Viele glauben, der Mensch ist verantwortlich …

geschrieben von Willis Eschenbach | 24. Juni 2010

Viele möchten darüber diskutieren, ob der Mensch für den Anstieg des CO2-Pegels nach den 1850er Jahren verantwortlich ist. Die Leute scheinen wie verrückt wegen dieser Frage zu sein. Deshalb möchte ich sie meiner Methode behandeln, als ich in den 1960ern im Straßenbau Dynamitladungen hochjagte … Zündschnur anzünden und dann aber rennen so schnell es geht!

Zuerst einmal zu den Daten, soweit bekannt. Wir müssen mehrere Indizien-Linien betrachten, einige solide, andere nicht. Es gibt drei Gruppen: Daten über die Pegel in der Atmosphäre, Daten über die Emissionen und Daten über Isotopen.

Die solidesten Atmosphärendaten sind die CO2-Daten vom Mauna Loa, wie wir besprochen haben. Sie werden von den Eisbohrkerndaten bestätigt. So sehen sie für die vergangenen tausend Jahre aus.

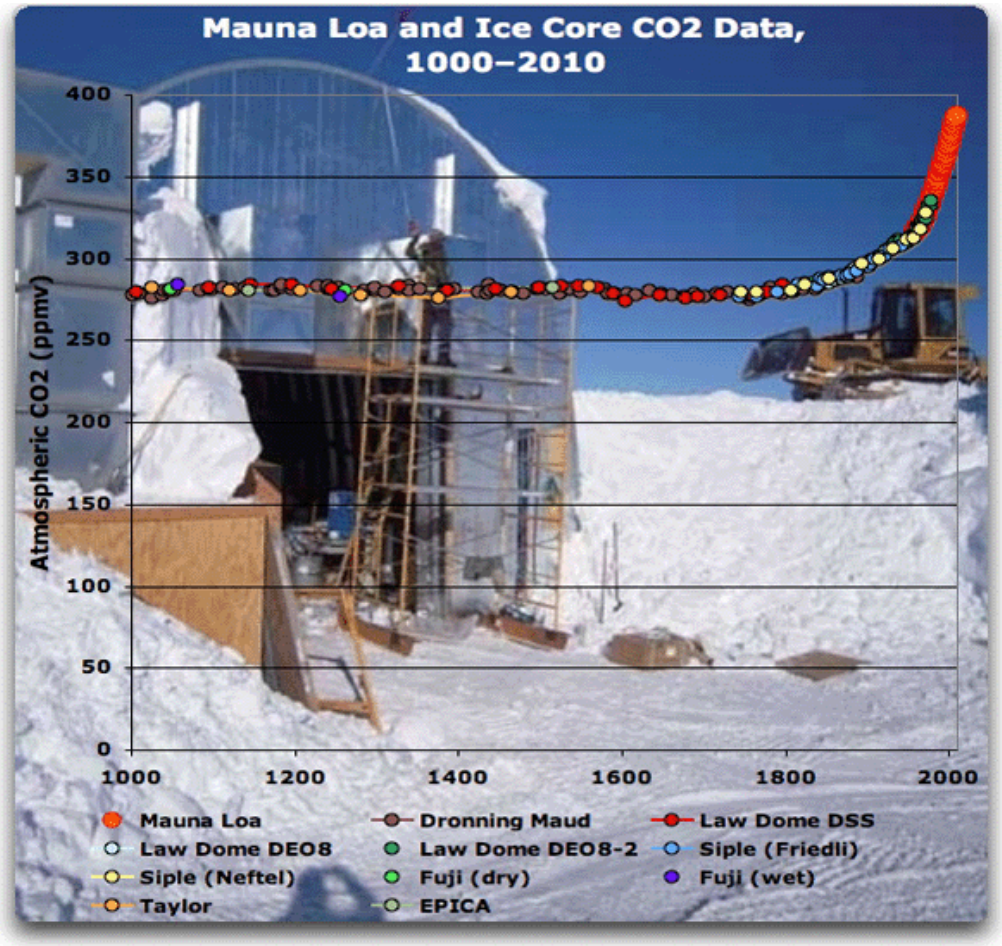


Abb. 1. Die Mauna Loa-Daten (orange Kreise) und die CO2-Daten von 8 verschiedenen Eisbohrkernen. Die Fuji Eisbohrkerndaten werden auf zweierlei Weise analysiert (feucht und trocken). Die Siple

Eisbohrkerndaten werden von zwei verschiedenen Gruppen analysiert (Friedli et al., Neftel et al.). Man sieht, warum Michael Mann so wild darauf war, den Temperatur-Hockeyschläger durchzusetzen … weil er sonst die Mittelalterliche Warmperiode hätte erklären müssen, ohne sich auf CO2 berufen zu können. Das Foto zeigt die Außenseite der WAIS Eisbohrhütte.

Nun zum Vorgehen:

Ich werde die Daten zeigen und die Hauptpunkte diskutieren, so wie ich sie verstehe und sagen, was ich davon halte. Dann können Sie alles auseinandernehmen. Vorweg möchte ich meine Meinung sagen, dass die kürzlichen Anstiege der CO2-Pegel von menschlicher Tätigkeit herrühren.

Erster Punkt: Die Form der historischen Datenreihe

Ich fange mit Abbildung 1 an. Wie man sieht, besteht eine ausgezeichnete Übereinstimmung bei den verschiedenen acht Eisbohrkernen, auch angesichts der verschiedenen Methoden und der verschiedenen Analysten bei zwei Eisbohrkernen. Es besteht auch eine ausgezeichnete Übereinstimmung zwischen den Eisbohrkernen und den Daten vom Mauna Loa. Vielleicht ist die Übereinstimmung Koinzidenz. Vielleicht ist sie eine Verschwörung. Vielleicht ist da auch ein einfacher Fehler. Ich aber meine, sie stellen eine gute Abschätzung der historischen CO2-Geschichte dar.

Wenn Sie also glauben wollen, dass das kein Ergebnis menschlicher Tätigkeit wäre, ist die Frage hilfreich, was es denn sonst gewesen sein könnte. Es ist nicht notwendig, eine alternative Hypothese zu formulieren, wenn Sie nicht an eine menschliche Verursachung glauben. Aber sie würde in ihrem Fall helfen. Mir persönlich erschließt sich keine andere offensichtliche Erklärung für den scharfen kürzlichen Anstieg.

Zweiter Punkt. Emission versus atmospärische Pegel und Sequestrierung

Es gibt einige Datenbestände mit den Anteilen von CO2-Emissionen aus menschlicher Tätigkeit. Erstens die CDIAC Emissions-Daten. Sie zeigen die jährlichen Emissionen (in Tonnen Kohlenstoff, nicht CO2), getrennt nach gasförmigen, flüssigen und festen Treibstoffen. Sie zeigen auch die Anteile aus der Zementherstellung und dem Abfackeln von Erdgas.

Der zweite Datenbestand ist weniger genau. Er besteht auf einer Schätzung der Emissionen aus Veränderungen der Landnutzung und Bodenbedeckung, bekannt als LU/LC [engl. abgek. für Land Use/Land Cover]. Der mir bekannte umfassendste Datenbestand ist der Houghton Dataset. Nachfolgend werden die Emissionen aus den beiden Datenbeständen gezeigt:

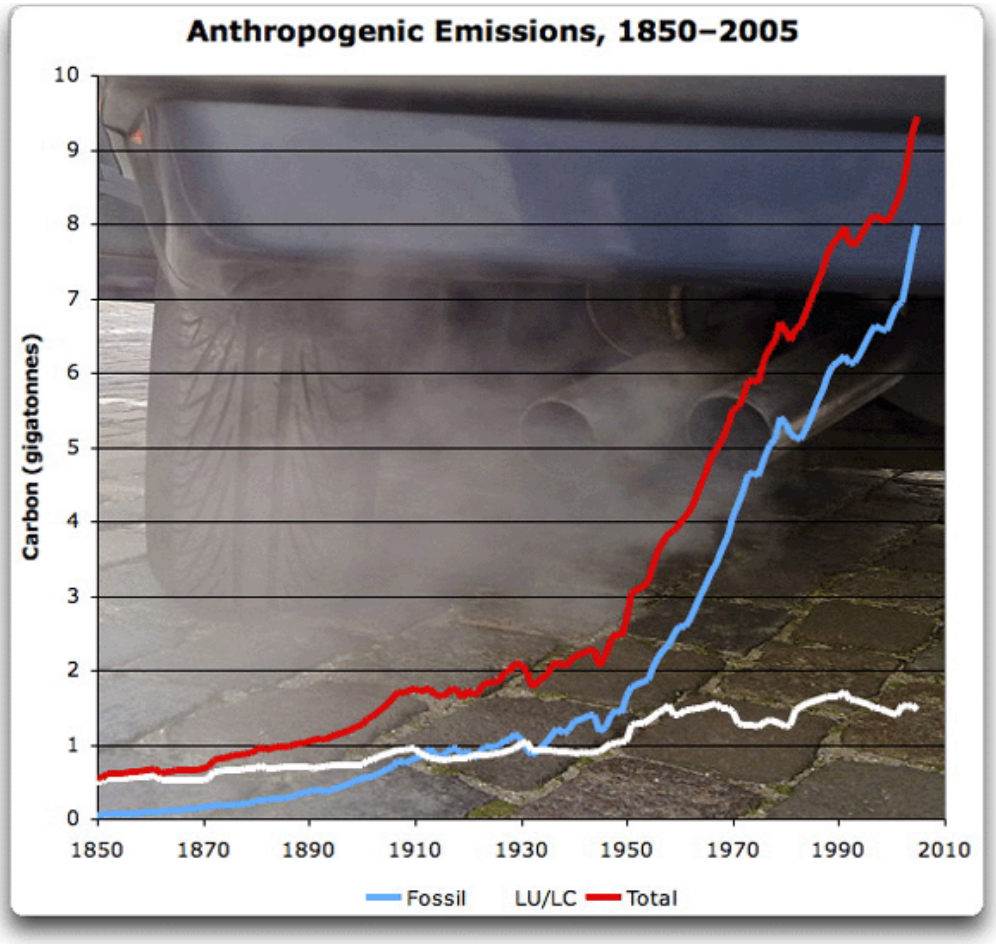


Abbildung 2. Anthropogene Emissionen aus der Verbrennung fossiler Treibstoffe und aus der Zementproduktion (blaue Linie), Landnutzung/Bodenbedeckung (LU/LC) Änderungen (weiße Linie), gesamt (rote Linie).

Obwohl das informativ ist und auch so aussieht wie die Veränderung im atmosphärischen CO2-Pegel, brauchen wir etwas, um die beiden Wertelinien zu vergleichen. Die Zauberzahl hierfür ist die Anzahl von Gigatonnen Gt (1 Gt = 1 Mio Tonnen, 1 * 10^9) Kohlenstoff, der nötig ist, um den atmosphärischen CO2-Pegel um 1 ppmv zu verändern. Das sind 2,13 Gt Kohlenstoff pro 1 ppmv.

Mit Hilfe dieser Beziehung können wir die Emissionen und das CO2 in der Atmosphäre in eine direkte Beziehung setzen. Abbildung 3 zeigt die kumulierten Emissionen seit 1850 zusammen mit den Veränderungen in der Atmosphäre (umgerechnet von ppmv in Gt C). Wenn wir das tun, sehen wir eine interessante Beziehung. Nicht alles emittierte CO2 bleibt in der Atmosphäre. Einiges davon wird sequestriert (aufgesogen) von den natürlichen Systemen der Erde.

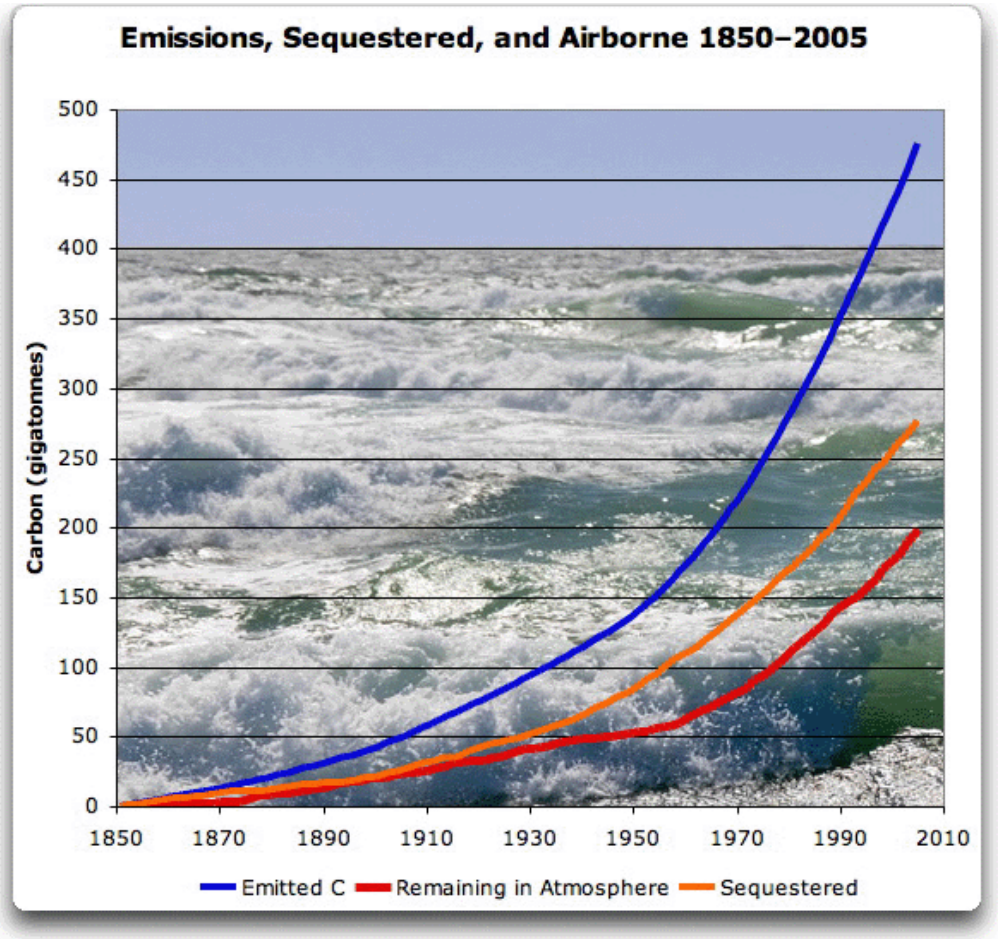


Abbildung 3. Gesamtemissionen (fossil, Zement, LU/LC) und der in der Atmosphäre verbleibende und der sequestrierte Anteil.

Wir sehen, dass nicht der gesamte, in Form von CO2 emittierte Kohlenstoff in der Atmosphäre verbleibt. Ein Anteil wird irgendwie von den Weltmeeren, der Biosphäre und dem Land aufgesogen. Was ist darunter zu verstehen?

Hierzu müssen wir ein paar oft zusammengeworfene Maßzahlen berücksichtigen. Eine davon ist die Verweilzeit des CO2. Das ist die Zeitspanne, in welcher das durchschnittliche CO2-Molekül in der Atmosphäre verweilt. Sie kann auf mehrere Arten berechnet werden und sie beträgt etwa 6 – 8 Jahre.

Die andere Maßzahl, die oft mit der ersten verwechselt wird, ist die Halbwertzeit, auch „exponentielle Abnahme“ des CO2 genannt. Angenommen wir bringen in die im Gleichgewichtszustand befindliche Atmosphäre einen Stoß CO2 ein. Der Stoß wird langsam zerfallen, und nach gewisser Zeit wird das System wieder im Gleichgewicht sein. Das nennt man auch „exponentielle Abnahme“, weil das zusätzliche CO2 in jedem Jahr um einen gewissen Prozentsatz vermindert wird. Die Größe der exponentiellen Abnahme wird normalerweise als der Zeitraum gemessen, den es braucht, um den zusätzlich eingebrachten Stoß auf die Hälfte seines ursprünglichen Wertes zu vermindern (Halbwertzeit), oder auf 1/e (0,37) seines

ursprünglichen Wertes. Die Dauer des Zerfalls (Halbwertzeit oder engl. „e-folding time“) ist viel schwieriger zu berechnen als die Verweilzeit. Der IPCC sagt, sie liegt zwischen 90 und 200 Jahren. Ich sage, sie ist viel geringer, so auch Jacobson.

Wie können wir nun feststellen, ob das mit der exponentiellen Abnahme des zusätzlichen CO2 tatsächlich stimmt? Eine Möglichkeit ist der Vergleich mit einer errechneten exponentiellen Abnahme. Hier ist das Ergebnis, wenn die exponentielle Abnahme über einen Zeitraum von 31 Jahren angesetzt wird.

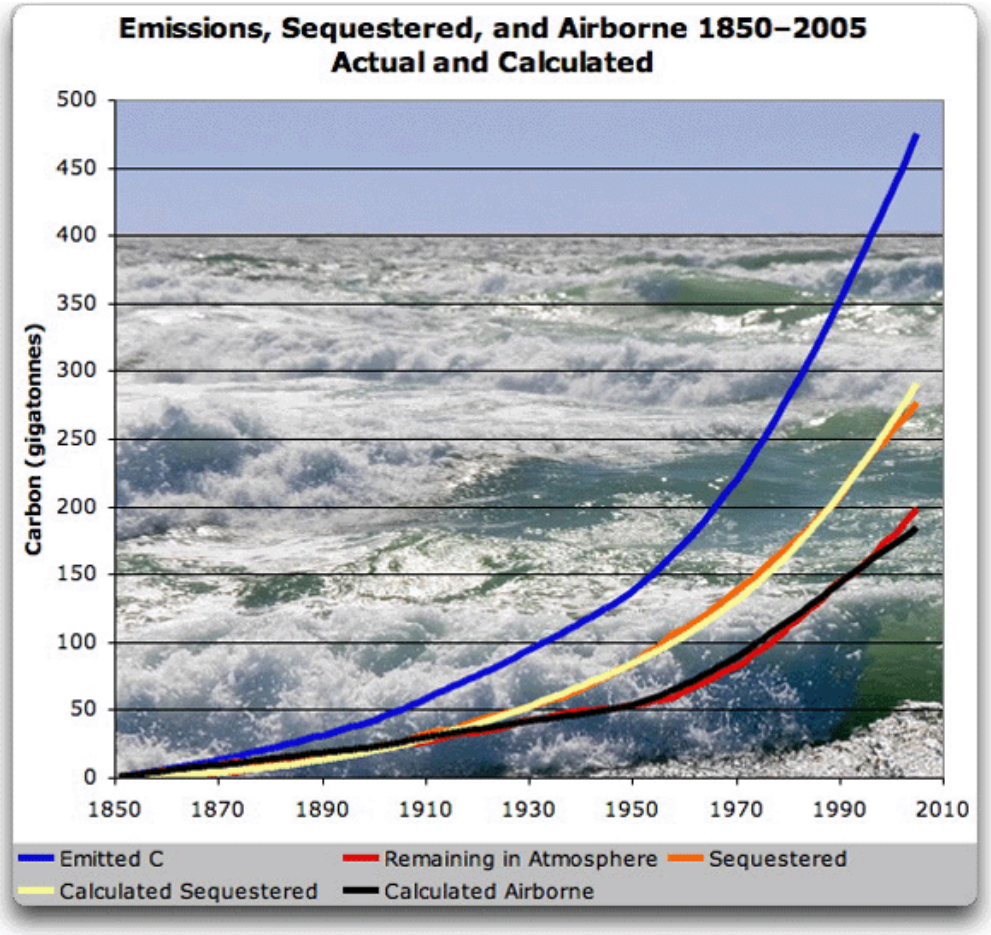


Abbildung 4. Totale kumulierte Emissionen (fossil, Zement, LU/LC), in der Atmosphäre verbleibender kumulierter Betrag und sequestrierter kumulierter Betrag. Der kalkulierte sequestrierte Betrag (gelbe Linie) und der in der Luft verbleibende errechnete Betrag (schwarz) wird ebenfalls dargestellt.

Wie man sieht, trifft die Annahme von der exponentiellen Abnahme bei der beobachteten Datenreihe recht gut zu und sie unterstützt die Idee, dass überschüssiger atmosphärischer Kohlenstoff aus menschlicher Tätigkeit stammt.

Punkt 3. Kohlenstoff-Isotope 12C und 13C

Vom Kohlenstoff gibt es ein Paar natürlicher Isotope, 12C und 13C. 12C

ist leichter als 13C. Pflanzen bevorzugen das leichtere Isotop 12C. Im Ergebnis zeigt sich im Material, das von Pflanzen herstammt (fossile Treibstoffe eingeschlossen), ein geringerer Anteil von 13C als von 12C (kleineres Verhältnis 13C/12C).

Man behauptet (da habe ich nicht sehr weit recherchiert), dass seit 1850 der Anteil des 12C in der Atmosphäre ständig zunimmt. Dafür gibt es mehrere Indizien: 13C/12C-Verhältnis in Baumringen, 13C/12C-Verhältnis im Weltmeer, 13C/12C-Verhältnis in Schwämmen. Zusammengenommen deutet das darauf hin, dass die Ursache der Nach-1850-Zunahme die Verbrennung von fossilen Treibstoffen ist.

Aber da gibt es Probleme. Zum Beispiel beschrieben im NATURE-Artikel “Problems in interpreting tree-ring *klein Delta* 13C records”. Der Abstract sagt:

> Das stabile Kohlenstoff-Verhältnis (13C/12C) bei Baumringen aus dem 20. Jh. ist auf Indizien hinsichtlich der Wirkung des isotopisch leichteren CO2 aus fossilen Treibstoffen überprüft worden (*klein Delta* 13C~-25‰ im Vergleich zum primären PDB-Standard) seit dem Beginn größerer fossiler Treibstoffverbrennung um die Mitte des 19. Jh. im Vergleich zum 13C/12C-Verhältnis im atmosphärischen CO2 (*klein Delta* 13C~-7‰), welches die Bäume bei der Photosynthese assimilieren. Die beobachtete Abnahme beim 13C bis zum Jahre 1930 in verschiedenen Serien von Baumring-Messungen ist größer als aus dem Eintrag von fossilem Treibstoff-CO2 in die Atmosphäre zu erwarten ist. Daraus ergibt sich die Vermutung eines zusätzlichen Promille-Eintrags während des ausgehenden 19./ beginnenden 20. Jh. Stuiver vermutet, dass eine Abnahme des atmosphärischen *klein Delta* 13C von 0.7‰ von 1860 bis 1930 zusätzlich, und über das aus fossilen Treibstoffen stammende CO2 hinaus, tatsächlich einer Freisetzung von Netto-Biosphärischen CO2 (*klein Delta* 13C~-25‰) zugeschrieben werden kann, zusätzlich zum gesamten Zufluss an CO2 aus fossilen Treibstoffen von 1850 – 1970. Falls Erkenntnisse über die Rolle der Biosphäre als Quelle oder Senke für CO2 in der jüngsten Vergangenheit aus Baumring- 13C/12C abgeleitet werden können, sollte die Reaktion des gesamten dynamischen CO2-Kreislaufs der jüngsten Vergangenheit betrachtet werden hinsichtlich des Eintrags von CO2 aus fossilen Treibstoffen und auch hinsichtlich den Vorhersagen eines möglichen Klimawandels infolge des Treibhauseffekts der in der Atmosphäre verbleibenden CO2-Anteile. Ich stelle hier (Abb. 1a) den Trend im gesamten Holz *klein Delta* 13C von 1883 bis 1968 in den Baumringen einer amerikanischen Ulme dar, die außerhalb des Waldes in Meereshöhe in Falmouth, Cape Cod, Massachusetts (41°34`N, 70°38`W) an der Nordost-Küste der USA wuchs. Die Untersuchung der 13C Trends im Lichte verschiedener möglicher

> Einwirkungen zeigt, wie schwierig es ist, Fluktuationen bei den 13C/12C – Verhältnissen auf eine einzige Ursache zurückführen zu wollen. Das ist ein Hinweis, dass der Vergleich von Vor-1850-Verhältnissen mit Temperaturmessungen bei der Auflösung von Störgrößen im 20. Jh. helfen könnte.

Die Argumentationskette mit den Isotopen scheint mir eine der schwächsten zu sein. Der gesamte Kohlenstoff-Eintrag in die Atmosphäre beträgt etwa 211 Gigatonnen, hinzu kommt der menschliche Beitrag. Das bedeutet, dass im Jahre 1978 der menschliche Beitrag zum Kohlenstoff-Zufluss etwa 2,7% und 4% im Jahre 2008 betrug. In diesem Zeitraum ist der durchschnittliche Wert des 13C/12C-Verhältnisses von den 11 NOAA Messstationen um –0,7 Promille gesunken. Daraus ergibt sich, dass das zusätzliche CO2 ein 13C/12C-Verhältnis von etwa –60 Promille gehabt haben müsste.

Jetzt hat die Atmosphäre also etwa –7 Promille 13C/12C. Daraus ergibt sich, dass das zusätzlich eingebrachte CO2 ein 13C/12C-Verhältnis von um die -60 Promille hätte haben müssen, um ein Absinken um 0,7 Promille zu verursachen.

Aber die fossilen Treibstoffe im gegenwärtigen Mischungsverhältnis haben ein 13C/12C-Verhältnis von ca. –28 Promille, das ist etwa nur die Hälfte dessen, was nötig wäre, um die Veränderung hervorzurufen. Damit ist klar, dass die Verbrennung von fossilen Treibstoffen nicht die alleinige Ursache im atmosphärischen 13C/12C-Verhältnis sein kann. Anzumerken ist, dass der NATURE-Artikel zum gleichen Ergebnis kommt.

Darüber Hinaus ergibt sich aus einer Betrachtung der jährlichen Veränderungen, dass es weitere größere Effekte auf das globale 13C/12C-Verhältnis gibt. Von 1984 – 1986 nahm es um 0.03 Promille zu. Von ’86 bis ’89 nahm es um -0.2 Promille ab. Und von ’89 bis ’92 gab es überhaupt keine Veränderung. Warum?

Wie dem auch sei, die Anzeichen aus der Veränderung im atmosphärischen 13C/12C-Verhältnis (abnehmend) sind im Einklang mit der Theorie, dass zumindest ein Teil davon aus menschlich verursachter Verbrennung fossiler Treibstoffe herrührt.

SCHLUSS

Wie schon erwähnt, die überwiegenden Belege zeigen, dass der Mensch die Hauptursache der Zunahme von CO2 in der Atmosphäre ist. Unwahrscheinlich ist, dass die CO-Vermehrung eine Folge der Gesamtzunahme der Temperatur ist. Während des Übergangs von Eiszeiten zu Zwischeneiszeiten führte ein Änderung von 7°C zu einer Verdoppelung des CO2. Wir haben etwa ein Zehntel Veränderung im Vergleich dazu (0.7°C) seit 1850 erlebt, daraus wäre eine allein aus der Temperaturänderung herrührende CO2-Veränderung von nur etwa 20 ppmv zu erwarten.

Angesichts der oben diskutierten Punkte sage ich, dass der Mensch für die Veränderung im atmosphärischen CO2 verantwortlich ist. Aber offensichtlich sehen Viele das anders. Doch man möge sich bitte auch vor Augen halten, dass ich nicht denke, die CO2-Veränderung würde irgendeinen nennenswerten Unterschied auf die Temperatur ausüben. Die Gründe habe ich hier dargelegt.

Daher sollte nach einem Blick auf die hier vorgelegten Daten die Diskussion eröffnet werden:
[Folgende Regeln sollten beachtet werden]

REGELN FÜR DIE DISKUSSION UM DIE VERANTWORTLICHKEIT FÜR DEN CO2-ANSTIEG

1. Zahlen schlagen Behauptungen. Wer keine Zahlen anführt, hat nur geringe Überzeugungskraft.

2. Persönliche Angriffe führen zu nichts. Dazu gehören Behauptungen, dass einzelne Wissenschaftler von der Ölindustrie finanziert würden, oder dass sie Mitglieder bei Greenpeace wären, oder dass sie Geologen anstelle von Atmosphärenphysikern wären. Wichtig ist nur, ob sie Wahres oder Falsches sagen. Man möge sich auf die Behauptungen konzentrieren und deren Wahrheitsgehalt, nicht auf die Quellen der Behauptungen. Quellen bedeuten nichts.

3. Die Berufung auf Autoritäten ist auch sinnlos. Wen kümmert es, was ein 12-köpfiges Gremium einer Nationalen Akademie der Wissenschaften sagt? Naturwissenschaftliche Erkenntnis ist keine Mehrheitsveranstaltung, Gottseidank!

4. Quellen müssen genau benannt warden. Nutzlos ist eine Aussage wie: „Der Weltklimarat sagt“, „Kapitel 7 des IPCC AR4 sagt …“. Zitieren Sie bitte Kapitel und Satz, nennen Sie die Seite und den Absatz. Ich möchte mich nicht durch ein ganzes Papier wühlen müssen oder durch ein IPCC-Kapitel, um zu vermuten, welche Zeile Sie meinen.

5. ZITIEREN SIE, WOMIT SIE NICHT EINVERSTANDEN SIND!!! Darauf kann ich nicht oft genug hinweisen. Viel zu oft greifen Leute etwas an, was die angegriffene Person nicht gesagt hat. Bitte wörtlich zitieren, genau die Wörter, die Sie für falsch halten. Nur dann können wir alle sehen, ob Sie verstanden haben, was Sie sagen.

6. **Keine persönlichen Angriffe !!!** Sprechen Sie das bitte nach:
Keine persönlichen Angriffe!
Kein „nur ein Narr würde glauben …“, kein „Sind Sie noch bei Trost?“. Keine Spekulation über die Motive eines Anderen. Keine Anwürfe wie „Leugner“, „Alarmschläger“, „Ökonazi“ – nichts davon! Bitte fair spielen!

Auf ins Getümmel. Ich bin auf Empfang!

Willis Eschenbach

Die Übersetzung besorgte Helmut Jäger EIKE

Auf der Originalseite kann die daraus folgende Diskussion mit 486 Beiträgen eingesehen werden.