

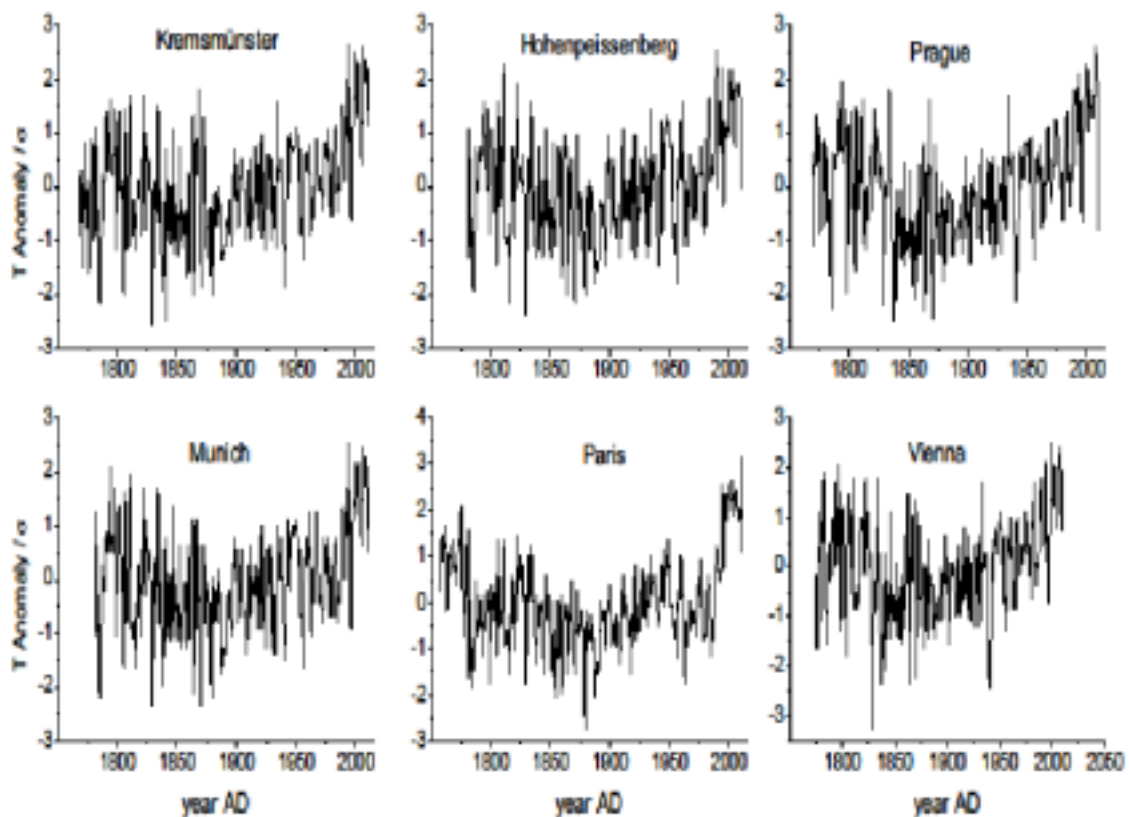
Das CO₂ und unser Klima: Der Krimi geht weiter...

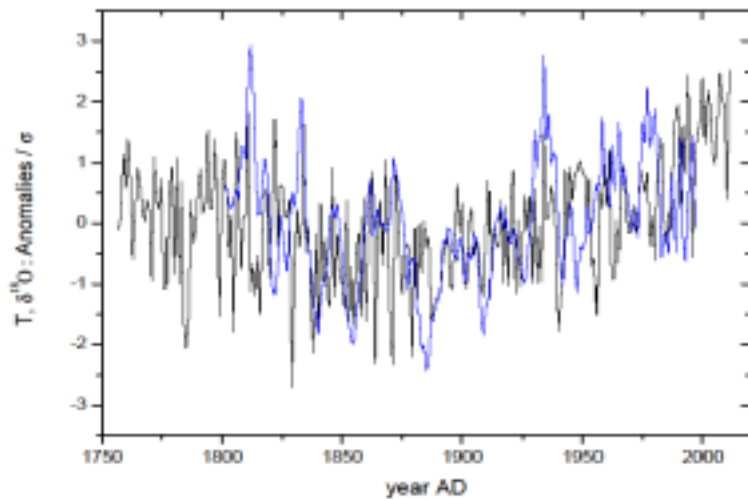
Die *European Geosciences Union* unterhält eine bedeutende, viel gelesene Fachzeitschrift mit dem Namen *Climate of the Past*. In dieser Zeitschrift erschien am 22. Februar 2013 ein Artikel mit der Überschrift „Multi-periodic climate dynamics: spectral analysis of long-term instrumental and proxy temperature records“ (Multi-periodische Klimadynamik: Spektrale Analyse der langfristigen Instrumental- und Proxy-Temperatur-Aufzeichnungen) von H. Lüdecke, A. Hempelmann und C.O. Weiss¹.

Climate of the Past ist das, was man im Englischen als „peer-reviewed“ bezeichnet, das heißt, dass eingesandte Beiträge nicht einfach abgedruckt werden, sondern erst einer Prüfung durch Fachkollegen unterzogen werden müssen. Da das Thema bekanntermaßen äußerst kontrovers ist, waren an dem Gutachterverfahren vier Rezensenten beteiligt. Die öffentliche Diskussion im Internet zog sich über 8 Wochen hin, wobei das Manuskript massiv angegriffen wurde.

Der Artikel untersucht die ältesten ununterbrochenen Temperatureaufzeichnung (gemessene Werte der Oberflächentemperatur) für sechs europäische Standorte: Prag, Hohenpeissenberg, Kremsmünster, Wien, Paris und München. Die Aufzeichnungen begannen zwischen 1757 (Paris) und 1781.

Um die Datenbasis zu verbreitern, wurden zusätzlich sogenannte „Proxy-Aufzeichnungen“ (Stellvertreter-Daten) einbezogen: Stalagmitendaten aus der Spannagel-Höhle bei Innsbruck für die Jahre 90 bis 1935 und schließlich antarktische Eisbohrkerne für 1801 bis 1997.



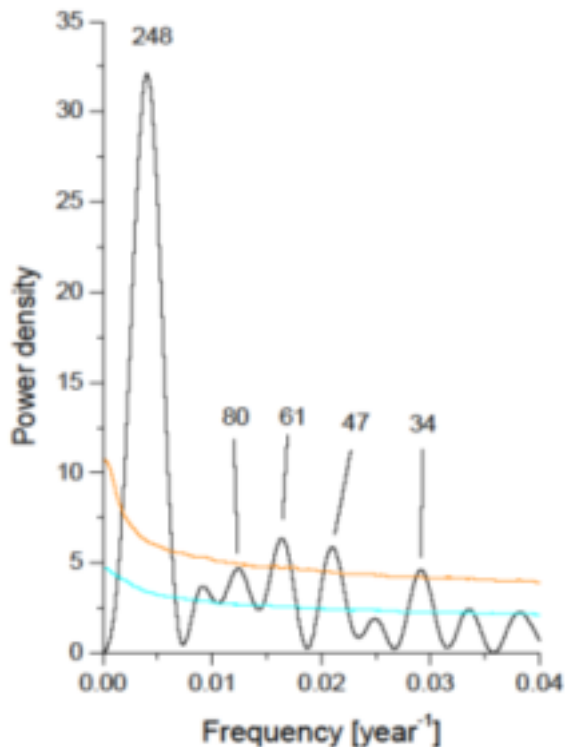


Wie man sieht, weisen alle Messschriebe eine angenäherte V-Form auf. Legt man die Daten aus den antarktischen Eisbohrkernen (blau) darüber, bleibt diese Tendenz erhalten. Dies weist darauf hin, dass es sich hier um eine weltweite Tendenz handelt, nicht nur um ein europäisches Phänomen.

Mit ein wenig Phantasie lässt sich hier eine Oszillation, eine Schwingung erahnen...

Wir brauchen uns allerdings nicht auf unsere Phantasie zu verlassen, um hier Klarheit zu gewinnen. Im Jahre 1822 entwickelte der französische Mathematiker *Jean Baptiste Joseph Fourier* in seiner „*Théorie analytique de la chaleur*“ ein Verfahren, mit dem sich wiederkehrende (periodische) Vorgänge aus einer (Mess-) Datenreihe treffsicher herausfiltern lassen: die *Fourier-Analyse*. Dieses Verfahren findet seither vielfältigste Anwendungen auf allen Gebieten der Technik und der Naturwissenschaften.

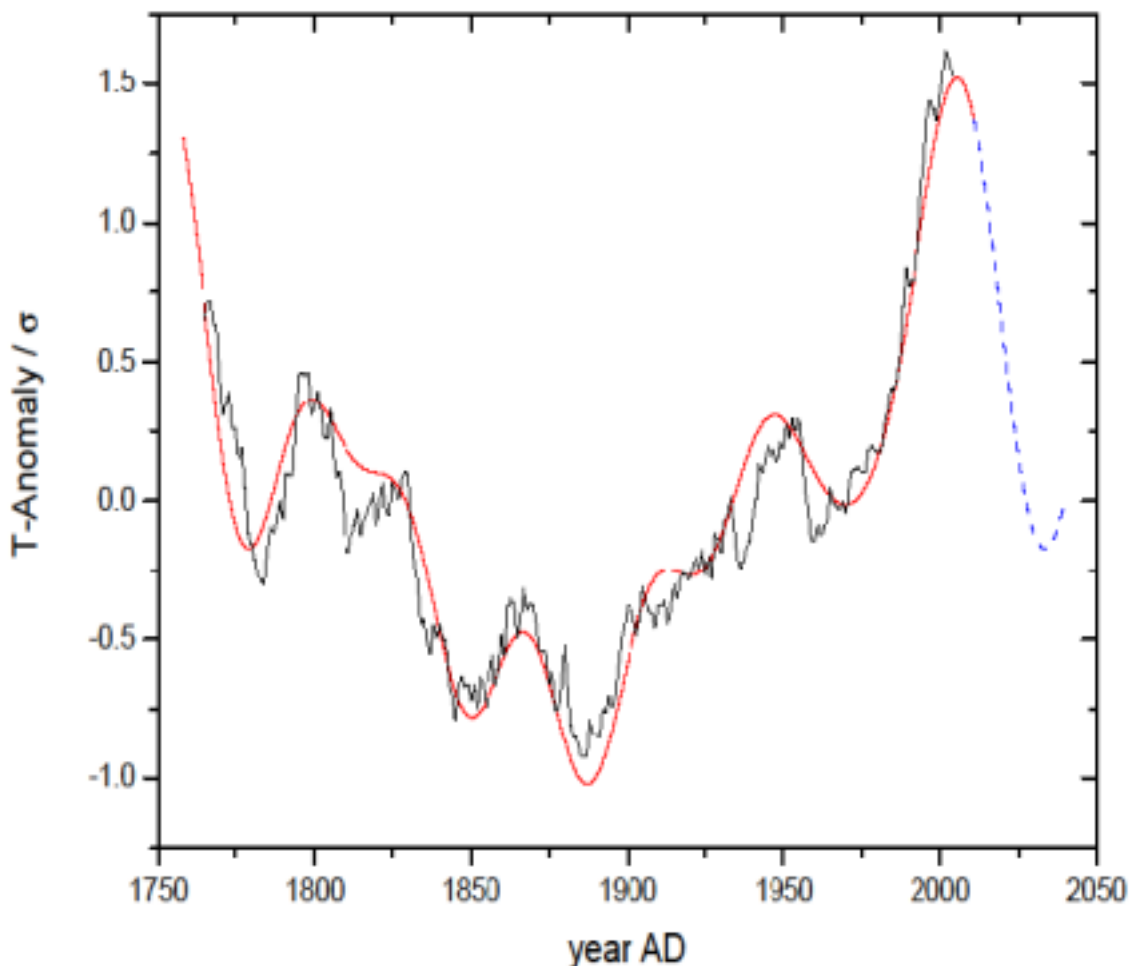
Wendet man eine solche Analyse auf die Messdaten der sechs oben genannten Standorte an, ergibt sich folgendes Ergebnis:



Findet eine Spektralanalyse in einer Wertemenge periodische Vorgänge, so werden diese nach Frequenz, Amplitude und Phase aufgelistet und sind daher einer mathematischen Weiterverarbeitung zugänglich. Unsere scheinbar so chaotischen Messreihen weisen deutlich ausgeprägte Periodizitäten auf. Die Schwingung mit der Periodenlänge von etwas über 200 Jahren – im folgenden als 200+ bezeichnet – weist dabei mit Abstand die größte Amplitude (Schwingweite) auf, gefolgt von einem Zyklus von ca. 65 Jahren – im folgenden als ~65 bezeichnet.

Wenn es zappelt, ist es Wetter, wenn es glatt ist, ist es Klima

Nunmehr eröffnet sich die Möglichkeit einer Gegenprobe: Die oben angeführten Periodizitäten ergaben sich aus einer Spektralanalyse der Temperatur-Messdaten. Umgekehrt lassen sich die einzelnen Schwingungen zu einer – nunmehr errechneten – Temperaturkurve aufaddieren. Diese Kurve wird umso detaillierter (kleinteiliger), je mehr Einzelschwingungen in die Rekonstruktion (inverse Transformation) einfließen. Die erste Gegenprobe wurde für die sechs stärksten Schwingungen vorgenommen:



Die *schwarze Kurve* repräsentiert den Mittelwert der sechs europäischen Messstationen. Um in dem Gezappel der Originalkurven etwas erkennen zu können, wurde eine 15-Jahre-Glättung vorgenommen. 15 Jahre deshalb, weil das „Klima“ in 30-Jahres-Zeiträumen definiert wird: Klima ist das statistisch gefilterte „Wetter der letzten 30 Jahre“...

Der mehr oder weniger kontinuierliche Temperaturanstieg seit ca. 1870 wird üblicherweise mit dem Beginn der Industrialisierung und dem damit verbundenen CO₂-Ausstoß begründet.

Dies ist die ganze Grundlage der AGW-Hypothese (Anthropogenic Global Warming = vom Menschen verursachte globale Erwärmung). Wem das nicht einleuchtet oder nicht genügt, der wird von Klimafanatikern als „Klimaleugner“ diffamiert und zum Abschuss freigegeben. Betrachten wir nun jedoch die *rote Kurve*: Hier handelt es sich wie bereits erwähnt um eine *rechnerische* Rekonstruktion der schwarzen Kurve (Messwerte) auf der Grundlage einer Spektralanalyse der Temperatur-Messdaten. In Anbetracht des Umstandes, dass für die Rekonstruktion nur die sechs stärksten Schwingungen verwendet wurden, ist die Übereinstimmung frappierend...

Der ~65-Jahre-Zyklus konnte einem Phänomen zugeordnet werden, das in der Literatur als „Atlantische/Pazifische Oszillation“ (AMO/PDO) bekannt ist. Hierbei handelt es sich um zyklisch auftretende Zirkulationsschwankungen der Ozeanströmungen im Nordatlantik und -pazifik. Sie bringen eine Veränderung der Meeresoberflächentemperaturen der gesamten nördlichen Hemisphäre mit sich, wodurch natürlich auch Einfluss auf die Atmosphäre ausgeübt wird. Es handelt sich hier wohlgerne um zyklische (wiederkehrende) Vorgänge, nicht um eine kontinuierliche Entwicklung.

Was die Natur und die Periodenlänge der stärksten Schwingung anging, gab es jedoch noch eine Unsicherheit. Im Zeitraum der mitteleuropäischen Messdaten (1780 – heute) gab es nur eine Periode dieser Schwingung, was natürlich für eine genaue Bestimmung zu wenig ist. Hier kamen die Stalagmitendaten aus der Spannagel-Höhle ins Spiel. Hier erwies sich ebenfalls eine Schwingung mit 200+ Jahren als dominant für das Klimageschehen der letzten 2000 Jahre.

Klärung brachte schließlich eine neuere Veröffentlichung im *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol. 118, 1861-1867 (2013) mit dem Titel „Prediction of solar activity for the next 500 years“ (Vorhersage der Sonnenaktivität für die nächsten 500 Jahre) von F. Steinhilber und J. Beer². Diese Arbeit analysiert ebenfalls mit spektralanalytischen Methoden periodische Prozesse der Sonnenaktivität. Und auch hier taucht als dominierender Faktor eine Schwingung von 200+ Jahren auf, welche in der Sonnenphysik als „*de Vries-Suess-Zyklus*“ bekannt ist. Während der oben genannte ~65-Jahre-Zyklus also eine *terrestrische* Schwingung ist, ist der 200+ Zyklus eine *solare* Schwingung, deren Auswirkungen auf das Erdklima ebenfalls seit langem bekannt sind.

Und wo, bitte schön, bleibt das CO₂?

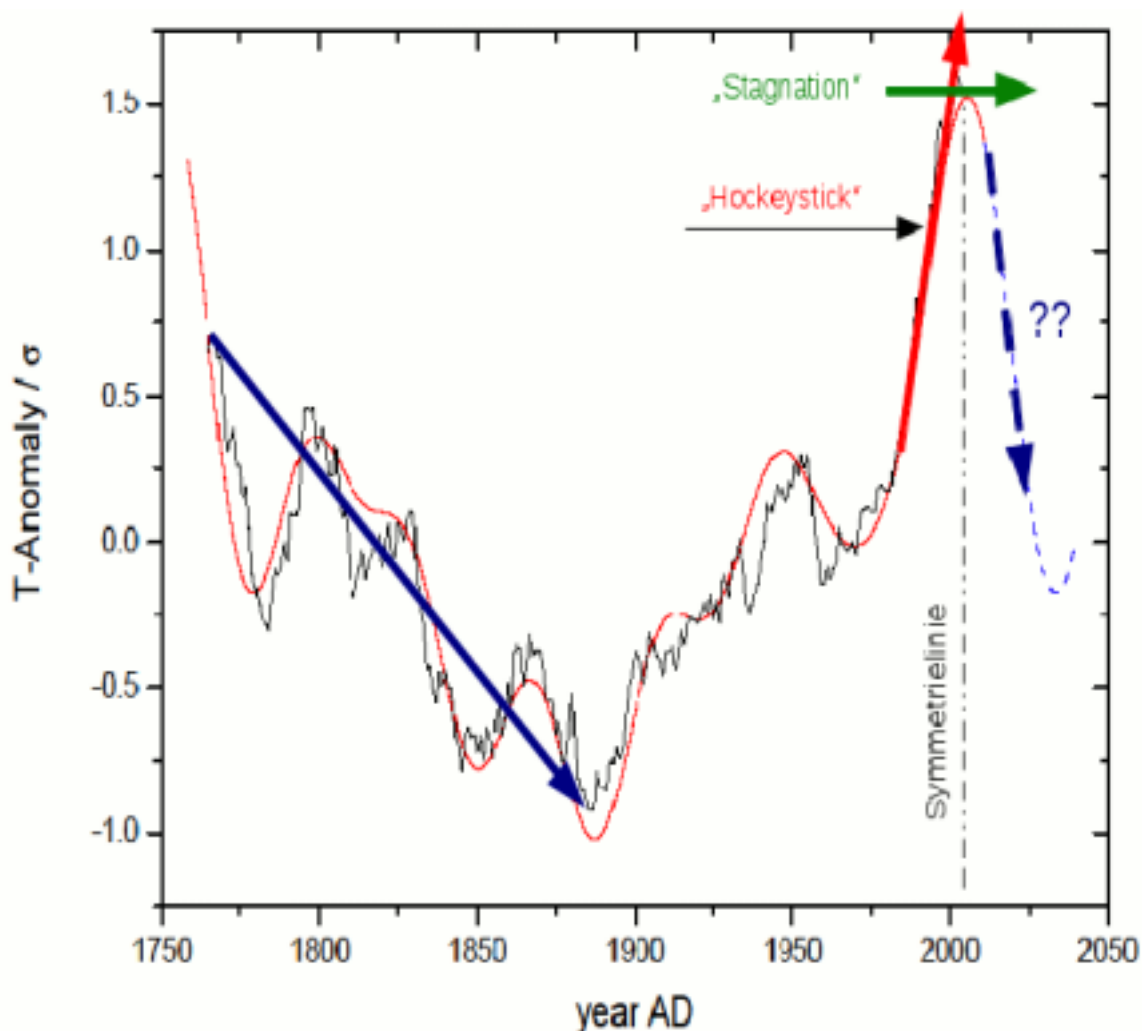
Fassen wir kurz zusammen: Eine spektralanalytische Auswertung *gemessener* Temperaturen und Sonnenaktivitäten ergibt ein Spektrum von zyklischen (sich wiederholenden) Vorgängen in der Erd- und der Sonnenatmosphäre. Es handelt sich in allen Fällen um rein natürliche Vorgänge, die sich über Jahrtausende hinweg nachweisen lassen. Hierzu ist noch anzumerken, dass *zyklische* Vorgänge meistens *natürliche* Vorgänge sind; das beste Beispiel sind unsere irdischen Jahreszeiten. Auf einem annähernd kugelförmigen Planeten, der sich auf einer annähernden Kreisbahn um eine annähernd kugelförmige Sonne bewegt, kann man damit rechnen, dass sich natürliche Vorgänge häufig in der Form sich überlagernder Kreisfunktionen (Sinus, Cosinus) darstellen lassen...

Werden diese Zyklen unterschiedlicher Länge in eine nunmehr *errechnete* (rekonstruierte) Temperaturkurve zurückgeführt, ergibt sich eine Übereinstimmung mit den ursprünglichen Messwerten, die signifikante *nicht-zyklische* Einflüsse de facto ausschließt. Gäbe es solche Einflüsse, dann würde die rote (rekonstruierte) Kurve in ihrer Höhe (Temperatur) mit der Zeit hinter der schwarzen Kurve zurückbleiben und somit keine Übereinstimmung mehr hervorbringen. Solche künstliche, vom Menschen verursachte Vorgänge sind jedoch weit und breit nicht erkennbar. Namentlich die letzten 150 Jahre weisen keinerlei Besonderheiten auf. Sollte die gegenwärtig lineare Zunahme des CO₂ in der Atmosphäre tatsächlich eine

Erwärmung zur Folge haben, dann ist sie mit Sicherheit so gering, dass sie sich den regulären Temperaturaufzeichnungen entzieht, also nicht nachweisbar ist.

Der Temperaturanstieg seit 1870 beruht auf dem Zusammenwirken zweier starker natürlicher Oszillationen: der Atlantischen/Pazifischen Oszillation der nördlichen Hemisphäre (terrestrisch) und dem solaren de Vries-Suess-Zyklus. Der solare Zyklus befindet sich gegenwärtig auf seinem Maximum, der terrestrische hat seinen Höhepunkt bereits überschritten:

- Der rote Pfeil markiert den letzten Temperaturanstieg von etwa 1970 bis 2002. Dieser nahezu lineare Anstieg gab den Anlass für Michael E. Manns legendäre „Hockeystick-Graphik“.
- Der grüne Pfeil markiert eine mittlerweile peinlich lange „Stagnation“ der Klimaerwärmung – jedes Maximum einer Kurve hat nun einmal eine horizontale Tangente.
- Der blaue Pfeil hat noch keinen Namen. Man darf gespannt sein, was sich das IPCC hier für eine Bezeichnung ausdenken wird...



Besonders interessant ist der Zeitabschnitt zwischen etwa 1760 und 1870: Hier sank die Temperatur – etwa aufgrund abnehmender Industrialisierung?

Wo stehen wir heute?

Wenn Sie in Gedanken durch den höchsten Punkt der roten Kurve eine senkrechte Linie (Symmetrielinie) ziehen, und den Anstieg seit 1870 auf die rechte Seite spiegeln, bekommen Sie eine ungefähre Vorstellung, wie sich unser Klima bis 2100 entwickeln wird. Da wir es in den letzten Jahrhunderten ausschließlich mit periodischen Vorgängen zu tun hatten, gibt es keinen vernünftigen Grund, warum sich das in den nächsten Jahrzehnten ändern sollte.

Das nächste Minimum des ~65-Jahre-Zyklus (Atlantische/Pazifische Oszillation) steht im Jahr 2035 an – bis dahin wird es bereits spürbar kälter werden. Nach einer kurzen Erwärmung geht es dann mit dem 200+ Zyklus (de Vries-Suess) im Jahr 2100 bis auf ein Minimum wie 1870 herunter – wir werden dann im Winter wieder häufiger unsere Schlittschuhe benutzen können. Ob uns das gefällt oder nicht, das CO₂ in unserer Atmosphäre wird uns nicht vor kalten Füßen bewahren können...

Aufgrund der großen Trägheit der verursachenden Prozesse (Ausgasung der Weltmeere) wird sich der Anteil des Kohlendioxids in der Atmosphäre erst einmal weiter erhöhen. Mutter Gaia bereitet sich darauf vor, 8 Milliarden Menschen zu ernähren...

Und wir werden wie immer dafür sorgen, dass einige wenige viel zu viel, und viel zu viele viel zu wenig davon bekommen werden – „Business as usual“ auf dem Planeten Erde.

Endnoten:

¹ <http://www.clim-past.net/9/447/2013/cp-9-447-2013.html>

² <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jgra.50210/abstract>