Beilage zur Berliner Wetterkarte

Herausgegeben vom Verein BERLINER WETTERKARTE e.V.
zur Förderung der meteorologischen Wissenschaft
c/o Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin, C.-H.-Becker-Weg 6-10, D - 12165 Berlin

28/08 http://www.berliner-wetterkarte.de ISSN 0177-3984
SO 15/08 16.4.2008

Sonne, Mond und Regen

Über einen luni-solaren Regeneffekt

Walter Fett, Berlin*)

Es wird langzeitigen Verknüpfungen zwischen diesen drei Objekten nachgegangen. Sie sind zwar teilweise seit fast einem halben Jahrhundert bekannt, aber andererseits relativ unbeachtet und bezweifelt geblieben oder einfach vergessen worden. Der ihnen meist entgegengebrachte Argwohn sollte jedoch nicht davor bewahren, diesen - möglicherweise auch irritierenden - Beziehungen unter dem heutigen Aspekt einer Klimaänderung neue Aufmerksamkeit und Bewertung zu widmen.

Lunarer Regeneffekt

Der täglich wie jährlich variierende Einfluss der Sonne auf Wetter, Witterung und Klima ist hinreichend bekannt und uns vertraut. Und dass der systematische Wandel der Bahnparameter über viele Jahrtausende hinweg zu periodischen Klimaänderungen führen kann, ist einigermaßen nachvollziehbar. Doch schon die periodische und nichtperiodische Änderung der Sonnenaktivität ist in ihrer Auswirkung auf unsere Atmosphäre nicht hinreichend geklärt.

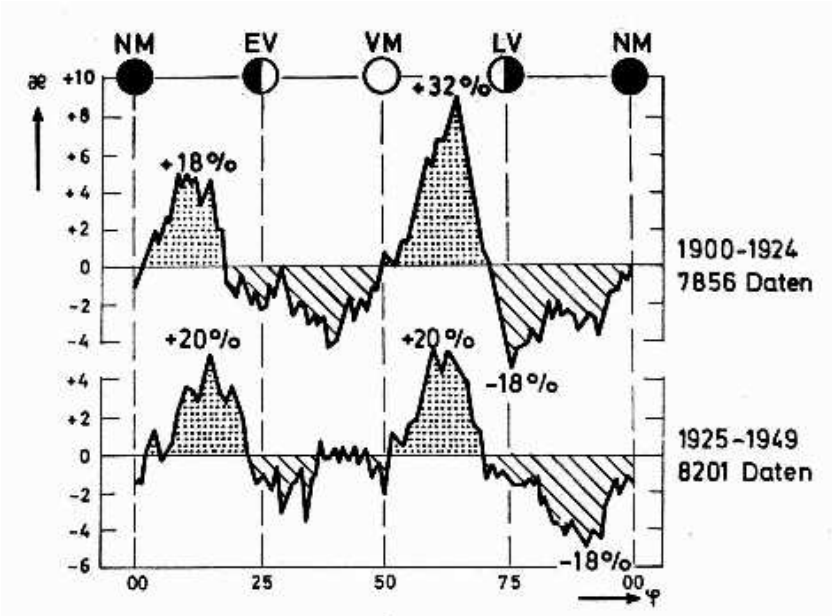


Abb. 1a: *Anzahl der regenreichsten Tage des Monats in Abhängigkeit von der Mondphase in den USA, dargestellt als Abweichung vom Mittelwert in Einheiten der Streuung. Glättung über 10 synodische Prozentklassen (ca. 3 Tage) [BRADLEY, BRIER, WOOD-BURY 1962]*

Und dann gibt es auch noch Mond, Meteoriten, kosmischen Staub, kosmische Strahlung, Sonnenwind usw.. Zumindest dem Mond werden nachweislich bereits seit drei Jahrtausenden Einflüsse zugesprochen. Schon angesichts der sichtbaren Meeresgezeitenwirkung verwundert das menschliche Interesse kaum. Man hoffte aus der Regelmäßigkeit des Mondlaufes heraus der Unregelmäßigkeit des Wetters auf die Schliche kommen zu können. Diese Bemühungen reichen bei den Laien bis auf den heutigen Tag, nicht allerdings bei den Fachleuten. Nach einer sehr intensiven Untersuchungsphase mit Hunderten von Veröffentlichungen im ausgehenden 19. Jahrhundert überwog zunehmend nicht nur die Skepsis, sondern auch das Bedenken, in der Fachöffentlichkeit in die Nähe der Scharlatanerie zu geraten und als unseriös zu gelten. Etwas zu unrecht, wie wir heute wissen. Was zum Tabu und was andererseits zum Fetisch wird, wechselt je nach vermeintlichem Wissensstand.

---

*) Der Artikel basiert auf einem Vortrag, den der Autor gelegentlich des Ehrenkolloquiums zu seinem 80. Geburtstag im Institut für Meteorologie der FU Berlin am 3. Dezember 2007 gehalten hat. Eine kompakte Fassung wird gleichzeitig in den Mitteilungen der DMG, Heft 1/2008 abgedruckt. Die hier vorliegende Fassung ist im Internet öffentlich zugänglich unter
http://wkserv.met.fu-berlin.de/Beilagen/Beilagen.htm
Im Gegensatz zu anderen runden Geburtstagsfeiern, zu denen externe Wissenschaftler als Festredner eingeladen werden, trug Prof. Fett selbst vor. Dieser Vortrag enthielt Reflexionen und Erkenntnisse, die er in seinem wissenschaftlichen Leben - von 1958 bis 1968 im Inst. f. Meteorologie bei R. Scherhag, dann bis 1989 im ehemaligen Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes (inzwischen aufgegangen im Umweltbundesamt) - gesammelt hat. Dem Institut für Meteorologie blieb er in der Lehre weiterhin verbunden. Prof. Fett hat die wesentlichen Fakten und Gedanken seines Vortrags in den folgenden Seiten zusammengefasst.

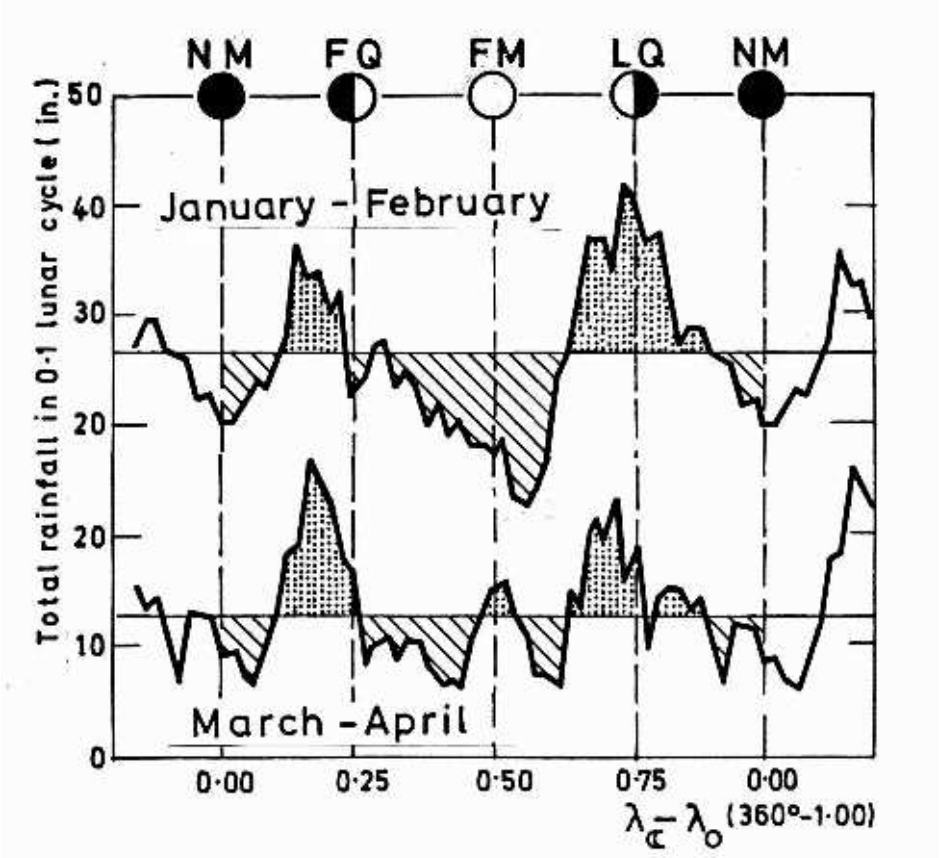
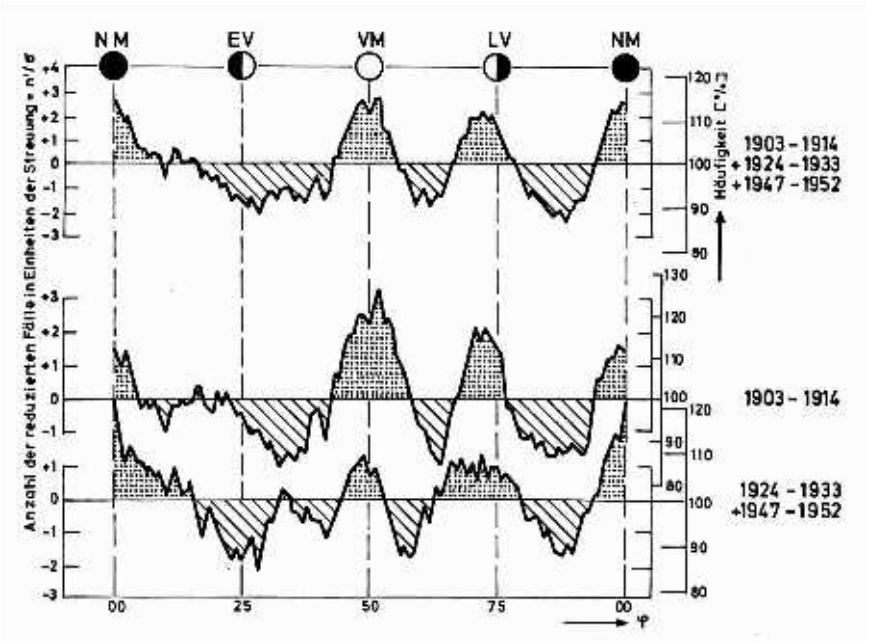


Abb. 1b: *Relation zwischen täglichem Regenfall in Alice Springs (Australien) und Mondphase. Glättung über 10 synodische Prozentklassen (ca. 3 Tage) [BIGG 1963], s. a. [ADDERLEY, E., BOWEN, E. G. 1962]*

Mit Anbruch des 20. Jahrhunderts schrumpfte die Hoffnung auf die Brauchbarkeit des Mondeinflusses für die Wetterprognose angesichts der synoptischen Fähigkeiten der Meteorologen bis zur Unscheinbarkeit zusammen. Er war endgültig als unbrauchbar eingeordnet worden, was nicht davor bewahrte, hie und da immer mal wieder mit den Mondphasen, mehr oder weniger insgeheim, neugierig zu spielen. Und unversehens sah man sich Anfang der Sechziger Jahre in Australien und in den USA beim Niederschlagsgeschehen mit einer nicht mehr zu übersehenden und sich einander ähnelnden Abhängigkeit von der Mondphase konfrontiert (Abb. 1a und 1b als Beispiele). Die Frage war natürlich: Wie macht das der Mond überhaupt? Und wieso bemerkte man das erst jetzt? Woraufhin eine zunehmende Welle ähnlicher Untersuchungen durch die Meteorologie schwappte [Lit. s.a. DRONIA 1967]. Die gefundenen Verlaufsmuster erwiesen sich auch bei Unterteilung nach Jahresperioden oder nach Jahreszeiten als stabil. Auch R. SCHERHAG [1948] fühlte sich frühzeitig herausgefordert (vielleicht erinnerte er sich an den von ihm schon 1948 beschriebenen 29-tägigen Rhythmus in der „stratosphärischen Kompensation“). Jedenfalls animierte er den Autor dazu, analoge Betrachtungen für die deutsche Region anzustellen [FETT 1966].



Vorstudien zeigten, dass dazu ein möglichst umfangreiches Datenmaterial arbeitsökonomisch erfasst und effektiv genutzt werden musste. So wurden aus 28 Jahrgängen des Jahrbuchs des deutschen meteorologischen Netzes mit 284 bis zu 736 Stationen (vorwiegend aus Preußen), also aus 4,4 Millionen Stationstagen, ca. 210 000 Fälle von Tagen mit mindestens 10 mm Niederschlag ausgefiltert. Ihre fallstatistische Zuordnung zur Mondphase ergab einen komplexen Gang mit drei Maxima (Abb. 2), der in seinem Typus auch bei Unterteilung in unterschiedliche Zeitepochen erhalten blieb.

Abb. 2: *Relation zwischen Häufigkeit des Regentages ≥ 10 mm in Deutschland und Mondphase. Glättung über 10 synodische Prozentklassen (ca. 3 Tage) [FETT 1966]*

Bereits geschult an Selbstbetrug und statistischen Fehlschlüssen ging das ursprüngliche Bestreben des Autors eher dahin, evtl. „Mondphasengänge“ als mögliches Spiel des Zufalls bloßzustellen. Einerseits verführt nämlich die allgemein angewendete Glättung der Zahlenfolgen, die sich dabei ergebenden Gänge als prägnant anzusehen. Andererseits täuscht eine dichte Zeitfolge und ein dichtes Stationsnetz die große Zahl an berücksichtigungswürdigen Werten nur vor. Denn die zwischen den meteorologischen Beobachtungen waltende zeitliche und vor allem räumliche Erhaltungsneigung ist meist recht groß. Daher müssen für die statistische Signifikanzprüfung die Zahl der Beobachtungen auf die Zahl der Freiheitsgrade (d.h. die Zahl der voneinander unabhängigen Ereignisse) reduziert werden. Die Anwendung des vom Autor seinerzeit entwickelten Reduktionskalküls [FETT 1969] erbrachte folgendes:

Die 210 000 Regenereignisse hatten nur den Bedeutungswert von 3459 Freiheitsgraden (Fallzahlreduktion auf 1,6%!); das Messnetz entsprach nur mehr einem Netz von lediglich 7 Stationen, - die dann allerdings als voneinander unabhängig anzusehen waren. Die nunmehr einwandfrei mögliche Anwendung statistischer Formeln zur Prüfung der Nullhypothesen über die Mondphasenverläufe ergab dennoch:

Die Annahme, dass die Ähnlichkeit zwischen Verläufen zweier sich ausschließender Zeitepochen zufällig sei, ist mit 96% Wahrscheinlichkeit auszuschließen. Dass zwischen zwei benachbarten Prozentklassen der Mondphase keine Beziehung besteht (also keine gangentsprechende Erhaltungsneigung besteht), ist mit 98% Wahrscheinlichkeit abzulehnen. Und dass die Häufigkeitsverteilung nur zufällig von einer Gleichverteilung abweicht, ist gar mit 99,5% Wahrscheinlichkeit auszuschließen. Zusammengenommen bleiben für den Zweifel an einem realen Geschehen weniger als 0,1%! - Damit erweisen sich auch weit ältere Ergebnisse [s. in DRONIA 1967] wegen ihrer Ähnlichkeit als durchaus aussagefähige Zeugnisse und erfahren nunmehr eine gewisse - wenn auch ungesicherte - Bestätigung.

Schlussfolgerung: Der Auftrittshäufigkeit von ergiebigen Niederschlägen ist, über lange Zeit ähnlich bleibend und im Mittel mit einer statistischen Sicherheit von über 99,9%, ein von der Mondphase diktierter Gang überlagert. Dabei variieren die Extreme bis über zwei Zehntel der durchschnittlichen Erwartung. Der Zweifel an einem gewichtigen Mondeffekt dürfte schwer fallen!

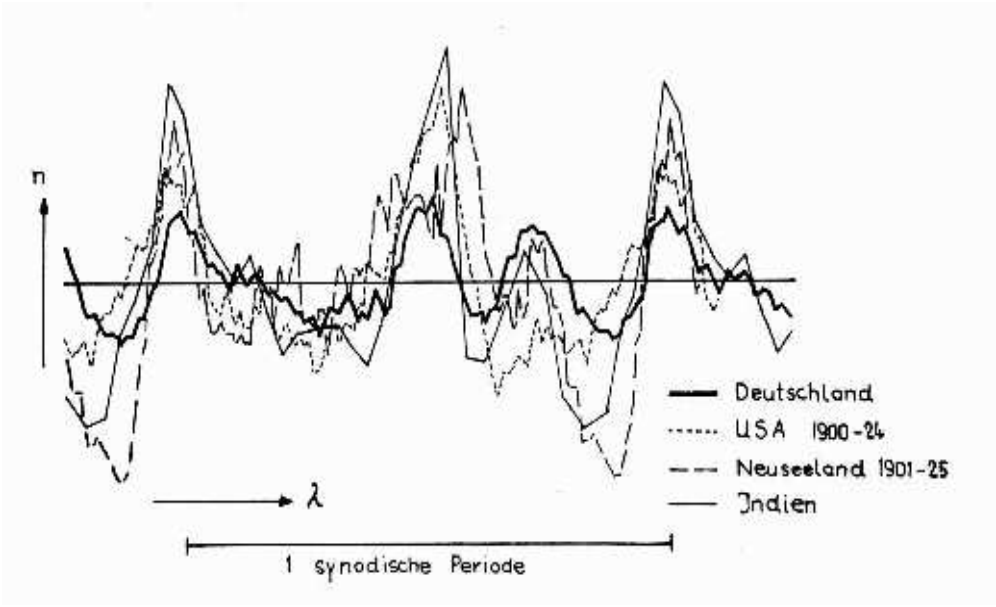


Abb. 3: *Mondphasengang des Niederschlags verschiedener Art in vier Erdteilen, bestmöglich synchronisiert [FETT 1966]*

Als weitere Stütze für die Allgemeingültigkeit eines Mondeffektes dient die Einbettung des gefundenen Verlaufs in die Ergebnisse, die auch an anderen meteorologischen Elementen gefunden wurden (Sonnenscheindauer, Luftdruck, sogar Himmelslicht-Polarisation usw.), vor allem aber in die des Niederschlags weltweit gesehen (Abb. 3). Die Struktur der Phasenverläufe erweist sich als hinreichend ähnlich, wenn man nur eine Phasenverschiebung berücksichtigt. Und diese ist quasi breitenabhängig in dem Sinne, dass die Extreme um so später eintreten, je mehr man sich dem Äquator nähert (ca. ein Tag Verzug je 5 Grad Breitenabnahme (Abb. 4)). Im gleichen Sinn nehmen auch die Extreme zu. Zu dieser Beobachtung bietet sich als erstes die Vorstellung eines materiellen Transportprozesses an. Wie auch sonst sollte man sich Effektverzögerungen im Wochenmaßstab über -zig Breitengrade leichter erklären können?

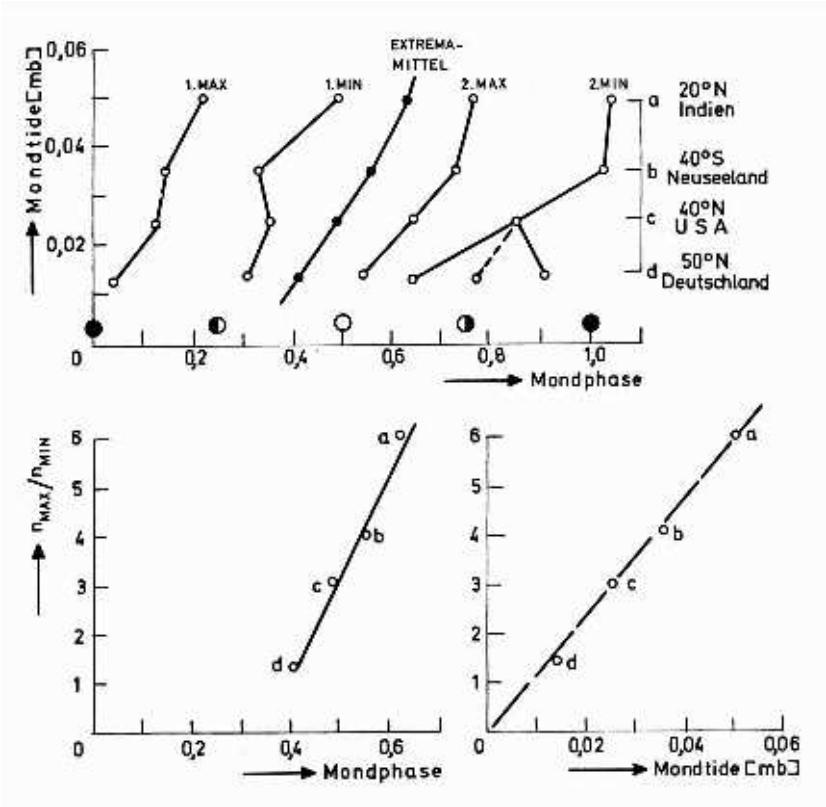


Abb. 4: *Mondphasenlage der Regenextreme verschiedener Verteilungen in Beziehung zur Mondtide im Luftdruck als Ausdruck der geographischen Breite (oben); Relation zwischen maximalem Schwankungsverhältnis und Mondphase bzw. Mondtide (unten) [FETT 1966]*

Dieser Befund vertrüge sich z.B. mit der Verknüpfung mit der Brewer-Dobson-Zirkulation in der Stratosphäre, und das sowohl zeitquantitativ wie qualitativ, wenn man an eine Einschleusung extraterrestrischer Materie als direkt agierende oder über mikrophysikalische Wechselwirkungen mit Protonen, Ionen usw. entstehende Sublimationskerne im Tropopausenbereich denkt. Gestützt wird diese Vorstellung durch die auf der Südhemisphäre beobachtete Phasenverlagerung der Extreme im Mondgang der Sublimationskernzahl: Auch diese Extreme nähern sich um etwa 5 Breitengrade pro Tag verzögert dem Äquator [BIGG 1963].

Die Resultate sind demnach verträglich mit der Hypothese: *Extraterrestrische Einflüsse - evtl. auch als Sublimationskern wirksame - vermögen ergiebige Niederschläge zu extremieren.* (Es gilt als ziemlich sicher, dass die Detrainmentzonen penetrierender ITCZ-Konvektion Orte bevorzugter Partikelneubildung sind). Dabei bleibt der Wirkungspfad unklar, wie und durch welche Massenströme oder Schwere-, Magnet- oder Strahlungsfelder der so markante lunare Modulationsrhythmus im Niederschlagsgeschehen geprägt wird. Möglicherweise pulsiert im ekliptikalen Feld des Systems Sonne-Mond-Erde der Eintrag zumindest aus dem die Erde umhüllenden Materiehülle (immerhin um etwa fünf Zehnerpotenzen dichter als im interplanetarischen Raum!), die ja auch durch das Zodiakallicht gekennzeichnet ist. Im übrigen spielt auch die Mondabweichung von der Ekliptik eine markante Rolle, die auf einen ekliptiknahe Bündelungseffekt hinweist. Jedenfalls offenbart der Mond ein Geschehen, auch wenn er es nicht unmittelbar bewirken mag. Der lunare Effekt könnte vielleicht als analysierendes Werkzeug für die nähere Erkundung der Wolken- und Niederschlagsphysik dienen. Für die Niederschlagsprognose scheint er allerdings zu sehr gestreut. Jedenfalls ebbte das aufs Wetter bezogene Interesse am Mond – trotz oder wegen gebliebener Rätselhaftigkeit - inzwischen wieder ab.

Luni-solarer Regeneffekt

Sich nach fast einem halben Jahrhundert nochmals mit dem lunaren Effekt zu beschäftigen, hat einen zeitgemäßen Grund: Nicht zuletzt erst die Feststellung, dass das allgemeine Klima langfristig Veränderungen unterliegt, seien sie nun naturgemäß oder auch anthropogen bedingt, lässt die Frage nach der Beständigkeit auch des lunaren Effektes aufkommen. Als Zugang zu solch einer Betrachtung standen dem Autor insgesamt 15 nach der Mondphase sortierte Niederschlagsserien aus Deutschland und Ungarn als Graphiken zur Verfügung, die sich immerhin über den Zeitraum von 1887 an bis maximal 1962, also immerhin über ein Dreivierteljahrhundert langfristig erstrecken (siehe Tabelle). In Anbetracht der hierbei zugrunde liegenden schmaleren Datenbasis kann kaum ein Anspruch darauf erhoben werden, belastbare Resultate aus einem direkten Vergleich der Phasenverläufe selbst zu erwarten. Somit begnügen wir uns allein mit der relativen Varianz (mittleres Quadrat der relativen Abweichungen) einer jeden Verteilung. In ihr kommt - als hinreichend stabile Größe - die den mondphasenabhängigen Niederschlagsverlauf kennzeichnende Schwankungsstärke zum Ausdruck. Damit prägen vornehmlich die Extremwertbereiche die Betrachtung; über die Phasenposition der Extreme wird dagegen nichts - mehr - ausgesagt.

***Tabelle**: Datenbasis der verwendeten Beobachtungen für die Varianzberechnung*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2													
3		.											
4		Serie	Autor	Region	Stationen	Jahresspann	Mitteljahr	Jahre	Jahresauswahl	Niederschlagsgröße	Varian:	Norm .Var	SF-Mitte
5													
6		A	FETT (1966)	Deutschland	395	1903/1914	1908,50	12	alle Jahre	Fallzahl: R>10mm	112,0	**119,3**	**31,4**
7				Deutschland	284	1924/1933	1928,50	10	alle Jahre	Fallzahl: R>10mm	106,0	**107,9**	**41,0**
8				Deutschland	736	1947/1952	1949,50	6	alle Jahre	Fallzahl: R>10mm	210,0	**188,1**	**101,2**
9		B	BERKES (1944)	Budapest	1	1901/1911	1906,00	11	alle Jahre	Interdiurne Mengendiff	53,2	**53,2**	**33,7**
10				Budapest	1	1912/1921	1916,50	10	alle Jahre	Interdiurne Mengendiff	49,6	**49,6**	**43,1**
11				Budapest	1	1922/1931	1926,50	10	alle Jahre	Interdiurne Mengendiff	39,2	**39,2**	**41,4**
12				Budapest	1	1932/1941	1936,50	10	alle Jahre	Interdiurne Mengendiff	71,2	**71,2**	**56,9**
13		C	BERKES (1942)	Budapest	1	1887/1942	1912,14	28	SF< Mittel=41	Niederschlagsmenge	63,6	**63,6**	**15,9**
14				Budapest	1	1887/1942	1917,04	28	SF> Mittel=41	Niederschlagsmenge	107,6	**107,6**	**68,0**
15		D	DRONIA (1967)	Potsdam	1	1893/1962	1927,50	70	alle Jahre	Niederschlagsmenge	44,7	**44,7**	**55,0**
16				Potsdam	1	1893/1962	1932,65	31	SF > 50	Niederschlagsmenge	105,9	**86,4**	**95,4**
17		E	DRONIA (1967)	Mitteldeutschland	50	1950/1964	1957,00	15	alle Jahre	Niederschlagsmenge	49,6	**49,6**	**77,2**
18				Mitteldeutschland	50	1950/1964	1956,50	15	SF > 50	Niederschlagsmenge	137,3	**117,3**	**124,4**
19		.											

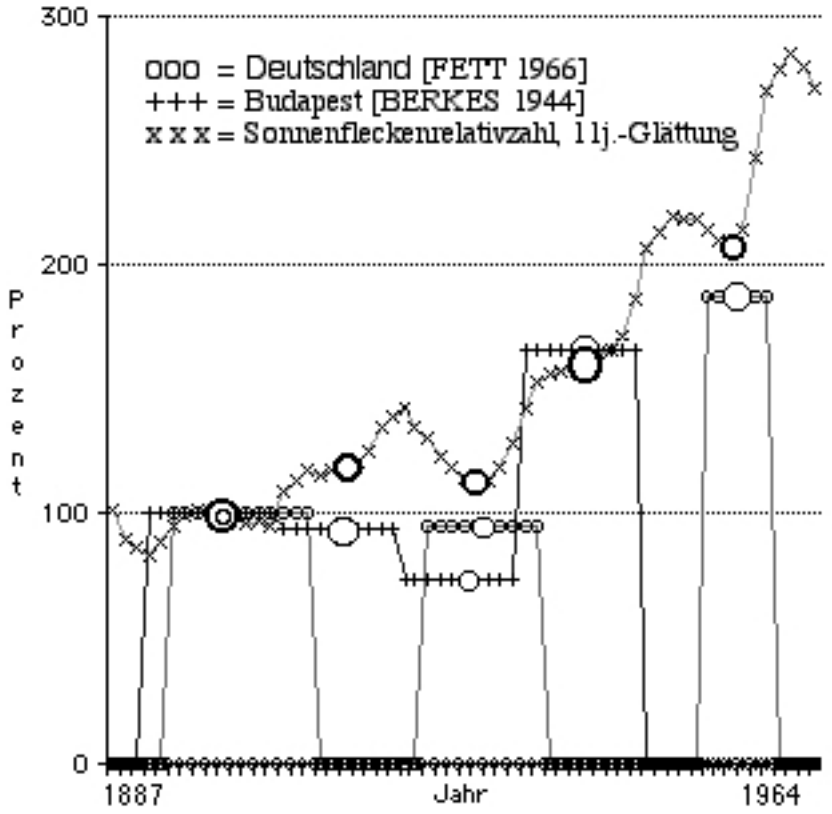


***Abb. 5:** Zeitfolge der Varianz des Mondphasengangs von Deutschland (o) und Budapest (+) im Vergleich zur Sonnenflecken-relativzahl, 11-jährig übergreifend gemittelt (x). Normierung auf gemeinsames Ausgangsniveau von 100%.*

Zwei Zeitfolgen lunarer Varianzen liegen aus Deutschland [FETT 1966] und Ungarn [BERKES 1944] vor. Soweit die geringe Anzahl an Perioden eine Aussage erlaubt, zeichnet sich eine Ähnlichkeit beider Verläufe ab, die sich durch eine annähernde Verdoppelung ihrer Varianz am Perioden-Ende auszeichnet (Abb. 5). Ehe man über die Gründe spekuliert, etwa dass es sich um eine anthropogen bedingte höchst spezifische Sensibilisierung der Atmosphäre gegenüber dem Mondeinfluss handeln könnte (denn der Mond wird hier schwer vorstellbar selber variierend gewirkt haben), soll der Blick auf eine dritte Komponente gelenkt werden: Der über 11 Jahre gleitend gemittelte Verlauf der Sonnenfleckenzahl!

Und da dieser einen ähnlichen Verlauf annimmt, bietet sich die direkte Gegenüberstellung der Varianzen mit den Sonnenfleckenzahlen an, zumal sich dann weitere Mondphasenverteilungen einbeziehen lassen, die paarweise nach über- und auch unterdurchschnittlichen Sonnenfleckenzahlen diskriminiert sind (Serien von Mitteldeutschland und Potsdam [DRONIA 1967] sowie Budapest [BERKES 1942]). Alle relativen Varianzen sind in Abb. 6, einander paarweise zugeordnet, dargestellt. Bei der Bewertung kommt es lediglich auf den relativen Verlauf innerhalb einer Serie an. Denn das absolute Niveau ist durch das jeweilige Erfassungsverfahren (z.B. Fallzahl- oder Maßzahlstatistik), Auswertungs- und Darstellungsverfahren, evtl. auch vom regionalen Niederschlagsregime mitbestimmt und ohne nähere Kenntnisse nicht festlegbar.

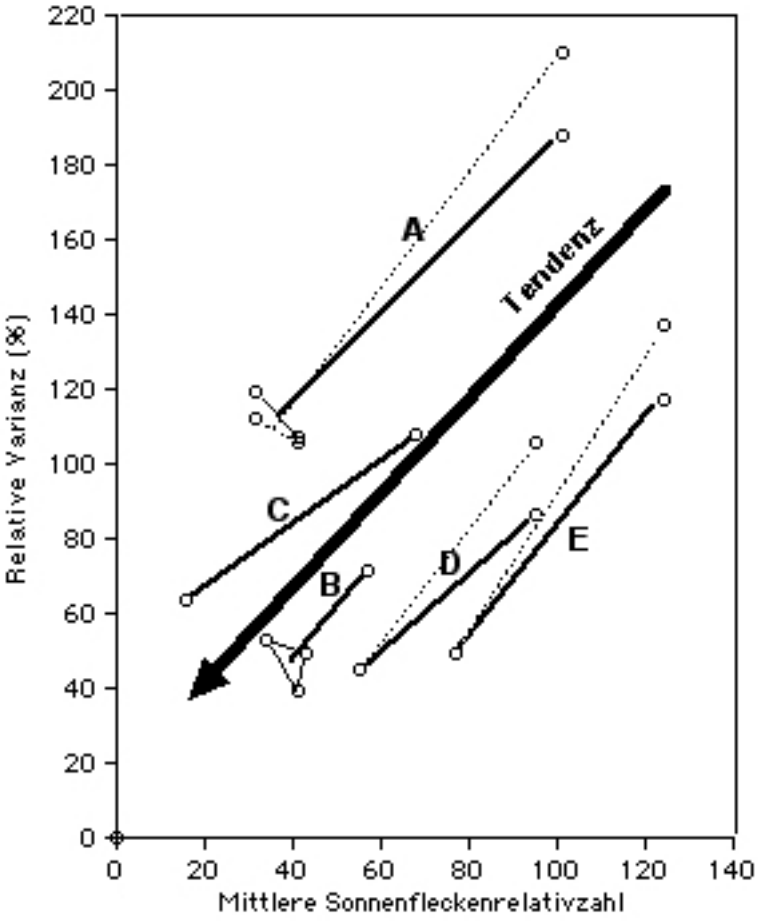


Abb. 6: *Varianzenvergleich der Mondphasenverläufe bei unterschiedlicher Sonnenfleckenrelativzahl SF, paarweiser Vergleich für Serie A = Norddeutschland (zeitsortiert), B = Budapest (zeitsortiert), C = Budapest (SF-sortiert), D = Potsdam (SF-sortiert), E = Mitteldeutschland (SF-sortiert). – Die punktierten Verläufe beruhen auf Varianzen, die nicht auf vergleichbare Periodenlängen hin normiert sind.*

Interessieren soll allein die in jedem einzelnen Falle eindeutig resultierende und gewichtige Proportionalität zwischen Varianz und Fleckenzahl! Der daraus abzuschätzende mittlere Verlauf legt die folgenden Interpretationen nahe:

Die Varianz steigt proportional mit der Sonnenaktivität. Sie geht mit abnehmender Sonnenaktivität fast gegen Null; d.h. bei ausbleibender Sonnenaktivität gibt es fast keinen Mondgang. Folglich ist die Sonnenaktivität überwiegend die Voraussetzung für den Mondgang. Der bei fehlender Sonnenaktivität bleibende geringe Varianzrest mag auf andere extraterrestrische Einflüsse oder gar nur auf die Fehlerstreuung zurückzuführen sein. Es ist also die SONNE, die das Ausmaß der Extreme bestimmt! Der MOND trägt nur mit der Überlagerung eines Mondganges bei. Daher vermag die beobachtete Zunahme der Sonnenaktivität eine evtl. beobachtete Zunahme der Extreme hinreichend allein zu beschreiben!

Jetzt würde auch die Verwunderung verständlich, warum der lunare Effekt nicht schon zu Anfang des 20. Jahrhunderts ins Auge fallen konnte: Seinerzeit war die mittlere Sonnenaktivität - und damit auch der lunare Effekt - im Mittel nicht halb so groß wie ein halbes Jahrhundert später!

Solche schlussfolgenreiche Aussagen, mehrfach verifiziert anhand von fünf Beobachtungsserien, fordern als nächstes das Bemühen um eine Falsifizierung heraus. Dafür bieten sich mehrere Ansätze an:

1. ***Rechen- und Streufehler:*** Da der Auswertung lediglich Sortierungsvorgänge nach Regenfall, Mondphase und Sonnenfleckenzahl zugrunde liegen und bei der Weiterverarbeitung nur von den vier Grundrechenarten Gebrauch gemacht wurde, ist schwerlich viel Spielraum für Rechenfehler gegeben. Anders steht es damit schon mit dem Einfluss eines Streufehlers, und zwar wenn die Varianzen der gleichen Serie auf der Mittelwertbildung unterschiedlich vieler Jahre beruhen. Und das ist in drei der fünf Fälle gegeben und hat Interpretationsfolgen. Denn die theoretische Statistik besagt, dass die Varianz von Zufallszahlen proportional mit der Zahl der Werte abnimmt. Ein Wertekollektiv mit hohem Streufehleranteil tendiert folglich automatisch zu einem größeren Varianzwert, wenn es auf einem kleineren Wertekollektiv basiert. Und das ist gerade bei der Auslese der Jahre mit überdurchschnittlicher Sonnenfleckenzahl der Fall (Serien A, D und E). Eine erhöhte Varianz wäre dann nur die Folge eines in einer kürzeren Jahresreihe wirkenden und vorausgesetzten Streufehlers. Es bedarf daher einer Normierung der Varianzwerte, welche die Mittelung über evtl. unterschiedliche Jahresanzahlen Nj berücksichtigt.

Um aus Zufallszahlen abgeleitete Varianzen aus unterschiedlich vielen Verläufen vergleichen zu können, müssen sie mit Nj gewichtet werden. Wie jedoch die vielfache Ähnlichkeit zwischen all den Mondphasengängen als auch ihre Stationarität zeigt, sind sie Ausdruck der Existenz eines wesentlichen

systematischen Ganges. - Um eine erste Abschätzung darüber zu gewinnen, in welchem Verhältnis sich systematischer Gang und zufällige Abweichung die Varianz untereinander aufteilen, werden die aus dem einzelnen Verlauf sich ergebenden Abweichungen vom mittleren Verlauf der gesamten Serie als zufällige postuliert. Ihre Varianz nun wird zu der aus dem mittleren Gang abgeleiteten in Relation gesetzt. Da wir wissen, dass der betrachtete einzelne Gang durchaus auch systematisch vom mittleren abweicht, wird der postulierte zufällige Varianzanteil eher zu groß sein. Wir werden uns damit also auf der sicheren Seite unserer Schlussfolgerungen befinden. Unter dieser Maßgabe errechnet sich der zufällige Varianzanteil je Serie im einzelnen zu A~ 51%, B~62%, C~44%, D~59%, E~49% und im Mittel zu 53%, also rund zur Hälfte. Aus analogen Berechnungen mit normal verteilten Zufallszahlen, die einer doppelten Sinuswelle von gleicher Varianz überlagert werden, lässt sich numerisch ableiten, dass eine die unterschiedlichen Jahresanzahlen ausgleichende Normierung durch Gewichtung mit der vierten Wurzel aus Nj erzielt werden kann. Diese – lediglich maximal erwägbare - Normierung ist in Abb. 6 bereits berücksichtigt. Sie bewirkte nur bei den Serien A, D und E eine lediglich geringe Verflachung des Anstieges. Somit entfiele der denkbare Einwand, die Proportionalitäten könnten eine Folge der z.T. auf geringerem Umfang basierenden Varianzen bei den Jahren mit überdurchschnittlichen Sonnenfleckenzahlen sein!

Eine weitere Stütze resultiert aus der Anwendung eines Ausreißertestes auf die drei Varianzen der Serie A: Die Nullhypothese, dass die einer erhöhten Sonnenfleckenperiode zugeordnete Varianz zur gleichen Gruppe der beiden anderen Varianzen gehört und nur zufällig abgesondert ist, muss zu über 90% abgelehnt werden.

2. ***Räumliche Singularität*****:** Der Befund des luni-solaren Effekts könnte nur eine lokale mitteleuropäische Erscheinung sein. Außerdem bestätigen sich die Ergebnisse aus den fünf Serien nicht ohne weiteres gegenseitig, da sie zum Teil aus demselben Datenvorrat schöpfen, also autokorreliert sind. Einerseits fallen räumlich jedoch die Budapest-Serien (B, C) da nicht hinein, und zeitlich liegt die Mitteldeutschland-Serie (E) hinreichend außerhalb des Beobachtungszeitraumes der übrigen Serien. Andererseits würde doch davon abgesehen schon die aufgedeckte Proportionalität jeder einzelnen Serie ein hinreichendes Indiz darstellen.

Bliebe bei aller Akzeptanz dieses Befundes noch die Annahme einer Sonderstellung des mitteleuropäischen Raumes als Beschwichtigungsmöglichkeit. Nun haben wir aber gesehen, wie sich der Verlauf des lunaren Effektes von Mitteleuropa zwanglos in das globale Bild der Phasenlage und der Amplitude einfügt (Abb. 4), trotz seiner relativen Geringfügigkeit. Welcher Art Skepsis ließe dann erhoffen, dass bei der stärkeren Mondgangausprägung bei Äquatorannäherung dieser gefundene Effekt sich abschwächte? Das könnte - und müsste - erst eine globale Überprüfung klären helfen. Für eine Präferierung des Vorliegens eines mitteleuropäischen Sonderfalles ist zur Zeit jedenfalls kein Argument zu erkennen.

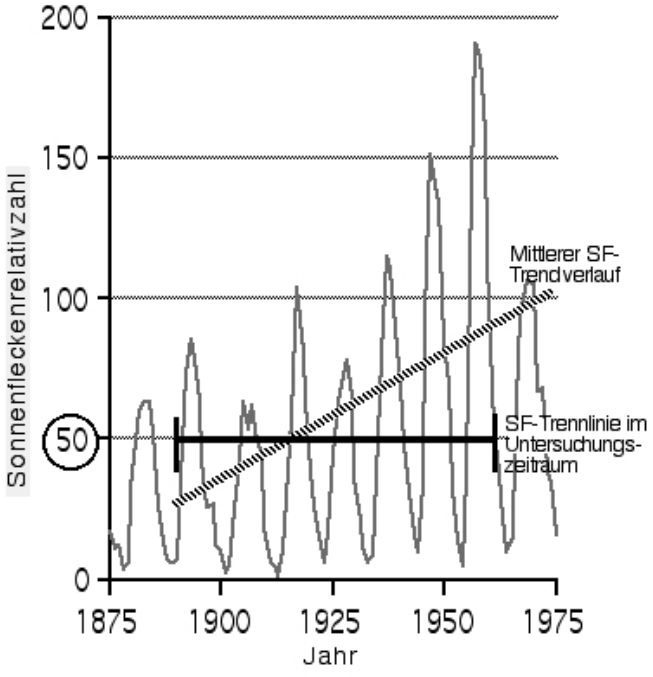


Abb. 7: *Verlauf der jährlichen Sonnenflecken-relativzahl SF: Verdeutlicht Vergleichbarkeit der Zeitabschnitte mit unter- und überdurch-schnittlicher Fleckenzahl*

3. ***Zeitliche Singularität*****:** Es mag sich bei der Trendparallelität von Mondgangvarianz und Sonnenfleckenzahl um ein zufälliges Geschehen ohne jeden kausalen Zusammenhang handeln, wie es allenthalben immer wieder bei Trendvergleichen zu beobachten und dann auch zu respektieren ist. Die Statistik gibt uns da keinerlei Gewissheit; sie kann uns aber auch die Verwerfung einer Zufallsannahme hinreichend erschweren.

Der dreifache zeitliche Gleichgang von Deutschland-Varianz (A), Budapest-Varianz (B) und Sonnenfleckenmittel mag noch Zufall gewesen sein. Doch bei den Varianzen C, D und E handelt es sich nicht um Trendähnlichkeiten, sondern um zeitgemischte Abhängigkeiten von Varianz und Sonnenfleckenzahl direkt. Infolge des 11-jährigen Rhythmus der Sonnenaktivität liegen die Jahre mit kleiner wie mit großer Fleckenzahl über dem jeweiligen Beobachtungszeitraum ziemlich gleichverteilt (Abb. 7). Der Trend wirkt sich somit kaum aus. Die Zeitmittelwerte der paarweisen Serienkollektive differieren nur um relativ wenige Jahre (8% des Beobachtungszeitraumes). Im Falle Mitteldeutschland (E) liegt der Zeitmittelwert der sonnenfleckenreichen Jahre sogar vor dem des Gesamtkollektives. Daher muss man eher annehmen, es besteht ein Zusammenhang zwischen Varianz und Sonnenfleckenzahl - unabhängig vom Zeitablauf!

4. *Resümee*: Somit ist dieser „luni-solare Regeneffekt“ aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts von einer kaum anfechtbaren Evidenz und derzeit schwerlich lediglich als zufällige und singuläre Beziehung, also als Artefakt zu deuten. Die Ableitungen und Schlüsse beruhen letztlich nur auf reiner Auszählung von Beobachtungen nach einem simplen Sortierungsschema. Dieses gerade impliziert den Ausschluss jeglicher theoretischer Einwände und Bedenken. Anzweifelungen der Effektrealität könnten sich ansonsten auf kaum mehr als ein täuschendes Spiel des Zufalls berufen. Größere und bleibende Stichhaltigkeit oder gar Klärung der Allgemeingültigkeit wäre daher erst zu gewinnen, wenn weitere Zeiträume unter globaler Betrachtungsweise oder gar wenn zusätzliche meteorologische Elemente einbezogen werden, wie es unter den heutigen technischen Gegebenheiten auch möglich wäre. Jedenfalls darf fehlendes Kausalverständnis allein nicht zu einer Negation führen, - auch wenn gesicherte, aber unerklärbare Beziehungen oft leider nicht so hoch im Kurse stehen wie ungesicherte Beziehungen, für die man eine Erklärung hätte.

Dass dieser Effekt - trotz annähernder Varianzverdoppelung! - im Witterungsgeschehen offenbar nicht augenscheinlich und nachweislich auftrat, liegt u.a. sicherlich an den hohen Ansprüchen und notwendigen Zeitspannen der Extremwertstatistik. Im Umkehrschluss heißt das auch, dass extreme Niederschlagsereignisse der Gegenwart hinsichtlich ihrer langfristigen Bedeutung ebenso schwer zu beurteilen und evtl. nur als singulär zu bewerten sind.

Bei all dem ist über die Regen*menge* nichts Direktes ausgesagt. Jedoch ist ein positiver Zusammenhang zwischen Menge und Maxima wahrscheinlicher als ein negativer, werden doch die Maxima vermutlich nicht analog von den - durch den Wert Null begrenzten - Minima ausgeglichen. Erst recht kann über eine Rückkopplung auf das Temperaturgeschehen nicht befunden werden!

Schlussfolgerungen

Wie fügen sich nun die Erkenntnisse über den luni-solaren Regeneffekt in die Betrachtungen des Klimawandels ein? Dazu versetze man sich in die vor fast einem halben Jahrhundert gegebene Situation, wenn die in diesem Artikel beschriebenen Erkenntnisse - theoretisch ja möglich! - schon damals veröffentlicht gewesen wären: Ableitung des globalen Anstiegs des maximalen Niederschlags nach Menge oder Vorkommen während der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Da diese Erkenntnis rein auf Beobachtungen basiert, sollte sie sich aus den Niederschlagsbeobachtungen auch direkt ableiten lassen.

Hätte man bereits zu jener Zeit analoge Modellaussagen des Klimawandels hinsichtlich der Entwicklung von Niederschlagsextremen zur Sprache gebracht, so ständen sie in Konkurrenz zum luni-solaren Effekt. Für einen anthropogenen Anteil wäre dann weder eine Notwendigkeit gegeben noch überhaupt ein Spielraum gewesen. Damit hätte ein Dilemma vorgelegen; denn würde der von einer Modellrechnung vorgegebene Anstieg der Beobachtung entsprechen, so ist er, da der luni-solare Effekt seinen gewichtigen Anteil beansprucht, zu hoch - und damit auch seine Prognose! Das Ausgangsniveau für weiterreichende Vergleiche und Prognosen sollte dem entsprechend bedachtsam angepasst werden.

Auf dem Wege, letztlich alle Fakten miteinander in Einklang bringen zu können, muss sich grundsätzlich auch die Klimamodellierung dem Falsifizierungsbemühen unterziehen und darf sich nicht allein mit Verifizierungen begnügen!

Wohl haben sich seit diesem Zeitpunkt die Verläufe von Klimawerten und Sonnenaktivität zunehmend, und zwar divergierend, geändert. Es bleibt jedoch zu konstatieren, dass extraterrestrische Teilcheneffekte u. a. in den Modellen noch keine hinreichende Berücksichtigung finden, zumal wenn sie sich als Trigger-

Effekte nicht in Watt-Werten ausdrücken lassen. Schließlich hat man ja über den Wirkungspfad und die dabei waltende Physik kaum belastbare Vorstellungen: Weder werden die immer noch vagen Beziehungen zwischen Sonnenaktivität und hoher Atmosphäre, noch von dort die Weiterleitung zum Wetter in der Troposphäre völlig verstanden. Sie können somit auch in die Modellrechnung noch nicht befriedigend integriert werden [s.a. RIND 2002]

Diese Fingerzeige über die Unvollkommenheit derzeitiger Modelle, deren Bedeutung wir kaum abschätzen können, führen uns nicht dazu, die Leistung und Folgerichtigkeit der Modellrechnungen anzuzweifeln, es wird eher der Umgang mit der (Un)Gewissheit angesprochen. Natürlich lässt sich nur über die Modelle in die Zukunft schauen. Doch wenn es in Anbetracht der rasant fortgeschrittenen Ziselierung der Modellierung inzwischen als unopportun oder gar vermessen erscheint, noch von Modellunvollkommenheiten oder gar –fehlern zu sprechen, dann stellen sich doch Bedenken ein. Dies insbesondere auch hinsichtlich der Tatsache, dass die Erkenntnisse der seit den 70er Jahren hoch entwickelten Dynamik nichtlinearer Systeme so gar keine Beachtung finden.

In der numerischen Wettervorhersage umgeht man diese Schwierigkeiten gegenwärtig auf empirischem Wege mittels Ensemble-Vorhersagen, ohne bisher jedoch zu einer anzustrebenden dynamisch-stochastischen Mittelfristvorhersage gelangt zu sein [EPSTEIN 1969, FLEMING 1970, FORTAK, 1971/73]. Dabei ging es damals bereits um die prinzipiellen Grenzen der Vorhersagbarkeit von Wetter und Klima mittels hochkomplexer nichtlinearer dynamischer Modelle. Aber auch die nichtlineare Dynamik und Systemtheorie, die sich (spät nach LORENZ [LORENZ 1963]) anschließend in den 70er Jahren entwickelte, kam in zunächst nicht-stochastischer Weiterverfolgung dieser Gedankengänge zu der genannten Aussage. Heute führt man diese nicht selten anzutreffende pessimistische Einstellung hinsichtlich einer deterministischen Klimavorhersage auf zufallsbedingten Attraktorenwechsel, d.h. auf stochastisches Chaos zurück [LANGE, 2007]. Sollten in diesem Zusammenhang die (sich im Grunde alle gleichenden) Modelle des hochkomplexen Klimasystems unserer Tage hinsichtlich der mit ihnen durchgeführten extrem langfristigen Vorhersagezeiträume wirklich in der Lage sein, die bekannten Tücken der nichtlinearen Dynamik zu umgehen und Gewissheit über die Stabilität und Dauerhaftigkeit ihrer langzeitigen Extrapolationen vermitteln? Diese Frage allein sollte die Bescheidenheit schulen und vor unbescheidenen Aussagen, wie wir sie derzeit über den Klimawandel erleben, schützen.

In diesem Sinne möge auch die Darstellung des luni-solaren Regeneffekts nicht lediglich als mögliche Störung für sich selbst aufgelegte Festlegungen empfunden werden, sondern sie sollte zumindest als warnender Hinweis auf die stets bleibende Ungewissheit von Modellaussagen verstanden werden - und damit auch auf die aufzubringende Bescheidenheit gegenüber deren verbindlichen Konsequenzen, zumal wenn diese dann nicht mehr in der Hand von Klimatologen liegen werden! Es wäre Vermessenheit, das Gesamtsystem bei allem ihm innewohnenden Indeterminismus nicht stets offen zu halten! Denn: Wissen wir genug, was wir *nicht* wissen?

ANHANG

Glaube denen, die die Wahrheit suchen, und zweifle an denen, die sie gefunden haben.
André Gide

Persönliche Betrachtungen

Der Klimawandel samt seinen Perspektiven sei einmal vorweg akzeptiert, ebenso der möglicherweise dominante Anteil des Menschen am zunehmend extremen Verlauf der Klimaentwicklung. Und alles Bemühen um jedwede Art Gefahreneindämmung hat als redlich und ehrenwert zu gelten. Eingedenk zwar der Gewissheit des Klimawandels an sich und seiner ernsten Folgen, aber auch aller einzugestehender Ungewissheit über die Qualität der Prognosen und Projektionen und die Adäquanz von notwendigen Gegenmaßnahmen soll ein Blick auf die gegenwärtige Öffentlichkeit gerichtet werden. Dabei möge es dem Autor vergönnt sein, in einem Epilog weniger als Wissenschaftler, sondern mehr als mitbetroffener Bürger seine ureigene und evtl. auch als provokant zu empfindende Meinung zu äußern.

Eine Meinungsumfrage zum Klimawandel [GfK 2007] ergab, dass mehr als jeder dritte Deutsche die Situation bereits heute für noch schlimmer hält als von der Wissenschaft beschrieben (ganz anders als etwa in England!): Ein kaum überbietbarer „Erfolg“ von Klimatologen, Medien und Politikern! Geht es doch darum, den Bürger mit Verweis auf die Enkelgeneration (vorwiegend andernorts) wirtschaftlich wie

moralisch für den Klimaschutz nicht nur einsichtig und schuldbewusst, sondern vor allem verbindlich opferwillig zu machen. Ist er aber auch im gleichen Maße erfolgreich über seinen dafür zu zahlenden – offenen oder verdeckten – vehementen Beitrag (längst schon jetzt!) und dessen Effektivität (erst künftig) aufgeklärt worden? Dieses würde die Seriosität des gesellschaftlichen Anliegens gebieten; sonst wäre es nur Heuchelei, Demagogie und Selbstabsegnung der Macht, von welcher Art auch immer. Scheint es nicht oft, es wird mehr Politik *mit* etwas (zielt auf den Wähler und seine Opferbereitschaft) als *für* etwas (zielt auf das Problem und seine Lösung) gemacht? Ob sekundäre Über- oder Untertreibung oder Missinterpretation: Stets wird man letztlich pauschal auf den Primärinformanten, den Klimatologen verweisen! Sofern der Bürger - überhaupt noch - redlich entscheiden kann, müsste er sich also auch über Folgendes im Klaren sein:

Am Klimawandel ist eventuell nur zur reichlichen Hälfte das CO_2 beteiligt. Er wäre auch ohne Zutun der Menschenwelt zu Lebzeiten der gegenwärtig Erwachsenen nicht ansatzweise zum Abklingen zu bringen. Deutschlands Anteil an der weltweiten CO_2-Emission beträgt knapp 4% (bald nur noch 3%); dieser würde gegenwärtig binnen kurzer Zeit allein durch China wieder wettgemacht. 100%iger Einsatz aus unserem Bruttosozialprodukt für den „Schutz DES Klimas“ würde sich nur dann 100%ig auswirken, wenn alle anderen Staaten genauso mitwirkten; darum das verständliche Bestreben, sich deren totale Gefolgschaft zu sichern. Anderenfalls hätten wir bis zu 97% Verlust unseres Einsatzes zu beklagen. Der „Schutz VOR dem Klima“, also Maßnahmen zur Vorbeugung und gegen die Folgen des Klimas, wirkten sich im eigenen Lande dagegen zu 100% aus. Inwieweit ist da der Bürger über die Einstellung und das wahrscheinliche Verhalten der anderen Nationen aufgeklärt? Wo noch in der Welt steht auf der öffentlichen Problemliste - geradezu mit Stolz empfunden - der Umweltschutz 2004 noch vor sozialer Gerechtigkeit, Wirtschaftslage, Kriminalität, Gesundheit usw. und wird lediglich von der Sorge vor Arbeitslosigkeit übertroffen [s. UBA 2006]? Als ob direktes Eigeninteresse grundsätzlich unethisch wäre. Darf man sich nicht zumindest noch dämpfend äußern?

Was spricht letztlich dagegen, eine hinreichende, wenn auch durchaus vorbildliche Balance der Mittelaufteilung zu strategieren, die sowohl den nationalen als auch den zukunftsfernen globalen Aspekten gerecht zu werden versuchte? Dies wird zum einen langzeitgemäß geregelt durch den akuten Beleg des beobachteten Klimawandels selbst; schließlich ist auch das Aufkommen eines natürlichen Abkühlungsprozesses nicht grundsätzlich auszuschließen [CASEY 2008] und demgegenüber eine spätere anthropogene Erwärmung sogar wünschenswert! Zum anderen orientiert sich die Regelung am Verhalten der anderen Nationen, drittens vor allem an der Reaktionsbedürftigkeit auf andere kaum weniger katastrophenträchtige Drohpotentiale, die auf der Zeitstrecke unerwartet harren: nationale Folgen aus Energiekrisen, (Welt)Wirtschaftskrisen, unkontrollierbare Finanzmärkte, globalisierte Kriminalität und Terrorszenarien, atomare Bedrohung, Pandemien, Migrations-Überflutung und kulturelle Überfremdung usw., dazu noch derzeit *un*vorstellbare Bedrängnisse. D.h. es drohen Handlungszwänge, für die dann längst aus anderen Gründen als dem des Klimawandels Frei- und Spielräume zu schaffen wären.

Und diese Drohpotentiale wären keineswegs etwa primär durch die Lösung des Klimaproblems und seiner Folgen aus der Welt zu schaffen. Wer oder was also zwingt gerade unser Land, sich freiwillig so überaus musterhaft und mit noch nicht übersehbaren Konsequenzen legal und geradezu philanthropisch vorleistend binden zu lassen? Worin liegt der Gewinn und damit die Rechtfertigung des so musterschülerhaften Vorpreschens? Diejenigen, die das eventuell mit zeitgeistgemäßem Mut durchgesetzt oder diesen dabei geholfen haben, sind dann ohnehin nicht mehr haftbar zu machen. Was spricht dafür, sich national freiwillig zum Vorreiter zu machen und sich für die internationale Konkurrenz volkswirtschaftspolitisch zu schwächen?

Der ewige Verweis auf die Enkelgeneration ist leicht gesagt. Das Verantwortungsempfinden reicht schon in heilen Familien oft nur unter Mühen so weit, geschweige denn reicht es bis zu den Enkeln der Nachbarn, von den Enkeln - und ihrer Tierwelt - in fernen Kontinenten ganz zu schweigen. Ähnlich Blauäugiges gilt für die Vorbildfunktion, sowohl individuell als auch national. Es widerspricht einfach aller Geschichts- und Lebenserfahrung aus zurückliegenden Zeiten und aus anderen Schicksalsbereichen (Lebensrisiko-Abdeckung, Gesundheits- und Altersabsicherung, internationale Vertragseinhaltung bzw. -brüche usw.), sich sowohl hinsichtlich Befürchtungen als auch Hoffnungen allzu vorherrschend aus der Endperspektive her festzulegen. Fernsicht ist nicht gleich auch Weitsicht!

Was spricht darum nicht weitgehender für eine adäquate Folgenvorsorge, sei es eine materielle, finanzielle („Juliusturm"!), steuerpolitische, versicherungsfördernde usw.. Neben den technischen Entwicklungen werden und sollten es weltweit und langzeitig gesehen letztlich ohnehin mehr oder weniger die *freien* Märkte und nicht die durch ideologische Fixierungen geprägten Vereinbarungen (*unfreier* Emissionshandel u.ä.) sein, die die materiellen Ressourcen verteilen, sofern nicht vorzeitig andere katastrophale Probleme das Primat übernehmen. Und gar Schuldzugeständnisse und Gerechtigkeitforderungen sind letztlich keine dauerbelastbaren Kriterien. Bei all dem soll nicht verkannt werden, dass es eine reale Aufteilung in Schutz *des* und Schutz *vor dem* Klima schon immer gegeben hat. Es geht hier jedoch um die mangelnde Offenlegung der Ausgewogenheit zwischen diesen beiden Perspektiven: Wie verteilen sich angesichts der notwendigerweise aufzubringenden großen volkswirtschaftlichen Leistungen Gewinne und Verluste, Gefahren, Risiken, Unsicherheiten, Preisgebungen usw. je nach Wahl der unterschiedlichen Einsätze?

Solch kritisches Bedenken setzt sich schließlich fort, wenn wir von der Gesellschaft zu den einzelnen Individuen übergehen, aus denen sich diese ja zusammensetzt. Auch im günstigsten aller Fälle des Klimaänderungsablaufes altert inzwischen das Individuum (nicht auch die Gesellschaft?) und damit erfahrungsgemäß seine Einstellung zur Gesellschaft, die es durchläuft. Bis zu welchem Alter vermag man es mit der Aussicht auf langfristige Amortisation seines Einsatzes zu vertrösten? Wie weit geht stattdessen doch zunächst die Akzeptanz des als schicksalhaft Empfundenen? Zudem altert mit der Dauer selbst ein schlechtes Gewissen. Im Alter von 20 Jahren mögen die den Einzelnen bewegenden Probleme vielleicht noch zu 80% die der Gesellschaft und deren Zukunft sein. Er sollte jedoch schon jetzt bedenken, dass es mit 80 Jahren wohl nur noch 20% sein werden, da ihn inzwischen sein eigenes Ich mindestens zu 80% problematisch in Anspruch nimmt!

Es ist dem Altsein zu schulden, dass es einen längeren Zeitraum des Erlebens und Erkennens überblickt und damit einerseits kritischer und andererseits bescheidener wird. Aus der damit gegebenen Verantwortung heraus möchte der Autor verstanden werden, auch wenn man ihm nicht in allem zu folgen bereit sein sollte.

Literaturhinweise

ADDERLEY, E., BOWEN, E. G. (1962): Lunar Component in Precipitation Data. – Science, 137, 749-750

BARTELS, J. (1935): Zur Morphologie geophysikalischer Zeitfunktionen. Sonderausg. S.-B. Preuß. Akad. Wiss. Phys.-Math. Kl. B. 30, Abschn. 2

BERKES, Z. (1942): Die Mondphasen und der Gang der Niederschläge - Meteor. Z. 59, 402-405

BERKES, Z. (1944): Über die Realität der Mondperiode des Wetters. - Meteor. Z. 61, 249-251

BIGG, E.K. (1963): A Lunar Influence on Ice Nucleus Concentrations. - Nature 197, 172-173 .

BRADLEY, D., WOODBURY, M., BRIER, G. (1962): Lunar Synodical Period and Widespread Precipitation. - Science 137, 748-749

CASEY, J. L. (2008): The RC Theory: The existence of 'relational cycles' of solar activity on a a multi-decadal to centennial scale, as significant models of climate change on Earth. – Space and Science Research Center, Orlando, Research Report 1-2008; s.a.u. www.spaceandscience.net/id16.html

DRONIA, H. (1967): Der Einfluss des Mondes auf die Witterung: Literaturübersicht. - Meteor. Abh. d. Inst. f. Meteor. u. Geoph. d. Freien Univ. Berlin LXXI, H.4, (Zahlreiche Graphiken u. Literaturhinweise!)

EPSTEIN, E., S. (1969): Stochastic dynamic prediction. - Tellus, 21, 737-757

FETT, W. (1966): Nachweis eines Zusammenhangs zwischen Mondphase und Regenfall in Deutschland. - Arch. Met. Geoph., Biokl. Serie A 15, 205-226

FETT, W. (1969): Statistische Erfassung der Zellengröße atmosphärischer Ereignisse und der Repräsentanz der Messnetze. - Annalen d. Meteor. N.F. Nr. 4, 256-260

FLEMING, R. J. (1970): Concepts and implications of stochastic dynamic prediction.-NCAR Cooperative Thesis No. 22

FORTAK, H. (1973): Prinzipielle Grenzen der deterministischen Vorhersagbarkeit atmosphärischer Prozessse. - Annalen der Meteorologie, Neue Folge, Nr. 6, 111-120. (1971): Vortrag auf der 36. Physikertagung, Essen

GfK-Nürnberg e.V. (2007): Meinungsumfrage zum Klimawandel - Mitteilungen DMG 02/2007, 19

LANGE, H.J. (2007): Wetter und Klima im Phasenraum. Siehe unter <www.hajolange.de>

LORENZ, E. N. (1963): Deterministic non-periodic flow. - J. Atmosph. Sc. 20, 130 - 141

RIND, D. (2002): The Sun´s Role in Climate Variations. - Science 296, 673-677

SCHERHAG, R. (1948): Wetteranalyse und Wetterprognose, Springer-Verl., S. 84 und S. 350.

UBA (2006): Studie „Umweltbewusstsein und Umweltverhalten in Deutschland 2006“ - Mitteilungen DMG 01/2007, S. 19