

In dieser neuen Rubrik „diskutabel“ sollen künftig Beiträge erscheinen, die zur Diskussion Anlass geben sollen. Sie sprechen deshalb nicht immer die Auffassung des DMG-Vorstandes oder der Redaktion der MITTEILUNGEN zu dem behandelten Thema wieder. Dies gilt auch für den nachfolgenden Beitrag, für dessen Inhalt daher allein der Autor verantwortlich ist. Die Redaktion dankt Herrn Professor Walter Fett für die Überlassung des Textes und der Abbildungen.

Sonne, Mond und Regen

– über einen luni-solaren Regeneffekt

Walter Fett
Berlin

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.

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 Meereszeitenwirkung verwundert das menschliche Interesse kaum. 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. – 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. 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. 1 als Beispiel). Woraufhin eine zunehmende Welle ähnlicher Untersuchungen durch die Meteorologie schwappte (Literatur siehe auch 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

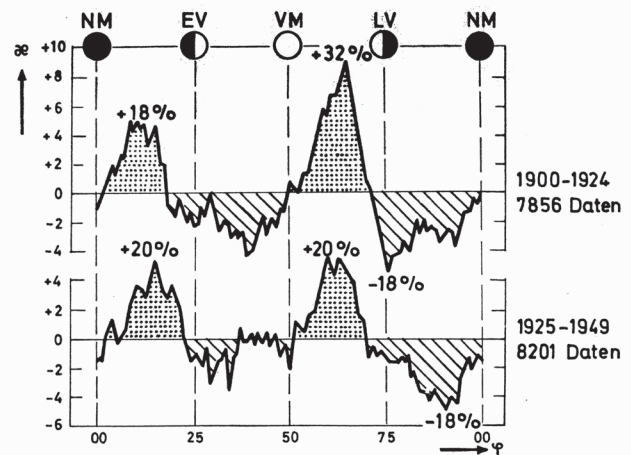


Abb. 1: Anzahl der regenreichsten Tage des Monats in Abhängigkeit von der Mondphase für die USA, dargestellt als Abweichung vom Mittelwert in Einheiten der Streuung. Glättung über 10 synodische Prozentklassen (BRADLY et al., 1962).

(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.

Bereits geschult an Selbstbetrug und statistischen Fehlschlüssen ging das ursprüngliche Bestreben des Autors eher dahin, evtl. „Mondphasengänge“ als mögliches Spiel des Zufalls bloßzustellen. Die zwischen den meteorologischen Beobachtungen waltende zeitliche und vor allem räumliche Erhaltungsneigung ist

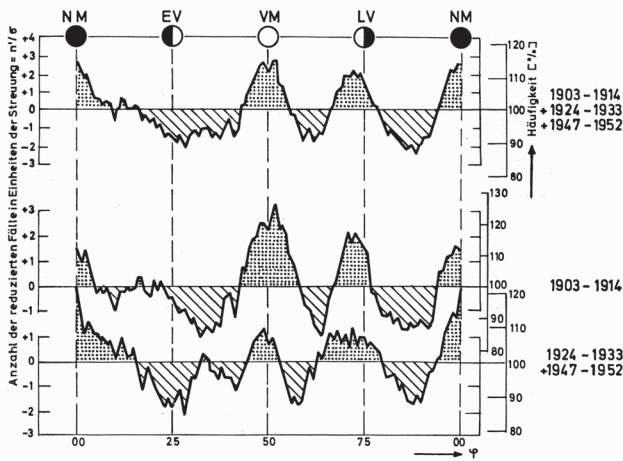


Abb. 2: Relation zwischen Häufigkeit des Regentages ≥ 10 mm in Deutschland und Mondphase. Glättung über 10 synodische Prozentklassen (ca. 3 Tage). FETT, 1966.

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 diktiert Gang überlagert. Dabei variieren die Extrema bis über zwei Zehntel der durchschnittlichen Erwartung. Der Zweifel an einem gewichtigen Mondeffekt dürfte schwer fallen!

Als weitere Stütze für die Allgemeingültigkeit eines Mondeffektes dient die Einbettung des gefundenen Ver-

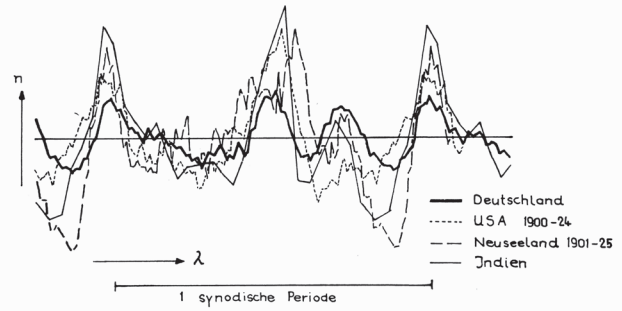


Abb. 3: Mondphasengang des Niederschlags verschiedener Art in vier Erdteilen, bestmöglich synchronisiert (FETT, 1966).

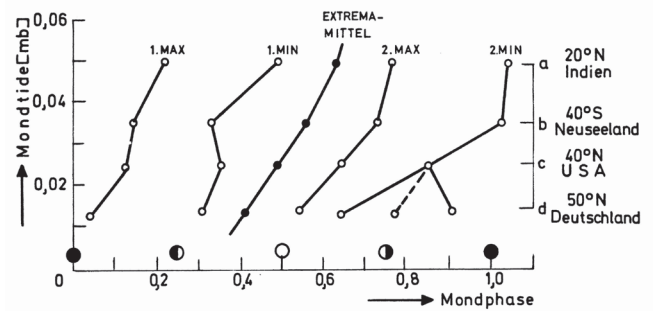


Abb. 4: Mondphasenlage der Extrema verschiedener Verteilungen in Beziehung zur Mondtide, d.h. in etwa zur geographischen Breite (FETT, 1966).

laufs 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 Extrema 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 Extrema 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? Dieser Befund verträglich 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 Extrema im Mondgang der Sublimationskernzahl: Auch diese Extrema nähern sich ähnlich verzögert dem Äquator. Die Resultate sind demnach verträglich mit der Hypothese: Extraterrestrische Einflüsse – evtl. auch als Sublimationskern wirksame – vermögen ergiebige Niederschläge zu extremieren.

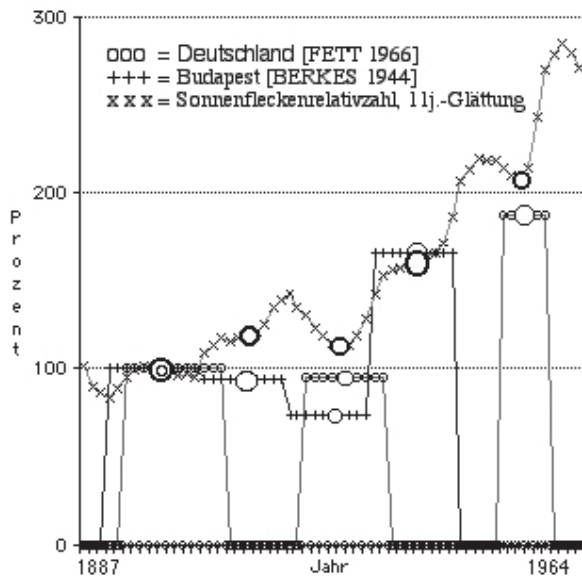


Abb. 5: Zeitfolge der Varianz des Mondphasengangs von Deutschland (o) und Budapest (+) im Vergleich zur Sonnenfleckenrelativzahl, 11-jährig übergreifend gemittelt (x). Normierung auf gemeinsames Ausgangsniveau von 100 %.

(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 Magnet- oder Strahlungsfelder der so markante lunare Modulationsrhythmus im Niederschlagsgeschehen geprägt wird. Im übrigen spielt auch die Mondabweichung von der Ekliptik eine markante Rolle, die auf einen ekliptiknahen Bündelungseffekt hinweist. – 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 ebte 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 Grafiken zur Verfügung, die sich immerhin über den Zeitraum von 1887 an bis maximal 1962, also immerhin über ein Dreivierteljahrhundert langfristig erstrecken (DRONIA, 1967). In Anbetracht der hierbei zugrunde liegenden schmalen Datenbasis kann kaum ein Anspruch darauf erhoben

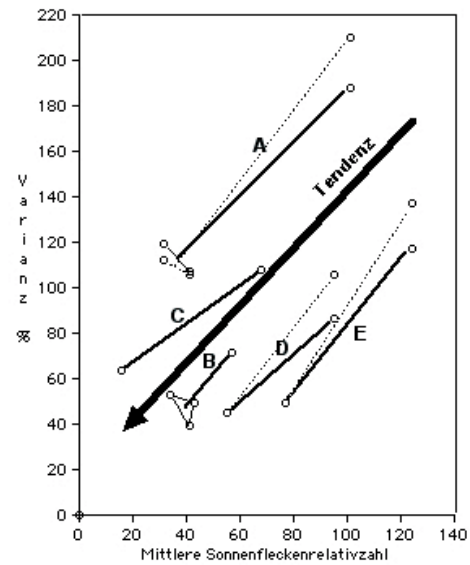


Abb. 6: Varianzenvergleich der Mondphasenverläufe bei unterschiedlicher Sonnenfleckenrelativzahl SF, paarweiser Vergleich für Serie A = Deutschland (zeitsortiert), B = Budapest (zeitsortiert), C = Budapest (SF-sortiert), D = Potsdam (SF-sortiert), E = Mitteldeutschland (SF-sortiert). Punktierter Verläufe sind die nicht auf vergleichbare Periodenlängen hin normierten.

werden, belastbare Resultate aus einem direkten Vergleich der Phasenverläufe selbst zu erwarten. Somit begnügen wir uns allein mit der relativen Varianz 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. Zwei Zeitfolgen lunarer Varianzen liegen aus Deutschland (FETT, 1966) und Ungarn (BERKES, 1944) vor. Diese sind nicht nur untereinander ähnlich, sondern auch die über 11 Jahre gleitend gemittelte Sonnenfleckenanzahl nimmt einen ähnlichen Verlauf an (Abb. 5). Es bietet sich damit 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 regionale Niederschlagsregime mitbestimmt und ohne nähere Kenntnisse nicht festlegbar. Interessieren soll allein die in jedem einzelnen Falle eindeutig resultierende und gewichtige Proportionalität zwischen Varianz und Fleckenzahl! Der daraus abzuschätzende mittlere Verlauf legt die folgende Interpretation 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!

Solche schlussfolgerreichen 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 Sonnenfleckenanzahl 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 Sonnenfleckenanzahl 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 N_j berücksichtigt.

Dieses wurde hier auf folgender Basis vorgenommen: Die Abweichungen im Verlauf der Serien mit den Jahren überdurchschnittlicher Sonnenaktivität, also auch ebensolcher Varianz, gegenüber dem mittleren Verlauf werden als zufällig postuliert. Als solche bestimmen sie die Varianz reduzierende Wirkung der Normierung. Da wir jedoch 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. Diese – lediglich maximal erwägbar – Normierung ist in Abb. 6 bereits berücksichtigt. Somit entfielen der denkbare Einwand, die Proportionalitäten könnten eine Folge der z. T. auf geringerem Umfang basierenden Varianzen bei den Jahren mit überdurchschnittlichen Sonnenfleckenanzahlen sein!

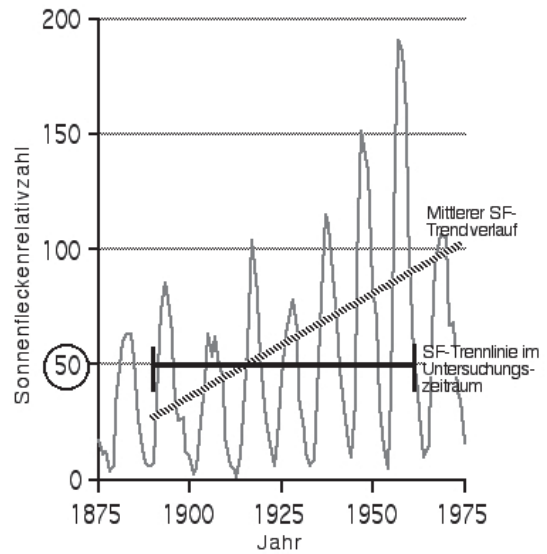


Abb. 7: Verlauf der jährlichen Sonnenfleckenrelativzahl SF. Verdeutlicht Vergleichbarkeit der Zeitabschnitte mit unter- und überdurchschnittlicher Fleckenanzahl.

2. Räumliche Singularität: Der Befund des luni-solaren Effektes 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. – Blicke 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 Präferenzierung des Vorliegens eines mitteleuropäischen Sonderfalles ist zur Zeit jedenfalls kein Argument zu erkennen.

3. Zeitliche Singularität: Es mag sich bei der Trendparallelität von Mondgangvarianz und Sonnenfleckenanzahl 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 Verwer-

fung 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 der „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. Anzweiflungen 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 unerklärliche 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 nur als singulär zu bewerten sind.

Bei all dem ist über die Regenmenge 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 u. a. extraterrestrische Teilcheneffekte 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 – vornehmlich hoher – Atmosphäre, noch von dort die Weiterleitung zum Wetter in der Troposphäre völlig verstanden. Sie können somit 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 Modellunsicherheiten 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 offenzuhalten! Denn: Wissen wir genug, was wir *nicht* wissen?

Literaturhinweise

- 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. – Meteorol. Z. 59, 402–405.
- BERKES, Z. (1944): Über die Realität der Mondperiode des Wetters. – Meteorol. Z. 61, 249–251.
- BRADLEY, D.A., G.W. BRIER, M.A. WOODBURY (1962): Lunar Synodical Period and Widespread Precipitation. – *Scienc* 137, 748–749.
- DRONIA, H. (1967): Der Einfluss des Mondes auf die Witterung: Literaturübersicht. – Meteorol. Abh. d. Inst. f. Meteor. u. Geoph. d. Freien Univ. Berlin LXXI, H.4, (Zahlreiche 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. – *Ann. Meteorol. 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 Prozesse. – *Ann. Meteorol. N. F.* 6, 111–120. (1971): Vortrag auf der 36. Physikertagung, Essen.
- LANGE, H.J. (2007): Wetter und Klima im Phasenraum. – www.hajolange.de
- LORENZ, E. N. (1963): Deterministic non-periodic flow. – *J. Atmo.. Sci.*, 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.

Eine Vollversion diese Artikels findet sich in der Berliner Wetterkarte.

<http://wkserv.met.fu-berlin.de/Beilagen/Beilagen.htm>