

Proxy-Wissenschaft und Proxy-Pseudo-Wissenschaft

von Pat Frank

[\(veröffentlicht am 03.04.2012 auf WattsUpWithThat\)](#)

Es ist bekannt, dass die weithin veröffentlichte Proxythermometrie seit 1998 [1] unwissenschaftlich ist, und dies ganz besonders, seit [Steve McIntyre und Ross McKittrick aufdeckten](#), dass sie auf absichtsvoller reiner statistischer Numerologie beruht. Vor einiger Zeit diskutierte ich hier auf WUWT mit Michael Tobis über die Unwissenschaftlichkeit der Proxy-Paläothermometrie. Es begann mit Michaels Kommentar [hier](#) und meiner Antwort [dort](#). Michael berief sich bald auf seine Autoritäten auf [Planet3.org](#). Wir hatten einen netten Gedankenaustausch, der damit endete, dass der Moderator und Mitstreiter Arthur Smith fälschlicherweise Zensur ausübte, weil er glaubte, eine Beleidigung zu erkennen. (Für starke Nerven: [hier](#) ist der Kommentar in voller Länge zu finden)

Immerhin, zwei hiesige Experten in Proxythermometrie kamen Michael zu Hilfe: Kaustubh Thimuralai, graduiert im Fach Proxy-Klimatologie an der Universität von Austin, Texas, und [Kevin Anchukaitis](#), Dendroklimatologe an der Columbia Universität. Kaustubh hat seine Verteidigung auf seinem [eigenen Blog](#) veröffentlicht.

Ihre Argumentation hatte eines gemeinsam: eine ausschließliche Berufung auf stabile Isotopen-Temperatur-Proxys – sie sagten kein Wort zur Verteidigung der Baumring-Thermometrie, welche die große Menge der Paläo-Temperatur-Rekonstruktionen darstellt.

Die Unwissenschaftlichkeit der veröffentlichten Paläothermometrie wurde durch die Tatsache belegt, dass sie auf deren Kernbereich mit den Baumringen überhaupt nicht verteidigten; Verurteilung durch Verschweigen.

Auch fanden sie kein Wort der Verteidigung dafür, dass die Physik durch Statistik ersetzt wird, was nahezu durchgängig in der Paläothermometrie geschieht.

Aber ihre Berufung auf die Thermometrie mit stabilen Isotopen-Proxys gibt Anlass zu einer Überprüfung. Das möchte ich hier nun tun: eine Analyse der Temperatur-Rekonstruktion aus stabilen Isotopen-Proxys durchführen, anschließend einen kurzen Abriss der Dendrothermometrie geben.

Teil I. Proxy-Wissenschaft: Stabile Isotopen-Thermometrie

Der Betrachtungsschwerpunkt liegt auf dem Oxygen-18 (O-18), weil dies das schwere Proxy-Atom ist, welches überwiegend zur Rekonstruktion vergangener Temperaturen benutzt wird. Die NASA gibt [hier](#) einen schönen Überblick. Die globalen durchschnittlichen stabilen Isotopen-Verhältnisse beim Oxygen sind, O-16 = 99.757 %, O-17 = 0.038 %, O-18 = 0.205 %. Wenn es keine thermischen Effekte gäbe (und keine kinetischen Isotopen-Effekte) wären in Mineralien die Oxygen-Isotope in genau ihren natürlichen Verhältnissen verteilt. Lokale thermische Effekte führen zu einer Abweichung der Verhältnisse von ihren Durchschnitten und das ist die Grundlage der stabilen Isotopen-Thermometrie.

Zwei Dinge müssen wir uns sofort klar machen: Erstens, die grundlegende Physik und Chemie der thermischen Isotopen-Aufteilung hat sich bewährt und ist anwendbar. [2-4]

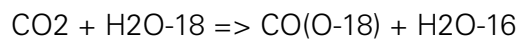
Zweitens: die [Massen-Spektrometrie](#) (MS), die zur Bestimmung des O-18 eingesetzt wird, ist sehr präzise und genau. Im Jahre 1950 hatte die MS des O-18 bereits eine Reproduzierbarkeit von 5 Partikeln auf 100.000, [3] derzeit ist es 1 Partikel auf 100.000. [5]. Diese winzigen Werte werden als "‰," dargestellt, dabei ist 1 ‰ = 0.1% = 0.001. So hat sich die massenspektrometrische dO-18-Erkennung um den Faktor 5 seit 1950 verbessert, von (+/-)0.05‰ auf (+/-)0.01‰.

Das O-18/O-16 Verhältnis im Meerwasser ist in erster Linie abhängig vom Verdampfungs-/Kondensationszyklus des Wassers. H₂O-18 hat einen höheren Siedepunkt als H₂O-16, daher verdampft und kondensiert es bei höherer Temperatur. [Hier](#) ist eine Wiki-Darstellung der tatsächlichen Zusammenhänge. Die Aufteilung des O-18 und O-16 infolge der Verdampfung/Kondensierung bedeutet, dass der Anteil des O-18 im Oberflächenwasser mit der Temperatur steigt und fällt.

Es ist unstrittig, dass sich O-18 ins CO₂ einbringt und „schweres“ Kohlendioxid erzeugt – meist isotopisch gemischt als C(O-16)(O-18).

Gelöstes CO₂ ist mit Kohlensäure im Gleichgewicht. [Hier](#) eine Schnelldurchgang durch die Aqua-Chemie des CO₂ und des Kalziumkarbonats.

Aus gelöstem leicht-isotopischem CO₂ [als C(O-16)(O-16)] wird schweres CO₂ durch den Austausch eines Sauerstoff-Atoms mit schwerem Wasser wie folgt:

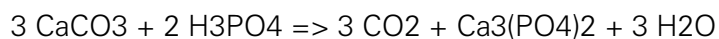


Dieses schwere CO₂ dringt in die Karbonat-Schalen von Mollusken, die Skelette von [Foraminifera](#) und [Korallen](#) im Verhältnis seiner Verteilung in den örtlichen Gewässern ein (es sei denn, die Biologie selbst interveniert. Davon später).

Wegen dieses Prozesses hat man sich auf dem Gebiet der Stablen-Isotopen-Proxy-Thermometrie vorwiegend auf das O-18 CO₂ konzentriert: es ist eingelagert in das Karbonat von Molluskenschalen, Korallen, Foraminifera. Und es stellt damit eine Aufzeichnung der Temperaturen dar, die der jeweilige Organismus erlebte.

Und besser noch: fossile Molluskenschalen, fossile Korallen und Foraminifera-Sedimente in Bohrkernen vom Meeresgrund eignen sich für wahre physikalische Rekonstruktionen von O-18 **Paläo**-Temperaturen.

O-18 CO₂ muss vor der Messung aus den Karbonatgittern der Mollusken, Korallen, Foraminifera herausgelöst werden. Beim Herauslösen von CO₂ wird festes CaCO₃ mit Phosphorsäure behandelt.



Das aus biologischem Kalziumkarbonat herausgelöste CO₂ wird in einen Massenspektrometer geleitet. Labormethoden sind niemals perfekt. Sie unterliegen Verlusten und Ineffizienzen, die die Präzision und Genauigkeit der Ergebnisse beeinflussen können. Jeder, der schon einmal praktische Analyse-Arbeit verrichtet hat, weiß um diese Risiken und hat schon damit gekämpft. Die praktische Verlässlichkeit der dO-18 Proxy-Temperaturen hängt von der Integrität der Labormethoden bei Vorbereitung und Messung des eingeschlossenen O-18 ab.

Mit dem Paläothermometrie-Ansatz wird zunächst eine Standard-Beziehung zwischen der Wasser-Temperatur und dem Verhältnis des O-18/O-16 in ausgeschiedenem Kalzium-Karbonat bestimmt. Man kann messen, wie das O-18 im Wasser sich über einen Bereich typischer Meeresoberflächen-Temperaturen, also von 10 C bis 40 C, auf das feste Karbonat aufteilt. Ein Plot des Karbonats O-18 vs. Temperatur wird dann hergestellt.

Anhand dieses Standard-Plots wird die Temperatur gegen das Karbonat dO-18 regrediert. Das Ergebnis ist die am besten passende Gleichung der „Kleinsten Quadrate“, die die empirische Beziehung der T:dO-18 über den Temperaturbereich zeigt.

Wann immer das Karbonat O-18 bekannt ist, kann diese empirische Gleichung zur Rekonstruktion der Wassertemperatur benutzt werden. So das Prinzip.

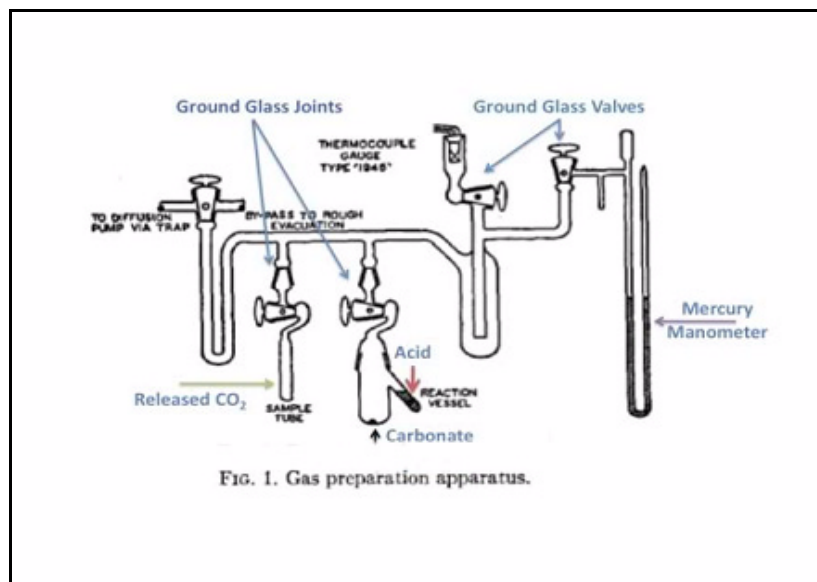
Fragen wir uns nun, ob mit der rein physikalisch-chemischen Methode genaue Temperaturen ermittelt werden können. Wer [mein Papier](#) über die vernachlässigten systematischen Fehler bei Lufttemperatur-Messdaten kennt, weiß, warum man sich auf diese Messfehler konzentrieren muss. Er ist der erste und kleinste Fehler, der in jede empirisch bestimmte Größenordnung eingeht. Damit wird er zur ersten und grundlegenden Frage über die Fehlergrenzen bei den O-18 Karbonat-Proxy-Temperaturen.

Wie wird die Methode in der Praxis angewandt?

Fangen wir mit dem Klassiker an: J. M. McCrea (1950) "[On the Isotopic Chemistry of Carbonates and a Paleotemperature Scale](#)" [3]. Die Arbeit gehörte zu McCraes Dissertation.

McCraes Arbeit wird hier ausführlicher dargestellt, um meinen Ansatz zur Fehlerauswertung zu zeigen. Danach werde ich mich kürzer fassen. Nichts hier darf als Kritik an McCraes wirklich hervorragender Arbeit verstanden werden - oder als Kritik an allen folgenden Papieren und deren Autoren über O-18.

McCrae unternahm wirklich bahnbrechende experimentelle Arbeiten zur Einführung der O-18 Proxy-Temperatur-Methode. Hier seine Handzeichnung der speziellen Glas-Apparatur, um CO₂ aus Karbonat zu erzeugen. Ich habe Bemerkungen zur Verdeutlichung von Besonderheiten eingefügt:

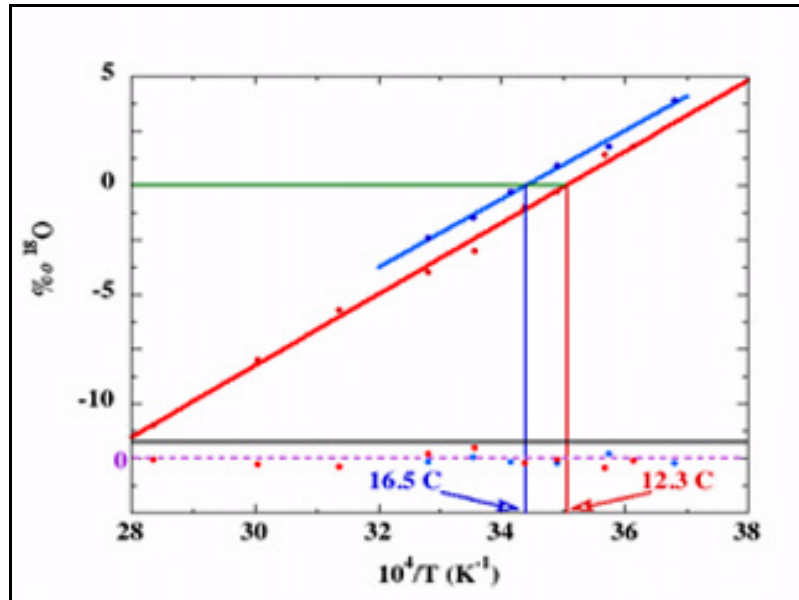


Figur 1: J. McCraes CO₂-Präparations-Glas-Verdichter für die O-18 Analyse.

Ich habe mit ähnlichen Glas/Vakuum-Systemen mit eingesteckten Schleifglas-Verbindungen gearbeitet. Die Möglichkeit für Lecks, Sprünge oder Komplett-Bruch ist allgegenwärtig.

McCrae hat seine Methode entwickelt, indem er dO₁₈-Karbonat aus Meerwasser bei unterschiedlichen Temperaturen ausschied. Das Wasser stammte von der Atlantikküste vor Cape Cod bei East Orleans, MA, und von Palm Beach, Florida. Das O-18-Karbonat wurde chemisch zerlegt, um das O-18-CO₂ freizusetzen. Das O-18-CO₂ wurde in einem eigens zu diesem Zweck selbstgebaute doppelt-fokussierenden [Massenspektrometer](#) analysiert.

Die blauen und roten Linien in der folgenden Abbildung zeigen McCraes Ergebnisse (Table X und Figur 5 in seinem Papier). Die ‰ O-18 stellen den Unterschied seiner Versuchs-Stichproben von seinem Standard-Wasser dar.



Figur 2, McCrae, 1950, Originalerläuterung (farbverändert): "Variation der isotopischen Zusammensetzung von $\text{CaCO}_3(\text{s})$ mit dem Reziprokwert der Ablagerungstemperatur des H_2O (Cape-Cod-Reihe (rot); Florida- Wasser-Reihe (blau))." Die Senkrechten interpolieren Temperaturen bei ‰ O-18 = 0.0. Unten: farblich unterschiedene experimentelle Punktwolke um eine Null-Linie (gestrichelt violett).

Die Linien verbinden die am besten passenden "Kleinsten Quadrate" und sie gleichen fast genau denjenigen McCraes (T in Kelvin):

Florida: McCrae: $\text{d}18\text{O} = 1.57 \times (10^4/T) - 54.2$;

LSQ: $\text{d}18\text{O} = 1.57 \times (10^4/T) - 53.9$; $r^2 = 0.994$.

Cape Cod: McCrae: $\text{d}18\text{O} = 1.64 \times (10^4/T) - 57.6$;

LSQ: $\text{d}18\text{O} = 1.64 \times (10^4/T) - 57.4$; $r^2 = 0.995$.

[LSQ = Least Squares Quadratics = Kleinstes Quadrat]

Zu seinen Ergebnissen schrieb McCrae: "Die jeweiligen Salzgehalte von 36.7 and 32.2‰ sind keine Überraschung, weil es einen Unterschied in der Sauerstoff-Zusammensetzung des Kalziumkarbonats gibt, das aus den zwei verschiedenen Gewässern **bei gleicher Temperatur** erhalten wurde." (fett hinzugefügt)

Der Siedepunkt des Wassers nimmt mit dem Anteil gelösten Salzes zu, das wiederum beeinflusst die relativen Raten, mit denen $\text{H}_2\text{O}-16$ und $\text{H}_2\text{O}-18$ verdampft werden. Der Meerwasser-Salzgehalt kann sich auch mit dem Zufluss von Süßwasser ändern (Regen, Zufluss aus Flüssen oder direkter Eintrag), auch durch Wasseraufstieg aus tieferen Schichten, durch Vermischung durch Wogen und sonstige Strömungen. Das Verhältnis O-16/O-18 in Süßwasser, in Wasser aus tieferen Meeresschichten oder von Zuflüssen aus fernen Gegenden durch Strömungen kann vom O-16/O-18-Verhältnis im lokalen Meerwasser abweichen. Im Ergebnis kann Meerwasser bei gleicher Temperatur unterschiedliche O18 Anteile enthalten. Die Effekte der Temperatur und des Salzgehalts in einem Meerwasser-O-16/O-18-Verhältnis auseinander zu halten, kann bei Paläo-Rekonstruktionen schwierig bis unmöglich sein.

Die waagerechte grüne Linie bei ‰ O18 = null schneidet die Florida- und Cape-Cod-Linien bei unterschiedlichen Temperaturen, dargestellt durch Senkrechten auf die Abszisse. Sie zeigen, dass gleiches dO-18 einen Unterschied von 4 C erzeugt, je nach benutzter Gleichung, während sich das abgeleitete T in Ko-Varianz mit einer Salzgehaltsveränderung von 0.045‰ bewegt.

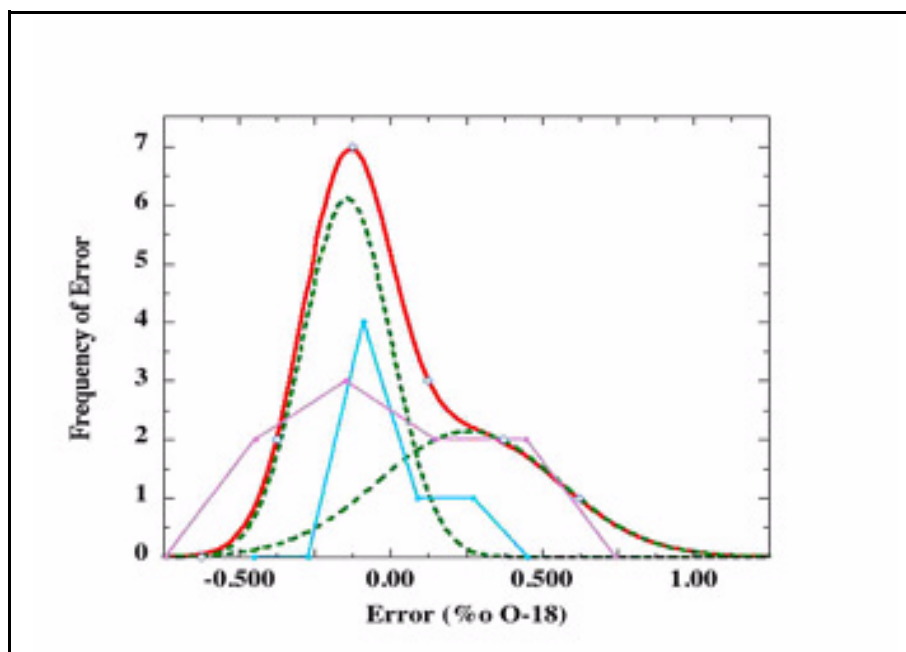
Das bedeutet, dass beim Erzeugen einer Paläo-Temperatur durch Anwendung einer dO18:T Gleichung auf Paläo-Karbonate, wenn man den Paläo-Salzgehalt nicht kennt, die abgeleitete Paläo-Temperatur ungewiss um bis zu $(\pm)2$ C sein kann, infolge einer verborgenen systematischen Ko-Varianz (Salzgehalt).

Aber ich interessiere mich für einen im Experiment liegenden Fehler. Aus den Plots kann man die Punktwolke aus der physikalisch-chemischen Methode selbst abschätzen als Streuung um die am besten passende Linie der „Kleinsten Quadrate“. Die Punktwolke wird entlang der violetten Null-Linie unten auf Figur 2 eingetragen. In Temperatur umgewandelt beträgt die Streuung $(\pm)1$ C bei den Florida-Daten und $(\pm)1.5$ C bei den Cape Cod-Daten.

Alle Daten wurden von McCrae im gleichen Labor bestimmt, wobei das gleiche Gerät und das gleiche Protokoll angewandt wurden. Deshalb dürfen die beiden Fehlersätze in der Figur 2 kombiniert werden, um deren Mittelwerte zu bestimmen, wie auch die sich daraus ergebende durchschnittliche Unsicherheit bei jeder abgeleiteten Temperatur. Die Standardabweichung der kombinierten Fehler beträgt $(\pm)0.25$ ‰ O-18. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Unsicherheit für die Durchschnitts-Temperatur von $(\pm)1.3$ C. Das kam bei idealen Laboratoriumsbedingungen heraus, mit bekannter Wasser-Temperatur aus direkter Messung und unabhängig davon gemessenem Meerwasser-O18-Anteil.

Als nächstes muss man klären, ob die Fehler systematischer oder zufälliger Natur sind. Zufällige Fehler verschwinden mit $1/\sqrt{N}$, wobei N die Anzahl der Wiederholungen der Analyse ist. Wenn die Fehler zufällig sind, kann man eine sehr präzise Temperaturmessung erwarten, wenn man die dO-18-Bestimmung genügend häufig wiederholt. So reduziert sich beispielsweise der Durchschnittsfehler in McCraes Arbeit durch 25fache Wiederholung bei jeder einzelnen Temperatur um $1.3/5 \Rightarrow (\pm)0.26$ C.

Um die Aufteilung in zufällige/systematische Fehler zu überbrücken, habe ich alle Punktstreuungen über insgesamt $(\pm)3$ Standardabweichungen gruppiert, das ergibt $\approx 99.7\%$ Gewissheit für den Einschluss des vollen Fehlerbereiches. Es gab keine Ausreißer, das heißt, die gesamte Streuung lag innerhalb der 99.7 % Grenze. Doch, es sind nur 15 Punkte, und das ist keine gute statistische Stichprobe, aber wir haben nicht mehr. Figur 3 zeigt ein Histogramm der weggelassenen Punktwolke und eine passende Gauss'sche Verteilung. Sie ist ein wenig verrauscht, aber damit müssen wir leben.



Figur 3: McCraes 1950er Daten: (blaue Punkte), Punktwolke der in Figur 2 weggelassenen Punkte; rote Linie, Zwei-Gauss'sche bestangepaßte Kurve der weggelassenen Punkte; grüne Strichlinien, die Zwei-Gauss'schen bestangepaßten Kurven. Dünne violette Punkte und Linie: getrennt davon weggelassene Punktwolke von Cape Cod; dünne blaue Linie und Punkte, getrennt davon weggelassene Punktwolke von Florida.

Zuerst fällt auf, dass die gruppierten Punkte sehr streuen und nicht normalverteilt sind. Das legt nahe, dass der Messfehler systematisch und nicht zufällig ist. Der Zwei-Gauss-Fits ist sehr gut, sollte aber nicht für mehr hergenommen werden, als dass er gerade mal schön numerisch passt. Ein unabhängiger Satz einer Messpunktstreuung aus anderen Experimenten kann sehr wohl einen anderen Satz Gauss'scher-Verteilung erfordern.

Die beiden Gauss-Kurven bedeuten, dass zumindest zwei Arten von Experimentalfehlern zur gleichen Zeit am Werke sind. Die beiden dünnen Linien für jedes einzelne Experiment sind über die Breite der Streuung verteilt. Das zeigt, dass die Punktwolke an beiden Fehlerarten zugleich teil hat. Man beachte aber, dass die beiden Datenreihen nicht in gleichem Maße teilhaben. Diese Nicht-Gleichheit deutet wieder auf einen systematischen Messfehler hin, der sich offensichtlich nicht konsistent wiederholt.

Die aus dem systematischen Messfehler herrührende Unsicherheit nimmt nicht mit $1/\sqrt{N}$ ab. Die Fehlerablage ist nicht konstant und sie subtrahiert sich nicht in einer Differenz zwischen den Datenreihen weg. Sie [die Unsicherheit] verbreitet sich mit $(+/-)\sqrt{(\text{sum of } N \text{ errors})^2/(N-1)}$ in einen Schlusswert.

Der Fehler bei jeder neuen Proxy-Temperatur, die mit diesen Methoden erzeugt wird, liegt irgendwo innerhalb der Hüllkurve der Figur 3, der Experimentator weiß aber nicht wo. Das bedeutet, dass der einzige Weg zur ehrlichen Präsentation eines Ergebnisses ist, den systematischen Fehler zu nennen, der wäre $T(+/-)1.3 \text{ C}$.

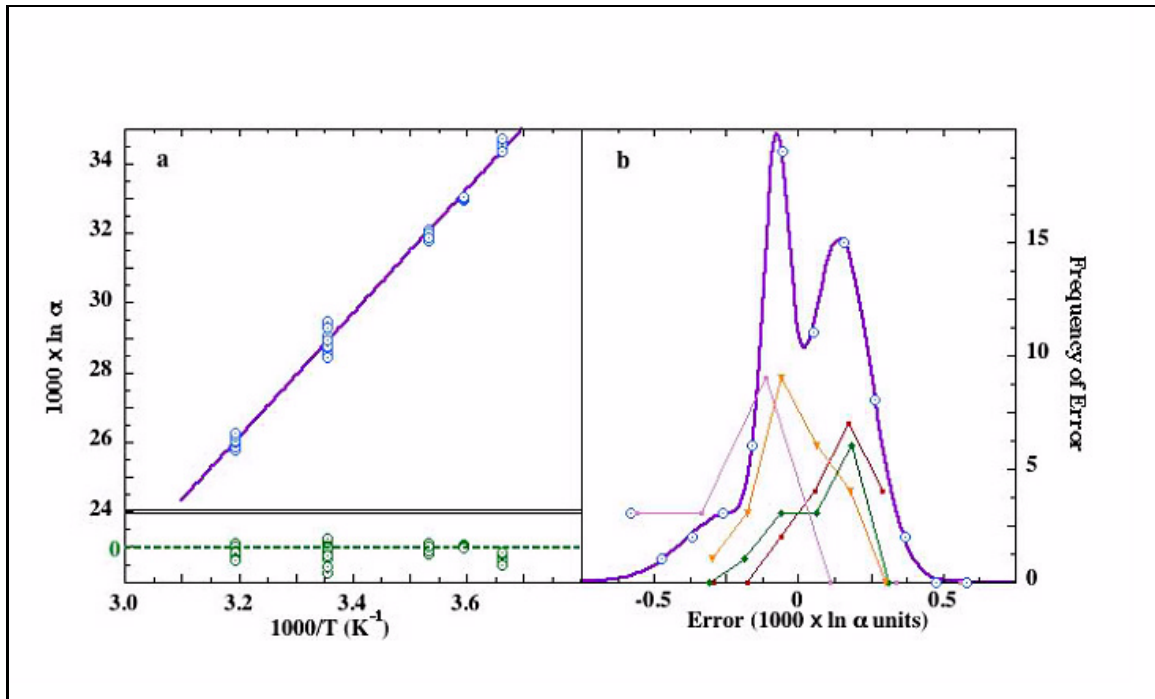
Diese Abschätzung ist konservativ, wie McCrae anmerkte: "Die durchschnittliche Abweichung jedes einzelnen Ergebnisses von der Beziehung ist 0.38‰," das gleicht einem Durchschnittsfehler von $(+/-)2 \text{ C}$ [Ich habe 1.95 C errechnet; McCraes Ergebnis]. McCrae schrieb später: "Die durchschnittliche Abweichung von dieser Beziehung in den Ergebnissen jedes einzelnen Experiments beträgt 2°C bei der Datenreihe mit den schwachen Niederschlägen, wie gerade beschrieben."

Die Experimente mit den schwachen Niederschlägen waren die Tests mit dem Wasser von Cape Cod und Florida, wie in Figur 2 gezeigt. McCrae erwähnte deren paläothermale Bedeutung am Schluss seines Papiers: "Bei der sich langsam aus wässriger Lösung bildenden isotopischen Zusammensetzung des Kalziumkarbonats wurde erkannt, dass sie normalerweise dieselbe ist, wie sie bei der gleichen Temperatur von Organismen gebildet wird."

Wer immer McCraes Standardgleichungen benutzt, um eine $\delta\text{O-18}$ Paläotemperatur zu rekonstruieren, muss die experimentelle Unsicherheit einbeziehen, die in ihnen verborgen ist. Das wird aber immer wieder übersehen. Unten folgt ein Beispiel.

Ein weiterer methodischer Klassiker ist Sang-Tae Kim et al. (2007) "[Oxygen isotope fractionation between synthetic aragonite and water: Influence of temperature and \$\text{Mg}^{2+}\$ concentration](#)"[6]

Kim et al. haben die Beziehung zwischen Temperatur und $\delta\text{O-18}$ -Gehalt in Aragonit gemessen, einer Art von Kalziumkarbonat, das in den Schalen von Mollusken und Korallen enthalten ist (die andere typische Art ist Kalzit). Sie haben die Beziehung T: $\delta\text{O-8}$ bei fünf Temperaturen kalibriert, 0, 5, 10, 25, 40 C und damit den gesamten Temperatur-Bereich an der Meeresoberfläche abgedeckt. Figur 4a zeigt ihre Daten.



Figur 4:

a. Blaue Punkte: Aragonit T:dO-18 Kalibrations-experimentelle Punkte aus Kim et al. 2007;
violette Linie: Beste Kurvenanpassung der Kleinsten Quadrate.

Unten: grüne Punkte: die nicht angepassten Restpunkte, die experimentelle Punktwolke darstellend, 1-sigma = (+/-)0.21.

b. 3-sigma Histogramm der nicht angepassten experimentellen Restpunkte und die 3-Gauss-Kurve (violette Linie).
Die dünnen farbigen Linien mit Punkten sind davon unabhängige Histogramme von vier Daten-Sub-Serien, die zur Gesamtheit gehören.

Das alpha in "ln-alpha" ist der O-18 "Fraktionierungs-Faktor," das Verhältnis der O-18-Verhältnisse. Das klingt kompliziert, aber es ist einfach (der Anteil des O-18 in Karbonat geteilt durch den Anteil des O-18 in Wasser): $\{[(O-18)c / (O-16)c] / [(O-18)w / (O-16)w]\}$, wobei "c" = Karbonat, "w" = Wasser.

Die in Figur 4a angepasste Linie der kleinsten Quadrate ist $1000 \times \ln\alpha = 17.80 \times (1000/T) - 30.84$; $R^2 = 0.99$. Und das ist fast exakt gleich der veröffentlichten Linie, $1000 \times \ln\alpha = 17.88 \times (1000/T) - 31.14$.

Die grünen Punkte unten in Figur 4a sind die nicht passenden Restwerte, sie repräsentieren die Punktwolke. Die Punkte haben eine 1-sigma Standardabweichung = (+/-)0.21, das bedeutet eine experimentelle Unsicherheit von (+/-)1 C.

In Figur 4b ist ein Histogramm der nicht einbezogenen, nicht passenden Restpunktstreuung aus Teil a, weggelassen, wenn über (+/-)3-sigma. Die purpurfarbene Linie ist die des Drei-Gauss-fit aus dem Histogramm, aber mit einem ausgelassenen Punkt bei -0.58,3, weil er den Fit destabilisierte. Auf jeden Fall scheinen die experimentellen Daten von wenigstens drei Arten von Divergenz kontaminiert zu sein, dem liegt wieder ein systematischer Fehler zu Grunde.

Einzelne Daten-Unterserien sind als dünne farbige Linien in Figur 4b dargestellt. Sie verteilen sich alle über wenigstens zwei der drei experimentellen Divergenz-Modi, aber nicht in gleicher Weise. Noch einmal: Das bedeutet, dass jeder Datensatz auf einzigartige Weise durch einen systematischen Messfehler kontaminiert ist.

Kim et al. haben einen kleineren analytischen Fehler bemerkt (+/-)0.13, gleich einer Unsicherheit in der Temperatur $T = (+/-)0.6$ C. Aber ihr gemeldetes (+/-)0.13 ist die analytische Genauigkeit der massenspektrometrischen Bestimmung der O-18-Anteile. Es ist nicht die gesamt-experimentelle Streuung. Die Restpunkt wolke ist eine bessere Unsicherheits-Metrik, weil die Kim et al. - Gleichung eine Darstellung aller experimentellen Daten ist, nicht nur der O-18-Anteile, wie sie vom Massenspektrometer gefunden wurden.

Welcher Forscher auch immer die Kim et al. 2007 dO-18:T-Gleichung zur Rekonstruktion einer Paläo-Temperatur benutzt, muss mindestens (+/-)0.6 C Unsicherheit ins Ergebnis einrechnen, besser (+/-)1 C.

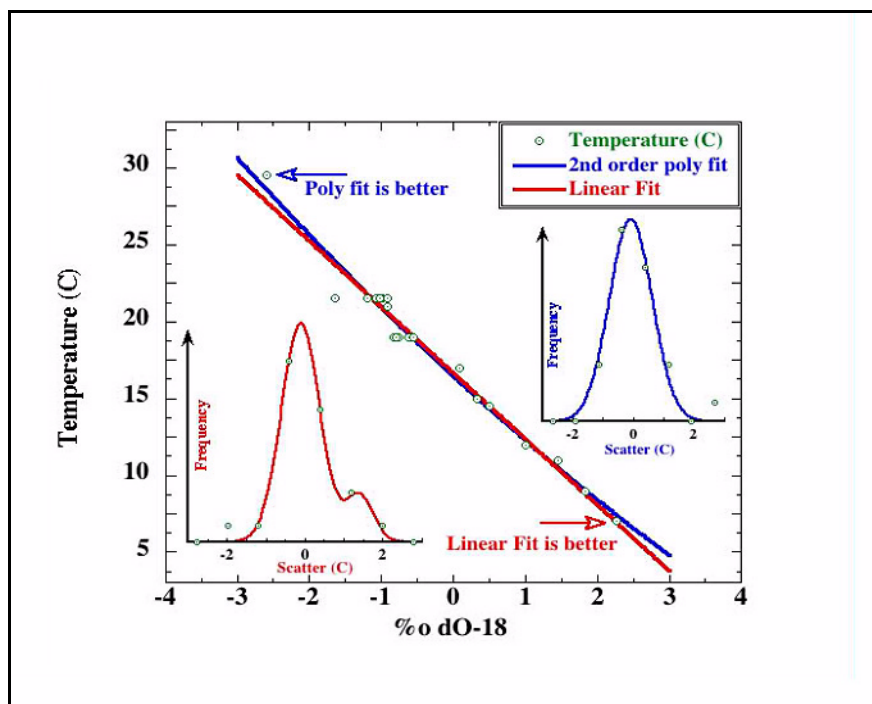
Ich habe ähnliche Analysen der experimentellen Punktwolken in verschiedenen Studien durchgeführt, um die T:O-18-Temperatur-Skala zu kalibrieren. Hier ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse:

| Studie | (+/-)1-sigma | n | syst err? | Ref. |
|----------|--------------|----|-----------|------|
| McCrae | 1.3 C | 15 | Y | [3] |
| O'Neil | 29 C | 11 | ? | [7] |
| Epstein | 0.76 C | 25 | ? | [8] |
| Bemis | 1.7 C | 14 | Y | [9] |
| Kim | 1.0 C | 70 | Y | [6] |
| Li | 2.2 C | 5 | | [10] |
| Friedman | 1.1 C | 6 | | [11] |

O'Neil führte sein Experiment von 0 - 500C durch.

Alle Unsicherheiten in der Zusammenfassung repräsentieren nur die Messpunkt-Streuung, die sich oft wie ein systematischer Fehler ausdrückte. Die 1969er O'Neil'sche Punktstreuung war unbestimmt, das Epstein-Fragezeichen wird nachfolgend besprochen.

Epstein et al. (1953) stellten ihre T:dO-18-Kalibrationsdaten als ein Polynom zweiter Ordnung dar, nicht als eine Gerade der „Kleinsten Quadrate.“ Figur 5 zeigt ihre Daten in der Polynom-Darstellung und zum Vergleich eine Darstellung einer Linie der passenden „Kleinsten Quadrate.“



Figur 5: Epstein 1953er Daten mit einem passenden Polynom zweiter Ordnung ($R^2 = 0.996$; $\sigma_{\text{Rest}} = (\pm)0.76$ C) und mit einer Linie der passenden „Kleinsten Quadrate“ ($R^2 = 0.992$; $\sigma_{\text{residual}} = (\pm)0.80$ C). Innendarstellungen: Histogramme der Punktwolken, die dazu passenden Gauss-Kurven. Oben rechts polynom; links unten, linear.

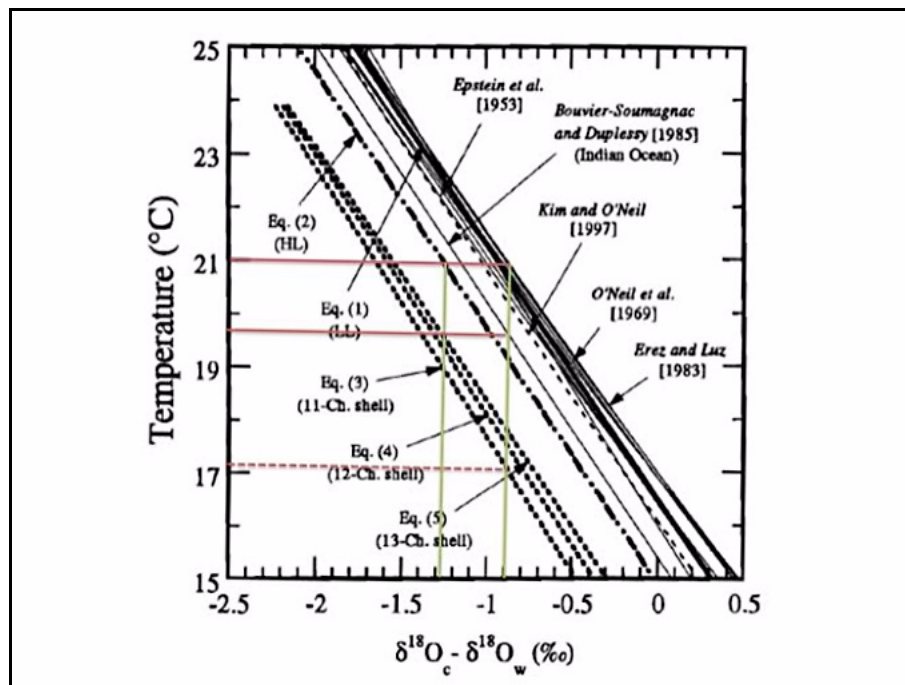
Die Streuung um das Polynom war schön gaussianisch, hatte aber einen >3-sigma Ausreißer bei 2.7 C. Die passende Darstellung der Kleinsten Quadrate war fast genau so schön, und sie setzte den polynomialen 3-sigma Ausreißer innerhalb der 3-sigma Konfidenzgrenze. Das Histogramm der passenden linearen Darstellung der Streuung erforderte zwei Gauss-Kurven, ein nicht passender Punkt blieb bei 2.5-sigma (-2 C).

Epstein hatte keinen guten statistischen Grund für die Wahl einer polynomialen Darstellung anstelle einer linearen, er nannte auch keinen. Die polynomiale Darstellung kam dem oberen Endpunkt der Temperatur bei 30 C näher, die lineare beste passende Darstellung näher an den unteren Endpunkt der Temperatur bei 7 C. Sie war genau so gut, wie die durch die internen Datenpunkte gelegte. Daher könnte die Darstellung in höherem Grad ein Versuch gewesen sein, den Punkt bei 30 C zu retten.

Bevor ich zur Anwendung dieser Lektion komme, möchte ich auf ein Papier hinweisen, welches alle verschiedenen derzeit genutzten dO-18:T Kalibrierungsgleichungen vergleicht: B. E. Bemis, H. J. Spero, J. Bijma und D. W. Lea, [Reevaluation of the oxygen isotopic composition of planktonic foraminifera: Experimental results and revised paleotemperature equations](#). [9]

Das ist ein besonders wertvolles Papier, weil es die früheren Gleichungen zur Modellierung der T:dO18-Beziehungen untersucht.

Figur 6 unten ist die Abbildung der Figur 2 aus Bemis et al. Sie vergleicht verschiedene T:dO-18- Kalibrierungsgleichungen aus verschiedenen Labors. Sie haben ähnliche Steigungen, sind aber verschoben. Das Ergebnis ist, dass eine vorgegebene dO-18 unterschiedliche Temperaturen erzeugt, je nach der gewählten Kalibrierungsgleichung. Die Figur zeigt ein paar wirklich erhellende abfallenden Linien.



Figur 6:

Originalerläuterung: "Vergleich der Temperatur-Vorhersagen anhand von neuen O. Universa und G. Bulloiden Temperatur:dO-18-Beziehungen und veröffentlichte Paläo-Temperatur-Gleichungen. Verschiedene veröffentlichte Gleichungen werden als Referenz benannt. Die in dieser Studie vorgestellten Gleichungen sagen niedrigere Temperaturen voraus als die meisten anderen Gleichungen. Die Temperaturen wurden mit den VSMOW bis VPDB Korrekturen berechnet, die Tabelle 1 für dO-18w Werte aufgelistet sind."

Die grünen Senkrechten zeigen, dass zu einer einzelnen Temperatur dO-18-Werte im Bereich um 0.4 ‰ gehören. Das ist eine etwa 10-40x höhere Genauigkeit als bei einer Massenspektrometer-dO-18-Messung. Zum Anderen zeigen die waagerechten roten Linien, dass eine einzige dO-18-Messung Temperaturen in einem ~1.8 C-Bereich erwartet mit einer Unsicherheit von (+/-)0.9 C bei der Wahl der Standards.

Die 1.8 C schließt die drei Linien aus, die mit 11-Ch, 12-Ch, 13-Ch bezeichnet sind. Diese beziehen sich auf G. Bulloiden mit Schalen von 11-, 12-, 13-Kammern. Wenn man die einbezieht, beträgt die Temperaturspreizung bei einem einzelnen dO-18 ~3.7 C (gestrichelte rote Linie).

Bei den G. Bulloides nimmt die Anzahl der Kammern in den Schalen mit dem Alter zu. Das spezifische Gewicht steigt mit der Anzahl der Kammern und führt zum Absinken der G. Bulloiden in tieferes Wasser. Spätere Kammern werden von anderem Wasser durchspült als die früheren und sie bauen die O-18-Verhältnisse aus der Tiefe ein. Drei unterschiedliche Linien zeigen, dass die vertikale Veränderung im dO-18 signifikant ist und das führt zu einer falschen Spreizung in T von ungefähr 0.5 C.

Bemis et al. sagen dazu auf S. 150, "Obgleich die meisten dieser Temperatur-d18O-Beziehungen ähnlich zu sein scheinen, können Temperatur-Rekonstruktionen sich um mehr als 2 C unterscheiden, wenn die Umwelttemperatur sich zwischen 15 - 25 C ändert."

Diese "2 C" verweisen auf einen größeren Betrag eines systematischen Fehlers, der als Variationen in den verschiedenen Temperatur-Rekonstruktions-Gleichungen erscheint. Dieser Fehler muss als Teil der berichteten Unsicherheit eingerechnet werden, wo auch immer **eine** dieser Standardlinien benutzt wird, um eine Paläotemperatur zu bestimmen.

Einige Variationen in den Standardlinien sind auch auf Störfaktoren zurückzuführen, wie z. B. auf den Salzgehalt und die Aktivität von photosynthetischen Foraminiferal-Symbionten.

Bemis et al. diskutieren dieses Problem auf Seite 152: "Nicht im Gleichgewicht befindliche d18O-Werte in Plankton-Foraminifera sind noch nicht ausreichend erklärt worden. Kürzliche Labor-Experimente mit lebenden Foraminifera haben gezeigt, dass die photosynthetische Aktivität von Algen-Symbionten und die Karbonat-Ionen-Konzentration ([CO₃²⁻]) von Meerwasser auch die d18O-Werte der Schalen beeinflusst. In diesen Fällen führt eine Zunahme bei der symbiontischen photosynthetischen Aktivität oder [CO₃²⁻] zu einer Abnahmen der d18O-Werte der Schalen. Unter den gegebenen inkonsistenten Meeresoberflächen-Rekonstruktionen, die mit den verfügbaren Paläotemperatur-Gleichungen gewonnen werden, und den kürzlich entdeckten Parametern, die die d18O-Schalenwerte steuern, ergibt sich ein klare Notwendigkeit, die Temperatur:d18O - Beziehungen für die Plankton-Foraminifera zu überprüfen."

Bemis et al. sind in ihrem Papier durchgängig nachdenklich und bescheiden. Sie haben die Literatur ehrlich und aufrichtig gesichtet. Sie diskutieren die Stärken und Schwächen auf dem Forschungsgebiet und beschreiben, wo noch Arbeit nötig ist. Mit anderen Worten: sie betreiben ehrbare Wissenschaft. Der Kontrast könnte nicht stärker sein zwischen ihrem Ansatz und dem Durcheinander des Millionen-Dollar schweren und statistischem Hin-und-Her, der in der Klimawandel-bezogenen Paläothermometrie herrscht.

Wenn die inner-methodische (+/-)0.9 C-Spreizung der Standard T:dO-18-Gleichungen mittels der Quadratwurzel aus der Summe der Fehlerquadrate [*root mean squares „rms“ = Wurzel aus den Quadraten der Durchschnitte*] zum (+/-)1.34 C durchschnittlichen Messfehler aus der Übersichtstabelle aufaddiert wird, ist die zusammengefasste 1-sigma Unsicherheit in einer dO-18-Temperatur = (+/-)Wurzel(1.34²+0.9²) = (+/-)1.6 C. Darin sind keine weiteren unsichtbaren Umweltstöreffekte enthalten, die ein Paläo-O18-Verhältnis verfälschen könnten, wie z. B. Verschiebungen des Monsuns, des Salzgehaltes oder aufsteigender Meeresströmungen.

Die (+/-)1.6C-unsicherheit ist bereits 2x größer als die gegenwärtig akzeptierten 0.8C bei der Erwärmung des 20.Jh. T:dO-18-Poxies können daher in keinem Falle zur Beantwortung der Frage herangezogen werden, ob der jüngste Klimawandel in historischer oder paläontologischer Sicht ungewöhnlich ist.

Jetzt schauen wir uns Keigwins zu Recht berühmte Sargasso-See dO-18-Proxytemperatur-Rekonstruktion (1996) an: ["The Little Ice Age and Medieval Warm Period in the Sargasso Sea."](#) [12] Die rekonstruierte Sargasso-See-Paläotemperatur beruht auf G.Ruber-Kalzit. G.Ruber hat photosynthetische Symbionten, welche die T:dO-18-Artifakte

erzeugen, die von Bemis et al. erwähnt wurden. Keigwin ist ein guter Wissenschaftler, und er versuchte, dies zu berücksichtigen, indem er eine durchschnittliche G. Ruber – Korrektur anbrachte. Aber die Korrektur einer durchschnittlichen Verfälschung gelingt nur, wenn die Fehler-Einhüllende zufällig um eine konstante Ablage herum liegt. Wenn man die durchschnittliche Verfälschung eines systematischen Fehlers entfernt, reduziert das nicht die Spreizung der Unsicherheit, und das kann sogar den Gesamtfehler erhöhen, wenn die systematische Verfälschung im Datensatz von der durchschnittlichen Verfälschung abweicht. Keigwin nahm auch einen durchschnittlichen Salzgehalt von 36.5‰ an. Das kann stimmen, muss aber nicht.

Wichtiger noch, in der Rekonstruktion erscheinen keine Fehlerbalken. Keigwin berichtete von Änderungen bei der Paläotemperatur von 1 C oder 1.5 C, wobei er eine Temperaturauflösung mit kleineren Fehlern als diese Werte annahm.

Keigwin benutzte die T:dO-18-Gleichung, wie sie von Shackleton 1974 [13] publiziert worden war, um seine Sargasso-G. Ruber- dO-18-Messungen in Paläotemperaturen umzusetzen. Leider hat Shackleton seine Gleichung im International Colloquium Journal des französischen C.N.R.S. publiziert, weder ich noch ein französischer Helfer (thank-you Elodie) konnten sich dieses Papier verschaffen. Ohne das Papier kann man die Messpunkt Wolke nicht auswerten.

Shackleton hat aber 1965 ein Papier veröffentlicht, in dem er seine Methode darlegte, um mit hoher Genauigkeit dO-18 Messungen zu erhalten [14]. Was Shackleton als „high precision“ scatter (sehr genaue Streuung) nannte, müsste sein „minimum scatter“ (Minimumstreuung) aus seiner T:dO-18-Gleichung aus dem 1974er Papier sein.

Shackleton führte 1965 fünf wiederholte Messungen des dO-18 in fünf verschiedenen Stichproben aus einem einzigen Stück italienischen Marmors durch (Marmor ist Kalziumkarbonat). Hier ist seine Ergebnistabelle:

| | | | | | | | |
|--------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------------|---------------|
| Reaktion No. | _1_ | _2_ | _3_ | _4_ | _5_ | Durchschnitt | Std.abweichg. |
| dO-18 value | _4.1_ | _4.45_ | _4.35_ | _4.2_ | _4.2_ | 4.26% | 0.12‰. |

Shackleton meldete irrtümlicherweise die Durchschnittsquadratwurzel der Punktstreuung anstatt der Standardabweichung.

Kaum erwähnenswert: das wirkliche 1-Sigma beträgt (+/-)0.14‰; es weicht kaum davon ab.

In Shackletons Worten von 1965: „Der Hauptgrund für die Diskrepanz zwischen den aufeinanderfolgenden Messungen liegt in der Schwierigkeit, das Gas herzustellen und damit umzugehen.“ Das heißt, die Messungsstreuung ist eine Folge der unvermeidlichen systematischen Laborfehler, wie oben erwähnt.

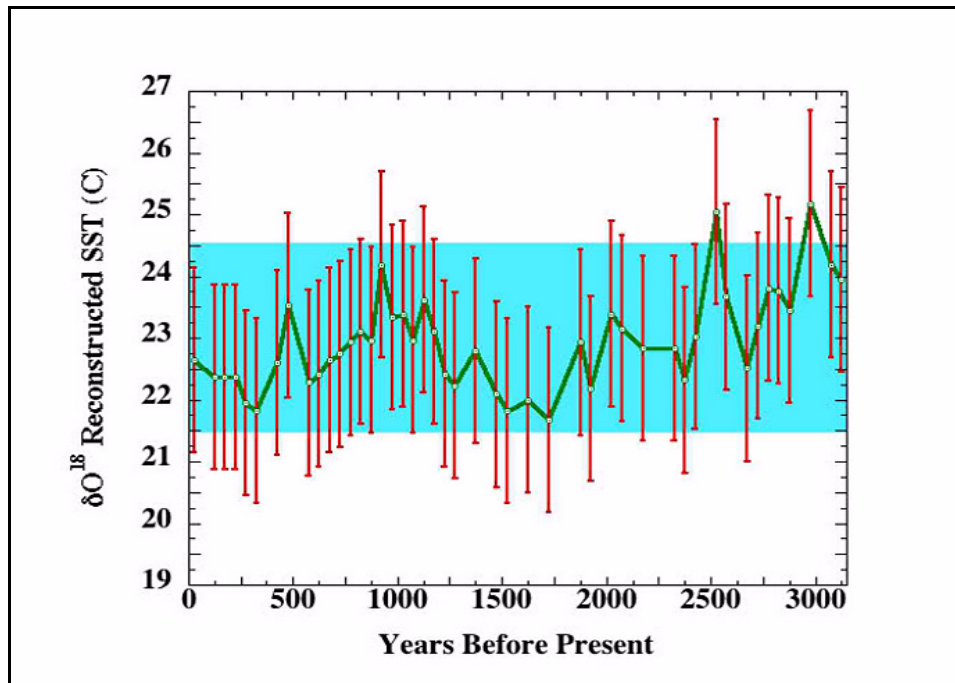
Shackletons 1974er Standard-T:dO-18-Gleichung steht in Barrera et al. [15], auch die $T = 16.9 - 4.38(dO-18) + 0.10(dO-18)^2$. Wenn man Shackletons genaue 1-sigma=0.14‰ in seine Gleichung einbringt, entsteht eine geschätzte minimale Unsicherheit von (+/-)0.61 C in jeder dO-18-Temperatur, die mit Shackletons T:dO-18- Gleichung ermittelt wird.

Auf der ftp-Seite im Web, wo Keigwins Daten stehen, kann man lesen: „Datengenauigkeit: ~1 Prozent für Karbonat; ~0.1 Promille für d18-O.“ Keigwins unabhängige dO-18 Messungen waren also um (+/-)0.1‰ in Ordnung.

Die Unsicherheit bei der Temperatur, die durch Keigwins (+/-)0.1‰ Spreizung beim gemessenen dO-18 dargestellt ist, gleicht den (+/-)0.44 C in Shackletons Gleichung.

Die gesamte Messunsicherheit in Keigwins dO-18 Proxy-Temperatur ist die Quadratsumme der Unsicherheit in Shackletons Gleichung plus der Unsicherheit in Keigwins eigenen dO-18 Messungen. Das heißt: $(+/-)\sqrt{(0.61)^2 + (0.44)^2} = (+/-)0.75$ C. Das stellt den Messfehler dar und ist das 1-sigma Fehlerminimum.

Jetzt sehen wir etwas ganz Neues: eine Proxy-Paläotemperatur-Zeitreihe mit echten, wirklich physikalisch echten Ebene-2-sigma systematischen Fehlerbalken mit 95% Vertrauen. Hier ist sie:



Figur 7: Keigwins Sargasso-See dO-18-Proxy-Paläo-Temperatur-Zeitreihe [12].

Sie zeigt 2-sigma systematische Messfehlerbalken.

Das blaue Rechteck ist das 95% Konfidenzintervall, zentriert auf die mittlere Temperatur von 23.0 C.

Machen wir uns klar, was Keigwin hier geleistet hat. Er rekonstruierte 3175 Jahre nominaler Meeresoberflächentemperaturen aus den dO-18 der Sargasso-See mit einer Genauigkeit von (+/-) 1.5 C und einem Vertrauensniveau von 95%. Das bedeutet eine Unsicherheit von 6.5% im Mittel, ein sehr gutes Ergebnis! Ich habe schwer im Labor arbeiten müssen, um bei spektroskopischen Titrationsen dieses Niveau an Genauigkeit zu erreichen. Hut ab vor Keigwin!

Aber klar muss sein, dass Veränderungen der Meeresoberflächentemperatur nur bis in eine Größenordnung von 1-1.5 C aufgelöst werden können. Also kann nur soviel gesagt werden: Die Meeresoberflächentemperaturen in der Sargasso-See konnten vor 3000 Jahren höher gewesen sein als heute.

Wenn wir den Unsicherheitsfaktor wegen der (+/-)0.9 C-Variation aus all den T:dO-18-Standardgleichungen einrechnen (Figur 6), weitet sich das 95%-Sargasso-See-Konfidenzintervall auf (+/-)2.75 C aus.

Es ist: (+/-)2.75 C = (Unsicherheit bei experimentellen d-O18 Messungen) + (Unsicherheit in jeder gegebenen Standard-T:dO-18-Gleichung) + (methodische Unsicherheit aus allen T:dO-18 Gleichungen).

Daher sind die (+/-)2.75 C wahrscheinlich eine gute Schätzung des methodischen 95% Konfidenzintervalls bei allen Bestimmungen einer dO-18-Paläotemperatur. Bei jeder dO-18-Rekonstruktion der Paläotemperaturen wirken noch Stör-Artefakte aus Paläo-Variationen ein: im Salzgehalt, durch Photosynthese, durch hochsteigendes und von Meteoriteneinschlägen verändertes Wasser. Weitere unsichtbare Fehler sind vielleicht von gleicher Größenordnung.

Es stimmt: die "T:dO18-Beziehung" beruht auf solider Physik. Was aber **nicht stimmt** ist, dass diese Beziehung ein verlässlicher Proxy für hoch aufgelöste Paläotemperaturen wäre.

Teil II: Pseudo-Wissenschaft: Statistische Thermometrie

Nun zu den veröffentlichten typischen Proxy-Paläotemperatur-Rekonstruktionen. Ich habe mich mit einem repräsentativen Satz von acht hochrenommierten Studien beschäftigt und wissenschaftliche Belege gesucht. Mit Belegen meine ich, ob die Studien sich auf die Theoretische Physik berufen.

Kurzfassung: keine davon kann im Sinne der Theoretischen Physik Gültigkeit beanspruchen. Keine davon zeigt eine Temperatur.

Bevor ich weitermache, ist ein Wort zu „Korrelation und Verursachung“ fällig. Michael Tobis [hat darüber geschrieben](#), „Wenn zwei Signale korreliert sind, dann enthält jedes Signal Information über das andere. Mehr zu behaupten ist einfach nur dumm.“

Davon gibt es eine Menge in der Proxythermometrie. Eine Klarstellung ist Pflicht. John Aldrich beschrieb in einem schönen Papier [16] die Schlacht zwischen Karl Pearson und G. Udny Yule wegen: „Korrelation deutet auf Verursachung hin.“ Pearson glaubte das, Yule nicht.

Auf Seite 373 macht Aldrich eine sehr bedeutende Unterscheidung: „Statistische Folgerungen sind Folgerungen aus Stichproben auf die Gesamtbevölkerung. Wissenschaftliche Folgerungen zielen auf Erkenntnisse über die Bevölkerung im Sinne einer theoretischen Struktur.“

Im Klartext: Statistik beschäftigt sich mit Beziehungen zwischen Zahlen. Wissenschaft beschäftigt sich mit Schlussfolgerungen aus falsifizierbaren Theorien.

Wir werden sehen, dass die unten erwähnten Proxy-Studien unzulässigerweise beide Kategorien vermischen. Sie konvertieren richtige Statistik in falsche Wissenschaft.

Um diesen Punkt noch zuzuspitzen, [verweise ich](#) auf einige schöne Beispiele von falschen Korrelationen. Und [hier](#) sind die Gewinner des Wettbewerbs von 1998 an der Purdue University wegen falscher Korrelationen: Dabei waren [so abwegige] Korrelationen wie die zwischen dem Absatz von Speiseeis und Ertrunkenen, zwischen Ministergehältern und dem Wodka-Preis. Pace Michael Tobis sagte dazu, dass jede der Korrelationen „Signale“ korrelierte, die **offensichtlich** Informationen über den dazu in Beziehung gesetzten Sachverhalt enthielten. Mit meiner Ironie hoffe ich, das Thema abschließend behandelt zu haben.

Diaz und Osuna [17] weisen auf den Unterschied „zwischen Alchemie und Wissenschaft hin ... , der darin besteht, dass (1) streng getestete Modelle spezifiziert sind, die (2) hinreichend die verfügbaren Daten beschreiben, (3) überlieferte Erkenntnisse berücksichtigen und (4) **von wohlbegründeten Theorien abgeleitet sind**.“ (Hervorhebung durch mich)

Eine verursachende Bedeutung in einer Korrelation kann nur im deduktiven Kontext einer falsifizierbaren Theorie erkannt werden, die die Korrelation erwartet. Statistik (induktives Schlussfolgern) kann **niemals** alleine eine Verursachung offen legen.

Für die Klimawandel-Paläo-Proxythermometrie wird gezeigt werden, dass die Diaz und Osuna Elemente 1, 3, 4 für wahre Wissenschaft fehlen. Das macht sie zur Alchemie, auch als Pseudo-Wissenschaft bekannt.

Also zunächst zur Klimawandel Paläo-Proxythermometrie:

1. Thomas J. Crowley und Thomas S. Lowery (2000)

[“How Warm Was the Medieval Warm Period?”](#) [18]

Fünfzehn Zeitreihen werden benutzt: drei dO-18 (Keigwins Sargasso-See Proxy, GISP 2, und die Dunde Eiskappen-Zeitreihe), acht Baumring-Zeitreihen, die Zeitreihe der Temperatur von Mittelengland (CET), eine Temperatur-Zeitreihe von Island (IT) und zwei Proxys mit Pflanzenwachstum (China Phänologie und Michigan Pollen).

Alle fünfzehn Reihen sind zwischen 0 und 1 skaliert und dann gemittelt. Es besteht eine völlige Vernachlässigung der Erklärung der fünf physikalisch gültigen Reihen. (3 x dO18, IT und CET). Alle sind auf die gleiche physikalisch bedeutungslose Begrenzung einer Einheit skaliert.

Man bedenke, was das heißt: Crowley und Lowry haben fünf physikalisch bedeutungsvolle Reihen ausgewählt und dann die Physik nicht betrachtet. Nur dadurch konnten die Reihen für die Verwendung in der Klimawandel- Proxythermometrie geeignet gemacht werden.

Es gibt keine physikalische Theorie, um Baumringmessungen in Temperaturen umzusetzen. Angesichts der Nicht-Existenz einer derartigen Theorie bleiben jegliche exakten Beziehungen völlig im Dunkeln.

Wie aber haben Crowley und Lowry ihre auf Einheiten skalierten Proxy-Mittelwerte in Temperaturen konvertiert? Nun denn: "Die beiden Gesamtheiten wurden so skaliert, damit sie mit den Temperaturmessdaten der Nordhalbkugel von Jones et al. übereinstimmten ..." So einfach ist das.

Kurz gesagt, die fünfzehn Reihen wurden numerisch auf eine gemeinsame Skala adjustiert, gemittelt und größtmäßig an die gemessenen Temperaturen angepasst. Schließlich geben Crowley und Lowry noch eine Auflösung von $(\pm)0.05$ C für ihre Temperaturen an. Messunsicherheiten bei den physikalisch wahren Zeitreihen wurden im Schlussergebnis ignoriert. So sieht Wissenschaftlichkeit in der Klimawandel-Proxythermometrie aus.

- Abstützung auf eine physikalische Theorie?: Nein
- Rein statistische Ableitung: Ja
- Physikalischer Inhalt: Keiner.
- Physikalische Gültigkeit: Keine.
- Bedeutung des Schlussergebnisses für die Temperatur: keine.

2. Timothy J. Osborn und Keith R. Briffa (2006)

[„The Spatial Extent of 20th-Century Warmth in the Context of the Past 1200 Years.“](#) [19]

Vierzehn Proxys – elf davon Baumringe, einer dO-18-Eisbohrkern (West-Grönland) – geteilt durch ihre jeweilige Standardabweichung, um eine einheitliche Größenordnung zu erzeugen. Dann werden sie auf die Instrumentenmessdaten skaliert. Die physikalische Erklärung des dO-18 - Eisbohrkerns ist nicht betrachtet und dessen experimentelle Unsicherheit wird nicht beachtet.

Interessanterweise zeigte der zusammengesetzte Proxy zwischen 1975 und 2000 gegenüber den Instrumentenmessdaten eine Abnahme. Osborn und Briffa verheimlichten die Abnahme nicht, das muss ihnen hoch angerechnet werden. Sie schrieben aber, dass diese Nicht-Bestätigung eine, "Folge des zu erwartenden Rauschens in den Proxy-Aufzeichnungen wäre."

Ich habe das "Rauschen" abgeschätzt, indem ich die Verfälschung in Bezug auf die Temperatureaufzeichnung verglich, sie beträgt etwa 0.5 C. Es ist auf der grafischen Darstellung von Osborn und Briffa nicht als Unsicherheit dargestellt. Tatsächlich haben beide künstlich die Mittelwerte der Proxy-Reihen von 1856-1995 mit den Oberflächen-Temperatur-Messdaten vermischt, um den Proxy wie eine Temperatur aussehen zu lassen. Die 0,5 C „Rausch“-Abweichung ist unterdrückt und sieht sehr viel kleiner aus, als sie tatsächlich ist. Wären die tatsächlichen 0.5 C "Rausch"-Fehlerbalken auf die Temperaturkurve ihrer abschließenden Grafik skaliert worden, wäre der ganze Versuch auf theatralische Weise geplatzt, abgesehen davon, dass das nichts mit Wissenschaft zu tun hat.

- Abstützung auf eine physikalische Theorie?: Nein
- Rein statistische Ableitung?: Ja
- Physikalische Unsicherheit in T: keine.
- Physikalischer Wert: keiner.
- Bedeutung des Schlussergebnisses für die Temperatur: keine.

3. Michael E. Mann, Zhihua Zhang, Malcolm K. Hughes, Raymond S. Bradley, Sonya K. Miller, Scott Rutherford, und Fenbiao Ni (2008) "[Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia.](#)" [20]

Eine große Anzahl von Proxys vielfacher unterschiedlicher Längen und Herkunft. Darin: Eisbohrkerne, Speleothem, dO-18 von Korallen. Die Daten sind aber von den Baumringzeitreihen beherrscht. Mann & Co. korrelieren die Reihen statistisch mit lokaler Temperatur während einer "Kalibrationsperiode," passen sie auf eine gleiche Standardabweichung an, skalieren sie auf die Messdaten und veröffentlichen das Zusammengemischte mit einer Auflösung von 0.1 C (Figur 3). Auch ihre Methode betrachtet nicht die physikalische Erklärung der dO-18-Proxys verwirft sie.

- Abstützung auf eine physikalische Theorie?: Nein
- Rein statistische Ableitung?: Ja!
- Physikalische Unsicherheit bei der Temperatur dargestellt: keine.
- Physikalischer Wert: keiner.
- Bedeutung des Schlussergebnisses für die Temperatur: keine.

4. Rosanne D'Arrigo, Rob Wilson, Gordon Jacoby (2006)

["On the long-term context for late twentieth century warming."](#) [21]

Drei Baumring-Zeitreihen von 66 Standorten, die Varianz adjustiert, auf die Instrumenten-Messdaten skaliert und mit einer Auflösung von 0.2 C veröffentlicht (Figur 5 C).

- Abstützung auf ein physikalische Theorie: Nein
- Rein statistische Ableitung?: Ja
- Physikalisch gültige Temperatur-Unsicherheiten: keine
- Physikalische Deutung der Unterteilungen in 0.2 C: keine.
- Physikalische Erklärung der Baumringtemperaturen: keine zu sehen.
- Bedeutung des Schlussergebnisses für die Temperatur: keine.

5. Anders Moberg, Dmitry M. Sonechkin, Karin Holmgren, Nina M. Datsenko und Wibjörn Karlén (2005)

["Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data."](#) [22]

Achtzehn Proxys: Zwei d-O18-Meeresoberflächen-Temperaturen (Sargasso und Karibik-Foraminifera-d-O18, ein Stalagmiten-d-O18 (Soylegrotta, Norway), sieben Baumring-Zeitreihen. Dazu weitere Zusammenmischungen.

Die Proxys sind mit einer aufregend neuen Wellen-Transformations-Methode behandelt (noch verbesserungsbedürftig), kombiniert, Varianz-adjustiert, stark auf die Messdaten während der Kalibrierungsperiode skaliert, mit einer Auflösung von 0.2 C veröffentlicht (Figur 2 D). Die Autoren folgten der Standardpraxis des Entferns und Verwerfens der physikalischen Bedeutung der dO-18-Proxies.

- Abstützung auf eine physikalische Theorie?: Nein
- Rein statistische Ableitung?: Ja
- Physikalische Unsicherheiten aus den dO18 Proxys in die Schlusszusammenstellung propagiert? Nein.
- Physikalische Erklärung der Unterteilungen in 0.2 C: Keine.
- Bedeutung des Schlussergebnisses für die Temperatur: keine.

6. B.H. Luckman, K.R. Briffa, P.D. Jones und F.H. Schweingruber (1997)

["Tree-ring based reconstruction of summer temperatures at the Columbia Icefield, Alberta, Canada, AD 1073-1983."](#) [23]

Dreiundsechzig regionale Baumring-Zeitreihen, dazu 38 Reihen von fossilem Holz; Einsatz der standardmäßigen statistischen (nicht physikalischen) Kalibrations-Verifikationsfunktion für die Konversion von Baumringen in Temperatur, Überlagerung der Zusammenstellung mit den 1961-1990er Mittelwerten der Messdatenreihe, Veröffentlichung des Ergebnisses mit 0.5 C Auflösung (Figur 8). Im Text werden Anomalien angesprochen bis zu einer (+/-)0.01 C Auflösung (z. B. Tables 3 & 4), die mittleren Anomalien mit (+/-)0.001 C. Diese letztere behauptete Genauigkeit ist 10x höher als die typische Einstufung eines zwei-Punkte kalibrierten Platin-Widerstands-Thermometers unter dem Schutz angestrebter moderner kontrollierter Laborbedingungen.

- Physikalische Theorie bei der Erklärung herangezogen?: Nein
- Rein statistische Ableitung?: Ja
- Physikalische Erklärung der Proxys: Keine.
- Bedeutung der Schluss-Zusammenstellung für die Temperatur: Keine.

7. Michael E. Mann, Scott Rutherford, Eugene Wahl, and Caspar Ammann (2005)

["Testing the Fidelity of Methods Used in Proxy-Based Reconstructions of Past Climate."](#) [24]

Diese Studie ist teilweise ein methodischer Überblick über die Wege zur Erzeugung einer Proxy-Paläo-Temperatur, wie von den das Fachgebiet beherrschenden Forschern empfohlen:

Methode 1: "Die composite-plus-scale (CPS) Methode. Sie besteht aus "einem Dutzend Proxy-Reihen, wobei von jeder **angenommen wird**, dass sie eine lineare Kombination von lokalen Temperaturänderungen und zusätzlichem Rauschen darstellt, die zusammengefasst (typischerweise mit dekadischer Auflösung;...) und skaliert werden gegen hemisphärische gemittelte Temperatur-Messdaten-Reihen während eines darüber gelegten „Kalibrierungs-“ Intervalls, um eine hemisphärische Rekonstruktion zu bilden. (Hervorhebung von mir)

Methode 2, Climate Field Reconstruction (CFR): "Unsere Umsetzung des CFR Ansatzes benutzt die „regularized expectation maximization (RegEM)“-Methode (Regulierte Erwartungsmaximierung) von Schneider (2001), die für CFR in vielen jüngeren Studien angewandt wird. **Die Methode gleicht den auf der „principal component analysis (PCA)“** beruhenden Ansätzen, sie setzt aber eine iterative Schätzung der Daten-Ko-Varianzen ein, um die verfügbare Information besser ausnutzen zu können. Wie schon bei Rutherford et al. (2005) haben wir getestet: (i) die direkte Anwendung der RegEM, (ii) einen Ansatz der "hybrid frequency-domain calibration", der unterschiedliche Kalibrierungen von Komponenten mit Perioden von hoher Zeitfrequenz (Periode kürzer als 20 Jahre) und solchen mit niedriger Zeitfrequenz (Periode länger als 20 Jahre) der jährlichen Mittelwerte, die anschließend zusammengesetzt werden, um eine einzige Rekonstruktion zu bilden, (iii) eine "schrittweise" Version der RegEM, wobei die Rekonstruktion selbst stärker benutzt wird, um die älteren Segmente nacheinander zu kalibrieren." (Hervorhebung von mir)

Zur Wiederholung des Offensichtlichen:

CPS: wird als repräsentativ für die Temperatur angenommen; statistische Skalierung auf die Messdatenreihe; Methodische Korrelation = Verursachung. Physikalischer Wert: keiner. Wissenschaftlicher Gehalt: keiner.

CFR: Principal component analysis (PCA): eine numerische Methode unter Vernachlässigung intrinsischer physikalischer Deutungen. Die Hauptkomponenten sind numerisch, nicht physikalisch, orthogonal. Numerische „Principal Components“ sind typischerweise Zusammenstellungen multipler aufgelöster (d.h., partieller) physikalischer Signale von unbekannter Größenordnung. Sie haben keine besondere physikalische Bedeutung. Eine quantitative physikalische Bedeutung kann den Principal Components nicht dadurch beigemessen werden, dass auf subjektive Urteile einer 'Temperatur-Abhängigkeit' verwiesen wird.

Was bedeutet die Skalierung der Principal Components in die Temperatur-Zeitreihen?
Korrelation ist Verursachung!

'Korrelation = Verursachung' ist möglicherweise **der häufigste naive Fehler** in der Wissenschaft. Mann et al. machen ihn ganz unverblümt, ohne dabei rot zu werden. Dieser Fehler ist der Stützpfeiler im gesamten Feld der Baumring-Proxy-Thermometrie.

- Wissenschaftlicher Gehalt der Mann-Rutherford-Wahl-Ammann Proxy-Methode: null.

Zum Schluss noch etwas Lobenswertes:

8. Rob Wilson, Alexander Tudhope, Philip Brohan, Keith Briffa, Timothy Osborn, und Simon Tet (2006), [„Two-hundred-fifty years of reconstructed and modeled tropical temperatures.”](#)[25]

Wilson et al. rekonstruierten 250 Jahre Meeresoberflächen-Temperaturen, indem sie nur Reihen von Korallen benutzten, auch dO-18, [Strontium/Kalzium-, Uran/Kalzium-, Barium/Kalzium-Verhältnisse](#). [Die letzteren drei](#) habe ich nicht eingehend überprüft, aber die Betrachtung ihrer Punktstreuungen allein deutet schon darauf hin, dass keines davon genauere Temperaturen hergibt als dO-18. Dennoch, alle Temperatur-Proxies bei Wilson et al. haben echte physikalische Bedeutung. Was wäre das für eine großartige Gelegenheit gewesen, die Methode zu überprüfen, die Auswirkungen des Salzgehalts und biologischer Ungleichgewichte zu diskutieren, und wie das zu berücksichtigen ist. Zusätzlich könnten andere zentrale Elemente stabiler Meeres-Isotopen-Temperaturen erforscht werden.

Was aber machten diese Forscher? Sie fingen mit etwa 60 Proxy-Reihen an, warfen dann alle hinaus, die nicht mit den lokalen Gitternetz-Temperaturen korrelierten. Sechzehn Proxys verblieben, 15 davon waren dO-18. Warum korrelierten die anderen Proxys nicht mit der Temperatur? Rob Wilson & Co. schwiegen sich aus. Nachdem sie zwei weitere Proxys verworfen hatten, um das Problem des Ausfilterns hoher Frequenzen zu vermeiden, blieben ihnen noch 14 Korallen- Meeresoberflächen-Temperatur-Proxys.

Danach setzten sie standardmäßige statistische Berechnungen an: teile durch die Standardabweichung, mittlere die Proxys alle zusammen (Einsatz der "nesting procedure" zum Angleichen unterschiedlicher Proxy-Längen), und skaliere dann auf die Messdatenreihe hoch.

Das Lobenswerte bei der Erwähnung dieser Forscher beruht auf der Tatsache, dass sie nur und allein physikalisch echte Proxys benutzten, leider dann aber die physikalische Bedeutung von allen verwarfen.

Damit sind sie besser als die anderen sieben Beispiel-Vertreter, die Proxys ohne jegliche physikalische Bedeutung einbezogen.

Trotzdem:

- Physikalische Theorie bei der Erklärung herangezogen?: Nein
- Rein statistische Ableitung?: Ja
- Einsatz einer physikalisch gültigen Methode: Nein.
- Physikalische Erklärung der Proxys: existierte, wurde berücksichtigt, dann aber verworfen.
- Bedeutung der Schluss-Zusammenstellung für die Temperatur: Keine.

Gesamtbeurteilung: Die weithin praktizierte Klimawandel-Paläo-Proxythermometrie besteht aus Zusammenstellungen, die allein auf rein statistischen Ableitungen beruhen und auf numerischen Skalierungen. Sie haben nicht nur keinen wissenschaftlichen Wert, schon die Methodik spricht deutlich gegen den wissenschaftlichen Gehalt.

Statistische Methoden: 100%.

Physikalische Methoden: nahezu keine (ausgenommen stabile Isotopen, aber deren physikalische Erklärung wird permanent bei den zusammengesetzten Paläoproxies nicht zur Kenntnis genommen).

Bedeutung der numerisch skalierten Zusammenstellungen für die Temperatur: null.

Die sieben Studien sind typische Vertreter und sie sind repräsentativ für das gesamte Gebiet der Klimawandel-Paläo-Proxythermometrie. Was da wissenschaftlich praktiziert wird, ist wissenschaftlicher Betrug. Es ist Pseudo-Wissenschaft durch und durch.

Studien über stabile Isotopen sind aber echte Wissenschaft. Dieses Feld köchelt so dahin und die darin tätigen Wissenschaftler konzentrieren sich richtig auf das Detail. Ich nehme sie ausdrücklich von meiner generellen Verurteilung der Klimawandel-Paläo-Proxythermometrie aus.

In den nachfolgend genannten Arbeiten habe ich bereits die Glaubwürdigkeit der drei Richtungen der Klimawandel-Wissenschaft überprüft: Klima-Modelle (GCMs) [hier](#) (Berechnungen [hier](#)), den Datenbestand der Oberflächen-Lufttemperaturdaten [hier](#) (alles als pdf-downloads), und mit diesem Beitrag nun die Proxy-Paläo-Temperatur-Rekonstruktionen.

In allen Forschungsrichtungen werden die systematischen Fehler außer acht gelassen. Diese Vernachlässigung der systematischen Fehler zeigt, dass keine der Methoden - wirklich keine einzige – in der Lage ist, die Temperaturveränderungen der letzten 150 Jahre zu behandeln oder gar zu erklären.

Immerhin, die pandemische Ausbreitung dieser Vernachlässigung ist der zentrale Mechanismus für das Überleben des Klimawandel-Alarmismus. Das geht nun schon seit mindestens 15 Jahren so, bei den Klimamodellen seit 24 Jahren. Unterstellt man Integrität, dann muss man aber erkennen, dass die Wissenschaftler, ihre Fachgutachter und ihre Redakteure alle zusammen inkompetent sind.

Schlussfolgerung: Bei Behauptungen über Etwas-Noch-Nie-Dagewesenes bei den jüngeren globalen Lufttemperaturen weiß niemand, wovon überhaupt gesprochen wird.

Ich bin sicher, dass es Menschen gibt, die meine Schlussfolgerung angreifen werden. Sie werden gebeten, hier her zu kommen und ihre Einwände vorzutragen.

Das Original erschien hier:

<http://wattsupwiththat.com/2012/04/03/proxy-science-and-proxy-pseudo-science/>

Referenzen:

1. Mann, M.E., R.S. Bradley, and M.S. Hughes, Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature*, 1998. 392(p. 779-787.
2. Dansgaard, W., Stable isotopes in precipitation. *Tellus*, 1964. 16(4): p. 436-468.
3. McCrea, J.M., On the Isotopic Chemistry of Carbonates and a Paleotemperature Scale. *J. Chem. Phys.*, 1950. 18(6): p. 849-857.
4. Urey, H.C., The thermodynamic properties of isotopic substances. *J. Chem. Soc.*, 1947: p. 562-581.
5. Brand, W.A., High precision Isotope Ratio Monitoring Techniques in Mass Spectrometry. *J. Mass. Spectrosc.*, 1996. 31(3): p. 225-235.
6. Kim, S.-T., et al., Oxygen isotope fractionation between synthetic aragonite and water: Influence of temperature and Mg^{2+} concentration. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2007. 71(19): p. 4704-4715.
7. O'Neil, J.R., R.N. Clayton, and T.K. Mayeda, Oxygen Isotope Fractionation in Divalent Metal Carbonates. *J. Chem. Phys.*, 1969. 51(12): p. 5547-5558.
8. Epstein, S., et al., Revised Carbonate-Water Isotopic Temperature Scale. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 1953. 64(11): p. 1315-1326.
9. Bemis, B.E., et al., Reevaluation of the oxygen isotopic composition of planktonic foraminifera: Experimental results and revised paleotemperature equations. *Paleoceanography*, 1998. 13(2): p. 150-160.
10. Li, X. and W. Liu, Oxygen isotope fractionation in the ostracod *Eucypris mareotica*: results from a culture experiment and implications for paleoclimate reconstruction. *Journal of Paleolimnology*, 2010. 43(1): p. 111-120.
11. Friedman, G.M., Temperature and salinity effects on ^{18}O fractionation for rapidly precipitated carbonates: Laboratory experiments with alkaline lake water. *NPerspective. Episodes*, 1998. 21(p. 97-98.
12. Keigwin, L.D., The Little Ice Age and Medieval Warm Period in the Sargasso Sea. *Science*, 1996. 274(5292): p. 1503-1508; data site: ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/paleocean/by_contributor/keigwin1996/.
13. Shackleton, N.J., Attainment of isotopic equilibrium between ocean water and the benthic foraminifera genus *Uvigerina*: Isotopic changes in the ocean during the last glacial. *Colloq. Int. C.N.R.S.*, 1974. 219(p. 203-209.
14. Shackleton, N.J., The high-precision isotopic analysis of oxygen and carbon in carbon dioxide. *J. Sci. Instrum.*, 1965. 42(9): p. 689-692.
15. Barrera, E., M.J.S. Tevesz, and J.G. Carter, Variations in Oxygen and Carbon Isotopic Compositions and Microstructure of the Shell of *Adamussium colbecki* (Bivalvia). *PALAIOS*, 1990. 5(2): p. 149-159.
16. Aldrich, J., Correlations Genuine and Spurious in Pearson and Yule. *Statistical Science*, 1995. 10(4): p. 364-376.
17. D'az, E. and R. Osuna, Understanding spurious correlation: a rejoinder to Kliman. *Journal of Post Keynesian Economics*, 2008. 31(2): p. 357-362.
18. Crowley, T.J. and T.S. Lowery, How Warm Was the Medieval Warm Period? *AMBIO*, 2000. 29(1): p. 51-54.
19. Osborn, T.J. and K.R. Briffa, The Spatial Extent of 20th-Century Warmth in the Context of the Past 1200 Years. *Science*, 2006. 311(5762): p. 841-844.

20. Mann, M.E., et al., Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 2008. 105(36): p. 13252-13257.
 21. D'Arrigo, R., R. Wilson, and G. Jacoby, On the long-term context for late twentieth century warming. *J. Geophys. Res.*, 2006. 111(D3): p. D03103.
 22. Moberg, A., et al., Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data. *Nature*, 2005. 433(7026): p. 613-617.
 23. Luckman, B.H., et al., Tree-ring based reconstruction of summer temperatures at the Columbia Icefield, Alberta, Canada, AD 1073-1983. *The Holocene*, 1997. 7(4): p. 375-389.
 24. Mann, M.E., et al., Testing the Fidelity of Methods Used in Proxy-Based Reconstructions of Past Climate. *J. Climate*, 2005. 18(20): p. 4097-4107.
 25. Wilson, R., et al., Two-hundred-fifty years of reconstructed and modeled tropical temperatures. *J. Geophys. Res.*, 2006. 111(C10): p. C10007.
-

Über den Autor Pat Frank

Patrick Frank ist promovierter Chemiker und hat über 50 fachbegutachtete Artikel veröffentlicht. Er hat in folgenden Magazinen geschrieben: in „[Skeptic](#)“ über den Mythos vom „Edlen Wilden“ geschrieben, in „[Theology and Science](#)“ über den Mythos vom „Schöpferuniversum“ und in „[Free Inquiry](#)“ zusammen mit Thomas H. Ray über den Mythos „Wissenschaft ist Philosophie.“