Teil 5: Dynamisches Sonnensystem – die tatsächlichen Hintergründe des Klimawandels

geschrieben von Leistenschneider | 20. September 2011

Teil 1 – Die Sonne bestimmt den Temperaturgang

Teil 2 – Die Sonne, der faszinierende Stern

Teil 3 – Sonnenflecken und ihre Ursachen

Teil 4 – Die Sonnenatmosphäre, Korona, Heliosphärische Stromschicht, interplanetares Magnetfeld

Teil 5 – Die variable Sonne

Teil 6 – Der Einfluss der Sonne auf unser Wetter/Klima

Teil 7 – Der Einfluss der Sonne auf die Wolkenbedeckung über Svensmark hinaus

Teil 8 – Zukünftige Temperaturentwicklung und deren Schwankungen

Teil 5 – Die variable Sonne

Wie bereits dargelegt, ist die magnetische Aktivität der Sonne proportional zur solaren Aktivität und damit zu der Leistungsabgabe, die die Sonne in das Weltall abgibt. So kann es nicht verwundern, dass die globalen Temperaturen auf der Erde, mit der magnetischen Sonnenaktivität einhergehen. Der übergeordnete magn. Sonnenzyklus, der sich direkten Beobachtungen, wie z.B. der Sonnenflecken entzieht, ist der bereits genannte de Vries/Suess-Zyklus, der sich anhand radioaktiver Isotope aus 14C rekonstruieren lässt.

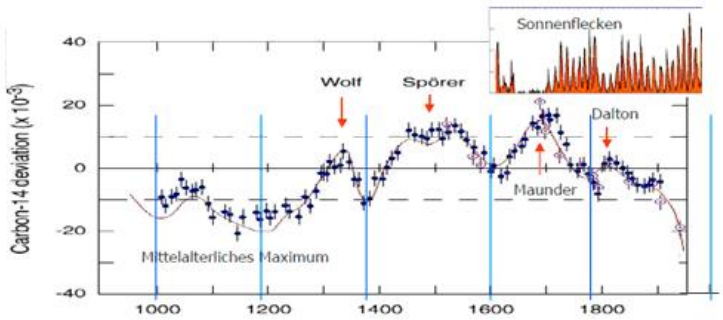

Abbildung 113 (Quelle: Max-Planck-Institut für Aeronomie Katlenburg-Lindau) zeigt die aus Baumringen gewonnenen 14C-Daten. Je geringer die Sonnenaktivität, desto höher ist die kosmische Strahlung, die den

Isotopengehalt bestimmt (Svensmark). Die kleine Abbildung zeigt die Sonnenfleckenzahlen der letzten 400 Jahre. Während diese keine direkten Übereinstimmungen mit den Min. und Max. des 14C zeigt, lässt sich darin eine eigene Periodizität von ca. 200 Jahren erkennen (blaue Linien). Diese Periodizität wird dem im Mittel 208-jährigen de Vries/Suess-Zyklus der Sonne zugeordnet, der zu Beginn des 21.Jahrhunderts, als die Erdtemperaturen ihr Maximum erreichten, sein Aktivitätsmaximum (in 2002/2003) hatte. Die Sonne also ungewöhnlich aktiv war.

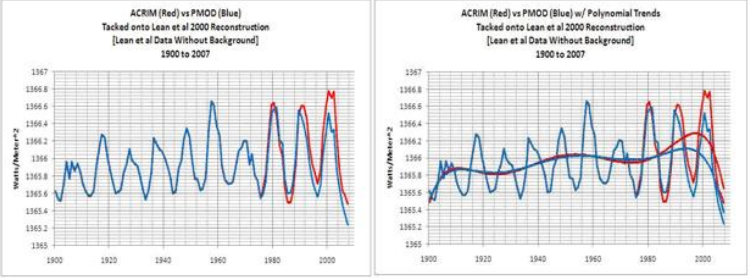

Abbildung 114 (Quelle: http://bobtisdale.blogspot.com/…) zeigt die PMOD-TSI-Kurve von 1900 – 2007 (blau, vor 1980 rekonstruiert) und in rot die Satelliten-ACRIM-TSI-Kurve. Deutlich ist erkennbar, dass die solare Aktivität zum ausgehenden 20. Jahrhundert deutlich ansteigt und ihr Maximum erreicht. Dies wird noch mehr in der Abbildung rechts deutlich, wird jeweils der polynomische Trend angelegt. Anzumerken ist noch, dass der 23. Zyklus aufgrund der anderen Messcharakteristik von ACRIM III gegenüber ACRIM I im Vergleich zu seinen beiden Vorgängerzyklen gedämpft ist, also, würde auf ACRIM I normiert, nochmals höher ausfiele.

Die von Satelliten direkt gemessene solare Stärke im Schwabe-Zyklus zeigt, dass zu Beginn des 21. Jahrhunderts das solare Aktivitätsmaximum liegt. Da die magnetische Feldstärke nach folgender Formel in direkter Abhängigkeit zum Strom steht und damit das Interplanetarische Magnetfeld von der Stärke der HCS abhängt, liegt es nahe, die HCS als weiteren Beleg für das solare Maximum zu Beginn des 21. Jahrhunderts heran zu ziehen.

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot I \cdot \frac{n}{l} \qquad B = \mu_0 \cdot I \cdot \frac{1}{l}$$

Die magnetische Feldstärke in Tesla (rechts für Vakuum, μr = 1) ist direkt proportional zu dem inneliegenden Strom ($\mu 0$ ist die magnetische Feldkonstante, eine Naturkonstante).

Die folgende Abbildung, die sehr den Sonnenaktivitätszyklen im Schwabe-Zyklus gleicht, zeigt das HCS im Zeitraum von 1976 – 2009. Berechnet wird die Kurve aus den Datenreihen:

des Sonnenpolarfeldes
des zonalen magnetischen Flusses über drei Sonnenzyklen und
der solaren Dipolkomponenten, Quelle: (http://wso.stanford.edu/)

Der daraus ermittelte zeitabhängige Wert trägt den Namen “HCS Tilt Angle“ (folgende Abbildung).

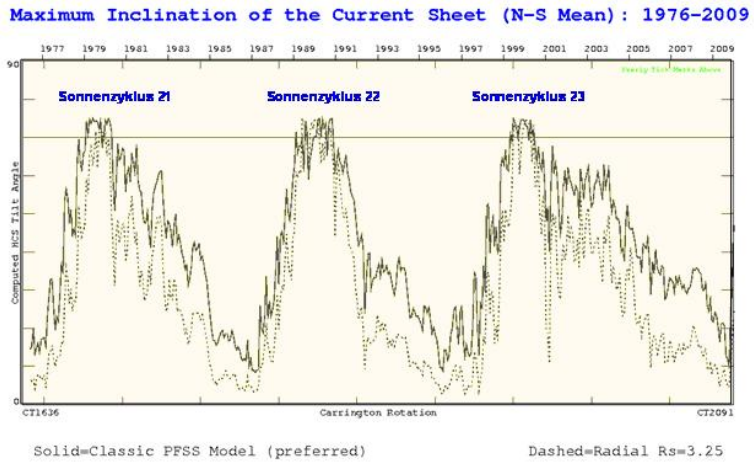

Abbildung 115 (Quelle: ”Analysis of the heliospheric current sheet at Earth’s orbit and model comparisons”, Lepping, R. P.; Szabo, A.; Peredo, M.; Hoeksema, T., NASA Goddard Space Flight Center, International Solar Wind 8 Conference, p. 95, http://wso.stanford.edu/gifs/Tilts.gif) zeigt die Lage der Heliosphärischen Stromschicht der Sonne (Heliospheric Current Sheet) während der Sonnenzyklen 21 – 23 anhand zweier Analysemethoden, wobei angegeben wird, dass die Radialdaten möglicherweise genauer sind. Dies ist möglicherweise eine falsche Einschätzung der Fachleute in Stanford, wie die folgenden Abschnitte zeigen.

Zeitgleich mit dem Maximum im de Vries/Suess-Zyklus ist im 23. Sonnenzyklus die Heliosphärische Stromschicht am stärksten – Flächenintegral ergibt den größten Wert, was mit einer andauernden starken Sonnenaktivität zusammenhängt, die einen entsprechend starken Stromfluss auslöst. Somit ist die o.g. Abbildung der Stanfort University ein unmittelbares Maß für die solare Aktivität, was sich auch bei der kosmischen Strahlung (CR) wieder findet.

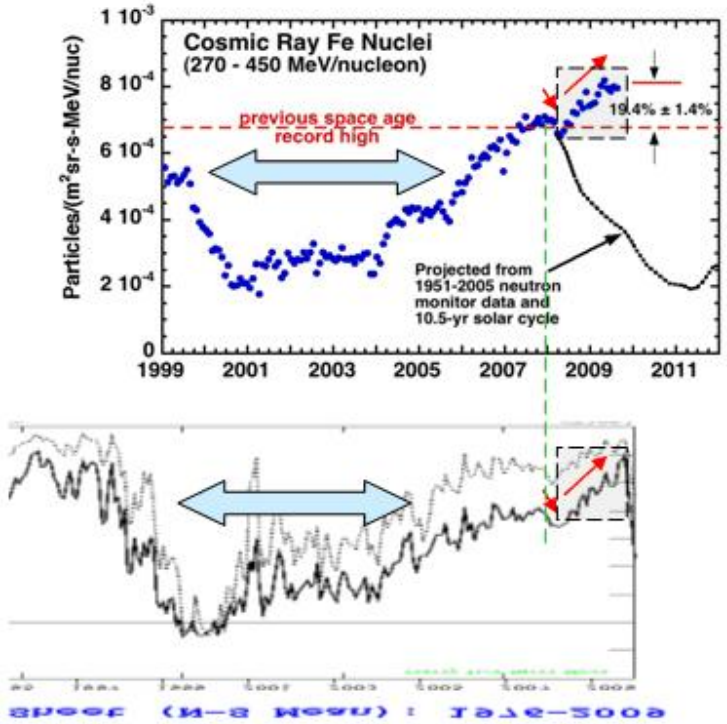

Abbildung 116 ganz oben (Quelle: Watts up with that, 29. September 2009) zeigt den Verlauf der kosmischen Strahlung 1999 – September 2009 und als besonderes Merkmal, die Meldung der NASA, dass die kosmische Strahlung in 2009 um 19% zurückging. Die schwarz gepunktete Linie zeigt die aus den Neutronenmonitordaten von 1951 – 2005 vorhergesagte Kurve, die ganz offensichtlich falsch ist. Die Abbildung darunter ist die gespiegelte HCS im 23. Sonnenzyklus aus Abbildung 108. Beide Charts sind zeitlich zueinander ausgerichtet. Die zeitliche Breite des HCS passt sehr gut zur zeitlichen Breite der CR (Blockpfeile). Zu Beginn 2008 fällt die CR leicht ab (kleiner roter Pfeil), was sich ebenfalls bei der HCS wiederfindet und insbesondere ist der 19%-Anstieg der CR exakt im Classic PFSS Model der HCS wieder zu finden (grüne Rechtecke).

Ein weiterer Beleg für die starke Sonnenaktivität und die Richtigkeit des klassischen Models der HCS und damit der Sonnenaktivität, sind die Koronalen Massenauswürfe oder Coronal Mass Ejections (CME). Der stärkste bekannte CME ereignete sich am 01.09.1859 und wurde durch den britischen Astronom Richard Carrington beobachtet. CME´s können auf der Erde großen Schaden anrichten. Bis zu 10 Milliarden Tonnen Plasma werden ins All geschleudert und treffen mitunter die Erde. Ist die Polarisation einer solchen Plasmawolke umgekehrt zur Erdpolarisation, kommt es zur Rekonnektion (Verbindung) der Magnetfelder. Elektrische Teilchen dringen dann bis tief in die Erdatmosphäre vor und induzieren Ströme, z.B. in Leitungsnetzen.

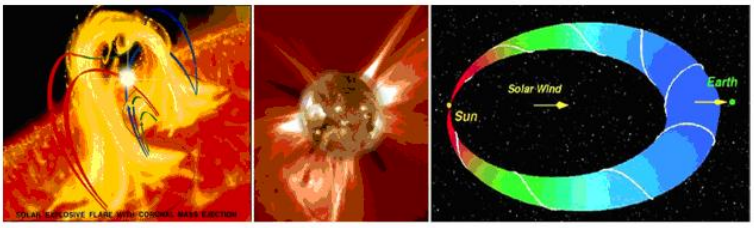

Abbildung 117: CME´s (bis zu 100 Milliarden Tonnen schwere Plasmawolken) entstehen durch Rekonnektion von magnetischen Feldlinien (links). Oft geht ihnen ein Sonnenflair voraus, wie beim stärksten je beobachteten CME im Jahre 1859. Dabei werden große Mengen Plasma ins All geschleudert (Mitte). CME´s werden stets durch magnetische Wolken, die sich im interplanetarem Raum ausbreiten, begleitet (Abbildung rechts). Quelle: NASA. Die magnetische Struktur einer solchen Wolke ist kreisförmig, wie Untersuchungen des Instituts für Weltraumforschung (IWF) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Graz ergaben.

Magnetische Rekonnektion

Eine magnetische Rekonnektion tritt ein, wenn verdrillte, antiparallele Magnetfeldlinien sich berühren, und sich Magnetfeldlinien mit gegensinniger Polung verbinden. Dabei entsteht in einer dünnen Grenzschicht ein elektrischer Strom, der einen Teil der im Magnetfeld gespeicherten Energie in Wärme umsetzt. In dieser Grenzschicht kommt es zu einer gegenseitigen Löschung der entgegen gerichteten Magnetfeldlinien, wobei sich die Magnetfeldlinien in der Stromschicht verbinden und neu ordnen. Dass in diesen Magnetfeldlinien gefangene elektrisch leitende Plasma entfernt sich schnell vom Ort der Rekonnektion und wird in beide Richtungen aus der Grenzschicht beschleunigt.

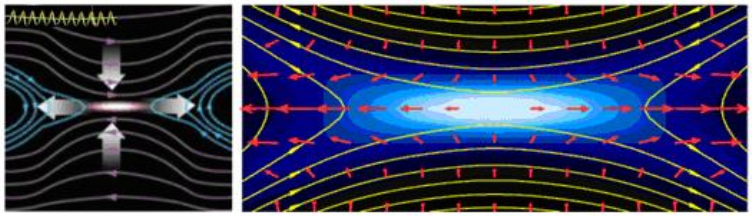

Abbildung 118: In einer Grenzschicht kommt es zwischen zwei antiparallelen Magnetfeldern zu einer gegenseitigen Löschung der Magnetfeldlinien. Magnetfeldlinien bilden sich dabei neu und vereinen die vorher getrennten Magnetfelder, wobei in die Grenzschicht benachbarte Magnetfeldlinien und Plasma nachdringen. Die abgetrennten Magnetfeldbündel, mit dem eingeschlossenen Plasma, dass sich spiralförmig um die Magnetfeldlinien bewegt (links oben), entfernen sich dabei schnell vom Ort der Rekonnektion (links). Die sich neu verbindenden Feldlinien bewirken eine Kraftkomponente entlang der Grenzschicht, die das Plasma beschleunigt (rechts). Die roten Pfeile geben die Plasmageschwindigkeit sowohl des ausgestoßenen Plasma, als auch des nachfließenden Plasma wieder. Die im Magnetfeld gespeicherte

Energie wird dabei in thermische Energie des Plasma und Beschleunigung der Teilchen umgesetzt.

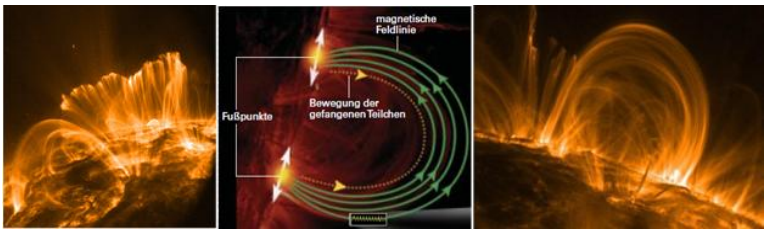

Abbildung 119: Auf der Sonne wird das ionisierte Plasma entlang der Magnetfeldlinien gefangen, wobei die Plasmateilchen auf Spiralbahnen relativ frei um die magnetischen Feldlinien kreisen (Abbildung Mitte). Durch die Hitze der Sonnenoberfläche sind die Fußpunkte der Magnetfelder, z.B. Sonnenflecken, in ständiger Bewegung. Bewegen sich nun Felder aufeinander zu, so wird das darin gebundene Plasma abgebremst, bis sich deren Bewegung an den Fußpunkten umkehrt. Die Teilchen werden hin und her reflektiert, wodurch sich das Plasma weiter erhitzt und es zu einer Eruption kommt, wenn sich die Magnetfelder neu ordnen.

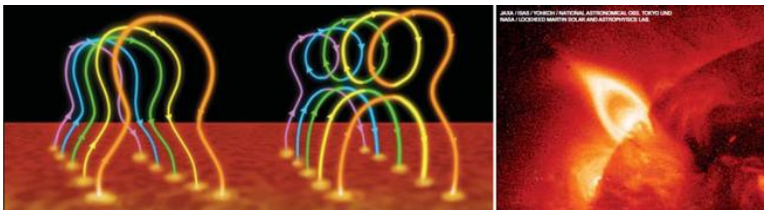

Abbildung 119b: Werden Magnetfeldbögen durch konvergierende Magnetfeldlinien und nachfließendes Plasma zusammengedrückt, kann es zu einer großräumigen Rekonnektion und Eruption (z.B. Flare) kommen, wodurch anschließend schraubenförmige Magnetfeldlinien über den neu gebildeten Magnetfeldlinien schweben. Durch magnetische Kräfte kann sich dieses Plasma lösen und einen koronalen Massenauswurf auslösen. Die rechte Abbildung (NASA) zeigt, wie Bögen gerade abgeschnürt werden und sich eine Spitze ausbildet.

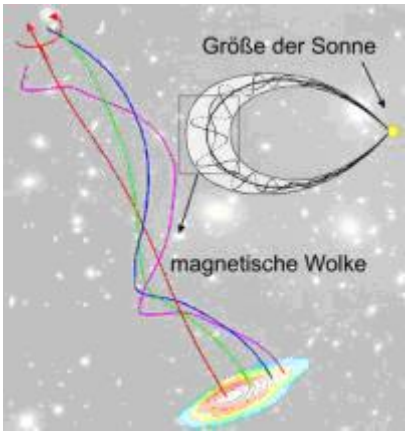

Abbildung 120: Eine magnetische Wolke kann man sich als Verdichtung des interplanetaren magnetischen Feldes vorstellen, die sich darin bewegt.

Wie in der Abbildung links (Quelle: IWF Graz) zu sehen, breitet sie sich ellipsenförmig aus, wobei ihr Querschnitt kreisförmig ist. In der Wolke rotierenden die magnetischen und elektrischen Felder um die Längsachse des Torus. Die Polarität in der Wolke ist einem ständigen Wechsel unterzogen. Trifft sie auf das Magnetfeld der Erde, sind die Auswirkungen auf die Magnetos- und Atmosphäre am größten, wenn die Polarität der Wolke zur Erde negativ ist.

Magnetische Wolken sind die Kerne von CME´s, die sich im Sonnenwind ausbreiten, wobei die Elektronenfront der Ionenpartikel vorauseilt. Die CME-Ausbreitungsgeschwindigkeit kann Werte von bis zu 2.000 km/s erreichen (die der Elektronen, nahe Lichtgeschwindigkeit), wogegen der Sonnenwind, der aus aktiven Regionen stammt, lediglich Werte von 250 – 400 km/s erreicht.

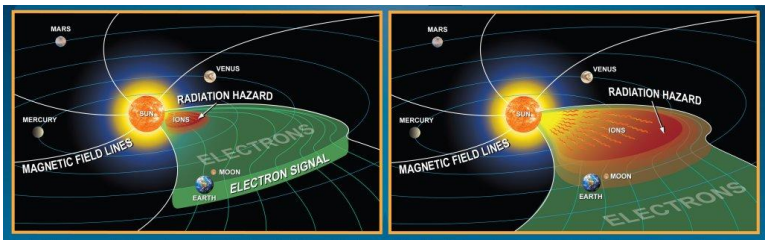

Abbildung 121 links zeigt die Elektronenfront, die einem CME-Ereignis vorauseilt und die Abbildung rechts, das Eintreffen des ionisierten Plasmas auf die Erde, ca. 10 Minuten später, Quelle: NASA. Beide geladenen Teilchenarten folgen dem Verlauf der solaren Magnetfeldlinien. Solche Zusammenhänge werden zur besseren Vorhersage von Sonnenstürmen genutzt, um sensible, bzw. gefährdete elektrische Einrichtungen auf der Erde dann schützen, bzw. abschalten zu können, bevor das Ereignis diese direkt trifft.

Trifft ein CME auf das Magnetfeld der Erde, werden gewaltige Energiemengen feigesetzt, die sich optisch in Polarlichtern zeigen. Ein einziger Polarsturm setzt dabei bis zu 200 GW Leistung um, was der Leistung von etwa 80 Kernreaktoren entspricht. Aufgrund der erhöhten Elektronendichte in der Ionosphäre kommt es zu Störungen in der Rundfunkübertragung. Die durch die Ionenfront in der Atmosphäre ausgelösten Ströme sind so stark, dass die durch sie in Leitungsnetzen induzierten Ströme, Netze, wie Trafo- oder Relaisstationen zerstören. 1859 wurden durch die Ionenfront gar Brände in Schweden und den USA ausgelöst. In einigen europäischen Städten soll der Himmel die ganze Nacht über so hell gewesen sein, dass man auf der Straße Zeitung lesen konnte. Auf welchen solaren Ereignissen CME´s beruhen und welche physikalischen Gesetze hinter ihnen stehen, wusste die Wissenschaft indes 1859 noch nicht.

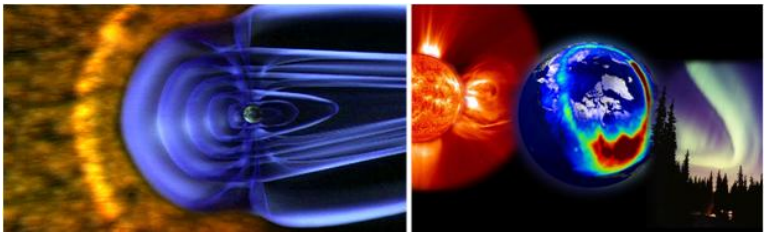

Abbildung 122: Ein koronaler Massenauswurf trifft auf das Magnetfeld der Erde (links). Das Erdmagnetfeld wird auf der sonnenzugewandten Seite stark zusammengedrückt und auf der Nachtseite stark gedehnt und aufgerissen. Durch die Rekonnektion des Erdmagnetfeldes und der magnetischen Wolke dringen geladene Partikel bis in tiefe Schichten der Erdatmosphäre und verursachen auch in tieferen Breiten Polarlichter (rechts).

Das Auftreten koronaler Massenauswürfe ist eng mit der Sonnenaktivität verbunden und an diese gekoppelt. Während im Minimum zum Anstieg des letzten Sonnenzyklus im Jahr 1996 lediglich 202 Ereignisse beobachtet wurden, stieg deren Anzahl im Maximum in den Jahren 2000, 2001 und 2002 auf 1547, 1417 und 1625 Ereignisse an. Während in den Jahren 2003 (1106 Ereignisse) und 2004 (1060 Ereignisse) ihr Auftreten zurückging, zog die Anzahl der CME in 2005 unverhofft wieder auf 1185 Ereignisse an, obwohl der Schwabe-Zyklus bereits fast sein Minimum erreicht hatte. Dies veranlasste den NASA-Sonnenforscher David Hathaway zu seiner Aussage „Das solare Minimum explodiert. Das solare Minimum sieht seltsamerweise aus, wie ein solares Maximum.“ Seitdem ging die Zahl der CME deutlich zurück. Der Rückgang wurde erst mit Beginn des 24. Sonnenzyklus in 2009 gestoppt. Datenquelle: Solar Cycle Variation of Real CME Latitudes, Wenbin Song et al., The Astrophysical Journal, 667: L101–L104, 20. September 2007.

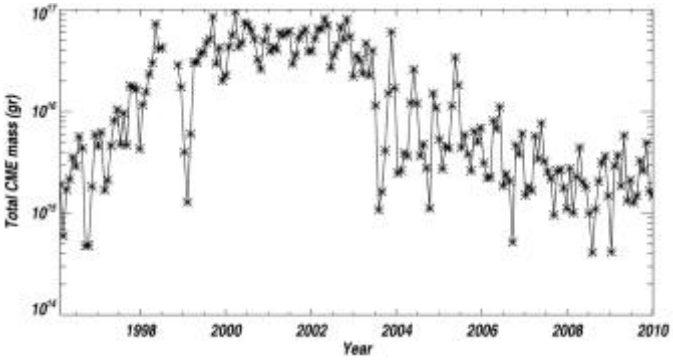

Abbildung 123a: Da CME erst 1971 durch Wissenschaftler der Space Science Division (SSD) entdeckt wurden und sich in der Gesamtheit nur aus dem Weltraum beobachten lassen, liegen kontinuierliche Daten erst für den 23. Sonnenzyklus vor. Abbildung 117 zeigt die Stärke der CME (Total CME mass) von 1996 – 2010 (Quelle: Astrophysical Journal vom 16. November 2010) im Zeitraum von 1996 – 2010. Die Daten stammen von LASCO (**L**arge **A**ngle **S**pectrometric **Co**ronagraph).

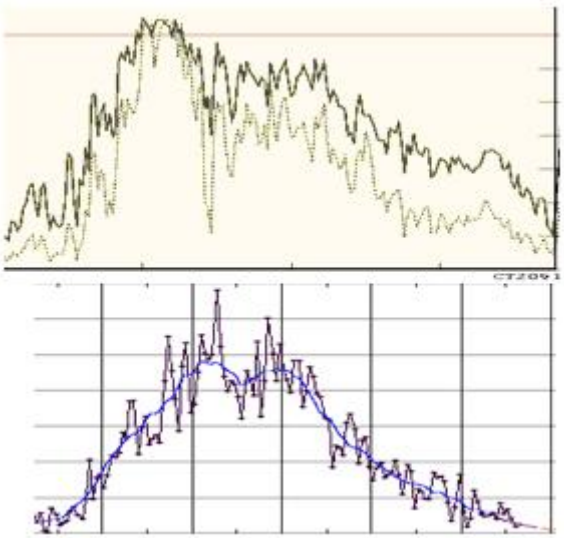

Abbildung 123b: Wird die schwarze Linie der HCS (Abbildung links oben) mit dem tatsächlichen Auftreten der CME verglichen, ist festzustellen, dass beide weitgehend übereinstimmen, so dass bewiesen ist, dass die Fachleute von Stanford in ihrer Einschätzung falsch liegen. Weiter zeigen beide Abbildungen, dass diese die tatsächliche Sonnenaktivität wahrheitsgetreuer wiedergeben, als dies die Anzahl der Sonnenflecken vermag (Abbildung links unten), die nicht mit der tatsächlichen Sonnenaktivität übereinstimmt.

Ein weiterer Parameter, der die Sonnenaktivität genauer abbildet, als es die Anzahl der Sonnenflecken vermag ist die Röntgenaktivität der Sonne.

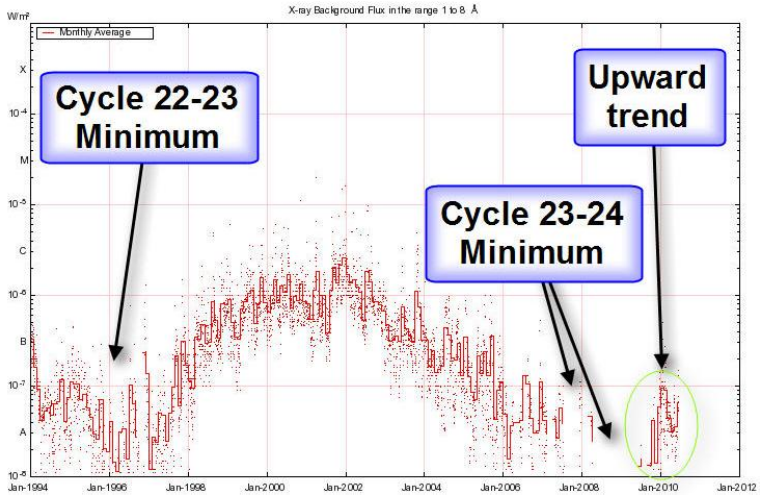

Abbildung 124: zeigt die solare Röntgenaktivität im Messbereich von 1 – 8Å (0,1 – 0,8 nm) im Zeitraum von Januar 1994 – Jan 2010, Quelle: (http://prop.hfradio.org/). Sie stimmt sowohl mit der HCS, als auch mit der CME überein. Außerdem zeichnen sich Beginn und Ende eines Sonnenzyklus viel schärfer ab. Wie die Abbildung weiter zeigt, begann die Aktivität im 24. Sonnenzyklus erst gegen Ende 2009 (September).

Dass, was wir als dynamische Energieabgabe der Sonne erleben, stammt aus magnetischen Prozessen, die in der Konvektionszone der Sonne entstehen.

Daher macht es wenig Sinn, Sonnenflecken, die lediglich einen optischen Eindruck vermitteln und aus der Frühzeit der Sonnenbeobachtung stammen, als Aussage der Sonnenaktivität heranzuziehen, wenn die solare magnetische Aktivität unmittelbar gemessen werden kann.

Das Gleiche gilt auch für die Helligkeit der Sonne. Solche Untersuchungen, wie sie von Henk Spruit vom Max Planck Institut für Astrophysik in Garching vorgenommen wurden und von Laien wie Prof. Rahmstorf als Argument für eine rückläufige solare Aktivität der letzten Jahrzehnte verwendet werden, sind denn auch lediglich als populärwissenschaftlich einzustufen, wie der bereits erwähnte Bericht des MPS (“SUNRISE enthüllt magnetische Grundbausteine der Sonne“) bestätigen.

Sonnenflecken als Aktivitätsparameter stammen denn auch aus einer Zeit, als keine anderen Beobachtungen möglich waren. Der TSI ist als Maßstab der solaren Aktivität ungeeignet, weil nur ein kleiner Energiebereich (200 – 2.000 nm) der Sonne aufgezeichnet wird. Insofern bilden HCS, CME und Röntgenaktivität die exakteren Parameter der solaren Aktivität. Dies belegt auch die folgende Abbildung.

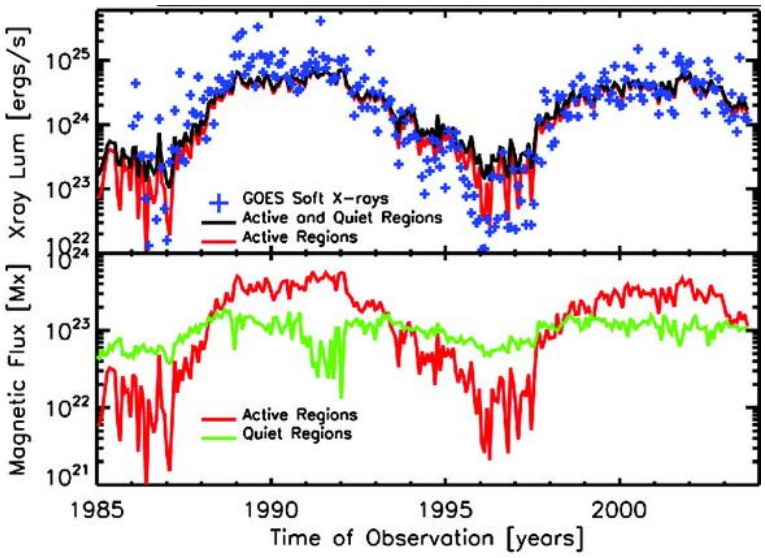

Abbildung 125: (Quelle: “Relationship between Solar Wind and Coronal Heating: Scaling Laws from Solar X-Rays”, The Astrophysical Journal, 642:1173-1176, 10. Mai 2006) zeigt unten das variable Magnetfeld der Sonne, unterteilt aus sog. aktiven und ruhigen Regionen im Zeitraum von 1985 – 2004. Dabei fällt auf, dass das Minima zwischen 22. und 23. Sonnenzyklus gegenüber dem vorherigen angehoben ist, was darauf hindeutet, dass die Sonne zum ausgehenden 20. Jahrhundert besonders aktiv ist, der 23. Zyklus deutlich schneller ansteigt, ein breiteres Maximum aufweist und die „ruhigen Regionen“ mehr Aktivität zeigen. All dies spricht bereits für einen stärkeren Zyklus 23, als dieser im TSI, z.B. von der PMOD wiedergegeben wird. In der Abbildung darüber ist zur gesamten solaren magnetischen Aktivität (schwarz), die Röntgenaktivität (blau) aufgetragen. Röntgenaktivität und magnetische Aktivität stimmen im Verlauf überein.

Das gleiche Bild der Sonnenaktivität zeichnen Wilson & Hathaway in ihrer Arbeit “On the Relationship Between Solar Wind Speed, Geomagnetic Activity, and the Solar Cycle Using Annual Values”, NASA (Marshall Space Flight Center). Dort ist die folgende Abbildung des geomagnetischen aa-Index abgebildet.

Der **aa-Index** ist der am längsten gemessene geomagnetische Index und wird aus Werten von zwei Stationen, je eine in England (Greenwich) und in Australien (Adelaide), gebildet. Durch das Zusammentreffen von Sonnen- und Erdmagnetfeld kommt es zu Neuverbindungen der Magnetfeldlinien, wodurch Energie und geladene Teilchen in die Geomagnetsphäre eindringen. Die eindringenden Partikel des Sonnenwindes führen zu Störungen im Geomagnetfeld, welche über den aa-Index erfasst werden. Die Störungen im Geomagnetfeld sind dabei äquivalent zur Stärke des interplanetaren Magnetfeldes, also dem Sonnenwind. Der aa-Index wurde zwischenzeitlich durch den **IHV-Index** (**I**nter-**H**our **V**ariability-Index) ersetzt.

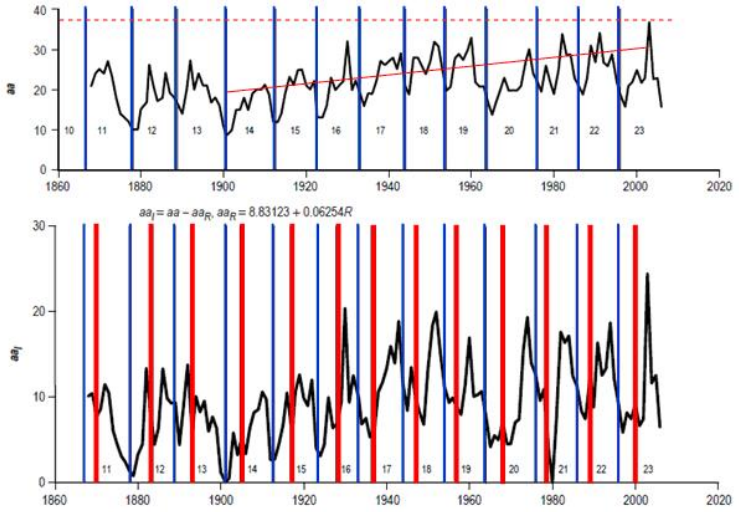

Abbildung 126 oben zeigt den aa-Index von 1868 – 2006. Die blauen Balken geben das Sonnenminimum der Sonnenzyklen an. Deutlich ist zu sehen, dass die geomagnetische Aktivität ab 1900 zunimmt und ihr Maximum im 23. Schwabe-Zyklus um 2003 hat. Die Abbildung darunter zeigt den geomagnetischen aa-Index in Verbindung der Sonnenfleckenzahl R für die Jahre 1868 – 2006. Die blauen Balken zeigen das jeweilige solare Minimum und die roten Balken das jeweilige solare Maximum. Auch hier ist ab 1900 eine deutliche Steigerung der Sonnenaktivität zu verzeichnen und im 23. Schwabe-Zyklus um 2003 die Sonnenaktivität am höchsten.

Im ihrem Bericht weisen Wilson & Hathaway darauf hin, dass die magnetische Aktivität jeweils nach dem Zyklusmaximum, wie es anhand der Fleckentätigkeit ermittelt wird, ihr Maximum erreicht. Ausnahme Zyklus 11 – 13. Eine Erklärung dafür geben die Autoren nicht an, so dass diese hier gegeben wird. Bis 1900 (13. Zyklus) fiel der Hauptsonnenzyklus, der im Mittel 208-jährige de Vries/Suess-Zyklus. Seit dem Jahr 1900 hatte er sein Minimum verlassen und stieg wieder an, bis er um das Jahr 2003 sein Maximum erreichte (in der Literatur wird teilweise auch das Jahr 2002

angegeben). D.h. im Anstieg des Hauptsonnenzyklus ist die magnetische Aktivität nach dem Fleckenmaximum und im Abstieg vorzugsweise vor dem Fleckenmaximum.

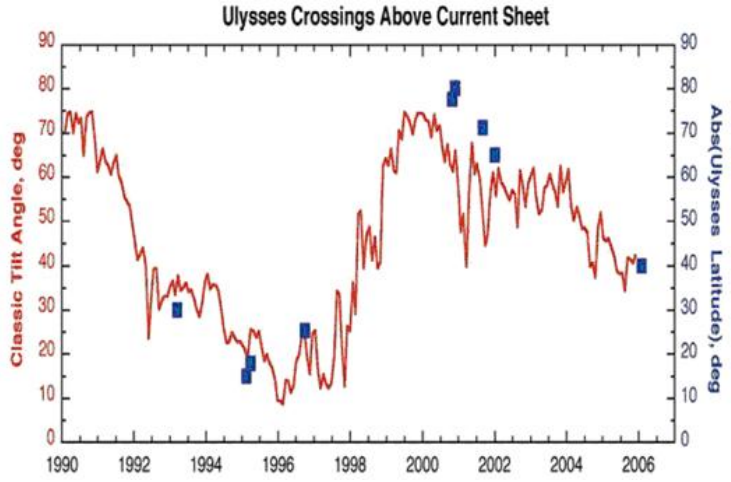

Abbildung 127: Nebenstehend noch die Relation des aa-Index zum Sonnenflecken-Index R, der die Beziehung aaR ergibt. Eine solche Korrektur (aa – aaR) wird gewählt, um beide Beziehungen in Relation zu bringen und dadurch eine reellere Aussage über die solare Aktivität zu erzielen.

Dass Stanford mit seiner Einschätzung zur HCS falsch liegt und die HCS und damit die solare Aktivität höher lag, als in den voran gegangenen Sonnenzyklen, bestätigen weiter die Messungen der Sonnensonde Ulysses, wie die folgende Abbildung zeigt.

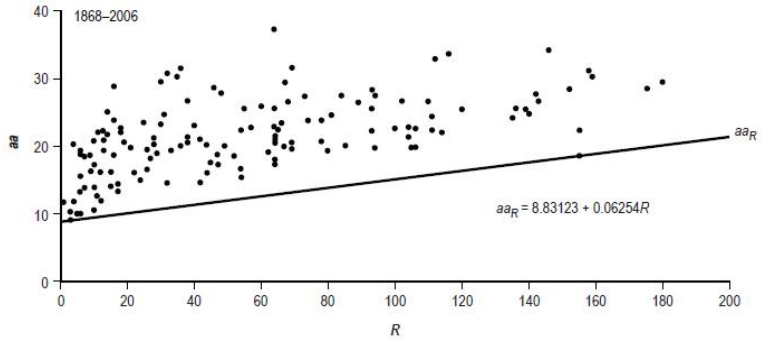

Abbildung 128: (Quelle: Prof. Balogh, Prof. Lanzerotti, Dr. Suess, “The Heliosphere through the Solar Activity Cycle”) zeigt die HCS nach dem klassischen Modell (rot) und dazu die gemessenen Werte beim Durchgang von Ulysses durch die HCS (blaue Rechtecke). Nach der Jahrtausendwende war die gemessene solare Aktivität nochmals höher, wie sie im klassischen Modell ausgewiesen wird.

Zu der direkt gemessenen Sonnenaktivität durch Satelliten, die den 23. Sonnenzyklus als den stärksten im Betrachtungszeitraum ausweisen und damit die verstärkte solare Aktivität im Hauptsonnenzyklus in 2003 bestätigen, untermauert die folgende Abbildung.

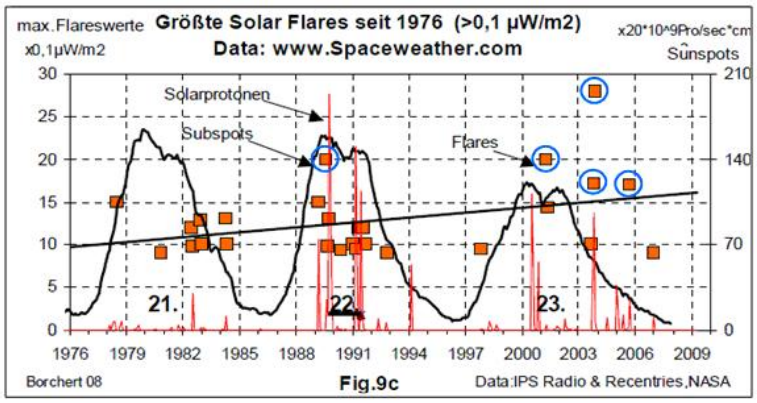

Abbildung 129: (Quelle: “Die aktuelle Wärmeperiode endet“, Dr. Borchert) zeigt Anzahl und Stärke der Sonnenflares, die mit solaren Eruptionen einhergehen. Während die zeitliche Häufung gestreckt ist, nimmt der absolute Wert zu und erreicht in 2003, dem Maximum im de Vries/Suess-Zyklus, ebenfalls Maximum. Die schwarze Gerade zeigt deren Anstieg, wogegen die Sonnenfleckenzahl ein falsches Bild der solaren Aktivität wiedergibt. Die blauen Kreise zeigen besonders starke Flares, die sich überwiegend im 23. Zyklus häufen.

Alle gezeigten Untersuchungen und Messungen belegen, dass die solare Aktivität im 23. Sonnenzyklus die höchste der vergangenen Jahrzehnte war, bis 2002/2003 ihr Maximum erreichte und die Sonnenaktivität parallel, auch für die letzten 30 und mehr Jahre, zur Temperaturentwicklung verläuft und nicht von dieser abgekoppelt ist. Dass die Sonnenfleckenzahl mitunter ein falsches Bild der Sonnenaktivität, insbesondere für Vergleiche abgibt, zeigen ebenfalls die folgenden Abbildungen.

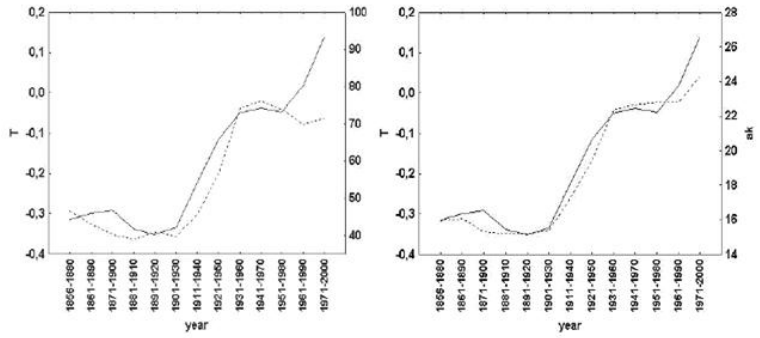

Abbildung 130 links zeigt die Sonnenfleckenzahl (gepunktete Linie) und im Vergleich der Temperaturverlauf vom 1856 – 2000. Während bis ca. 1980 Temperatur und Sonnenfleckenzahl parallel verlaufen, beginnen sich ab ca. 1980 die Temperaturen zu entkoppeln, was nach der Theorie des Treibhauseffektes dem vermehrten Eintrag von sog. Treibhausgasen zugeschrieben wird, was, wie gesehen, blanker Unsinn ist. Die Abbildung rechts zeigt dagegen den ak-Index der geomagnetischen Aktivität, der die Einflüsse der solaren magnetischen Aktivität wieder gibt. Temperatur und Sonnenaktivität laufen synchron, Quelle: Georgieva et al. “Once again about global warming and solar activity“, Journal of the Italian

Astronomical Society, Vol. 76, 969.

Die starke Sonnenaktivität zum ausgehenden 20. Jahrhundert, zeigt die Arbeit von Russell und T. Mulligan (Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California) “The 22-year Variation of Geomagnetic Activity: Implications for the Polar Magnetic Field of the Sun”, Geophysical Research Letters, 22, 3287-3288, 1995. Dort ist die folgende Abbildung zu sehen.

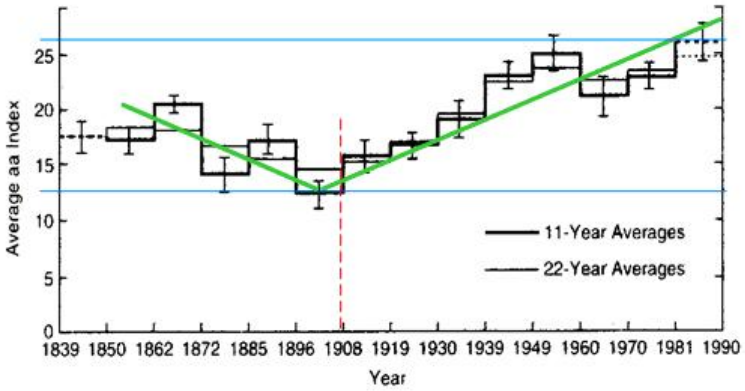

Abbildung 131 zeigt den geomagnetischen aa-Index von 1850 – 1990. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts beginnt die magnetische Aktivität der Sonne wieder anzusteigen (grüne Trendlinie) und erreicht zum ausgehenden 20. Jahrhundert ihren Höhepunkt. Dabei steigt der aa-Index um 100% (blaue waagerechte Linien), was Rückschlüsse auf den starken Anstieg der solaren Aktivität zulässt. Der Anstieg verläuft synchron zum Hauptsonnenzyklus, den im Mittel 208-jährigen de Vries/Suess-Zyklus.

Zum Abschluss des Kapitels ein Vergleich, wie genau die unterschiedlichen solaren Parameter mit das Interplanetarische Magnetfeld und damit den Part, der die Erde trifft, wiedergeben.

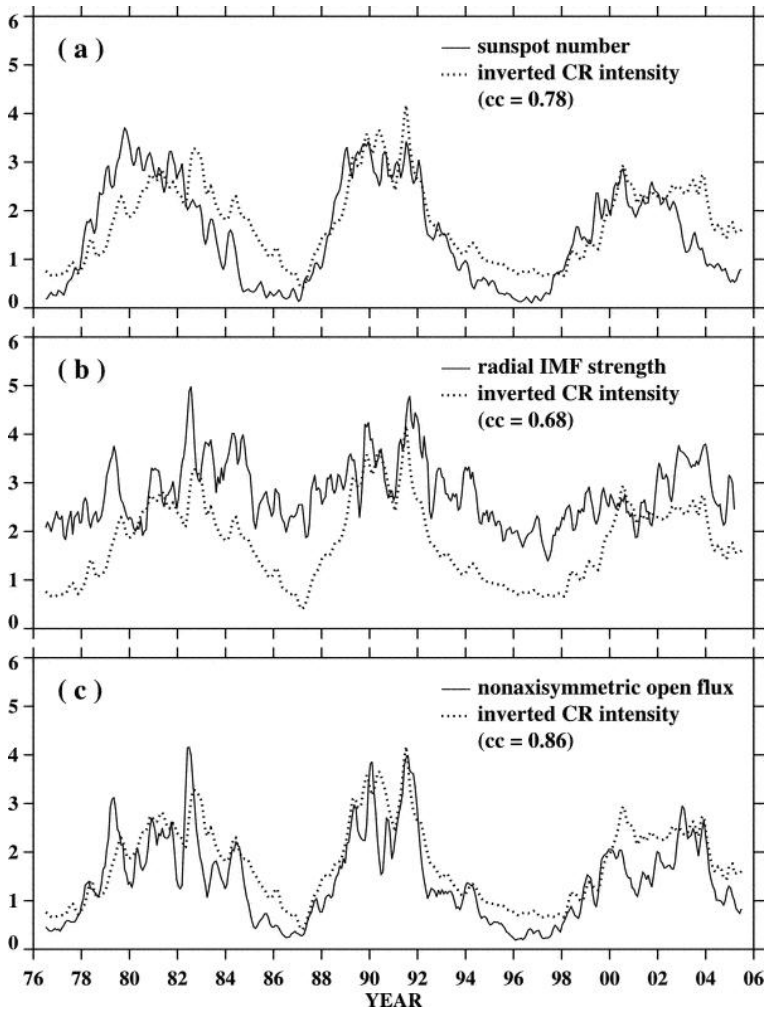

Abbildung 132a) zeigt die reziproke kosmische Strahlung (CR) und dazu die Anzahl der Sonnenflecken für die Sonnenzyklen 21-23 und dazu den Korrelationsfaktor.

Abbildung 132b) zeigt die reziproke CR und die radiale Komponente der IMF. Wie zu erwarten, ist der Korrelations-faktor deutlich niedriger.

In der Abbildung 132c) ist dagegen die reziproke CR zum Nonaxi-symmetric Open Flux dargestellt. Wie bereits der Kurvenverlauf zeigt, stimmen beide sehr gut miteinander überein. Der Korrelationsfaktor liegt denn bei hohen 0,86, Quelle: **Wang et al.**, “Role of the Sun’s Nonaxisymmetric Open Flux in Cosmic-Ray Modulation“, The Astrophysical Journal, 644:638-645, 10. Juni 2006.

Die reale Aktivität der Sonne zeichnet sich nicht in der Sonnenfleckenzahl, sondern in ihrer magnetischen Aktivität ab.

Die Untersuchungen zeigen, dass die unmittelbare magnetische Aktivität der solare Parameter ist, der die Sonnenaktivität am genauesten wieder gibt und damit für die Energieabgabe der Sonne und damit auf unser Wetter/Klima am geeignetsten. Weiter konnte gezeigt werden, dass entgegen diverser Aussagen wie dem PIK (Rahmstorf), die solare Aktivität hätte seit 60 Jahren nicht mehr zugenommen falsch sind. Vielmehr nahm

diese bis zur Jahrtausendwende, parallel zum Hauptsonnenzyklus, dem im Mittel 208-jährigen de Vries/Suess-Zyklus zu. Seitdem fallen die Temperaturen und werden dies für die nächsten Jahrzehnte auch weiterhin tun, wovon nicht nur die NASA ausgeht.

Raimund Leistenschneider – EIKE

Teil 6 in Kürze

Übersicht über alle Teile:

Teil 1 – Die Sonne bestimmt den Temperaturgang

Teil 2 – Die Sonne, der faszinierende Stern

Teil 3 – Sonnenflecken und ihre Ursachen

Teil 4a – Die Sonnenatmosphäre, Korona, Heliosphärische Stromschicht, interplanetares Magnetfeld

Teil 4b – Die Sonnenatmosphäre, Korona, Heliosphärische Stromschicht, interplanetares Magnetfeld

Teil 5 – Die variable Sonne

Teil 6 – Der Einfluss der Sonne auf unser Wetter/Klima

Teil 7 – Der Einfluss der Sonne auf die Wolkenbedeckung über Svensmark hinaus

Teil 8 – Zukünftige Temperaturentwicklung und deren Schwankungen