  
und dem umgebenden  
Eis, welches die  
Konstruktion von  
wohlbegrenzten  
Zeitskalen  
verhindert.  
(Trudinger et al.,  
2003).**

**Stomata-**

**Rekonstruktionen  
sind für das  
Holozän  
wiederholbar,  
wenigstens für die  
Nordhalbkugel. Sie  
zeigen konsistent,  
dass der prä-  
industrielle  
natürliche  
Kohlenstoff-Fluss  
viel variabler war**

**als die  
Eisbohrkerne  
erkennen lassen.**

**Wagner et al.,  
2004.**

**Reproducibility of  
Holocene  
atmosphärisch CO<sub>2</sub>  
records based on  
stomatal frequency.  
Quaternary Science  
Reviews. 23 (2004)**

**1947–1954...**

**Die Mehrzahl der stomatischen frequenzbasierten Abschätzungen des CO<sub>2</sub> für das Holozän unterstützt nicht die weithin akzeptierte Vorstellung von vergleichsweise stabilen CO<sub>2</sub>-**

**Konzentrationen in  
Verlauf der letzten  
11.500 Jahre. Um  
auf die Kritik zu  
antworten, dass  
diese stomatischen  
Frequenz-  
Variationen von  
lokalen  
Veränderungen der  
Umwelt herrühren  
oder von**

**methodologischen  
Einschränkungen,  
wurden  
unterschiedliche  
stomatistische  
Frequenz-  
Aufzeichnungen über  
drei Klimaperioden  
im Holozän  
verglichen: während  
der Präborealen  
Oszillation, dem**

**8,2-tausenjährigen  
Abkühlungsereignis  
und der Kleinen  
Eiszeit. Die unter  
Benutzung  
verschiedener  
Kalibrationsverfahr  
en dargestellten  
Fluktuationen in  
den paläo-  
atmosphärischen  
CO<sub>2</sub>-Aufzeichnungen,**

**die von  
verschiedenen  
Kontinenten und  
Pflanzenarten  
stammen (Laub  
abwerfende  
Bedecktsamer und  
Korniferen), sind  
völlig  
vergleichbar. Sie  
zeigen starke  
Beweise für die**



**Richtigkeit der auf  
Laub basierenden  
CO<sub>2</sub>-Ableitungen  
[Rekonstruktionen].**

**Die antarktischen  
Eisbohrkerne haben  
nicht genügend  
Auflösung weil der  
Prozess der Firn-  
Verdichtung wie ein  
Tiefpass-Filter  
wirkt.**

**Van Hoof et al.,  
2005. Atmospheric  
CO2 during the 13th  
century AD:  
reconciliation of  
data from ice core  
measurements and  
stomatal frequency  
analysis. Tellus  
57B (2005), 4 ...**

**Rekonstruktionen  
des atmosphärischen**

**CO<sub>2</sub> sind derzeit  
aus direkten  
Messungen von  
Luft einschüssen im  
antarktischen Eis  
verfügbar und  
zugleich aus  
stomataler  
Frequenzanalyse aus  
fossilem Laub. Eine  
Periode, wo beide  
Methoden**

**konsistente Belege  
für natürliche CO<sub>2</sub>-  
Veränderungen  
ergeben, ist das  
13. Jh. n. Chr. Die  
Ergebnisse der  
beiden voneinander  
unabhängigen  
Methoden  
unterscheiden sich  
signifikant  
hinsichtlich der**

**Amplitude der geschätzten CO<sub>2</sub>-Veränderungen (10 ppmv beim Eis, gegenüber 34 ppmv bei der stomatalen Frequenz). Wir vergleichen dabei die stomatale Frequenz und die Eisbohrkern-Ergebnisse, indem**

**wir ein Firn-Diffusionsmodell benutzen, um den möglichen Einfluss der Glättung während des Einschlusses auf die zeitliche Auflösung und auf die Amplitude der CO<sub>2</sub>-Veränderungen auszuwerten. Die**

**sichtbaren großen  
Diskrepanzen  
zwischen den  
Amplituden, die  
durch die  
kontrastierenden  
Methoden  
abgeschätzt werden,  
verschwinden, wenn  
die stomatalen  
Rohdaten analog so  
geglättet werden,**

**wie es auf  
natürliche Weise  
durch den Firn  
geschieht.**

**Die Herleitung des  
Gleichgewichts der  
Klimasensitivität  
(Equilibrium  
Climate Sensitivity  
– ECS) aus dem  
atmosphärischen CO<sub>2</sub>  
beruht zum großen**



**Teil auf  
antarktischen  
Eisbohrkernen.  
Problematisch dabei  
ist, dass die  
Temperatur-  
Schätzungen auf dem  
Verhältnis von  
Sauerstoff-Isotopen  
im Eis selbst  
beruhen, während  
die CO<sub>2</sub>-Schätzungen**

**auf Gasblasen  
beruhen, die im Eis  
eingeschlossen  
sind.**

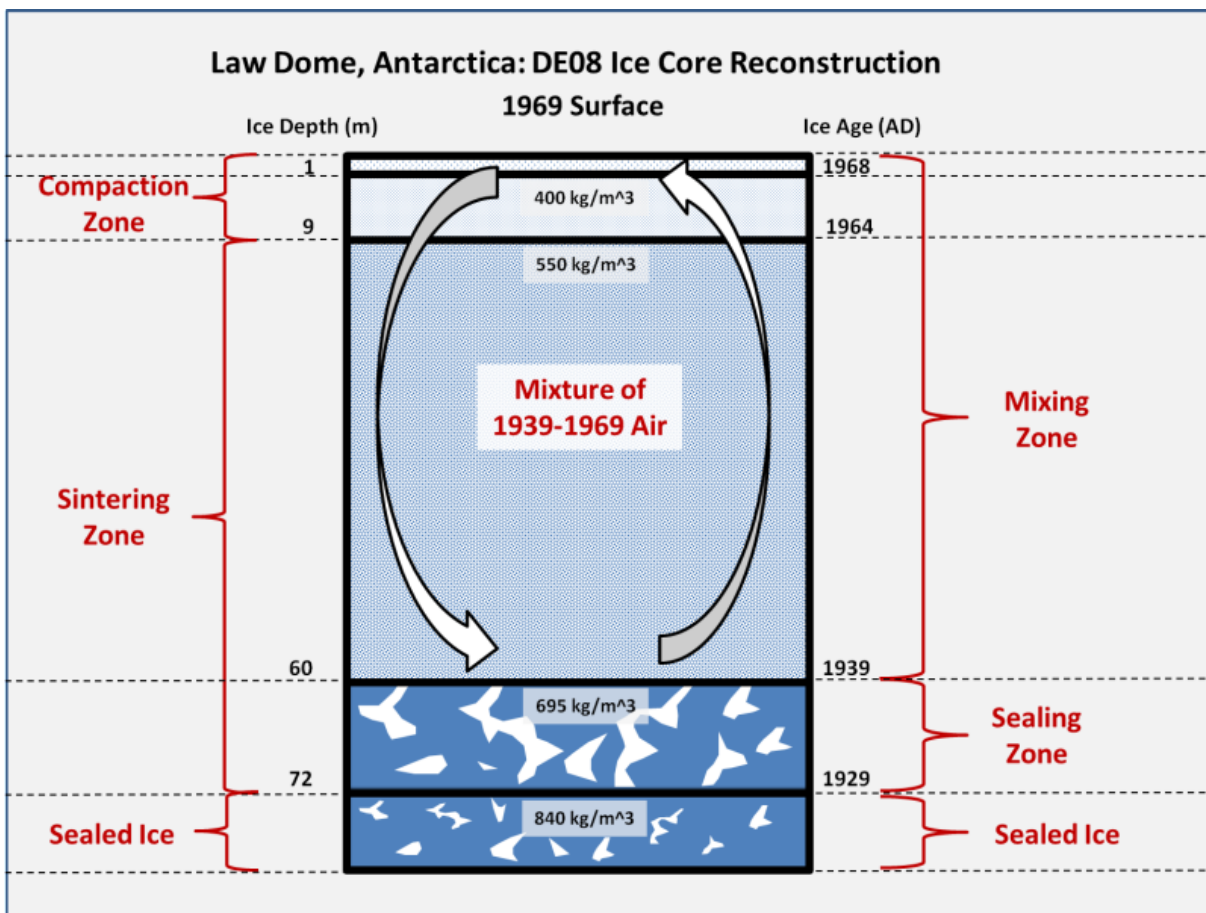
**Die Temperatur-  
Daten sind sehr  
hoch aufgelöst. Die  
Verhältnisse der  
Sauerstoff-Isotopen  
zueinander sind  
Funktionen der  
Temperatur zur Zeit**

**der  
Schneeablagerung.  
Die CO<sub>2</sub>-Daten haben  
eine niedrige und  
variable Auflösung,  
weil es Jahrzehnte  
bis Jahrhunderte  
dauert, bis sich  
die Gasblasen  
gebildet haben. Die  
CO<sub>2</sub>-Werte aus den  
Eisbohrkernen**

**repräsentieren  
Durchschnittswerte  
über viele  
Jahrzehnte bis  
Jahrhunderte. Die  
Temperaturdaten  
haben eine  
jährliche bis  
dekadische  
Auflösung.**

**Der am höchsten  
aufgelöste**

# antarktische Eisbohrkern ist der DE08 Eisbohrkern von Law Dome.



Beim IPCC und beim

**sogenannten  
wissenschaftlichen  
Konsens nimmt man  
an, dass man beim  
CO2 bis auf jährige  
Veränderungen  
auflösen kann. Das  
aber geht nicht.  
Jeder CO2-Wert  
steht, grob  
gesprochen, für  
einen 30-jährigen**

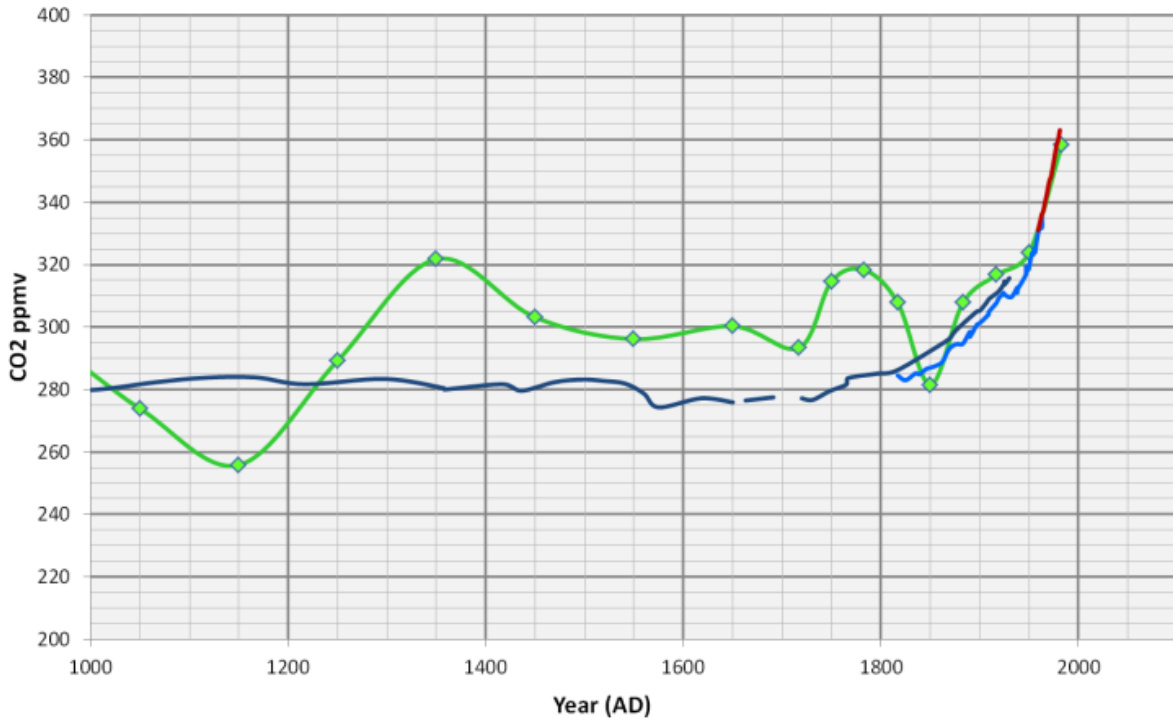
**Durchschnitt und  
nicht für einen  
jährigen Wert.**

**Wenn man die  
Messwerte vom Mauna  
Loa (rote Linie)  
und Pflanzen-  
Stomata-  
abgeleitetes prä-  
industrielles CO<sub>2</sub>  
(grüne Linie) mit  
einem 30-Jahr-**

**Filter glättet,  
verbinden sie sich  
recht gut mit dem  
Law Dome DE08  
Eisbohrkern  
(hellblaue Linie) ...**



Atmospheric CO2 Concentration



Stomata Smoothed (Kouwenberg 2004, Finsinger 2009) Law Dome DE08 & DE08-2 (Etheridge, 1998)  
Law Dome DSS (Etheridge, 1998) MLO (30-yr mvg avg)

**Der tiefere DSS  
Eisbohrkern  
(dunkelblaue Linie)  
hat eine viel  
geringere zeitliche**

**Auflösung wegen  
seiner viel  
geringeren  
Akkumulationsrate  
und Kompressions-  
Effekten. Er ist  
völlig ungeeignet  
für Veränderungen  
auf einer  
Jahrhundert-Skala,  
schon gar nicht auf  
einer dekadischen**

**Skala.**

**Beim IPCC und beim  
sogenannten  
wissenschaftlichen  
Konsens nimmt man  
richtigerweise an,  
dass die Auflösung  
durch die Blasen-  
Einschlusszeit  
bestimmt wird.  
Falsch ist es aber,  
die Blasen-**

**Einschlussperiode  
auf die  
Einschlusszone zu  
begrenzen. Im Falle  
von Eisbohrkern  
DE08 sucht man nach  
einem Signal mit  
einer Frequenz von  
einer Änderung/a,  
als eine Stichprobe  
jeweils für 8-10  
Jahre genommen. Das**

**tatsächliche Signal  
hat eine Frequenz  
von 1  
Änderung/30-40  
Jahre, als eine  
Stichprobe jeweils  
für 8-10 Jahre  
genommen.**

**CO<sub>2</sub>-Änderungen im  
Bereich von 30-40  
ppmv über Zeiträume  
von weniger als ~60**

**Jahre können im  
DE08 Eisbohrkern  
nicht genau  
aufgelöst werden.  
Das ergibt sich aus  
den Grundlagen der  
Signaltheorie.  
Wagner et al.,  
1999, zogen sehr  
feindselige  
Reaktionen auf  
sich, die aus der**

**Gemeinde des  
sogenannten  
wissenschaftlichen  
Konsenses kamen.**

**Aber alles, was Dr.  
Wagner-Cremer getan  
hatte, war die  
Falsifizierung  
einer einzigen  
kleinen Hypothese...**

**Ganz im Gegensatz  
zu den**

**konventionellen  
Eisbohrkern-  
Abschätzungen von  
270 bis 280 ppmv,  
deutet das  
Frequenzsignal der  
Stomata auf frühe  
Holozän-  
Kohlendioxid-  
Konzentrationen von  
weit über 300 ppmv.**

**[...]**



**Unsere Ergebnisse  
widerlegen die  
Vorstellung einer  
relativ stabilen  
CO<sub>2</sub>-Konzentrationen  
von 270 bis 280  
ppmv im Holozän bis  
zur industriellen  
Revolution. SI-  
basierte CO<sub>2</sub>-  
Rekonstruktionen  
legen sogar nahe,**

**dass im frühen  
Holozän die  
atmosphärischen  
CO<sub>2</sub>-Konzentrationen  
über >300 ppmv  
lagen und dies eher  
als Regel denn als  
Ausnahme.**

**Die pflanzlichen  
Stomata beweisen  
sehr schön, dass im  
Holozän die CO<sub>2</sub>-**

**Konzentrationen  
häufig im Bereich  
zwischen 300-350  
ppmv lagen und  
gelegentlich über  
400 ppmv während  
der letzten 10.000  
Jahre.**

**Die falsche  
Schätzung eines  
3°C-  
Klimasensitivitäts-**

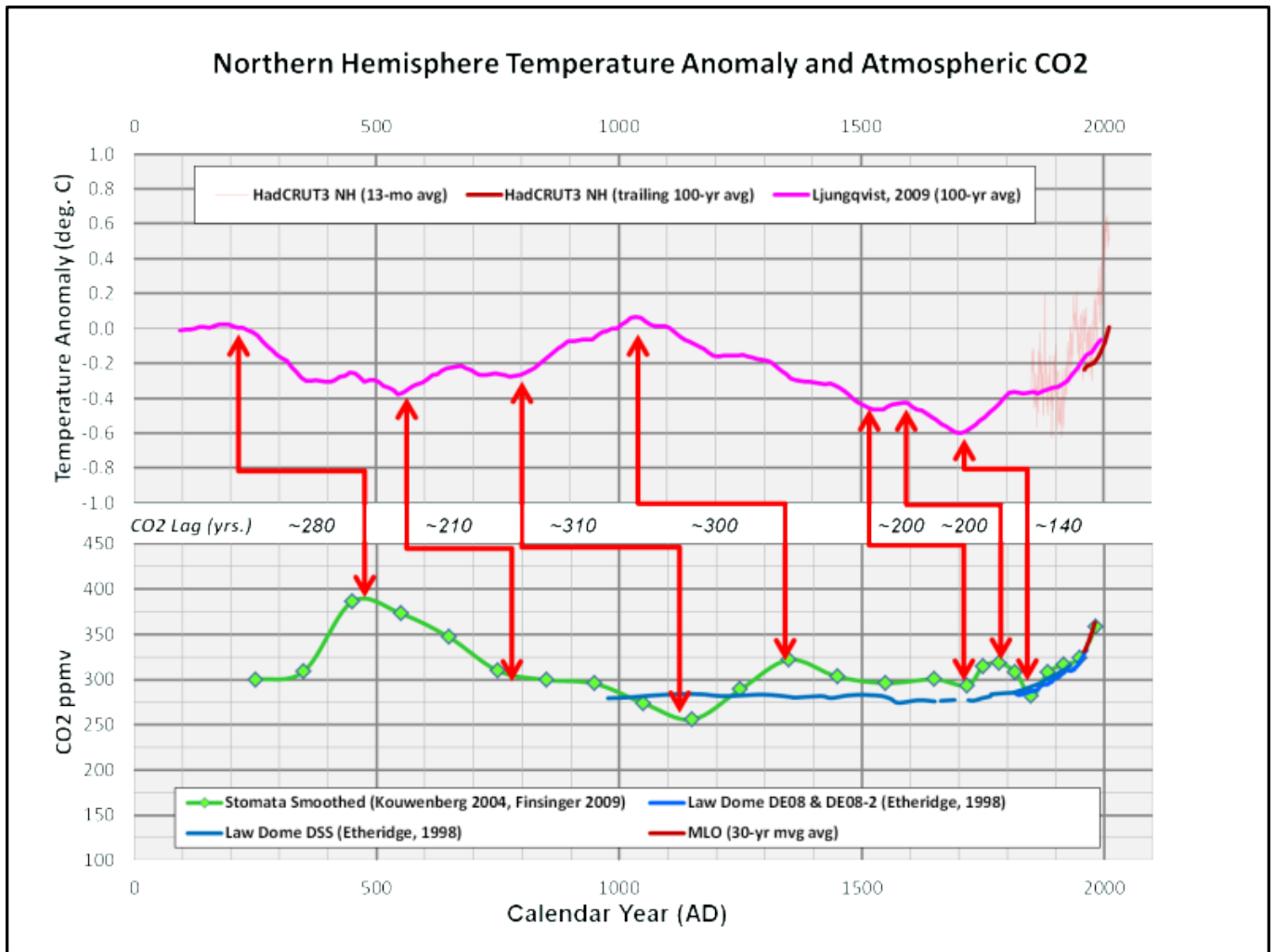
**Gleichgewichts für  
CO<sub>2</sub> (Equivalent  
Climate Sensitivity  
to CO<sub>2</sub>) ist total  
von der Annahme  
bestimmt, dass die  
präindustriellen  
CO<sub>2</sub>-Konzentrationen  
im Bereich von  
270-280 ppmv lagen,  
wie es die  
antarktischen**

**Eisbohrkerne  
nahelegen.**

**Die pflanzlichen  
Stomata-Daten  
zeigen klar, dass  
die  
präindustriellen  
atmosphärischen  
CO<sub>2</sub>-Konzentrationen  
viel höher waren  
und viel  
veränderlicher, als**

**die antarktischen  
Eisbohrkerne  
andeuten. Das  
bedeutet, dass der  
Anstieg des  
atmosphärischen CO<sub>2</sub>  
seit den 1800ern  
nicht besonders  
anomal ist und dass  
zumindest die  
Hälfte davon auf  
ozeanische und**

**biosphärische  
Reaktionen durch  
die Aufwärmung seit  
dem Ende der  
Kleinen Eiszeit  
zurückgeht.**



**Kouwenberg schloss,  
dass das CO2-  
Maximum um ca. 450  
n. Chr. eine lokale  
Anomalie gewesen**



**wäre, weil es nicht  
mit einem  
Temperaturanstieg  
im Einklang mit  
Rekonstruktion von  
Mann & Jones, 2003,  
zu korrelieren war.**

**Weil das Erdklima  
einfach nicht mit  
den Modellen  
übereinstimmen  
will, wird der**

**sogenannte Konsens  
irgendwann  
akzeptieren müssen,  
dass er in einem  
grundlegenden  
Irrtum befangen  
ist. Wir hoffen  
aber, dass uns der  
eifernde CO2-Wahn  
nicht vorher in den  
Bankrott getrieben  
haben wird.**

**Bis zum Auswechselln  
des Paradigmas  
werden alle  
Schätzungen einer  
prä-industriellen  
Beziehung zwischen  
atmosphärischem CO2  
und der Temperatur,  
die auf  
antarktischen  
Eisbohrkernen  
beruhen, falsch**

**sein, weil die  
Eisbohrkern-  
Temperaturen und  
die CO2-Zeitreihen  
völlig  
unterschiedliche  
Auflösungen haben.  
Und solange  
Anhänger des  
sogenannten  
Konsensus nicht die  
Grundlagen der**

**Signalverarbeitung  
verstanden haben,  
werden sie [die  
Schätzungen] auch  
weiterhin falsch  
bleiben.**

## **Referenzen:**

**Anklin, M., J.**

**Schwander, B.**

**Stauffer, J.**

**Tschumi, A. Fuchs,**

**J.M. Barnola, and  
D. Raynaud. 1997.  
CO2 record between  
40 and 8kyr B.P.  
from the Greenland  
Ice Core Project  
ice core. Journal  
of Geophysical  
Research  
102:26539-26545.**

**Barnola et al.  
1987. Vostok ice**

**core provides  
160,000-year record  
of atmospheric CO<sub>2</sub>.  
Nature, 329,  
408-414.**

**Berner, R.A. and Z.  
Kothavala, 2001.  
GEOCARB III: A  
Revised Model of  
Atmospheric CO<sub>2</sub>  
over Phanerozoic  
Time, American**

**Journal of Science,  
v.301, pp.182-204,  
February 2001.**

**Boden, T.A., G.  
Marland, and R.J.  
Andres. 2012.**

**Global, Regional,  
and National  
Fossil-Fuel CO<sub>2</sub>  
Emissions. Carbon  
Dioxide Information  
Analysis Center,**



**Oak Ridge National  
Laboratory, U.S.  
Department of  
Energy, Oak Ridge,  
Tenn., U.S.A. doi  
10.3334/CDIAC/00001  
\_V2012**

**Etheridge, D.M.,  
L.P. Steele, R.L.  
Langenfelds, R.J.  
Francey, J.-M.  
Barnola and V.I.**

**Morgan. 1998.  
Historical CO<sub>2</sub>  
records from the  
Law Dome DE08,  
DE08-2, and DSS ice  
cores. In Trends: A  
Compendium of Data  
on Global Change.  
Carbon Dioxide  
Information  
Analysis Center,  
Oak Ridge National**

**Laboratory, U.S.  
Department of  
Energy, Oak Ridge,  
Tenn., U.S.A.**

**Finsinger, W. and  
F. Wagner-Cremer.  
Stomatal-based  
inference models  
for reconstruction  
of atmospheric CO<sub>2</sub>  
concentration: a  
method assessment**

**using a calibration  
and validation  
approach. The  
Holocene 19,5  
(2009) pp. 757–764**

**Fischer, H. A Short  
Primer on Ice Core  
Science. Climate  
and Environmental  
Physics, Physics  
Institute,  
University of Bern.**

**García-Amorena, I.,  
F. Wagner-Cremer,  
F. Gomez  
Manzaneque, T. B.  
van Hoof, S. García  
Alvarez, and H.  
Visscher. 2008. CO<sub>2</sub>  
radiative forcing  
during the Holocene  
Thermal Maximum  
revealed by  
stomatal frequency**

**of Iberian oak  
leaves.  
Biogeosciences  
Discussions 5,  
3945–3964, 2008.**

**Illis, B. 2009.  
Searching the  
PaleoClimate Record  
for Estimated  
Correlations:  
Temperature, CO<sub>2</sub>  
and Sea Level.**

# **Watts Up With That?**

**Indermöhle A., T.F.  
Stocker, F. Joos,  
H. Fischer, H.J.  
Smith, M. Wahlen,  
B. Deck, D.  
Mastroianni, J.  
Tschumi, T.  
Blunier, R. Meyer,  
B. Stauffer, 1999,  
Holocene carbon-  
cycle dynamics**

**based on CO<sub>2</sub>  
trapped in ice at  
Taylor Dome,  
Antarctica. Nature  
398, 121-126.**

**Jessen, C. A.,  
Rundgren, M.,  
Bjorck, S. and  
Hammarlund, D.  
2005. Abrupt  
climatic changes  
and an unstable**



**transition into a  
late Holocene  
Thermal Decline: a  
multiproxy  
lacustrine record  
from southern  
Sweden. J.  
Quaternary Sci.,  
Vol. 20 pp.  
349–362. ISSN  
0267-8179.**

**Kouwenberg, LLR.**

**2004. Application  
of conifer needles  
in the  
reconstruction of  
Holocene CO<sub>2</sub>  
levels. PhD Thesis.  
Laboratory of  
Palaeobotany and  
Palynology,  
University of  
Utrecht.**

**Kouwenberg, LLR,**

**Wagner F, Kurschner  
WM, Visscher H  
(2005) Atmospheric  
CO<sub>2</sub> fluctuations  
during the last  
millennium  
reconstructed by  
stomatal frequency  
analysis of *Tsuga  
heterophylla*  
needles. *Geology*  
33:33–36**

**Ljungqvist,**

**F.C.2009.**

**Temperature proxy  
records covering  
the last two  
millennia: a  
tabular and visual  
overview.**

**Geografiska**

**Annaler: Physical**

**Geography, Vol.**

**91A, pp. 11-29.**

**Ljungqvist, F.C.  
2010. A new  
reconstruction of  
temperature  
variability in the  
extra-tropical  
Northern Hemisphere  
during the last two  
millennia.**

**Geografiska**

**Annaler: Physical**

**Geography, Vol. 92**

**A(3), pp. 339-351,  
September 2010.**

**DOI:**

**10.1111/j.1468-0459  
.2010.00399.x**

**Lüthi, D., M. Le  
Floch, B. Bereiter,  
T. Blunier, J.-M.  
Barnola, U.  
Siegenthaler, D.  
Raynaud, J. Jouzel,  
H. Fischer, K.**

**Kawamura, and T.F.  
Stocker. 2008.  
High-resolution  
carbon dioxide  
concentration  
record  
650,000-800,000  
years before  
present. Nature,  
Vol. 453, pp.  
379-382, 15 May  
2008.**

**doi:10.1038/nature06949**

**MacFarling Meure,  
C., D. Etheridge,  
C. Trudinger, P.  
Steele, R.  
Langenfelds, T. van  
Ommen, A. Smith,  
and J. Elkins  
(2006), Law Dome  
CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O  
ice core records**



**extended to 2000  
years BP, Geophys.  
Res. Lett., 33,  
L14810,  
doi:10.1029/2006GL0  
26152.**

**McElwain et al.,  
2001. Stomatal  
evidence for a  
decline in  
atmospheric CO<sub>2</sub>  
concentration**

**during the Younger  
Dryas stadial: a  
comparison with  
Antarctic ice core  
records. J.  
Quaternary Sci.,  
Vol. 17 pp. 21–29.  
ISSN 0267-8179**

**Moberg, A., D.M.  
Sonechkin, K.  
Holmgren, N.M.  
Datsenko and W.**

**Karlén. 2005.  
Highly variable  
Northern Hemisphere  
temperatures  
reconstructed from  
low- and high-  
resolution proxy  
data. Nature, Vol.  
433, No. 7026, pp.  
613-617, 10  
February 2005.**

**Morice, C.P., J.J.**

**Kennedy, N.A.**

**Rayner, P.D. Jones  
(2011), Quantifying  
uncertainties in  
global and regional  
temperature change  
using an ensemble  
of observational  
estimates: the  
HadCRUT4 dataset,  
Journal of  
Geophysical**

**Research, accepted.**

**Paganì, M., J.C.**

**Zachos, K.H.**

**Freeman, B. Tipple,  
and S. Bohaty.**

**2005. Marked**

**Decline in**

**Atmospheric Carbon**

**Dioxide**

**Concentrations**

**During the**

**Paleogene. Science,**

**Vol. 309, pp.  
600-603, 22 July  
2005.**

**Rundgren et al.,  
2005. Last  
interglacial  
atmospheric CO<sub>2</sub>  
changes from  
stomatal index data  
and their relation  
to climate  
variations. Global**

**and Planetary  
Change 49 (2005)  
47–62.**

**Smith, H. J.,  
Fischer, H.,  
Mastroianni, D.,  
Deck, B. and  
Wahlen, M., 1999,  
Dual modes of the  
carbon cycle since  
the Last Glacial  
Maximum. Nature**

**400, 248-250.**

**Trudinger, C. M.,  
I. G. Enting, P. J.  
Rayner, and R. J.  
Francey (2002),  
Kalman filter  
analysis of ice  
core data 2. Double  
deconvolution of  
CO<sub>2</sub> and  $\delta^{13}\text{C}$   
measurements, J.  
Geophys. Res.,**



**107 (D20), 4423,  
doi:10.1029/2001JD0  
01112.**

**Van Hoof et al.,  
2005. Atmospheric  
CO<sub>2</sub> during the 13th  
century AD:  
reconciliation of  
data from ice core  
measurements and  
stomatal frequency  
analysis. Tellus**

**57B (2005), 4**

**Wagner F, et al.,  
1999. Century-scale  
shifts in Early  
Holocene CO2  
concentration.  
Science  
284:1971–1973.**

**Wagner F, Aaby B,  
Visscher H, 2002.  
Rapid atmospheric**

**CO<sub>2</sub> changes  
associated with the  
8200-years-B.P.  
cooling event. Proc  
Natl Acad Sci USA  
99:12011–12014.**

**Wagner F,  
Kouwenberg LLR, van  
Hoof TB, Visscher  
H, 2004.**

**Reproducibility of  
Holocene**

**atmospheric CO<sub>2</sub>  
records based on  
stomatal frequency.  
Quat Sci Rev  
23:1947–1954**

**Ward, J.K., Harris,  
J.M., Cerling,  
T.E., Wiedenhoef,  
A., Lott, M.J.,  
Dearing, M.-D.,  
Coltrain, J.B. and  
Ehleringer, J.R.**

**2005. Carbon  
starvation in  
glacial trees  
recovered from the  
La Brea tar pits,  
southern  
California.  
Proceedings of the  
National Academy of  
Sciences, USA 102:  
690-694.**

**#####**

**#####**

**Original hier bei  
WUWT**

**Übersetzung: Helmut  
Jäger, EIKE**

**#####**

**#####**