

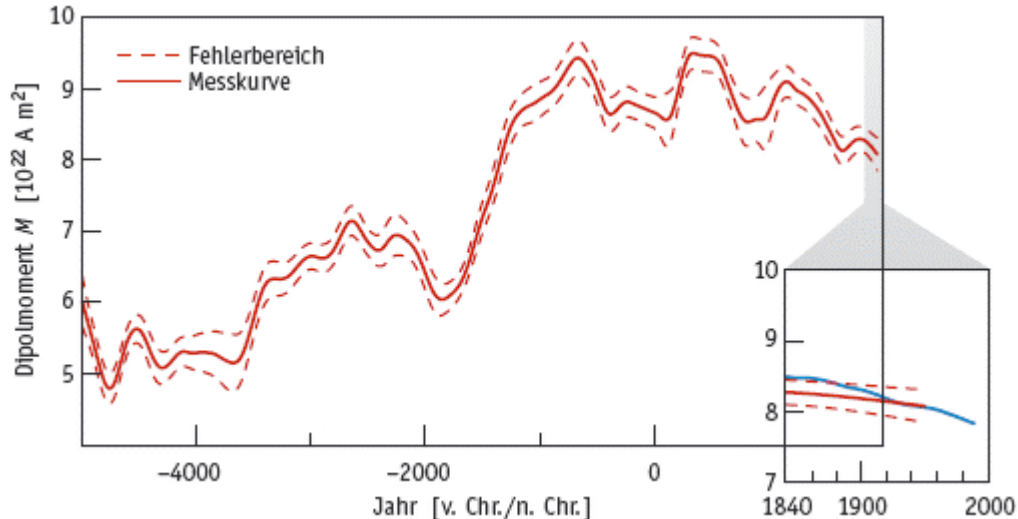
## Zusammenhänge zwischen Erdmagnetfeld, kosmischer Strahlung und Erdklima

In jüngster Vergangenheit mehren sich, nicht zuletzt wegen der Kausalität zu den Globaltemperaturen, die Belege, dass die variable Sonne, deren Aktivitätsschwankungen und nicht CO<sub>2</sub> für die Temperatur- und Klimaentwicklung der Erde maßgeblich ist. EIKE hat hierzu mehrfach ausführlich berichtet. Die Aktivitätsschwankungen der Sonne, deren veränderliches Magnetfeld, moderieren auch die Stärke des irdischen Magnetfeldes, welches Auswirkungen auf das Klima unseres Planeten hat. Das irdische Magnetfeld selbst entsteht durch den sog. Geodynamo. Dieser benötigt drei Grundvoraussetzungen:

- Eine große Menge eines elektrisch leitenden Mediums. Bei der Erde ist dies der äußere flüssige Kern.
- Eine Energiequelle, die die o.g. elektrisch leitende Flüssigkeit in Konvektion versetzt.
- Der Planet muss eine Rotation aufweisen.

Da die Fließgeschwindigkeiten, Massenbewegungen und Richtungen über die Zeit nicht konstant sind, sondern variieren, kommt es zu Polwechseln, in denen die Polarität des Magnetfeldes wechselt. Das äußere Magnetfeld (außerhalb der Erde) unterliegt den Einflüssen des solaren Magnetfeldes – es steht mit diesem in Wechselwirkung.

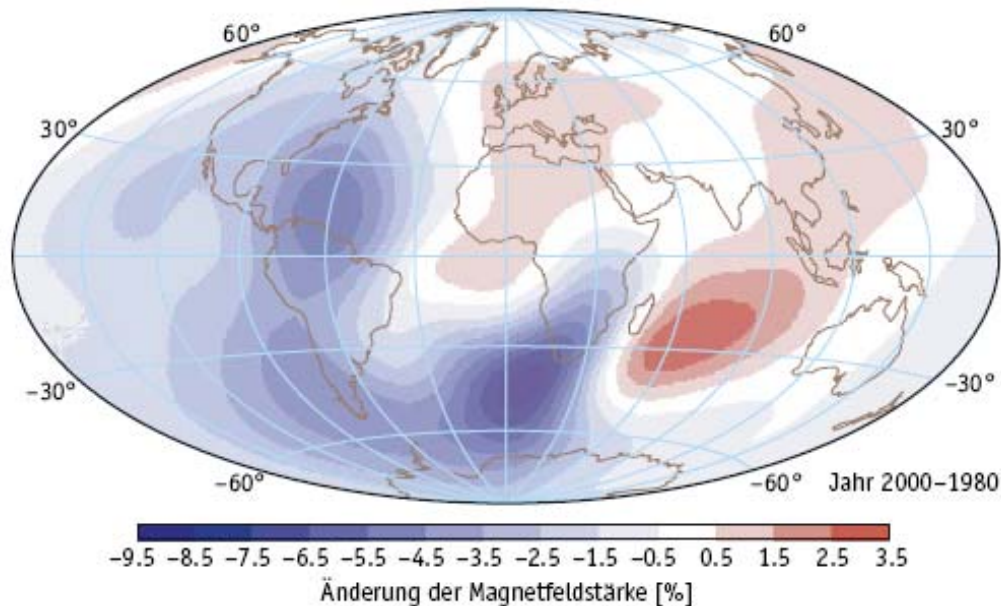
Während die Sonnenaktivität zunahm, hat die Feldstärke des irdischen Magnetfeldes seit 150 Jahren um ca. 10% abgenommen, wie die NASA aufgrund von Messungen seit 1865 mitteilte. Dadurch verstärkt sich die Wechselwirkung des Sonnenwindes mit der Atmosphäre, was eine Erhöhung wärmeproduzierender Reaktionen in der Atmosphäre und die Zerstörung der Ozonschicht zur Folge hat. Laut NASA zerstören z.B. Sonneneruptionen wie die von 2000, ca. 9% des Ozons in 15 - 50 km Höhe und bis zu 70% in 50 - 90 km Höhe.



Die Abbildung zeigt die globale Stärke des magnetischen Feldes der vergangenen 7.000 Jahre. Die blaue Kurve zeigt direkte Messungen. Seit ca. 1.000 Jahren nimmt das Magnetfeld der Erde kontinuierlich ab. Quelle: Sterne und Weltraum, Juni 2006, "Das ruhelose Magnetfeld der Erde"

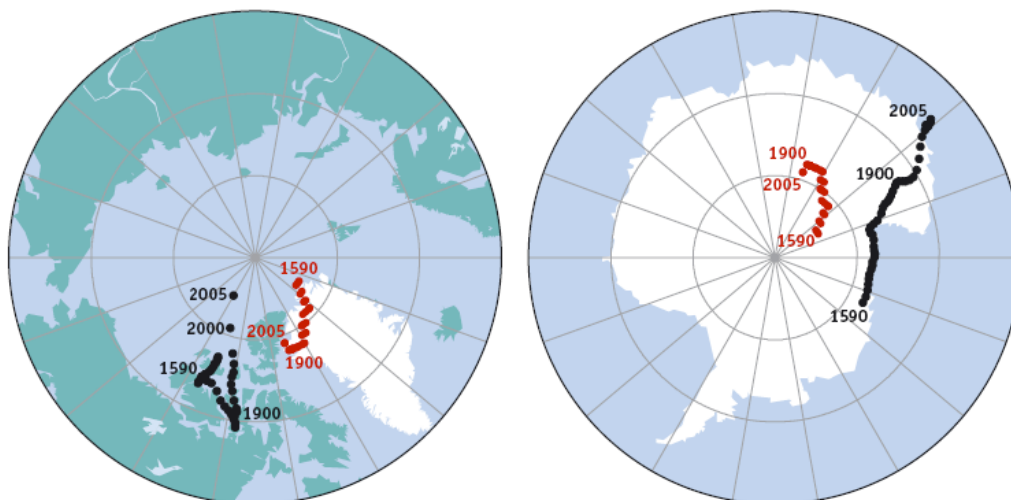
Über den eingangs genannten Zeitraum von 150 Jahren hinaus, wertete **Prof. Dr. David Gubbins** (University of Leeds) Schiffslogbücher von 1590 - 1840 aus und ermittelte daraus die Lage der Pole und die Feldstärke des Magnetfeldes. Seit Beginn der Messung nahm das Erdmagnetfeld ca. 2,3 Nanotesla (nT) pro Jahr ab. Seit Mitte der 19. Jahrhunderts (vgl. mit den o.g. NASA-Messungen) beschleunigte sich die Abschwächung auf das Sechsfache. Setzt sich dieses fort, so wäre das Magnetfeld der Erde in 2.000 Jahren verschwunden. Messungen an magnetisch eingelagerten Materialien in Gesteinen ergaben, dass es durchschnittlich alle 500.000 Jahre zu einem Polwechsel im Erdmagnetfeld kommt. Da der letzte vor ca. 750.000 Jahren stattfand, wäre statistisch ein Polwechsel überfällig.

So konnten auch Satellitenmessungen die weitere Abnahme des Erdmagnetfeldes bestätigen, wie die folgende Abbildung zeigt.



Die Abbildung links zeigt die Änderung des magnetischen Feldes im Zeitraum von 1980 bis 2000. Zu sehen ist die Differenz der magnetischen Felder. Die Messungen entstanden mit den Satelliten Magsat (**M**agnetic **F**ield **S**atellite) und Champ (**C**HAllenging **M**inisatellite **P**ayload), Quelle: GFZ-Potsdam.

Derzeit wandert der magnetische Nordpol in geradezu atemberaubendem Tempo, wodurch sich die Deklination weiter ändern wird, wie die folgende Abbildung zeigt.

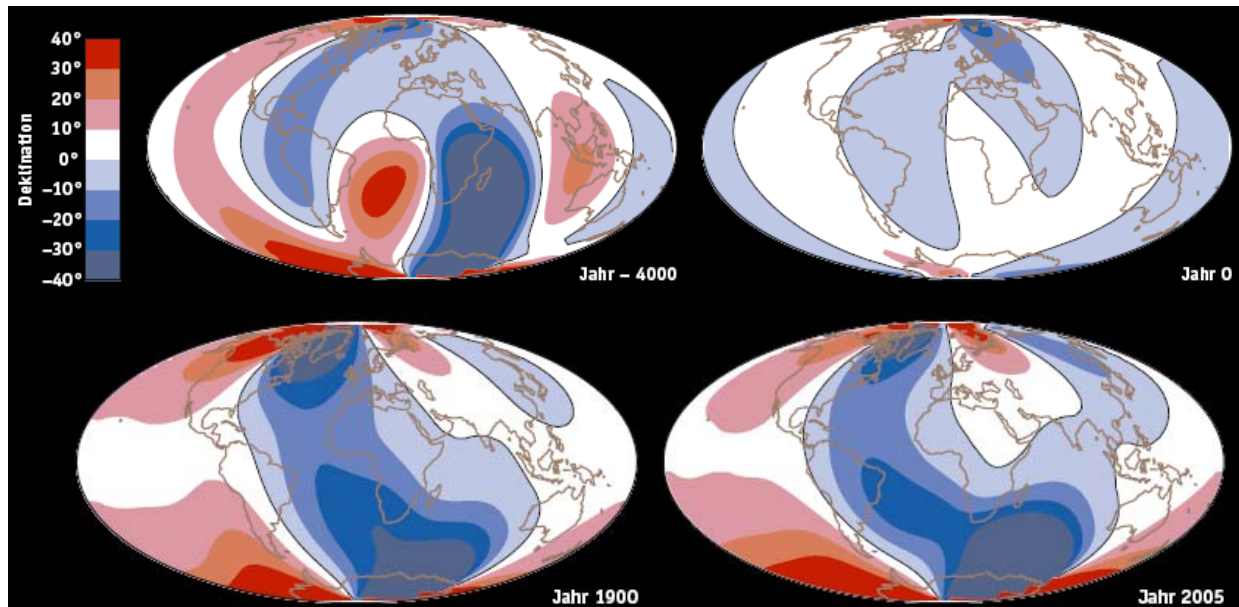


Die Abbildung zeigt die Positionen der magnetischen (schwarz) und geomagnetischen Pole (rot) auf der Nord- und Südhalbkugel von 1590 - 2005. Es sind jeweils 10-Jahresschritte aufgetragen. Fast spektakulär wandert der seit 500 Jahren recht stabile magnetische Nordpol mit großer Geschwindigkeit in Richtung Sibirien, Quelle: GFZ-Potsdam. Der geomagnetische Pol ist ein theoretischer (berechneter) Pol des Erdmagnetfeldes, dem die Annahme zu Grunde liegt, im Erdmittelpunkt befände sich ein Stabmagnet.

### Deklination:

Unter Deklination versteht man die Richtungsänderung des magnetischen Pols, oder genauer, der lokalen Feldrichtung, zu der Richtung des geographischen Pols (Rotationsachse). Die Deklination ist somit für jeden Punkt auf der Erde unterschiedlich. Sie wird in Winkelgraden angegeben und ist ein wichtiges Maß zur Ortsbestimmung und Navigation auf See. In Berlin (Potsdam) änderte sich die Deklination in den letzten knapp 200 Jahren z.B. um über 20°. Da das Magnetfeld der Erde in idealer Weise einen Dipol darstellt, ist die Deklination also das Maß der Abweichung des gemessenen Feldes zum (idealen) Dipolfeld. Mit zunehmender Deklination wird dieses Idealbild

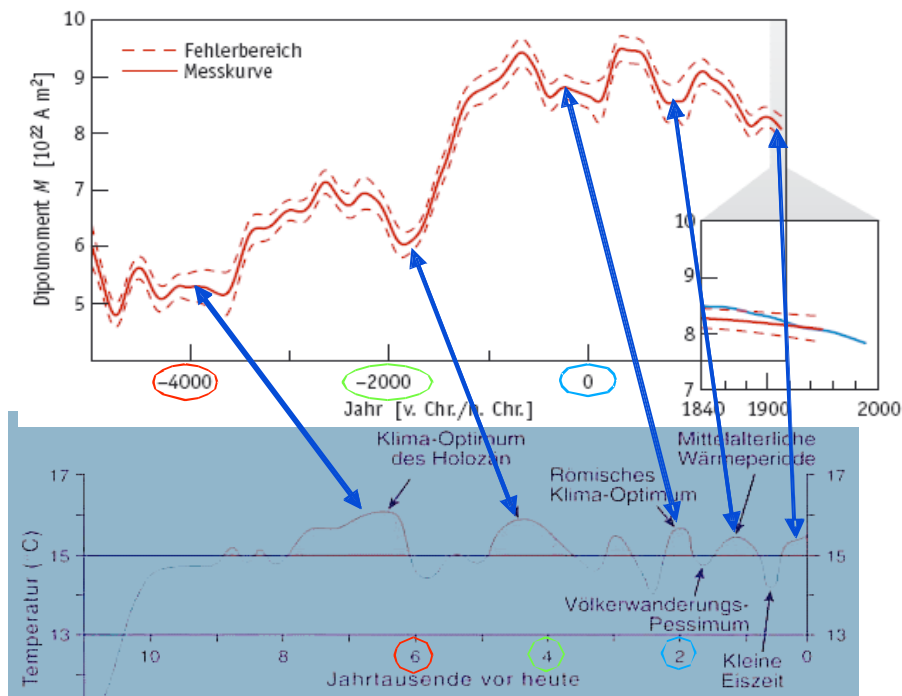
geschwächt und damit das Magnetfeld der Erde schwächer, was die folgenden Abbildungen zeigen. So sind denn auch hohe und weiter steigende Deklinationswerte ein Anzeichen für eine mögliche bevorstehende Polumkehr.



Die Abbildung (Quelle: Sterne und Weltraum, Juni 2006) zeigt die Deklination 4.000 v.Chr, Jahr 0, 1900 und 2005. Wird dieses mit der Abbildung 1 verglichen, fällt auf, dass in Zeiten geringer Deklination das Erdmagnetfeld hoch und in Zeiten hoher Deklination vergleichsweise niedrig ist, bzw. schnell abnimmt.

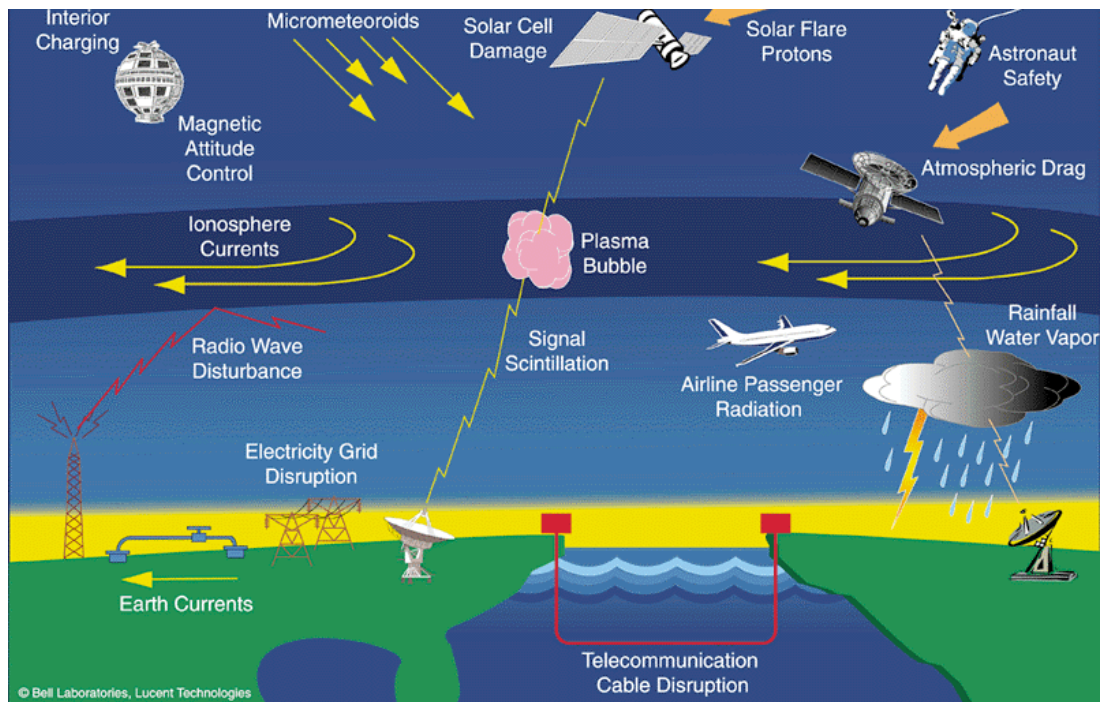
Die **Cambridge University Press** (Bryant E. (1997): Climate process & change) stellt fest: "Erdmagnetfeld wird von Kern-Mantel-Grenze bestimmt und polt sich ca. dreimal in 1 Mio. a um (Umpolung dauert 5 ka), letzte große Umpolung war vor 740 ka (BRUNSHES-MATUYAMA-Umkehr). Möglicherweise **stärkeres Erdmagnetfeld während der Vereisungen, mehr Stürme wenn das Erdmagnetfeld fluktuiert, wärmere Temperaturen wenn die Intensität gering ist.**" Dies deckt sich mit den Klimabeobachtungen im ausgehenden 20. Jahrhunderts und zu Beginn des 21. Jahrhunderts.

Wird die Abbildung der Magnetfeldstärke mit der Temperaturkurve im Holozän verglichen, wird sichtbar, dass die Temperaturmaxima mit den Minima des Erdmagnetfeldes übereinstimmen, was für die Richtigkeit der Aussage der **Cambridge University Press** (Bryant E. (1997): Climate process & change) spricht.



Die Abbildung zeigt, dass alle größeren Temperaturvorstöße in den letzten 6.000 Jahren mit einem Minimum im Erdmagnetfeld korrelieren. Dies ist zum einen auf die in diesen Zeiten aktivere Sonne zurückzuführen, die dann das Erdmagnetfeld entsprechend schwächt und zum anderen, auf Wechselwirkungen mit der kosmischen Strahlung und der Wolkenbildung. Die folgende Abbildung der Bell Laboratories zeigt denn auch neben den bekannten atmosphärischen Auswirkungen, solche auf das Wetter und die Wolkenbildung.

In Fachkreisen ist demnach seit längerer Zeit bekannt, dass magnetische Aktivitäten Einfluss auf Wetter und Klima ausüben, wie aus der folgenden Abbildung der Bell Laboratories zu entnehmen ist.



**The effects of magnetic storms - what scientists call space weather - extend from the ground to geostationary orbit and beyond.**



Den Einfluss auf das Klima bestätigen die beiden Geophysiker **Dr. Mads Faurschou Knudsen** (Geologisches Institut der Universität Aarhus) und **Dr. Peter Riisager** (Zentrum für geologische Forschungen Dänemarks und Grönlands). Ihre Untersuchung wurde in der Ausgabe (Januar 2009, Seite 71 - 74) des US-Fachmagazins *Geology/Geoscienceworld* (<http://geology.geoscienceworld.org/content/vol37/issue1/>) veröffentlicht.

In ihrer Studie heißt es, dass die Niederschlagsmenge in den Regionen niedriger Breitengrade während der vergangenen 5.000 Jahre mit Veränderungen des Magnetfeldes der Erde in Zusammenhang stehe. Weiter sagen die beiden Forscher: "Es besteht eine enge Verbindung zwischen der Niederschlagsmenge in den Tropen und der Kraft des Magnetfeldes", zitierte das dänische Wissenschaftsmagazin "Videnskab".

Das **GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ)** zu den Auswirkungen des Erdmagnetfeldes auf das Klima: "Beeinflusst das irdische Magnetfeld unser Klima?" Zu finden unter (<http://www.uni-protokolle.de/nachrichten/id/39627/>).

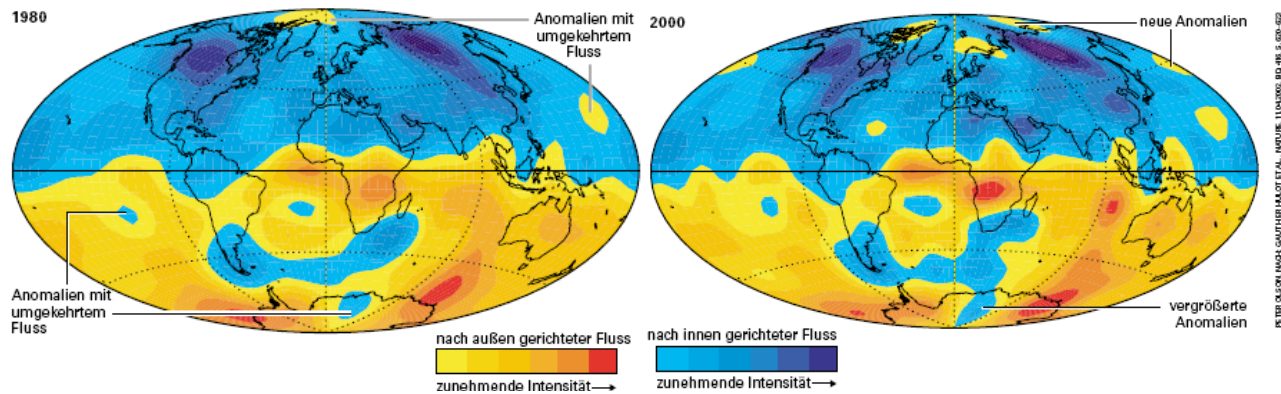
*"In den Rhythmen der Atmosphäre, des globalen Temperaturfeldes und des Magnetfeldes der Erde finden sich aber auch für größere Perioden, z.B. den 80-jährigen Gleißbergzyklus, verblüffende Übereinstimmungen. Allgemein ergab sich aus den Untersuchungen, dass offensichtlich ein **Zusammenhang zwischen der Änderung der globalen Mitteltemperatur und den Variationen des irdischen Magnetfeldes besteht**, darauf weist die gute Übereinstimmung im gesamten Spektralbereich hin. Ebenso deutlich erscheint eine Beziehung zwischen der Änderung der Tageslänge und den Änderungen des irdischen Magnetfeldes. Wie erklärt sich dieser Zusammenhang?"*

*"Das Magnetfeld der Erde wird im flüssigen Erdkern erzeugt. Im eisenhaltigen Erdkern finden sich vertikale Strömungswalzen (Konvektionswalzen), die durch die Wärme angetrieben werden. Zugleich rotiert der Erdkern gegenüber dem Erdmantel, wodurch sich eine Westdrift des Erdmagnetfeldes ergibt. Wird nun angenommen, dass der untere Erdmantel im Grenzbereich zum Erdkern leitfähig ist, ergibt sich eine elektromagnetische Kopplung an der Grenze von Erdkern und Erdmantel. Diese Kopplung wirkt wie eine Wirbelstrombremse oder ein Wirbelstrommotor. Deshalb übertragen sich Fluktuationen im Erdkern auf den Erdmantel; der Effekt wird registriert als Tageslängenänderung. Die im Spektrum der Tageslängenänderungen aufgefundenen Frequenzen von 30 und 80 Jahren lassen sich dadurch erklären."*

*"Temperatur, Atmosphärendynamik, Magnetfeld: gibt es Zusammenhänge?"*

*"Überraschenderweise gibt es im Fluktuationsspektrum von Luftdruck, atmosphärischer Mitteltemperatur und Erdmagnetfeld große Übereinstimmungen, obwohl dem völlig unterschiedliche physikalische Ursachen zugrunde liegen. c Tageslängenänderungen und Klimaschwankungen können durch denselben Prozess verursacht sein. Die Ähnlichkeit in den Spektrallinien von Temperaturänderungen und Geomagnetfeldschwankungen deutet darauf hin, dass möglicherweise auch das Magnetfeld Einfluss auf das Klima hat. Dieser Zusammenhang wäre noch näher zu untersuchen."*

Auch heute findet übrigens eine Fluktuation des Erdmagnetfeldes statt, wie aus S.d.W. 09/05, S. 54 "Geheimnisvoller Geodynamo" zu entnehmen ist und die daraus entnommene Abbildung zeigt:

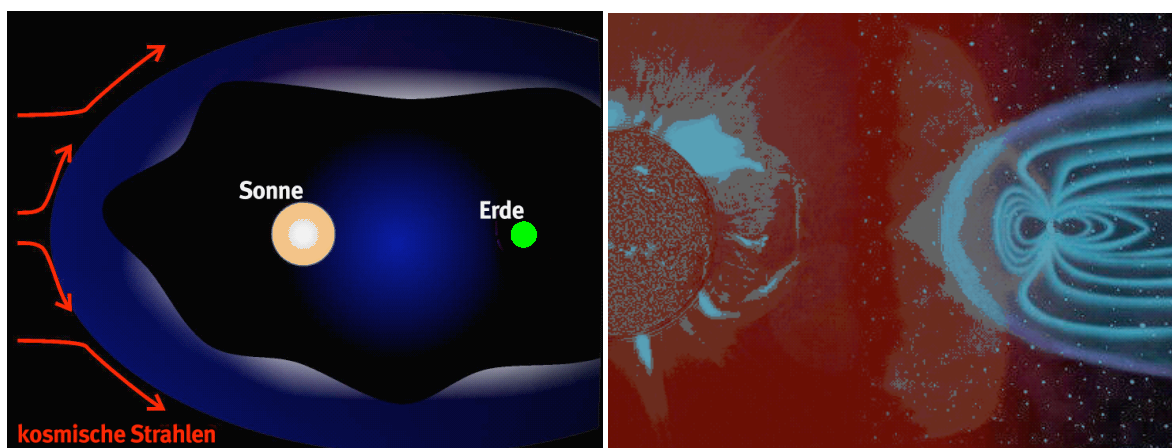


Die Abbildungen zeigen das sich ändernde Erdmagnetfeld im Zeitraum von 1980 - 2000, sowohl die Intensität der Flussänderung, als auch die Polarisierung des Flusses. S.d.W.: "Der größte Teil des Erdmagnetfeldes verlässt den Kern durch die südliche Hemisphäre und tritt durch die Nordhalbkugel wieder ein. Doch an manchen Stellen ist es umgekehrt. Diese Anomalien mit umgekehrtem Fluss haben sich zwischen 1980 und 2000 weiter ausgedehnt." (Anmerkung: In dieser Zeit wurden auch die ansteigenden Globaltemperaturen gemessen). "Wenn sie beide Pole umschließen, könnte dies eine Polumkehr bewirken."

Der Zusammenhang Erdmagnetfeld und Klima wird, wie schon erwähnt, aus der jüngeren Erdgeschichte deutlich. Die jüngsten Eiszeitepochen begannen im Gelasium, gegen Ende des Pliozäns vor 2,588 Mio. Jahren. Der Beginn des Gelasiums ist exakt an der Gauss-Matuyama-Grenze (bezeichnet zwei Epochen, an deren Grenze die Eisenbestandteile in Lava umgekehrt magnetisiert sind, also ein Polwechsel stattfand) vor rund 2,588 Mio. Jahren festgesetzt, an der auch die Polkappen begannen zu vereisen.

Da, wie bereits gezeigt, das Erdmagnetfeld in Wechselbeziehung mit dem solaren Magnetfeld steht, kann eine Klimabetrachtung nur im Zusammenspiel mit den Auswirkungen des solaren Magnetfeldes und insbesondere mit den von Prof. Svensmark erstmals beschriebenen Zusammenhängen der kosmischen Strahlung mit dem solaren Magnetfeld, den klimawirksamen Einfluss beschreiben. Eine Einzelbetrachtung, wie sie z.B. durch das IPCC für den angeblichen klimawirksamen Einfluss von CO<sub>2</sub> vornimmt, gibt hier wie dort kein abgeschlossenes Bild.

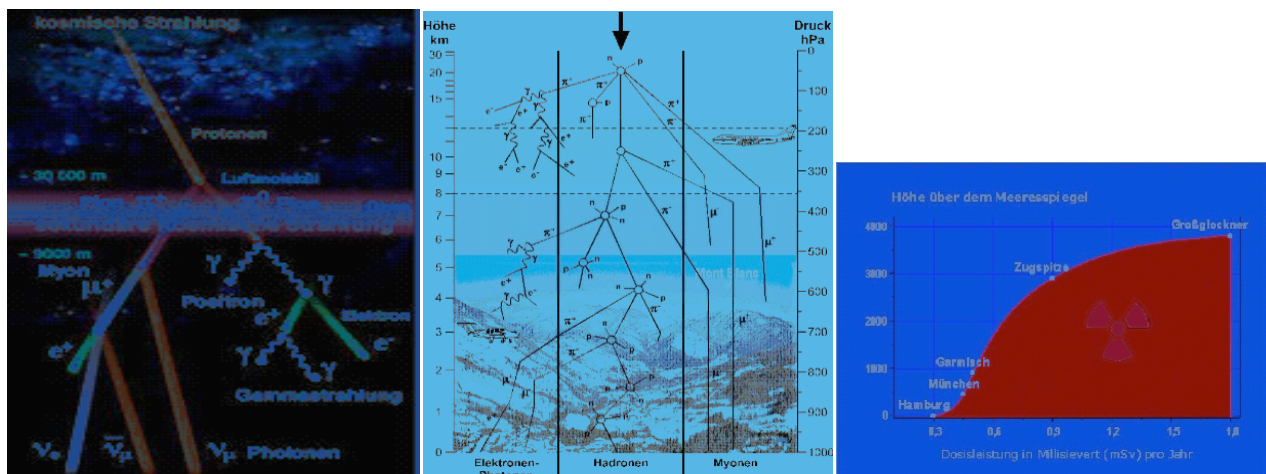
Die Grundüberlegung von Prof. Svensmark basiert aus den Untersuchungsergebnissen, dass in Zeiten hoher kosmischer Strahlung auf die Erdatmosphäre, die Erdmitteltemperaturen vergleichsweise niedrig, in Zeiten geringer kosmischer Strahlung, die Temperaturen über dem langjährigen Durchschnitt liegen. Zusammen hängt dies in kürzeren Zeitskalen von mehreren tausend Jahren, vor allem mit der Sonnenaktivität und dem mit der Aktivität verbundenen solaren Magnetfeld, welches die Erde (und die anderen Planeten) wie ein Schutzschirm vor der kosmischen Strahlung, die im wesentlichen aus geladenen Teilchen, den Protonen, der Rest aus Elektronen und Alpha-Teilchen (Heliumkerne) besteht, schützt (folgende Abbildungen).



Die Abbildung links zeigt, wie die kosmischen Strahlen durch das solare Magnetfeld abgelenkt werden und dadurch die Erde nicht erreichen, bzw. deren zeitliche Flussgröße bei aktiver Sonne geringer ist. In der Abbildung rechts sind die Auswirkungen des solaren Magnetfeldes und des sog. Sonnenwindes auf das irdische Magnetfeld schematisch dargestellt.

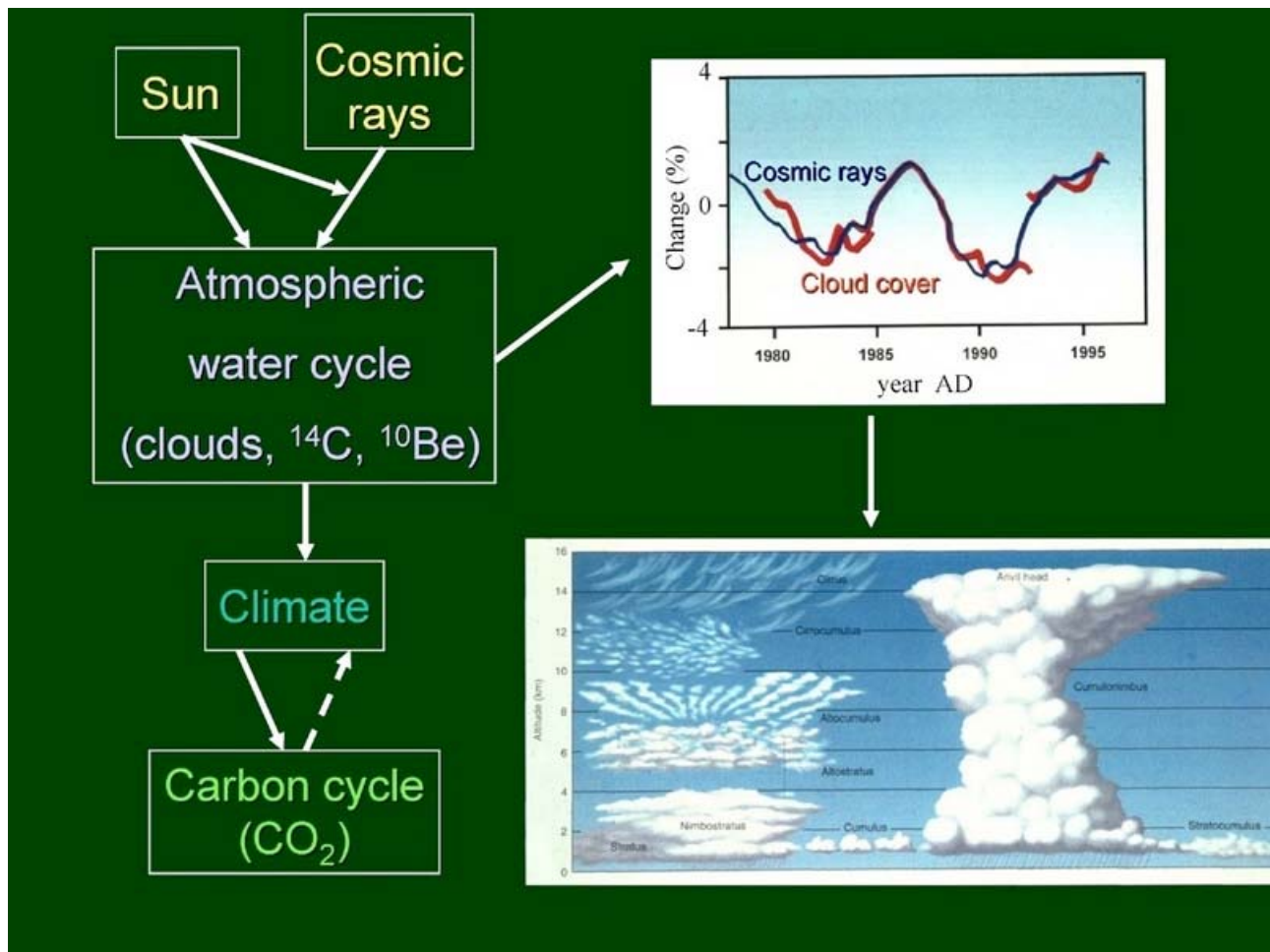
Die primären kosmischen Strahlen, die auf unsere Atmosphäre treffen (folgende Abbildungen) bestehen aus sehr schnellen geladenen Partikeln (galaktische: Energie bis  $10^{10}$  -  $10^{16}$  eV, extragalaktische: Energie bis  $10^{20}$  eV\*) von Protonen (90%), Elektronen bis Heliumkerne. Die Partikelstrahlung, auch Höhenstrahlung genannt, ist in ca. 15 km Höhe am stärksten. Diese Teilchen kollidieren mit Kernen atmosphärischer Moleküle ( $N_2$ ,  $O_2$ ) und erzeugen so einen Schauer sekundärer Partikel wie Pionen, Myonen, Elektronen, Antimaterie und Neutrinos, die auf der Erde gemessen werden kann (Spektrum der Wissenschaft 01/06, S. 12). Dabei entstehen Gammastrahlung und weitere Photonen verschiedener Wellenlänge. Die Anzahl dieser sekundären Partikel ist neben der Intensität der kosmischen Strahlung von verschiedenen Faktoren wie Breitengrad, Tag/Nacht-Zyklus, Wetter, Druck und solarer Aktivität abhängig.

Der oben beschriebene Kaskadierungseffekt geht so lange weiter, bis die Energie der Teilchen dahingehend abgebaut ist, dass durch eine Kollision keine weiteren freien Teilchen geschaffen werden, im Mittel in einer Höhe von ca. 15 km. In der Troposphäre werden dadurch Ionen produziert, die Aerosole mit geringen Partikelgrößen von  $< 20\text{nm}$  entstehen lassen. Diese wiederum dienen als Keime für die Wolkenbildung. Geladene Regentropfen sind dabei 10 - 100-mal so effektiv in der Bindung von Aerosolpartikeln als ungeladene. Aerosolpartikel dienen bekanntermaßen als Kristallisationskeime für Wassertropfen.



Die Abbildungen zeigen die Teilchenreaktionen aufgrund der kosmischen Strahlung und deren Anteil (Millisievert) in Abhängigkeit zur Höhe in Metern (rechts). Quelle: Forschungszentrum Dresden

In der Atmosphäre entstehen unter der Einwirkung kosmischer Strahlung z.B. Wolken, bevorzugt in der unteren Troposphäre. Weiterhin entsteht in der oberen Atmosphäre  $^{14}\text{C}$ , was durch den C-Zyklus auch zu einer Anreicherung in der Vegetation führt und dessen Zerfallsrate zur Altersbestimmung der Pflanzen herangezogen wird. Die kosmische Strahlung, deren geladene Primär- und Sekundärteilchen, wirken sich demnach auf die Wolkenbildung (vermehrte Wolkenbildung in der unteren Troposphäre bei erhöhter kosmischer Strahlung) und damit auf die Temperaturen aus. Prof. Svensmark konnte seine Forschungsergebnisse mit beeindruckenden Datenreihen belegen, von denen ich Ihnen die Folgende, die beim Informationsdienst Wissenschaft e.V. unter (<http://idw-online.de/pages/de/image7546>) abgelegt ist, zeigen möchte.



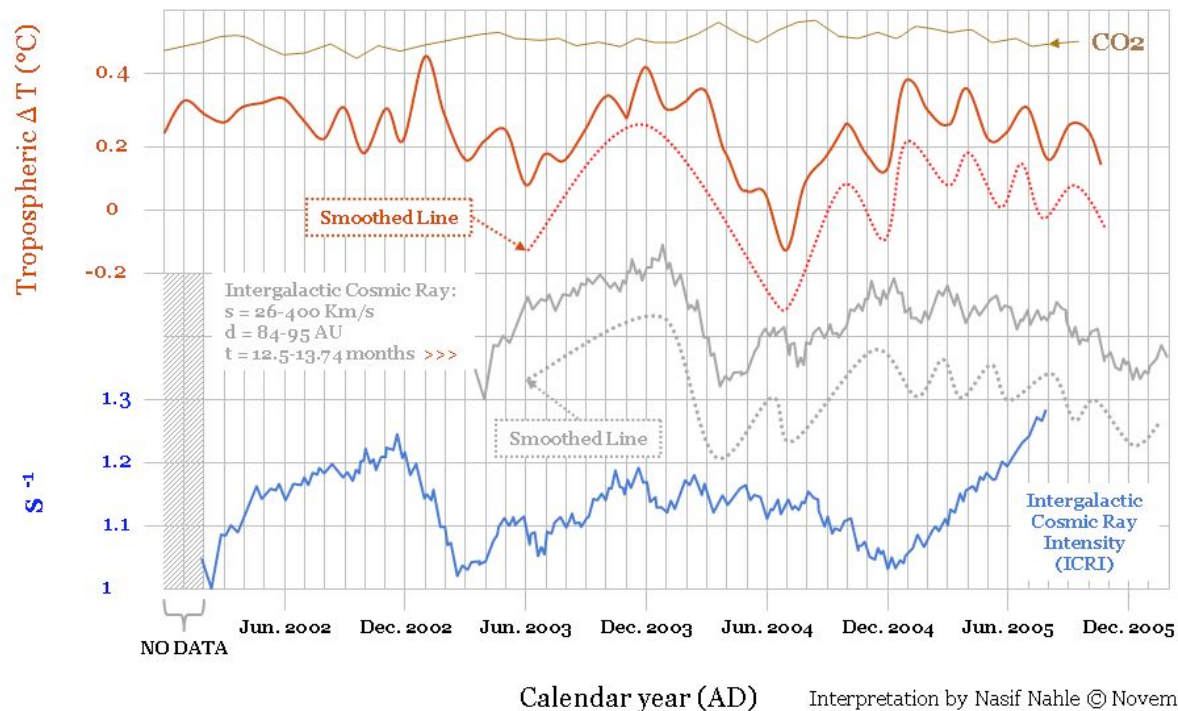
Die Abbildung zeigt, wie die Wolkenbedeckung in Abhängigkeit zur Intensität (Veränderung) der kosmischen Strahlung variiert.

Durch erhöhte solare Aktivität (z.B. Sonnenfleckenzyklen, magnetischer de Vries/Suess-Zyklus) wird die Erde besser vor kosmischer Strahlung abgeschirmt, weshalb die  $^{14}\text{C}$ -Menge abnimmt. Auf diese Weise spiegelt die  $^{14}\text{C}$ -Schwankung z.B. in Baumjahresringen die solare und kosmische Variabilität wieder. Wie bereits geschildert, bilden sich auf diese Weise im unteren Atmosphärenbereich optisch dichte Wolken. Eine Verstärkung der unteren Wolkenbildung sorgt so für globale Kühlung. Dies trifft zusammen mit einer schwachen, inaktiven Sonne, wodurch vermehrt kosmische Strahlung (Schutz des solaren Magnetfeldes ist geringer) die Erdatmosphäre erreicht. **Nach den Angaben des DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) bedeutet eine Reduzierung des mittleren Wolkenbedeckungsgrades von wenigen Prozent, bereits eine globale Temperaturänderung, die (Anmerkung: in den Modellen) einer Verdoppelung des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes entspricht.** (<http://www.oekologismus.de/?p=460>)

In der folgenden Abbildung ist der direkte Zusammenhang zwischen Globaltemperatur und Intensität der kosmischen Strahlung dargestellt.



## COMPARISON BETWEEN LINEAL GRAPHS OF INTERGALACTIC COSMIC RAYS AND THE GLOBAL TEMPERATURE VARIABILITY ( $\Delta T$ )

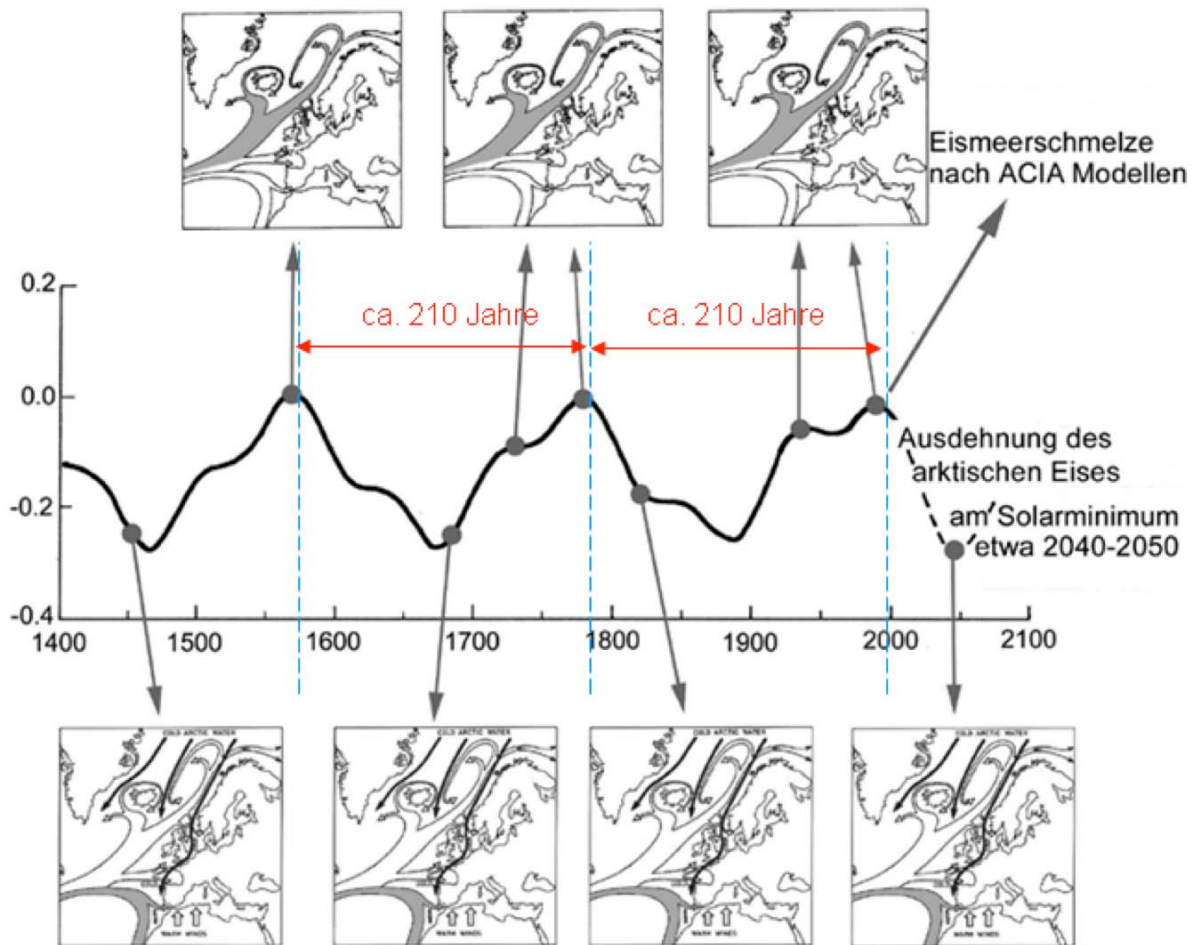


Die unteren drei Graphen zeigen die kosmische Strahlung im Zeitraum von März 2002 - 2005. Die beiden roten Graphen die Temperaturschwankungen im gleichen Zeitraum. Werden die beiden geglätteten Linien verglichen, wird der Zusammenhang zwischen Temperaturgang und kosmischer Strahlung sehr deutlich. Zum Vergleich ist die CO<sub>2</sub>-Schwankungsbeite dargestellt, die keinerlei Übereinstimmung mit der Temperaturvariabilität aufweist, Quelle: ([http://biocab.org/Cosmic\\_Rays\\_Graph.html](http://biocab.org/Cosmic_Rays_Graph.html)).

Der Einfluss der kosmischen Strahlen auf die Wolkenbildung und das Klima sind so gravierend, dass mittlerweile die Meteorologen die kosmische Strahlung berücksichtigen müssen, um ihre täglichen Wettervorhersagen zu verbessern (Nigel Calder, <http://www.konservativ.de/umwelt/calder.htm>).

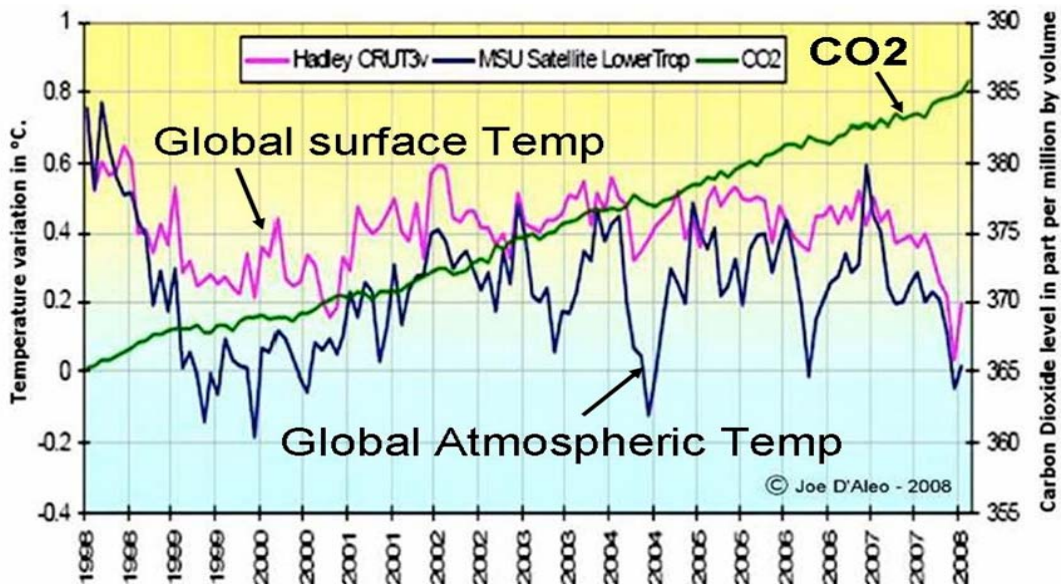
Wie eingangs des Artikels geschildert, hat nach Untersuchungen der NASA, die Stärke des irdischen Magnetfeldes in den vergangenen 150 Jahren um 10% abgenommen. Diese Abnahme fällt zusammen mit einer aktiven Sonnen, damit verbundener geringerer kosmischer Strahlung und steigenden Erdmitteltemperaturen. Es wird ersichtlich, dass mit fallendem irdischem Magnetfeld, die Temperaturen, sowohl derzeit, als auch in der Vergangenheit, relative Maxima erreichten (Abbildung 5).

Es ist somit festzustellen, dass sich die Auswirkungen der variablen Sonnenaktivität, insbesondere deren magnetische Aktivität (der im Mittel 208-jährige de Vries/Suess-Zyklus, Abbildung 12), in direkter und indirekter Weise (kosmische Strahlung, Erdmagnetfeld) auf das Klima auswirken, verstärkt werden die magnetischen Einflüsse, wenn sich das Erdmagnetfeld selbst ändert (siehe Aussage der Cambridge University Press), wodurch geladene Teilchen dann nochmals vermehrt in die Erdatmosphäre gelangen. Für einen postulierten Einfluss von CO<sub>2</sub> auf unser Klima bleibt da nicht mehr viel übrig.



Die Abbildung zeigt die variable arktische Eisbedeckung von 1400 - 2008 (Quelle: Dr. Axel Mörner, „Keine Gefahr eines globalen Meeresspiegelanstiegs“) und die damit verbundenen Meeresströmungen im Nordatlantik. Sehr deutlich zeichnet sich in der arktischen Eisbedeckung der im Mittel 208-jährige magnetische de Vries/Suess-Zyklus der Sonne ab, der um die Jahrtausendwende sein letztes Maximum hatte und seitdem wieder fällt, so dass von weiter fallenden Temperaturen bis zur Mitte des Jahrhunderts zu rechnen ist.

Wie das Geo Forschungszentrum Potsdam richtig feststellt, ist es an der Zeit, die Auswirkungen des Erdmagnetfeldes auf unser Klima näher zu untersuchen, als weitere Forschungsgelder dafür zu verwenden, einen Kausalzusammenhang zwischen CO<sub>2</sub> und Klima zu finden, den es nicht gibt, wie nicht zuletzt die jüngste Temperaturentwicklung zeigt: Seit 10 Jahren wird es deutlich kühler, obwohl der CO<sub>2</sub>-Pegel weiter steigt.



Die Abbildung zeigt deutlich, dass es keinen Zusammenhang zwischen atmosphärischem CO<sub>2</sub>-Gehalt und Temperaturen gibt – obwohl der CO<sub>2</sub>-Pegel weiter deutlich steigt, fallen seit Beginn dieses Jahrhunderts die Temperaturen.

Raimund Leistenschneider - EIKE