

# Teil 7: Dynamisches Sonnensystem – die tatsächlichen Hintergründe des Klimawandels

geschrieben von Leistenschneider | 30. 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 7 – Der Einfluss der Sonne auf die Wolkenbedeckung über Svensmark hinaus**

Der Einfluss der kosmischen Strahlung auf die Temperatur zeigen die Abbildungen 148 und 149, Quelle: Science, Vol. 309, S. 2017-2024, 23. September 2005. Die Übereinstimmung der geglätteten Kurven ist dabei frappierend.

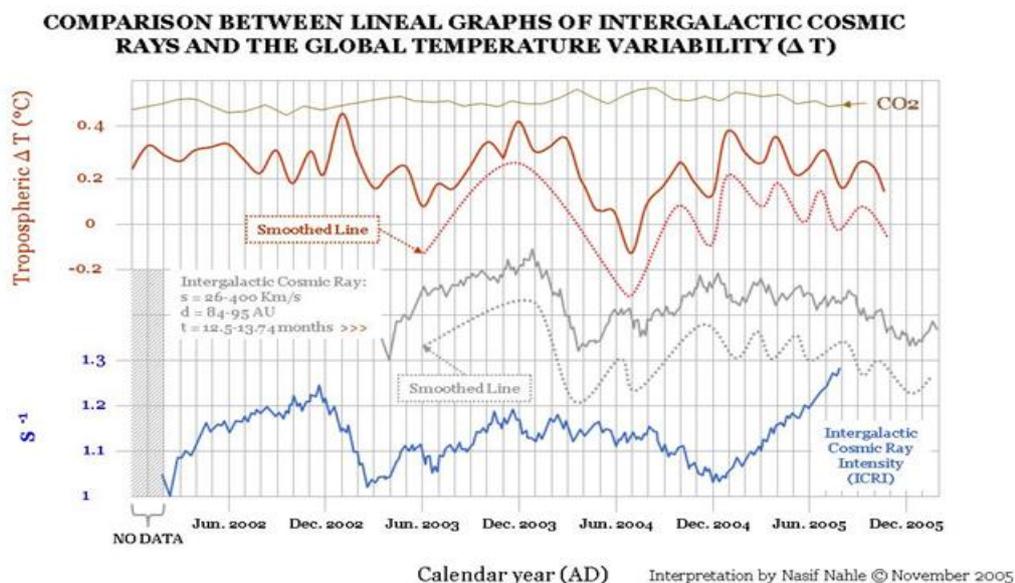
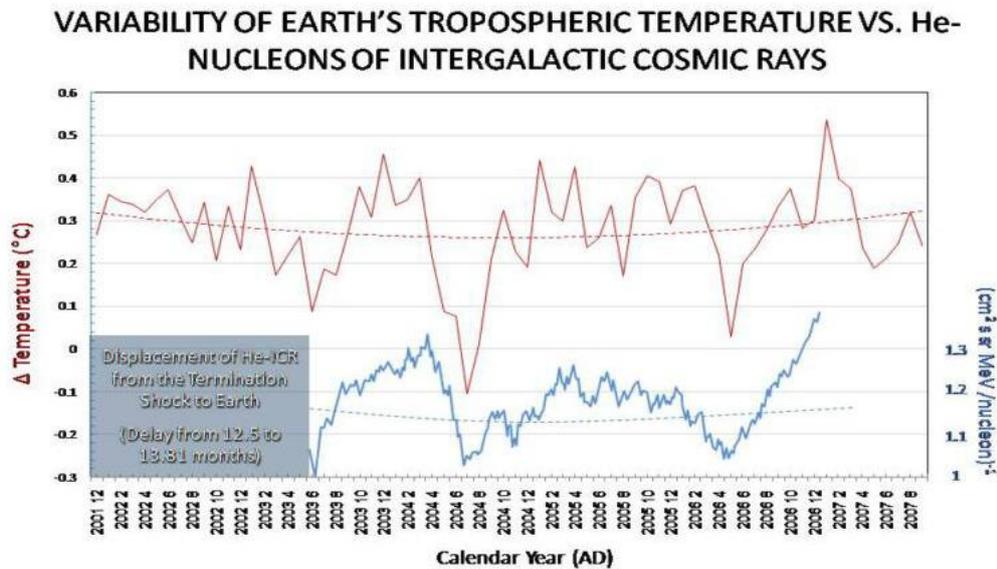


Abbildung 159: Die Abbildung zeigt auch hier keinerlei Korrelation der Temperatur mit der CO<sub>2</sub>-Kurve, jedoch eine deutliche Übereinstimmung der Temperatur mit der kosmischen Strahlung.



Data Source: Intergalactic Cosmic Ray discovered by Voyager 1, credit NASA. Temperature Variability by NOAA/NASA/JPL/GSFC. Science Magazine: E. C. Stone *et al.* *Voyager 1 Explores the Termination Shock Region and the Heliosheat Beyond.* Science, Vol. 309, Issue 5743, 2017-2020, 23 September 2005. Interpretation by Nasir Nahle © November 2005.

Abbildung 160 zeigt die Temperaturkurve ( $\Delta T$ ) der unteren Troposphäre zur kosmischen Strahlung im Zeitraum von Dezember 2001 bis August 2006. Deutlich erkennbar, dass nicht nur der geglättete langjährige Trend (gepunktete Linie), sondern auch die Minima und Maxima übereinstimmen. Die Abbildung wurde am 21. Oktober 2007 zu der erst genannten Abbildung hinzugefügt.

Zu Beginn soll die Wirkung skizziert werden, über die die Sonne auf die Erdatmosphäre unmittelbar Einfluss nimmt und somit den Zustand in der Atmosphäre ändert, was unmittelbaren Einfluss auf Wetter und Klima ausübt. Die entscheidende Rolle dabei spielen el. geladene Aerosolpartikel in der Atmosphäre, die unmittelbar durch HCS (Heliosphärische Stromschicht) und Sonnenwind moderiert werden.

Durch die kosmische Strahlung werden Luftmoleküle ionisiert, also el. geladen. Mit Schwefeldioxid, welches sich in der Atmosphäre befindet, entsteht in mehreren chemischen Schritten ionisierte Schwefelsäure. Diese bildet mit „normaler“ Schwefelsäure und Wassermolekülen Clusterionen. Die Ladung (negativ) des Clusters erleichtert (bis um den Faktor 10) die Anlagerung von weiteren neutralen Molekülen. Dadurch kann sich ein sog. kritischer Cluster bilden. Durch die Anlagerung von weiteren Molekülen entsteht ein Aerosolpartikel. Ab einer bestimmten Größe (100 nm) bildet sich ein Kondensationskeim für die Tröpfchenbildung.

## GCR-CN-CCN-Cloud Hypothesis

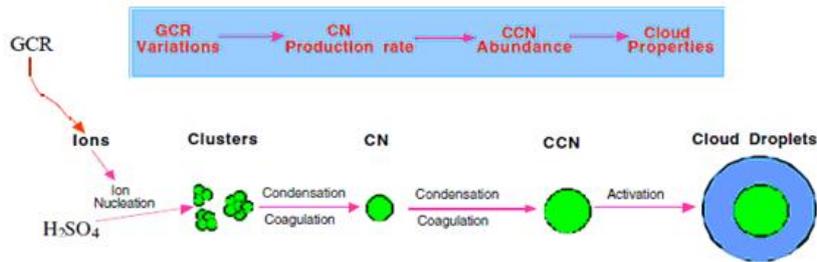


Abbildung 161, Quelle: Fangqun Yu, Atmospheric Sciences Research Center, State University of New York, "Cosmic Rays, Particle Formation, Natural Variability" zeigt den Beginn des Wolkenentstehungsprozesses. Es ist bekannt, dass Schwefelaerosole, insbesondere Schwefelsäure Temperatur, Druck und Dichte in den Atmosphärenschichten beeinflussen. Hierzu kommt ein weiterer Parameter, die Ionendichte. Verursacht durch z.B. kosmische Strahlung entstehen Ionen, elektrisch geladene Atome, die z.B. in der Atmosphäre vorhandene Schwefelsäure zu Clustern zusammenbilden. Diese Cluster sind die Ausgangsbasis für Kondensationskerne (CN = condensation nuclei). Eine Zunahme dieser Nanopartikel bewirkt, dass sich die Wolkenkondensationskeime (CCN = cloud condensation nuclei) vermehren, weil sich Wasserdampf an diese gut binden kann. Hierdurch entstehen kleine Wassertröpfchen (cloud droplets).

Weiter ist seit dem Erfinder der Nebelkammer, **Charles Thomson Rees Wilson** bekannt, dass Ionen von Sauerstoffmolekülen, sofort von Wassertropfen umschlossen werden. In der unteren Atmosphäre sind dies die Keimzellen für Regentropfen.

Erdboden und Atmosphäre besitzen unterschiedliche el. Potentiale. Daher besteht ein permanentes Potentialgefälle. Die Angaben in der Fachliteratur schwanken zwischen 250 kV und 500 kV. Es gibt demnach eine Vielzahl und freien Ladungen in der Atmosphäre. Der bekannteste Ladungsausgleich findet durch Blitze statt.

Abbildung 162: Elektrische Entladungen in der unteren Troposphäre, wie Blitze, oder in der Stratos- und Mesosphäre in Form von Blue Jets und Red Sprites sind nur die sichtbaren Erscheinungen für Elektrizität in der Erdatmosphäre. Damit es überhaupt dazu kommen kann, muss es freie elektrische Ladungen geben, durch deren örtliche Konzentration sichtbare Ausgleichströme entstehen, Quelle: "Red Sprites und Blue Jets", Jens Oberheide, Bergische Universität Wuppertal.

Die Ionisation in der oberen Atmosphäre (Ionosphäre, elektrisch leitfähige Schicht) entsteht durch die Absorption der UV-Strahlung der Sonne durch die Luftmoleküle und Atome in der Ionosphäre. Durch das Herausschlagen der Elektronen durch die energiereiche UV-Strahlung entsteht eine positive Potentialschicht. Fachlich spricht man von

“Ausgleichsschicht“, die der negativen Potentialschicht, dem Erdboden, gegenüber steht. Erdboden und Ionosphäre, beide elektrisch gut leitend, wirken wie ein Kugelkondensator, mit einem Dielektrikum, der Atmosphäre dazwischen. In diesem Dielektrikum findet ein ständiger Potentialfluss, der durch die Raumladungen und den Ladungstransport geprägt ist, statt. Im englischen wird dieser Potentialfluss “Global Electrical Circuit“ genannt, folgende Abbildungen.

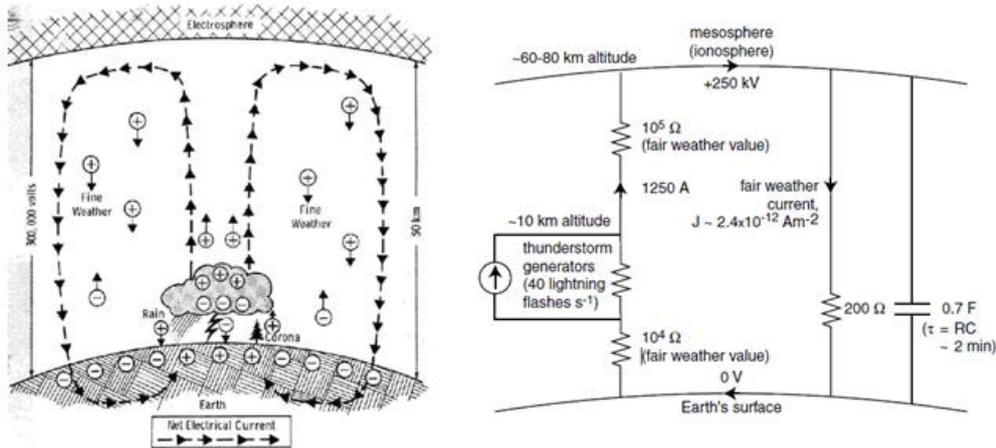


Abbildung 163 links, Quelle:

(<http://www.meteo.psu.edu/~verlinde/meteo437/figures437.html>) zeigt den globalen elektrischen Kreislauf in der Atmosphäre und dem Erdboden. Die Abbildung rechts, dessen elektrisches Ersatzschaltbild, Quelle: (<http://www.slac.stanford.edu/cgi-wrap/getdoc/slac-wp-020-ch11g-Kirkby.pdf>).

Das gezeigte elektrische Feld ist üblicherweise nach unten gerichtet. Nur bei Schlechtwetterfronten (z.B. Gewitter) ist das Feld nach oben gerichtet. Die Feldstärke beträgt in Bodennähe ca. 150 V/m und nimmt mit der Höhe rasch ab. Anhand von Ballonmessungen beträgt seine Feldstärke in 10 km-Höhe nur noch 5 V/m. Die Abnahme der Feldstärke kann nur darauf beruhen, dass in der Atmosphäre Raumladungen vorhanden sind, die zu dem Feld parallel verlaufen. Das resultierende Feld ist das Maß für die Feldstärke.

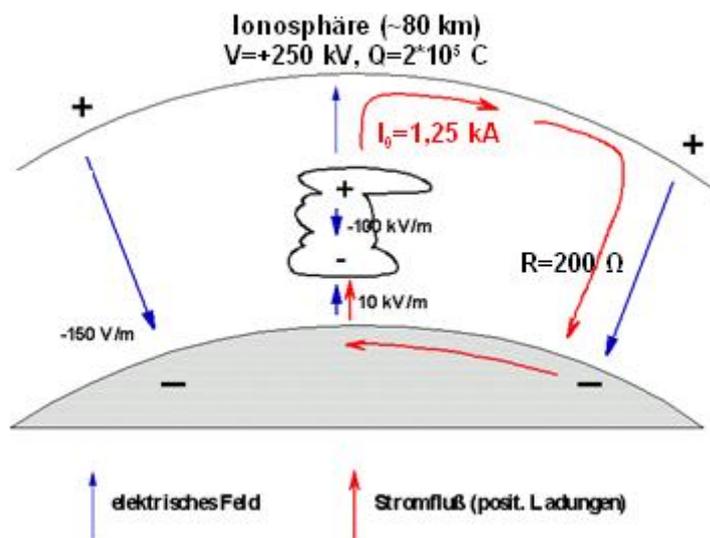
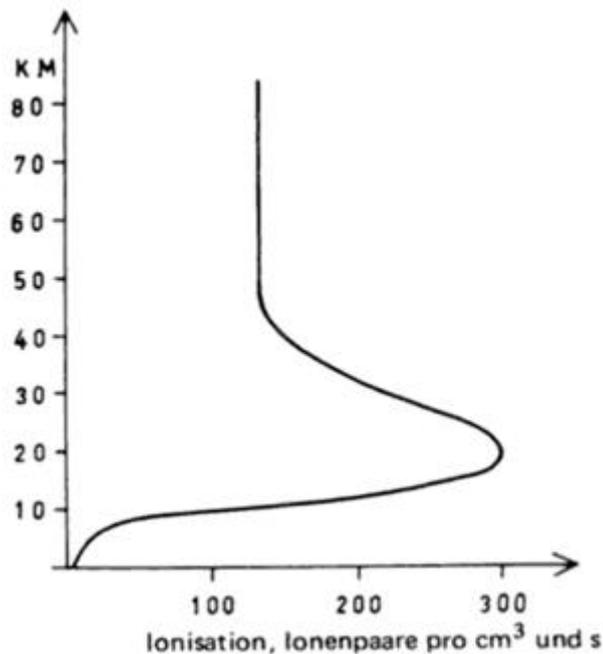


Abbildung 164: Wie bei einer angelegte Spannung an einem Kondensator, fließt zwischen der Ionosphäre und dem Erdboden ein gerichteter Ausgleichsstrom, der "Vertikalstrom". Er ist gering und hat im Schönwetterfeld Werte von einigen Piko A/m<sup>2</sup>, die bei Schlechtwetterlagen um Größenordnungen ansteigen und von kurzer Dauer sind. Nach Angaben des Instituts für Atmosphärenphysik der Bergischen Universität Wuppertal liegt der Gesamtstrom aus Gewittern bei 1.250 Ampere. Über längere Zeitskalen ist die Elektrizitätsbilanz ausgeglichen, so dass es nicht zu einer Aufladung z.B. des Erdbodens kommt.

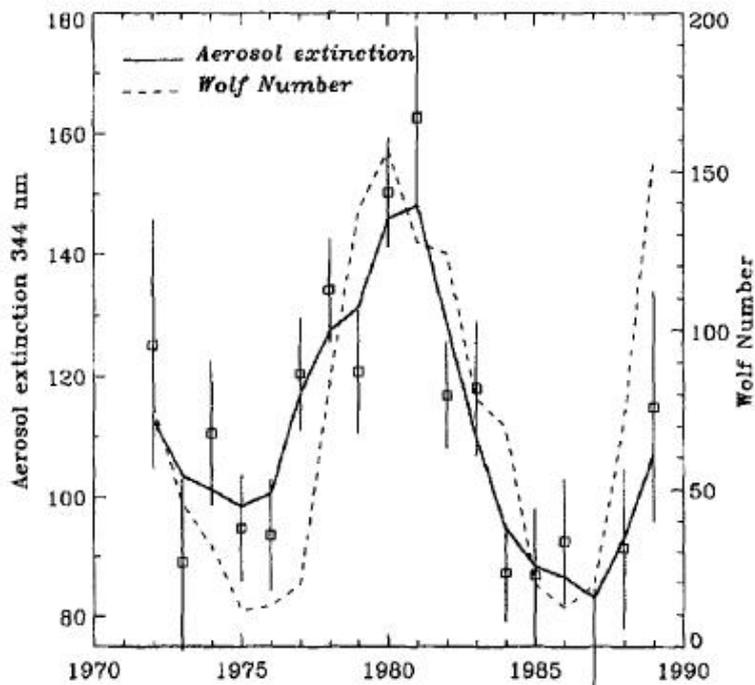
Welche weiteren Prozesse, als die energiereiche UV-Strahlung der Sonne führen zu Ladungsträgern (Ionen, Elektronen) in der Atmosphäre? Dies sind, wie bereits angesprochen, die kosmische Strahlung, die in der Stratos- und Troposphäre Luftmoleküle ionisiert und dies sind Turbulenzen in Luftschichten (z.B. Gewitterwolken), bei denen durch Zusammenstöße Elektronen herausgelöst werden.

Darüber hinaus hat **Prof. Galembeck** (University of Campinas, Brasilien) herausgefunden, dass sich feuchte Luft elektrisch auflädt, wenn sie sich in der Atmosphäre an Staubteilchen (Aerosole) anlagert. Das Wasser in der Atmosphäre wird durch diesen Prozess elektrisch aufgeladen und zwar positiv, wie negativ, je nach Staubpartikel. Die Forscher nennen diesen Prozess Hygroelektrizität.



Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in der Atmosphäre durch unterschiedliche Prozesse ständig elektrische Ladungsträger entstehen, die als el. geladene Aerosolpartikel die Wolkenbedeckung und die Wetterlage beeinflussen. El. geladene Aerosolpartikel sind als Konstellationskeime bis zu 10-mal wirkungsvoller als ungeladene. Wie die Abbildung 165 (oben) zeigt, Quelle: Allgemeine Meteorologie (3. Auflage), Gösta H. Liljequist, Konrad Cehak, entstehen insbesondere in der unteren Stratosphäre und oberen Troposphäre durch die kosmische Strahlung Ionenpaare. Obere Troposphäre und untere Stratosphäre ist der Höhenbereich, in der der JET-Stream die Großraumwetterlage auf der Nordhalbkugel maßgeblich beeinflusst. Es ist daher nicht abwägend, dass eine Modulation der elektrischen Partikel in der Atmosphäre durch direkte oder indirekte Sonneneinflüsse, sowohl die Großraumwetterlage (Jet), als auch das örtliche Wettergeschehen (Wolkenbedeckung) beeinflusst.

Dies in den Bereichen des Jetstream umso mehr, da hier nicht nur die Ionendichte stark zunimmt, sondern wegen des geringeren Druckes (geringere Kollisionswahrscheinlichkeit) die Ionenbeweglichkeit zunimmt, sowie dadurch bestimmt, auch deren Lebensdauer vergrößert wird. Diese elektrisch geladenen Partikel sind grundsätzlich über ein äußeres Potentialfeld oder einen angelegten Strom zu beeinflussen.



Wie Abbildung 166, Quelle: V.C. Roldugin und G.V. Starkov, "Dependence of Atmospheric Transparency Variations on Solar Activity" (Polar Geophysical Institute, Apatity, Russland) belegt, gibt es einen eindeutigen Zusammenhang zwischen der Sonnenfleckenzahl (Wolf-Zahl) und der Aerosolschwächung (Index) im Wellenlängenbereich zwischen 344 und 369 nm. Die Aerosolbildung schwankt direkt mit der solaren Aktivität. Je stärker die Sonnenaktivität, desto mehr geht die Aerosolentwicklung zurück. Diese Arbeit ist konform zum Svensmark-Effekt, der fordert, dass durch verstärkte kosmische Strahlung die Wolkenbedeckung zunimmt, weil die Ionenentstehungsrate und damit die Anzahl der Kondensationskeime für Regentropfen zunimmt.

Auch die elektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre, sowie die Blitzanzahl variieren mit der kosmischen Strahlung, Abbildung 167, Quelle: (<http://www.slac.stanford.edu/cgi-wrap/getdoc/slac-wp-020-ch11g-Kirkby.pdf>).

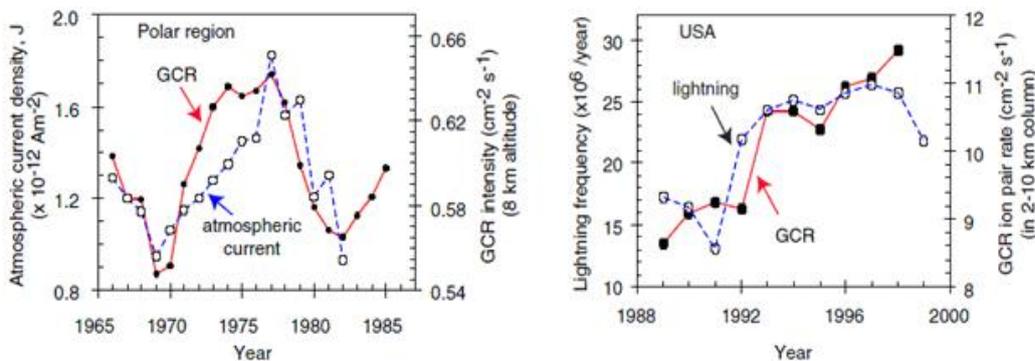


Abbildung 167 links zeigt die Schwankungen des Vertikalstromes zu der kosmischen Strahlung (GCR) in der Polarregion und die Abbildung rechts die Blitzhäufigkeit pro Jahr in Abhängigkeit zur GCR in den USA. Sowohl

der Vertikalstrom, als auch die Blitzhäufigkeit schwanken mit der kosmischen Strahlung.

Wie sehr elektrische Effekte in der Atmosphäre die Kondensationsbildung und damit die Regenmenge steuern, wird bei einem Forbush-Ereignis (nach dem Geophysiker Scott E. Forbush, der den Effekt entdeckte) sichtbar. Ein Forbush-Ereignis ist ein plötzlicher Abfall der kosmischen Strahlung wegen plötzlich auftretender starker Sonnenaktivität, da durch erhöhte Sonnenaktivität der Sonnenwind die kosmische Strahlung von der Erde ablenkt. Bei einem SCR-Ereignis (Solar Cosmic Ray) gelangen hochenergetische Protonen von der Sonne zur Erde.

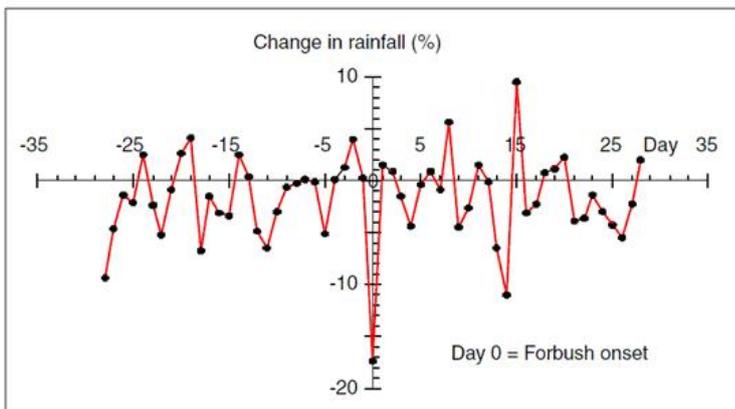


Abbildung 168 zeigt den Rückgang bei Regen während einem Forbush-Ereignis (During Forbush GCR decrease). Deutlich zeigt sich, dass die Niederschlagsmenge stark zurückgeht, was darauf zurückzuführen ist, dass weniger elektrisch geladene Aerosole für Regentropfen zur Verfügung stehen. Quelle:

<http://www.slac.stanford.edu/cgi-wrap/getdoc/slac-wp-020-ch11g-Kirkby.pdf>

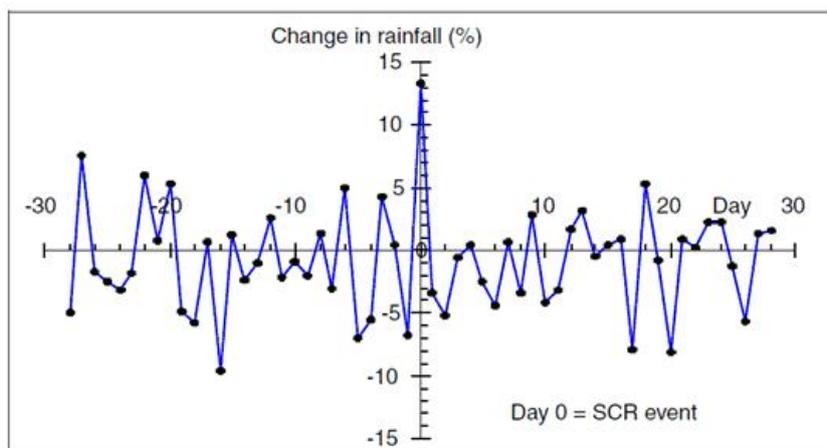


Abbildung 169 zeigt die Änderung des Regenfalls während eines SCR-Ereignisses (During ground-level, SCR increase, Quelle wie oben). Es zeigt sich, dass die Regenmenge deutlich zunimmt, was auf die zunehmende Ionisation in der Atmosphäre und dadurch, eine Zunahme von elektrisch geladenen Aerosolpartikeln zurückzuführen ist.

Die gezeigten Untersuchungen untermauern, dass es in der Atmosphäre eine Vielzahl elektrisch geladener Aerosole gibt, sowie, dass sich Wasser in der Atmosphäre elektrisch auflädt und durch Veränderung der elektrischen Parameter in der Atmosphäre das Wetter beeinflusst wird. Die Beeinflussung kann niemals durch CO<sub>2</sub> kommen – hierfür gibt es keine physikalische Grundlage, sondern nur von der Sonne.

Aus der folgenden Abbildung wird ersichtlich, wie die Sonnenaktivität (am Beispiel des aa-Index) den Luftdruck in der Atmosphäre in den Tropen grundsätzlich ändert.

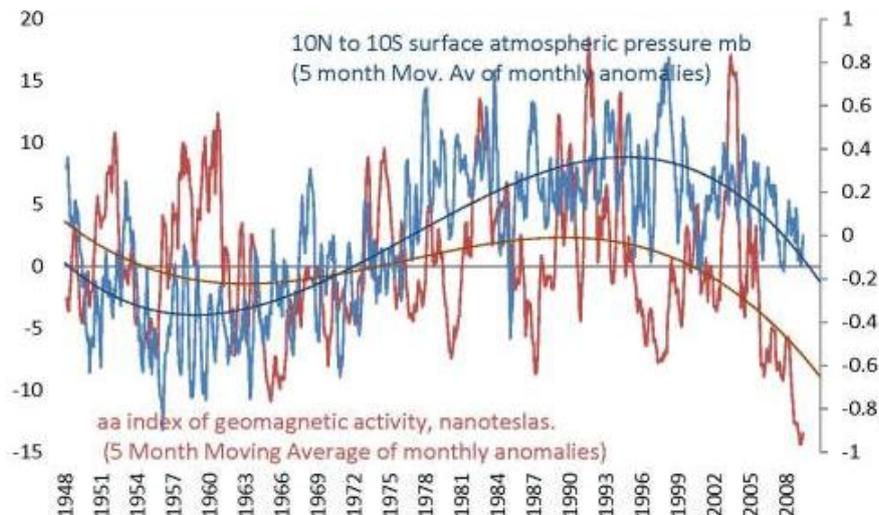


Abbildung 170, Quelle:

(<http://climatechange1.wordpress.com/2009/11/08/the-climate-engine/>) zeigt die Schwankungen des aa-Index im Zeitraum von 1948 – 2009 (rot) und dazu die Schwankungen des bodennahen Luftdrucks in den Tropen (blau). Deutlich ist zu sehen, dass beide zusammenhängen, die solare Aktivität den Luftdruck in den Tropen und damit das Wetter moderiert – Luftdruckunterschiede treiben bekanntlich das Wetter an. Der geglättete Trend entspricht dem Gleißberg-Zyklus.

Abbildung 171 zeigt, wie der aa-Index durch die Sonnenaktivität, dem Schwabe-Zyklus und dem Anstieg des de Vries-Suess-Zyklus im 20. Jahrhundert bestimmt wird.

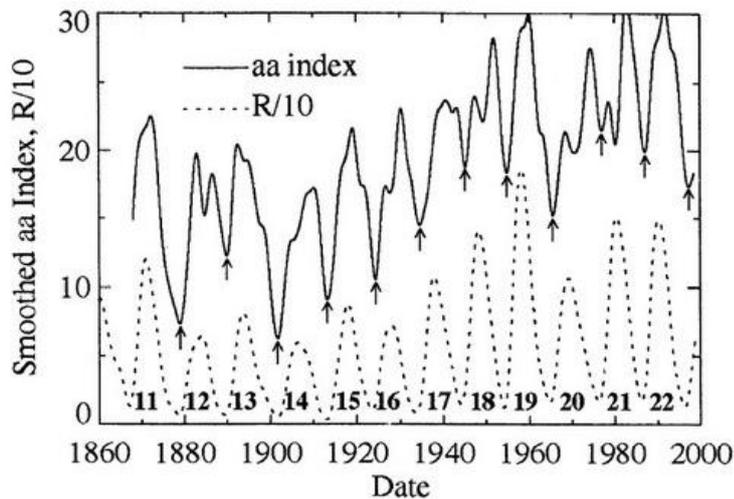


Abbildung 171, Quelle: Hathaway et al. 1999 "A synthesis of solar cycle prediction techniques, Journal of Geophysical Research, 104 (A10), 22375-22388 DOI: 10.1029/1999JA900313 , zeigt den aa-Index und den Schwabe-Zyklus (gepunktete Linie). Deutlich ist dieser im aa-Index abgebildet. Im 20. Jahrhundert steigt dieser parallel zum de Vries/Suess-Zyklus stark an.

Inwieweit die magnetische Aktivität der Sonne und die Polarität des solaren Magnetfeldes die Parameter des irdischen Wettersystems lenken, zeigt Abbildung 172, die die Wolkenbedeckung nach Daten des International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) zeigt.

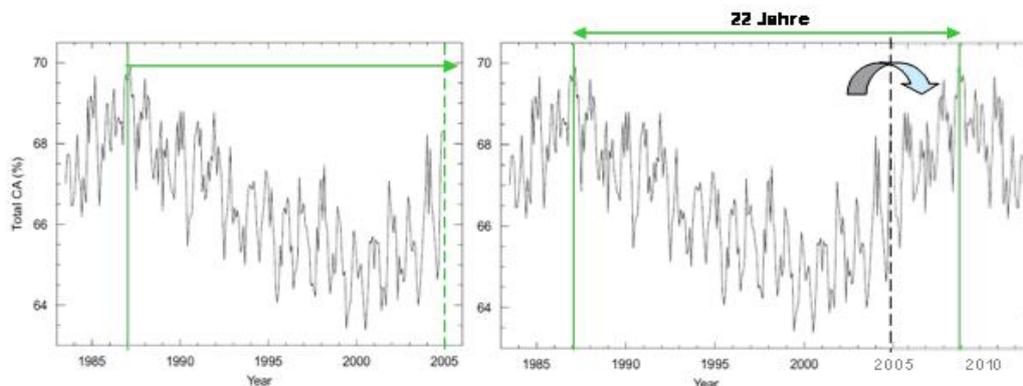


Abbildung 172 links zeigt die globale Wolkenbedeckung von Juli 1983 – Juni 2005, nach Daten des ISCCP, (<http://www.leif.org/research/cloud-cover.png>). Die Abbildung stammt aus der Arbeit von Evan et al. "Arguments against a physical long-term trend in global ISCCP cloud Amounts". Bereits die linke Abbildung zeigt eine periodische Schwingung von größer 18 Jahren (grüner Pfeil). Das Kurvenminimum liegt im Maximum des 23. Schwabe-Zyklus im Jahr 2000. Rechts ist der Kurvenverlauf an der gestrichelten Linie gespiegelt und ab 2005 angesetzt. Dabei wurde darauf geachtet, dass das Verhältnis zwischen Anstieg und Rückgang im Schwabe-Zyklus etwa 2 zu 3 beträgt (die Anstiegszeit ist nicht exakt fix, sondern davon abhängig, wie stark der kommende Zyklus ist – starker Zyklus = schnelle Anstiegszeit, schwacher

Zyklus = langsame Anstiegszeit, insofern stellt das Verhältnis 2 zu 3 einen Mittelwert dar). Das Maximum der globalen Bewölkung hängt in eindeutiger Weise vom Hale-Zyklus (Polaritätszyklus der Sonne) und damit von der Polarität des magnetischen Sonnenzyklus ab.

Nun kann natürlich angeführt werden, dass es sich bei der obigen Spiegelung nicht um tatsächlich gemessene Werte handelt, aus denen eine Zykluszeit abgeleitet werden könnte. In der Tat zeigen die Messungen bis 2008 (dann wurde das Projekt IPCCP geschlossen und weitere Daten liegen dem Autor nicht vor), dass die Wolkenentwicklung ab 2005 nicht wieder ansteigt, sondern niedrig bleibt.

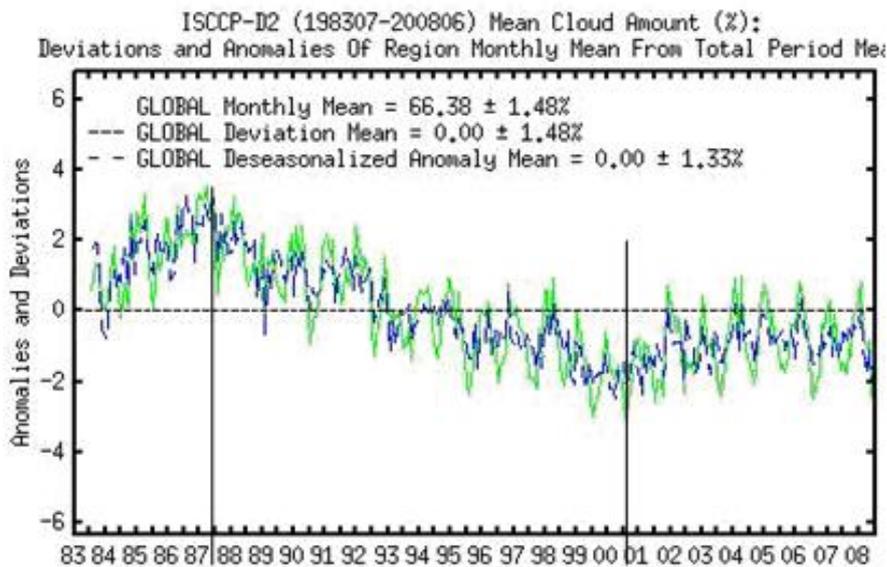


Abbildung 173 (<http://isccp.giss.nasa.gov/climanall.html>) zeigt die gesamte Datenreihe der globalen Wolkenbedeckung bis 2008. Während die Wolkenbedeckung von ihrem Minimum in 2000 bis zum Jahr 2004 wieder ansteigt, bleibt sie dann auf diesem Level und steigt nicht weiter an. An den schwarzen senkrechten Linien dreht jeweils die Tendenz der Wolkenbedeckung, sie stimmt überein mit der Drehung des Polarfeldes der Sonne (Abbildung 174).

Wie passt dies nun zum Hale-Zyklus von 22 Jahren, der bekanntlich eine Schwingung, mit einer Periode von ca. 22 Jahren darstellt und keinen ausgeschwungenen Zustand, bei dem die Werte gleich bleiben und sich über Jahre nicht verändern? Die Antwort findet sich in der Sonnenaktivität des Schwabe-Zyklus, der bekanntlich ein Teil (die Hälfte) von ihm ist.

Zwei Schwabe-Zyklen, ergeben einen Halezyklus, weil dann die Polarität der Magnetfelder der nördlichen, und südlichen Sonnenflecken wieder gleich ist. Zur Erinnerung, mit einem neuen Schwabe-Zyklus ändert sich die magnetische Polarität auf der jeweiligen Halbkugel.

Der 23. Schwabe-Zyklus fiel bekanntlich mit einer Dauer von 14 Jahren deutlich länger aus, als der Durchschnitt von 11 Jahren. Während seine Anstiegszeit bis zum Erreichen seines Maximums mit 4-5 Jahren innerhalb

derer seiner Vorgänger lag, dauerte sein Rückgang, bis zum Beginn des neuen Sonnenzyklus mit 9 Jahren außerordentlich lang, wie Abbildung 174 links zeigt.

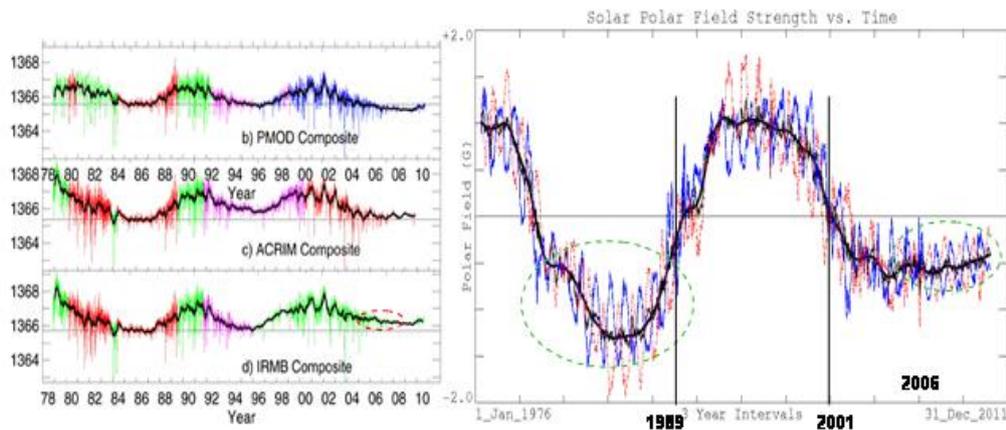


Abbildung 174 links zeigt die letzten drei Sonnenzyklen bis 2010. Der 23. Zyklus dauerte deutlich länger als seine Vorgänger und sein Minimum hielt mehrere Jahre an, wobei sich die solare Aktivität kaum änderte. Dies sind die Jahre 2006 – 2009 (roter Kreis). Die Abbildung rechts, Quelle: Wilcox Solar Observatory, Stanford University (<http://wso.stanford.edu/>) zeigt das Polare Magnetfeld der Sonne bis 2010. Das polare Magnetfeld der Sonne, welches im Sonnenminimum dominiert und die Polarität (Dipolfeld) des solaren Magnetfeldes vorgibt, ist seit ca. 2005 äußerst stabil und zeigt ebenfalls einen „ausgeschwungenen“ Zustand (rechter Kreis), wogegen beim vorherigen Graphenminimum, dieses nur kurz ist und unmittelbar in seinen Schwingungszustand übergeht (linker Kreis).

Es ist somit festzuhalten, dass

1. auch der ISCCP-Wolkenbedeckungsgrad nach 2005 exakt die solare Aktivität widerspiegelt, die durch den Schwabe-Zyklus bestimmt ist
2. der über 3 Jahre andauernde, gleichbleibend niedrige und sich nicht ändernde Wolkenbedeckungsgrad mit dem lang auslaufenden 23. Schwabe-Zyklus übereinstimmt, der sich ebenfalls nicht änderte und daraus (Polar Feld, rechter grüner Kreis)
3. in dieser Zeit keine Polumkehr stattfand, welche den Bedeckungsgrad hätte ändern können
4. eine Polumkehr bis zu dieser Zeit ausblieb – im Gegenteil, die Polarität im gleichen Zeitraum über die gleiche Zeitdauer wie die Wolkenbedeckung um einen Mittelwert schwankt.
5. mit einem nulldurchgang des Polarfeldes (Polaritätswechsel, schwarze, senkrechte Linien) dreht der Wolkenbedeckungsgrad. Dies war um 1988/89 und dann wieder um 2001 der Fall.

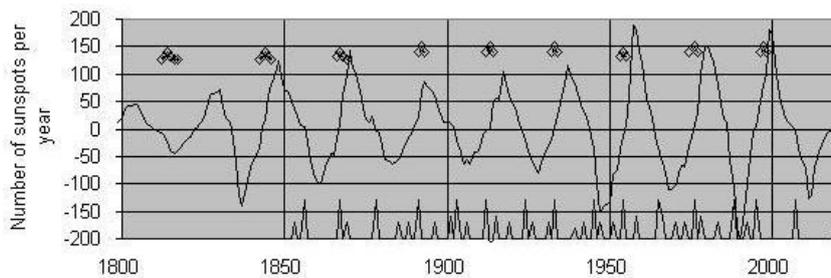


Abbildung 175 zeigt den Hale-Zyklus ([http://nexialinstitute.com/climate\\_el\\_nino.htm](http://nexialinstitute.com/climate_el_nino.htm)) von 1800 – 2009 (obere Datenreihe). Die Rauten geben US-Trockenjahre an und die untere Datenreihe zeigt El-Niño-Ereignisse.

Während El-Niño-Ereignisse keinen direkten Zusammenhang mit dem Hale-Zyklus erkennen lassen (wodurch El Niño von der Sonne gesteuert wird, wurde im Teil 1 detailliert gezeigt), zeigen die US-Trockenjahre, also bewölkungsschwache Jahre, eine deutliche Häufung zum Hale-Zyklus und zwar immer dann, wenn die Polarität des Sonnenmagnetfeldes N+ und S- beträgt. Dies weist auf einen Zusammenhang mit der Entstehung von Aerosolpartikel und damit Kondensationskeimen für Wolken hin.

Aus einer weiteren Arbeit, "Does the solar wind affect the solar cycle?", Israelevich et al., *Astron. Astrophys.* 362, 379–382 (2000), stammt die folgende Datenreihe der Bz-Komponente.

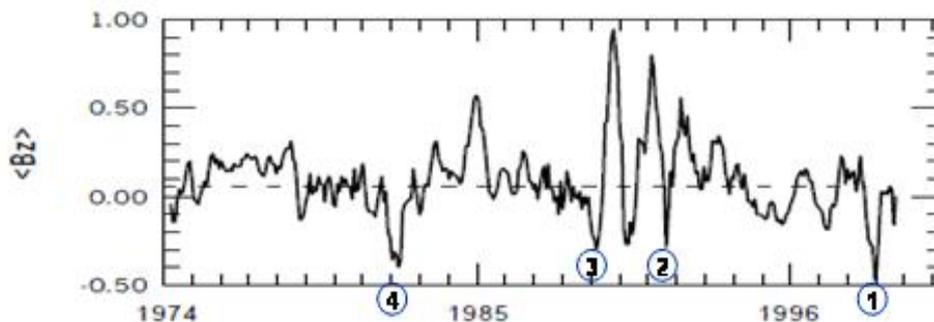


Abbildung 176 zeigt die Bz von 1973 – 2000 als gleitendes Mittel über sieben Sonnenrotationen. Die gestrichelte Linie gibt ihren Mittelwert im Betrachtungszeitraum an. Auffällig ist der starke negative Peak in 1998 □. Im gesamten Betrachtungszeitraum ist dies die stärkste negative Komponente. Sie fällt zusammen, mit dem stärksten El-Niño-Ereignis seit 50 Jahren. Wie im Teil 5 gezeigt, wird das Erdmagnetfeld umso mehr geschwächt und es treten umso verstärkt Polarlichter auf, je negativer die Bz ist.

Ein weiterer Hinweis, das die Polarität des IPF die Wolkenbedeckung beeinflusst, findet sich in den Belegen zum Einfluss der kosmischen Strahlung auf die untere Wolkenbedeckung.

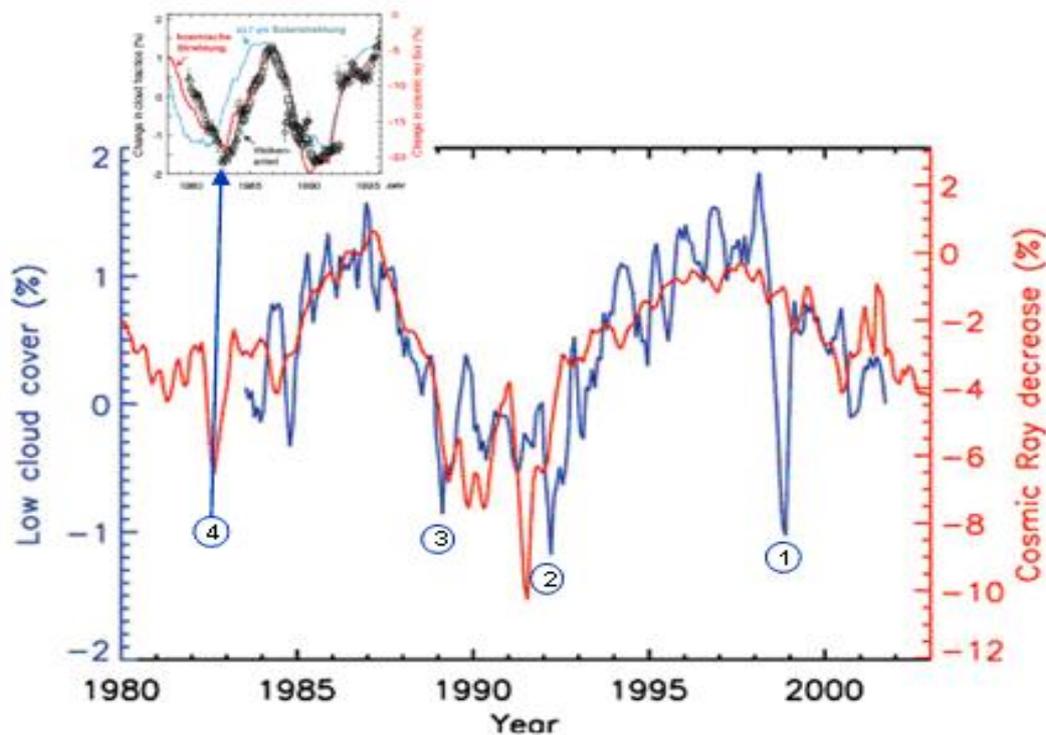


Abbildung 177 (Quelle: Marsh & Svensmark, 2003) zeigt die untere Wolkenbedeckung (blau) von 1983 – 2002 nach Daten des ISCCP und dazu die kosmische Strahlung, gemessen in der Anzahl der Neutronen. Sie zeigt den deutlichen Zusammenhang beider Parameter. Die untere Wolkenbedeckung unterliegt im Takt der CR, Schwankungen von 2-3%. Es fällt sofort der starke Einbruch in der Wolkenbedeckung im Jahr 1999 auf  $\square$ , der sich in der kosmischen Strahlung nicht wieder findet. Er ist jedoch in der Bz-Komponente genauso deutlich zu sehen (vorherige Abbildung). Auch die Minima 2), 3) und 4) in der Bz finden sich in der Wolkenbedeckung gleichfalls wieder (Abbildung 176).

Anmerkung zur Abbildung: Da die Zeitreihe der unteren Wolkenbedeckung bei Marsh & Svensmark erst 1983 beginnt, wurde die Abbildung der Wolkenbedeckung, deren Zeitreihe bereits ab 1980 (1980 – 1995, kleine Abbildung) beginnt, allerdings eine andere Glättung aufweist, zum Vergleich des Minima 4 herangezogen. Dortiges Minima in der Wolkenbedeckung in 1982 fällt ebenfalls mit dem starken Minima der Bz in 1982 zusammen. In der kleinen Abbildung ist übrigens das Minima um 1990 nicht spitz ausgeprägt, wie in 1982, sondern flach, was darauf hindeutet, dass es von mehreren Auslösern stammt. Betrachtet man nun die Bz, finden sich in der Feinauflösung 3 Minima im Zeitraum 1990 – 1992 (Abbildung 176).

HCS und dem IPF sind die Folgen der solaren Aktivität, die ihrem Ursprung in der Konvektionszone und der Tachocline der Sonne haben. Das Zwischenstück, was sozusagen Ursache und Folgen miteinander verknüpft ist die Korona der Sonne, in der der Sonnenwind und mit diesem das IPF und die HCS entstehen. Deshalb war es notwendig, dies vorher zu behandeln.

Von diesen Erkenntnissen ist es nur ein kleiner Schritt zu der Aussage, dass die heliosphärische Stromschicht (HCS) die Wolkenbedeckung und damit das Wetter auf der Erde unmittelbar beeinflusst.

Die beiden Wissenschaftler **D.R. Kniveton** (University of Sussex) und **Prof. B.A. Tinsley** (University of Texas), "Daily changes in global cloud cover and Earth transits of the heliospheric current sheet" ([http://www.utdallas.edu/physics/pdf/tin\\_dcgcc.pdf](http://www.utdallas.edu/physics/pdf/tin_dcgcc.pdf)) gingen der Frage nach, ob ein Durchgang der Erde durch die HCS die Bewölkung beeinflusst und fanden die folgende Abhängigkeit.

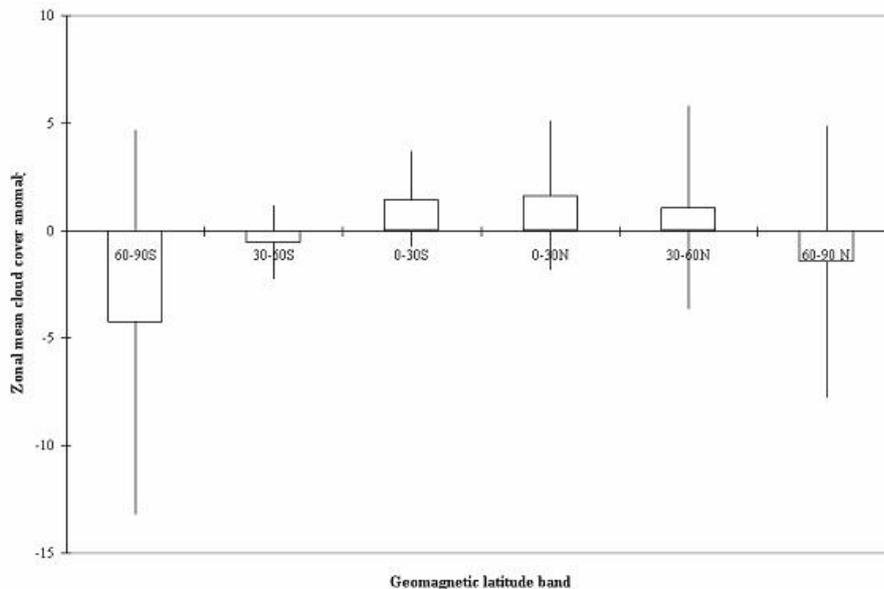


Abbildung 178 zeigt die Tagesänderungen in der zonalen Wolkenveränderung beim Durchgang der Erde durch die HCS. Während an den Polen die Wolkenbedeckung abnimmt, auf der Südhalbkugel gar um fast 5%, ist in den Tropen eine Zunahme von 2% zu verzeichnen. Dies sind Werte, wie bei der Wolkenveränderung durch die kosmische Strahlung. Gemessen wurde in den Jahren 1987 – 1994, also in der Kaltphase der AMO.

Die Arbeit von Kniveton und Tinsley zeigt, dass sich insbesondere in den Tropen die Wolkenbedeckung beim Durchgang der Erde durch die HCS verstärkt, wenn die Erdatmosphäre mit einem Stromfluss von ca. 25.000 Ampere beaufschlagt wird. Daher soll untersucht werden, inwieweit die HCS auf die atlantische Sturmentwicklung, insbesondere auf die Hurrikanaktivität Einfluss hat. Hierzu wird die Svalgaard-Liste des Wilcox Solar Observatory der Stanford University (<http://wso.stanford.edu/SB/SB.Svalgaard.html>), die die HCS-Durchgänge der Erde auflistet, sowie die ACE-Liste des Hurrikan-Centers der NOAA (<http://www.nhc.noaa.gov/pastall.shtml>) ausgewertet.

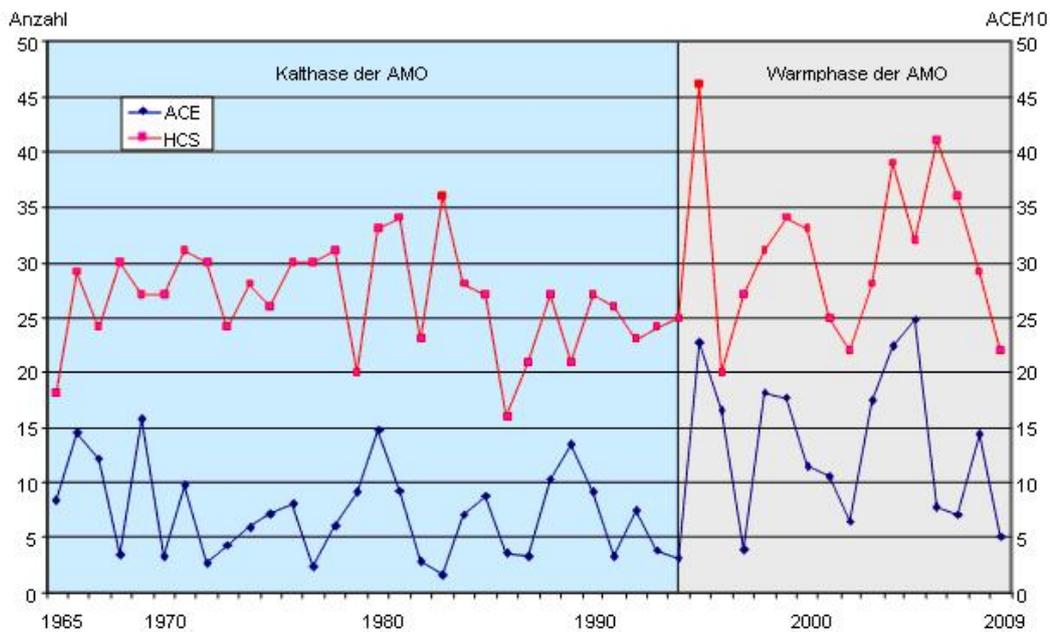


Abbildung 179 zeigt die jährliche Anzahl der HCS-Durchgänge der Erde von 1965 – 2009 (rot), sowie die Hurrikanstärke/10 im gleichen Zeitraum. Der Startzeitpunkt wurde auf das Jahr 1965 gelegt, weil ab diesem Datum für die ACE Satellitendaten vorliegen, die einen verlässlichen und einheitlichen Charakter besitzen. Davor wurde manuell gezählt/gemessen und die Daten aus mehreren Quellen zusammengetragen.

Abbildung 179 deutet darauf hin, dass die HCS Einfluss auf die Hurrikan-Aktivität hat. Wie bekannt, ist die nordatlantische Hurrikan-Aktivität mit der AMO, der AMM (Scherwinde) und den Easterlay-Waves verbunden. Abbildung 180 zeigt den Zusammenhang der Hurrikan-Aktivität mit der AMO.

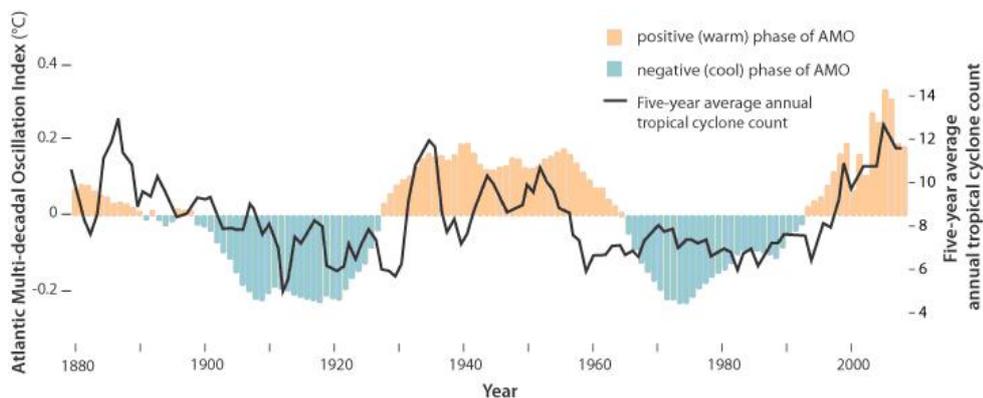


Abbildung 180 zeigt die Atlantische Multidekaden-Oszillation AMO, Quelle: Landsea et al, 2010, "Impact of Duration Thresholds on Atlantic Tropical Cyclone Counts". Dazu der Verlauf der tropischen Hurrikane (schwarze Linie). AMO und Hurrikan-Aktivität verlaufen parallel.

Daher liegt es nahe, die Hurrikan-Aktivität an der HCS plus der AMO, die ebenfalls von der Sonne moderiert wird, zu spiegeln (folgende Abbildung). Hierzu wurde der AMO-Datensatz der NOAA (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/timeseries/series/AMO/>) ausgewertet

und auf den niedrigsten Wert im Betrachtungszeitraum normiert, also dieser als Bezugspunkt ausgewählt.

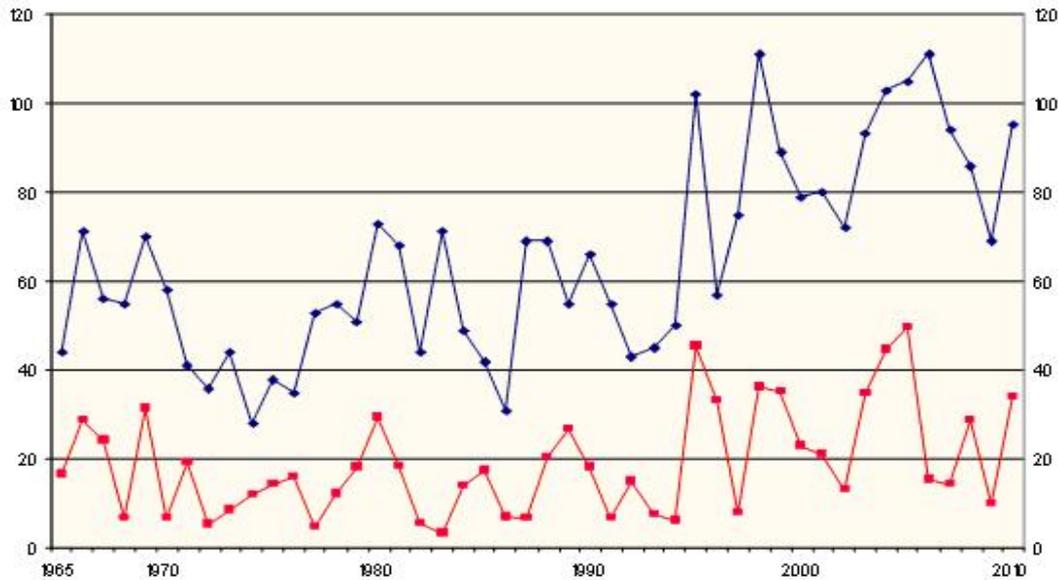


Abbildung 181 zeigt die normierten Werte des HCS + AMO für den Zeitraum von 1965 – 2010 (blaue Kurve). Dazu der ACE im gleichen Zeitraum. Zu besseren Vergleichbarkeit wurden die ACE-Werte jeweils durch 5 dividiert. Zu sehen ist also ACE/5 (rote Kurve). Insbesondere in der Warmphase der AMO ist eine gute Korrelation der HCS mit der Hurrikantätigkeit zu sehen.

Die Untersuchung zeigt, dass es einen Zusammenhang zwischen HCS-Durchgang und der atlantischen Hurrikanentwicklung gibt. Die Datenreihe ist nicht so eindeutig, wie die der Korona auf die El-Nino-Ereignisse (Teil 1). Dies kann auch nicht erwartet werden, da die Hurrikantätigkeit von weiteren Parametern wie Easterly Waves und Scherwinden abhängig ist, die in der obigen Abbildung nicht erfasst sind.

Weiter sind die Durchgänge der Erde durch das HCS natürlich keine Normdurchgänge. Den Einfluss, den das HCS auf die Atmosphäre der Erde ausübt, ist bei jedem Durchgang verschieden. Dies hängt zum einen mit dem Ballerina Skirt, also der Sonnenaktivität selbst zusammen und zum anderen, an der jeweiligen Stromverteilung in dem HCS, welche, wie gezeigt, inhomogen ist, mit örtlichen Maxima und Minima. So ist der Wert für die Stromstärke des HCS von ca. 25.000 Ampere, ein Mittelwert, der räumlich stark divergieren dürfte. Auch durchläuft die Erde teilweise bei einem Durchgang nicht nur eine Polarität, sondern zwei.

Die Datenreihe der HCS zur ACE legt nahe, dass die HCS ein weiterer Parameter ist, der die Hurrikantätigkeit auf dem Atlantik beeinflusst. Dies umso mehr, als die Arbeiten zu den Tagesveränderungen der zonalen Wolkenbedeckung beim Erddurchgang durch die HCS (Kniveton und Tinsley) in der Kaltphase der AMO durchgeführt wurden und Messungen in der AMO-Warmphase einen höheren Änderungswert in der zonalen Wolkenbedeckung in den Tropen erwarten lassen. Dies, wegen dem höheren Wasserdampfgehalt in

der Atmosphäre bei wärmerem Wasser.

Insbesondere in der Warmphase der AMO besteht eine gute Korrelation der Hurrikanereignisse mit den Durchgängen der Erde durch die HCS. Da ein Hurrikan für seine Entstehung Energie benötigt und das Energievolumen bei warmer AMO höher ist, kann die HCS dann bevorzugt einen Hurrikan sozusagen triggern helfen. Die Triggerung benötigt warme Wassertemperaturen und damit begünstigt die Warmphase der AMO die Hurrikantätigkeit. Bei kaltem Oberflächenwasser (Kaltphase der AMO) steigt zwar der zonale Wolkenbedeckungsgrad in den Tropen beim Durchgang der Erde durch die HCS. Aufgrund der vergleichsweise niedrigen Wassertemperaturen fehlt dem Tiefdruckgebiet die Energie, bzw. Energiedifferenz zwischen Wasser und oberer Troposphäre, die es benötigt, um zu einem Hurrikan anzuwachsen.

Abschließend ist festzuhalten, dass über die Kopplung der kosmischen Strahlung, des Hale-Zyklus und der HCS auf die geladenen Aerosolteilchen in der Tropo- und Stratosphäre das Wetter/Klima deutlich beeinflusst wird.

Nicht nur die Hurrikantätigkeit wird durch die Sonne gesteuert, sondern auch die Tornadoaktivität in den USA.

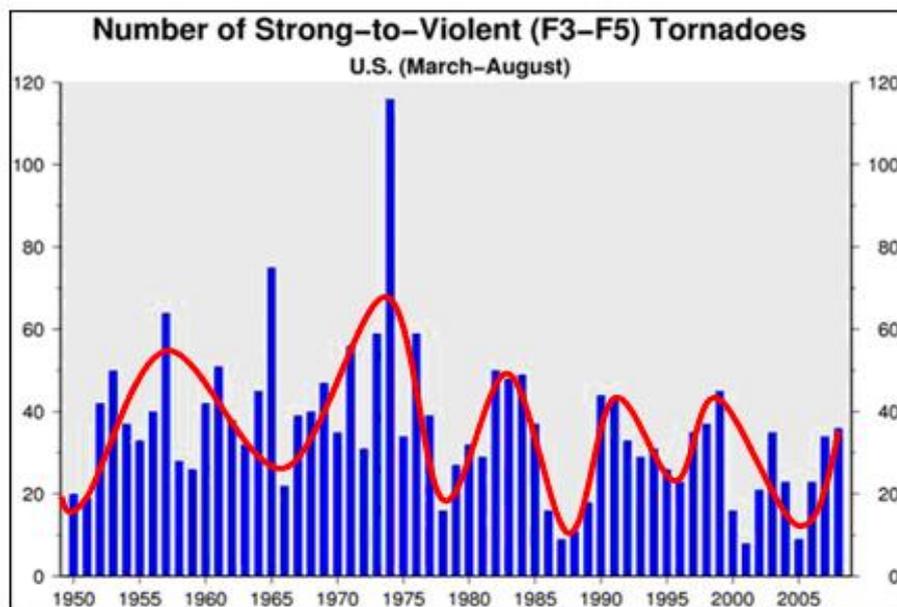
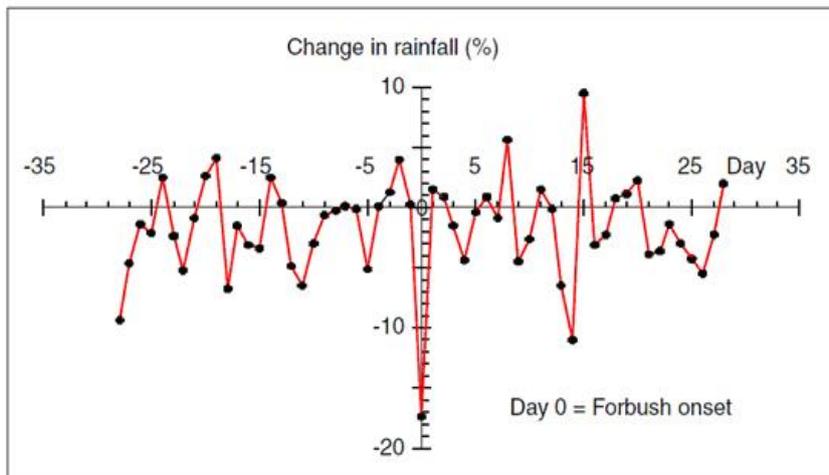


Abbildung 182 zeigt die Anzahl der schweren Tornados in den USA im Zeitraum von 1950 – 2008. Die höchste Anzahl tritt ausgerechnet in Zeiten kühler Temperaturen auf der Nordhalbkugel in den 1960- und 1970-Jahre auf. Dies ist auf die größeren Temperaturgegensätze zwischen Tropen und Polargebieten zurückzuführen, was zu höheren Windgeschwindigkeiten führt (Jetstream – Tornados und auch Stürme/Orkane in Mitteleuropa hängen unmittelbar mit dem Auftreten, Verlauf und Stärke des Jetstreams zusammen). Bei verminderter Sonneneinstrahlung ist durch die Neigung der Erdachse die relative Energieänderung in den Tropen geringer als auf der Nordhalbkugel, was zu einem größeren

Druckgradienten führt (Hub wird größer). In dem Chart lässt sich ein im Mittel 11-jähriges Wellenmuster (rote Linie, 1950 – 2005 = 5 Zyklen) erkennen, welches mit dem Schwabe-Zyklus der Sonne übereinstimmt. Wird die Schwingung weitergeführt, fällt das nächste Maximum der schweren Tornadoaktivität auf das Jahr 2011, so wie wir es dieses Jahr erlebten.

Raimund Leistenschneider – EIKE

Teil 8 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