

Kommentare zu Guiard: Beeinflusst der Mond das Pilzwachstum?

GERHARD MAYER

Einige Gedanken zu Volker Guiards Ausführungen

Der Vorschlag, den Guiard macht, nämlich Daten aus der industriellen Pilzzucht zu verwenden, kann zur Klärung der Frage, ob das Pilzwachstum in direktem kausalen Zusammenhang mit dem Mondstand steht, nur unterstützt werden. In Freiburg/Breisgau gibt es tatsächlich eine Champignonzucht in den Stollen des Schlossbergs, und Interessierte sollten sich dorthin mit der Bitte um Daten wenden. Vielleicht erklären sich die Betreiber ja zur Durchführung einer entsprechenden Untersuchung bereit.

Ein indirekter Zusammenhang mit dem Mondstand scheint mir nicht völlig ausgeschlossen zu sein, da es – zumindest nach den Ergebnissen einer Untersuchung von Steffanowski (1996) – einen direkten Zusammenhang von Mondphase und Wetterwechsel gibt. Seine Ergebnisse deuten drauf hin, dass „Neumond und Vollmond mit verstärkter Wolkenbildung und Abkühlung einhergeht“ (S. 46). Erhöhte Niederschläge in der Folge fördern das Pilzwachstum.

Das Argument, dass „einige Pilzfreunde ihre Sammelzeiten bereits nach dem Mond ausrichten und somit einen scheinbaren Zusammenhang zwischen Beratungszahlen und Mondphasen provozieren“ ist zwar nicht falsch, bereitet mir aber dennoch ein gewisses Unbehagen, da es als ein „Totschlagargument“ auch bestens zur Selbstimmunisierung verwendet werden kann.

Literaturverzeichnis

Steffanowski, A. (1996): Was hat der Mondzyklus mit dem Wetter zu tun? *Meridian* 5/96, 46-48.

RÜDIGER PLANTIKO

Im Rahmen der Zufallshypothese erklärbar?

Von Ursula und Fritz Hirschmann wurde, wie Volker Guiard in seiner Reanalyse schrieb, „nicht untersucht, ob der gefundene Kurvenverlauf ein pures Zufallsergebnis sein könnte“, weshalb er dieser Frage dann nachging. Guiard wählte, um dies zu prüfen, den Weg, die Daten nach den Dekaden in drei Teile zu teilen und unabhängig auf die Hypothese eines sinusförmigen Kurvenverlaufs zu testen. Wenn ein echter Effekt zugrunde liegt, würde man erwarten, dass dieser auch in den Teilmengen feststellbar ist.

Dekade 1 und 2 bestätigen zwar sehr grob den Trend, dass bei zunehmendem Mond ein Gipfel der Verteilung erreicht wird, Dekade 3 zeigt aber ein völlig abweichendes Ergebnis,

mit einer starken Häufung im Vollmondbereich. Diese Rechnungen ergeben, wie der Verfasser schreibt, ein „verwirrendes Gesamtbild“. Dass die Abweichung gerade in der dritten Dekade so stark ist, könnte, wie oben bereits vermutet, bereits eine Folge der „Mond-Renaissance“ in den 90er Jahren sein. Der Gipfel beim Vollmond wäre möglicherweise durch die Anwendung einer Mondregel erklärbar: „Sammle Pilze bei Vollmond“ – was nach der Materialsammlung in Guiards Artikel teilweise in den Mondkalendern als Empfehlung ausgegeben wird. Da Hirschmann und Hirschmann selbst schreiben, dass sie oft nach der richtigen Mondphase zum Pilzsammeln gefragt werden, ist es naheliegend, dass es – vor allem in den 90er Jahren – bereits eine nicht geringe Anzahl „mondbewusster“ Pilzsammler gibt.

Statt der Dekadenteilung des Ausgangsmaterials von Hirschmann und Hirschmann ist auch ein anderer Weg denkbar: der Zufallsgenerator. Als Zufallsprobe mögen wir einen Satz von $N=1766$ zufälligen Kalenderterminen bezeichnen, die in die Pilzmonate der Jahre 1967 bis 1998 fallen, wobei Mehrfachziehungen möglich sind und die relativen Häufigkeiten der Jahre, der Saisonmonate und der Wochentage näherungsweise denen der Originaldaten entsprechen. Wenn das Ergebnis von Hirschmann und Hirschmann nicht selbst ein Zufallsprodukt ist, sollte sich ihre Stichprobe von einer solchen Zufallsprobe hinsichtlich des Zusammenhangs mit den Mondphasen „deutlich unterscheiden“.

Hirschmann und Hirschmann schreiben: „Der Kurvenverlauf ist eindeutig. Die Abhängigkeit von den Mondphasen ist gegeben. Das Maximum liegt hier etwa 8 Tage vor Vollmond, das Minimum etwa sieben Tage nach Vollmond.“ Hieraus könnte man zwei zu prüfende Hypothesen entnehmen:

- Es gibt deutlich mehr Beratungen (nämlich 934) bei zunehmendem Mond (denn der Gipfel des Sinus liegt beim ersten Viertel) als bei abnehmendem Mond (nämlich 832).
- Es gibt einen sinusförmigen Zusammenhang zwischen Mondphasen und Anzahl der Pilzberatungen.

Wie ließe sich messen, ob eine Zufallsprobe einen ebenso deutlichen oder gar noch deutlicheren Zusammenhang aufweist? Antwort:

- Mindestens 934 Termine der Zufallsprobe fallen auf zunehmenden Mond,
- die Summe der Fehlerquadrate von dem durch Regression geschätzten sinusförmigen Verlauf der Zufallsprobe ist kleiner als der entsprechende Wert der Originalprobe.

Dies sind klar formulierte Kriterien, die sich in Anweisungen eines Programms formulieren lassen. Ich habe mit einem C-Programm 1000 Zufallsproben der obigen Art generiert und danach mit „Mathematica“ statistisch ausgewertet. Die Details (inklusive Programmcode) habe ich für näher Interessierte im Internet ausführlicher und nachvollziehbar beschrieben:

<http://www.anomalistik.de/mondpilze.htm>

Das Ergebnis dieser Berechnungen ist:

- Nur bei 1,7 % der Zufallsproben fielen 934 oder mehr Termine auf zunehmenden Mond. Dieses Ergebnis ist geringfügig schlechter als der theoretisch erwartete ad-hoc-Wert von 0,81 % (bei Ansatz einer Binomialverteilung $b(1766, 1/2)$).
- Dagegen näherten 91,8 % der Zufallsproben einen sinusförmigen Zusammenhang mit den Mondphasen *mit besserer Güte* an als die Originaldaten von Hirschmann und Hirschmann !

Anhand dieses Ergebnisses bin ich geneigt, den sinusförmigen Zusammenhang für ein Zufallsprodukt zu halten, während die Aussage an Bedeutung gewinnt, dass mehr Beratungen auf zunehmenden Mond fallen, mit der entsprechenden Implikation auf das Pilzwachstum. Es könnte möglicherweise lohnend sein, eine Überprüfung dieser zweiten Aussage mit unabhängigem Datenmaterial vorzunehmen, zum Beispiel – wie vom Verfasser angeregt – aus der industriellen Pilzzucht.

EDGAR WUNDER

Die meteorologische Wirksamkeit des Mondes: „erfolgreiche Autosuggestions-Experimente“ ?

Volker Guiard spricht gegen Ende seines Beitrags die Möglichkeit an, dass der Mond das Wetter und damit indirekt auch das Pilzwachstum beeinflussen könnte. Dabei bezieht er sich auf das Buch von Malberg (1999), das in einem populären Stil gehalten ist und insofern z.B. keinerlei Quellenangaben enthält. Ich selbst beschäftige mich schon seit vielen Jahren aus einem wissenschaftssoziologischen Interesse heraus mit der Rezeption von angeblichen Nachweisen zu Zusammenhängen zwischen Wetter, Witterung oder Klima auf der einen Seite und den Stellungen des Mondes oder auch der Zahl der Sonnenflecken auf der anderen Seite. Insofern kenne ich die Originalquellen, auf die sich Malberg (1999) offenbar bezieht. Im folgenden möchte ich einen kleinen Überblick zum aktuellen Forschungsstand bezüglich eventueller Einflüsse des Mondes auf das Wettergeschehen geben, wobei sich herausstellen wird, dass ich Malbergs Darstellungen als teilweise recht unkritisch und manchmal nicht gut recherchiert ansehe.

Die Meteor-Hypothese Bovens

Als Ausgangspunkt wähle ich die von Malberg als glaubwürdig hingestellte These, dass der Mond in Abhängigkeit von seiner Stellung zur Erde den Einfall von kleinen Meteoriten („kosmischer Staub“) in die Erdatmosphäre modulieren könnte, wodurch die Zahl der Kondensationskeime in der Troposphäre, damit die Wolkenbildung und schließlich auch die Niederschlagsmenge variiert werden könnte. Jene These wurde von dem australischen Meteorologen E.G. Bowen (1953) in die Diskussion eingeführt. Im Gegensatz zur Darstellung Malbergs kam Bowen jedoch bei seinen Bemühungen, die gravitativen Effekte des Mondes auf die Meteoroiden zu quantifizieren, schließlich selbst zum Schluss: „However,

calculations shows that gravitational forces alone are unlikely to account for the comparatively large effects observed“ (Bowen 1963, S. 1402). Als alternativen Erklärungsansatz schlug Bowen deshalb vor, „that the moon carries an electrostatic charge and thus deflects meteor particles which would themselves carry a small charge in free space“ (Bowen 1963, S. 1402). Wie wir heute wissen, ist aber auch diese Spekulation nicht haltbar, weil der Mond eine entsprechende elektrostatische Ladung vermissen lässt. Es ist also unklar, wie der Mond die quantitativ notwendige Variation im Meteor-Einfall in die Erdatmosphäre verursachen soll.

Das nächste theoretische Problem ergibt sich daraus, dass Meteore in aller Regel in der unteren Thermosphäre (d.h. ca. 80 bis 120 km über der Erdoberfläche) desintegrieren bzw. verglühen, die verbleibenden Partikel also zunächst einmal dort freigesetzt werden. Bis sie als Schwebeteilchen in die allein wetterwirksame Troposphäre (ca. 0-11 km über der Erdoberfläche) vorstoßen und dort als Kondensationskeime wirksam werden können, dauert es eine erhebliche Zeit, die Bowen (1956) auf etwa 30 Tage schätzt. Nun hängt diese Zeitdifferenz aber ganz erheblich von der Masse der Teilchen und ihrer genauen Ausgangshöhe ab. Beide Parameter streuen über ein weites Spektrum, so dass Schwankungen im Meteor-Input in der unteren Thermosphäre nicht nur erheblich verzögert, sondern auch bis zur Unkenntlichkeit „verschmiert“ in der Troposphäre ankommen würden. Wie dieses Signal sich in der notwendigen Prägnanz bis in die Troposphäre durchsetzen soll, ist ein weiteres ungelöstes theoretisches Problem der „Meteor-Hypothese“.

Wie könnte man die Hypothese empirisch prüfen? Visuelle Zählungen von Meteoriten eignen sich dafür nicht, weil deren Sichtbarkeit durch helles Mondlicht beeinträchtigt wird und somit bereits auf andere Weise von der Mondphase abhängt. Von diesem Problem nicht betroffen sind hingegen Radarechos der ionisierten Spuren von Meteoriten, die seit den 50er Jahren verfolgt werden. Deshalb hat Bowen (1963) Statistiken von Meteorzählungen mittels Radar für die Jahre 1958-1960 in Bezug auf die Mondphase ausgewertet (wobei das Jahr 1958 zweifach in den Datensatz einging, weil dazu unabhängige Daten von zwei weit entfernten Beobachtungsstationen – Stanford und Ottawa – vorlagen). Er fand einen erstaunlich starken Peak des Meteor-Einfalls zur Zeit des letzten Mondviertels und wertete dies als überzeugenden Beleg für seine Mond-Meteor-Hypothese.

Bowen sitzt hier jedoch einem Trugschluss auf, denn er untersuchte die *Gesamtzahl* aller einfallenden Meteore, die sich zum überwiegenden Teil aus periodischen Meteorströmen zusammensetzt, welche jeweils nur wenige Tage zu einer bestimmten Jahreszeit aktiv sind, z.B. die Perseiden – der stärkste und bekannteste von ca. 30 Meteorströmen – in der Zeit vom 10. bis 14. August. Fallen die im Kalenderjahr fixierten Aktivitätsmaxima mehr oder minder starker Meteorströme in einem Untersuchungszeitraum auf eine bestimmte Mondphase, so zeigt sich zu dieser Mondphase natürlich ein Peak des Meteor-Einfalls, ohne dass dieser kausal irgend etwas mit den Mondphasen zu tun hätte. Nun fiel im von Bowen zweifach gezählten Jahr 1958 das Perseiden-Maximum auf das letzte Mondviertel, ebenso im Jahr 1960, und im Jahr 1959 hatte der auch sehr starke Meteorstrom der Quadrantiden sein Aktivitätsmaximum ebenfalls zur Zeit des letzten Mondviertels. So verwundert es nicht, dass Bowen in seiner Statistik einen erhöhten Meteor-Einfall zu dieser Mondphase registrierte; es war allerdings nicht, wie er glaubte, ein Einfluss des Mondes, sondern ein Artefakt, weil er offenbar erst gar nicht auf den Gedanken kam, dass die Meteor-Einfallsrate bedingt durch

Meteorströme sehr starken zeitlichen Schwankungen unterliegt und dies beachtet werden muss¹.

Wollte man zuverlässige empirische Erkenntnisse über eine eventuelle Modulation der Meteor-Einfallrate in Abhängigkeit von der Mondphase gewinnen, müsste man entweder nur sog. „sporadische Meteore“ auswerten (also solche, die keinen Meteorströmen angehören²) oder aber einen sehr langen Auswertungszeitraum von mehreren Jahrzehnten untersuchen, so dass ungleiche Verteilungen der Aktivitätsmaxima der Meteorströme über die Mondphasen sich mit der Zeit herausmitteln. Eine Auswertung über einen so langen Zeitraum wurde bis jetzt aber nicht durchgeführt und wäre eine interessante Forschungsaufgabe. Jedenfalls kann festgehalten werden, dass Bowens Daten nicht zur Untermauerung seiner Hypothese tauglich sind.

Aber selbst wenn wir die bisher diskutierten Probleme ignorieren, stößt Bowens Meteor-Hypothese immer noch auf Schwierigkeiten: Sie würde nämlich die Voraussage zulassen, dass es sich bei den durch den Mond modulierten Meteor-Einfallraten, der daraus folgenden Modulation der Konzentration der Kondensationskeime in der Troposphäre und der daraus folgenden Modulation der Niederschläge um einen *globalen* Effekt handeln müsste, d.h. der Effekt sollte in Phase sein, wenn die Daten verschiedener geographischer Orte untersucht werden. Das ist aber empirisch nicht der Fall, wie ich nun ausführen werde.

„Mondeinflüsse“ auf das Wetter in regionaler Differenzierung

Malberg erwähnt in seinem Buch (wie immer ohne Quellenangabe), dass bei Vollmond „die Temperatur an der Erdoberfläche lediglich um 0,02°C höher ist, als bei Neumond“ (S. 191). Die Studie, auf die er sich hierbei bezieht, ist offensichtlich jene von Balling und Cerveny (1995a), die diesen Wert anhand der Messungen polar umlaufender Satelliten zu Emissionen molekularen Sauerstoffs in den Jahren 1979-1994 bestimmten, allerdings nicht für die „Erdoberfläche“, wie Malberg fälschlich schreibt, sondern für die wetterwirksame Troposphäre bis in eine Höhe von 6 km über der Erdoberfläche. Die Amplitude des Effekts lag dabei ganz hart an der Nachweisgrenze (Standardabweichung $\pm 0,02^\circ\text{C}$; $p=0,05$).

Malberg hat jedoch offenbar übersehen, dass die gleichen Autoren nur kurze Zeit später in einer Nachuntersuchung zu Ergebnissen kamen, die jene ursprünglichen Resultate stark relativieren (Balling und Cerveny 1995b): Analysiert man nämlich die gleichen Daten in Abhängigkeit vom geographischen Breitengrad, dann ergibt sich, dass die Temperaturanomalien in Abhängigkeit von der Mondphase auf unterschiedlichen geographischen Breiten ganz verschiedene Amplituden und vor allem auch ganz unterschiedliche Phasenlagen bezüglich des Mondzyklus haben. Leider führen Balling und Cerveny (1995b) in dieser nach geographischer Breite untergliederten Analyse keinerlei Signifikanztests mehr durch, so dass offen bleiben muss, ob man überhaupt von realen Effekten ausgehen kann (wofür aber

¹ Ich bin übrigens der Erste, der auf dieses offensichtliche Artefakt hinweist. Alle anderen mir bekannten Autoren haben Bowens Schlussfolgerung einfach übernommen und immer wieder unkritisch abgeschrieben.

² Hier besteht allerdings das Problem, dass sich Radarbeobachtungen nicht dazu eignen, um sporadische von anderen Meteoren zu unterscheiden.

spricht, dass die Verteilung der Phasenlagen der Anomalien über die geographischen Breiten auf beiden Hemisphären in etwa spiegelbildlich ist). Jedenfalls kann nicht mehr von einem wie auch immer gearteten globalen Effekt gesprochen werden.

Dies steht in Übereinstimmung mit der Studie von Hanson et al. (1987), die Niederschlagsdaten für den Zeitraum 1930-1980 regional differenziert in 34 geographischen Regionen der USA untersuchten und miteinander verglichen. Wiederum ergab sich, dass überregional gültige Beziehungen nicht bestehen, sondern Effekte nach Amplitude und Phasenlage regional ganz unterschiedlich ausfallen, wobei diesmal nicht die geographische Breite, sondern die geographische Länge als relevant erschien. Zudem waren die Effekte auch noch von Jahreszeit zu Jahreszeit unterschiedlich. Die Autoren zogen zurecht die Schlussfolgerung: „New evidence presented herein raises questions about the reality of cause-effect scenarios previously put forward, in which the moon must affect tropospheric variables simultaneously over all or broad regions of the earth. It suggests, instead, that the actual mechanism involves, in some manner, the long-wave circulation of the troposphere” (Hanson et al. 1987, S. 1358). Diese Feststellung richtet sich somit zwangsläufig auch gegen die Meteor-Hypothese Bowens.

Was bleibt von Bowens Meteor-Hypothese ?

Ich fasse zusammen: Die von Bowen aufgestellte Meteor-Hypothese zur Erklärung von eventuellen Zusammenhängen zwischen Mondphase und Wetter hat schwerwiegende theoretische „Löcher“: sie kann keinen Mechanismus angeben, wie der Mond den Meteor-Einfall in die Erdatmosphäre im notwendigen Ausmaß modulieren soll, noch kann sie verständlich machen, wie sich ein entsprechend deutliches Signal von der Thermosphäre in die Troposphäre durchsetzen soll. Sie hat keine konkret ausgearbeiteten Modelle zu bieten, sondern nur Spekulationen. Die für sie vorgebrachten empirischen Belege sind Artefakte. Und die theoretischen Vorhersagen, die aus der Hypothese ableitbar sind, entsprechen nicht den empirisch vorgefundenen Sachverhalten. Zudem hat seit der letzten Veröffentlichung von Bowen (1963) kein einziger mir bekannter Wissenschaftler diese Hypothese theoretisch oder empirisch weiter entwickelt, vielmehr wurde sie Bestandteil einer Art „Folklore des Wissenschaftsbetriebs“: ab und zu wird sie in populär- und fachwissenschaftlicher Literatur erwähnt, aber kaum jemand hat die Originalquellen selbst gelesen oder kritisch nachvollzogen. Vielmehr setzt Abschreiben in zweiter und dritter Generation ein.

Welche Mondeinflüsse auf das Wetter können als gesichert gelten ?

Man mag nun fragen: Gibt es denn nach dem bisherigen Forschungsstand überhaupt gesicherte Zusammenhänge zwischen Wetter und Mondphasen, unabhängig davon, wie sich diese erklären lassen könnten? Die Antwort ist schwierig, obwohl es an diversen Studien nicht mangelt. Der australische Meteorologe A.B. Pittock hat in drei auch heute noch äußerst lesenswerten Review-Artikeln (Pittock 1978; Pittock 1979; Pittock 1983) eine lange Liste von methodischen Problemen und Fehlerquellen zusammengestellt, die bei Untersuchungen dieser Art auftreten können und zu beachten sind, anhand zahlreicher Beispiele von Studien, die Zusammenhänge zwischen der Zahl der Sonnenflecken und meteorologischen Erscheinungen nachgewiesen haben wollten. Die von Pittock aufgestellten metho-

dischen Warnschilder haben auch für Studien zu angeblichen Mond-Wetter-Zusammenhängen Geltung. Wendet man die von ihm erarbeiteten methodischen Standards auf die Gesamtheit der vorliegenden empirischen Untersuchungen an, so bleibt sowohl zum Thema Sonnenflecken als auch zum Thema Mond (das Pittock nicht selbst diskutiert, es ist meine vergleichende Einschätzung) kaum noch etwas übrig, was dem standhalten würde (auch nicht die von Malberg selbst präsentierten Ergebnisse).

Bezüglich der Sonnenflecken konnte die Berliner Meteorologin Karin Labitzke Ende der 80er Jahre allerdings einen Zusammenhang für die Stratosphäre etablieren, der heute jenseits aller Zweifel als gesichert angesehen werden kann, theoretisch gut verstanden und im Detail modelliert ist; er wird mittlerweile auch von niemandem mehr bezweifelt (zum neuesten Forschungsstand siehe: Labitzke et al. 2002). Vermutlich vermittelt über die Hadley-Zirkulation konnte dieses stratosphärische Signal inzwischen bis hinunter in die mittlere Troposphäre verfolgt werden (Labitzke und van Loon 1995). Für die Zukunft mag man deshalb vermuten, dass sich zumindest manche der von früheren Autoren behaupteten Zusammenhänge für die untere Troposphäre noch mit in das gut ausgearbeitete und empirisch vielfach bestätigte Modell von Labitzke integrieren lassen könnten; für die große Mehrheit dieser früheren Studien dürfte jedoch – angesichts ihrer Widersprüchlichkeiten, mangelnden methodischen Qualität und fehlendem theoriegeleiteten Vorgehen – jene Charakterisierung zutreffen, die der russische Meteorologe A.S. Monin (1972) so formulierte: es sind „erfolgreiche Autosuggestions-Experimente“ (vgl. auch die schon zitierten Review-Artikel von Pittock).

Ein ähnlicher „Durchbruch“ wie bei den Sonnenflecken ist hinsichtlich angeblicher Mond-Wetter-Zusammenhänge gegenwärtig nicht abschbar. Seit Anfang der 60er Jahre liegen zwar eine ganze Reihe von regional mehr oder minder eng begrenzten Studien vor, die zumindest minimale methodische Anforderungen wie z.B. Signifikanztests erfüllen und zu positiven – wenn auch untereinander widersprüchlichen – Ergebnissen kamen (z.B. Adderley und Bowen 1962; Bradley et al. 1962; Brier und Bradley 1964; Visagie 1966; Visvanathan 1966). Aber gegen fast alle mir bekannten Studien lassen sich – gemessen an den von Pittock dargelegten Kriterien und Beispielfällen – mehr oder minder schwerwiegende methodische Einwände anführen. Da wird beispielsweise nicht bedacht, dass diverse Mittelungsverfahren zu Autokorrelationen führen können – siehe z.B. O’Mahony (1965) zur Demonstration der Entstehung dieses Artefakts in australischen Mond-Wetter-Daten. Sogar in der Untersuchung von Hanson et al. (1987), die eine der methodisch besten darstellt, wird folgender kritischer Punkt nur erwähnt, aber nicht ausgeführt: „In future studies, an important test will be to determine whether tropospheric variation at this lunar period is statistically different than that at other nearby frequencies, but frequencies unrelated to lunar position“ (Hanson et al. 1987, S. 1362). Dieser Punkt ist wichtig, weil meteorologische Daten keine Zufallsdaten sind, sondern ein extrem komplexes Muster von semiperiodischen Zyklen auf allen Zeitskalen bilden, die miteinander in Resonanz treten. Insofern ist mit der Aussage, dass hier etwas vorliege, was über den Zufall hinausgehe, noch wenig gewonnen.

Ob hinter den bisherigen Studien zu angeblichen Mond-Wetter-Zusammenhängen wirklich mehr steckt als „erfolgreiche Autosuggestions-Experimente“, und wenn ja was, scheint mir bis auf weiteres eine völlig offene Frage zu sein, die noch erheblicher Forschungsanstrengungen bedarf, um halbwegs sichere Urteile zu erlauben.

Worauf ich hinaus will: Die von Volker Guiard behandelten angeblichen Zusammenhänge zwischen Mondphasen und Pilzwachstum, über die sich wohl Ähnliches sagen lässt, durch einen Einfluss des Mondes auf das Wetter „erklären“ zu wollen, stellt keine wirkliche Erklärung dar, sondern nur eine Problemverschiebung.

Letztlich ist es aber für die vorliegende Untersuchung nicht wichtig, ob tatsächlich ein wie auch immer gearteter kausaler Zusammenhang zwischen Mondphase und Wetter besteht. Es reicht aus, dass im Untersuchungsgebiet und im Untersuchungszeitraum (also Deutschland, 1967-1998) eine Korrelation zwischen Mondphase und Niederschlägen bestand (vgl. Steffanowski 1996; Malberg 1999, S. 186), wie flüchtig, instabil und „spurious“ sie auch immer gewesen sein mag; sie braucht kausal nichts mit dem Mond zu haben.

Literatur

- Adderley, E.E.; Bowen, E.G. (1962): Lunar Component in Precipitation Data. *Science* 137, 749-750.
- Balling, R.C.; Cerveny, R.S. (1995a): Influence of lunar phase on daily global temperatures. *Science* 267, 1481-1483.
- Balling, R.C.; Cerveny, R.S. (1995b): Impact of lunar phase on the timing of global tropospheric temperature maxima. *Geophysical Research Letters* 22, 3199-3201.
- Bowen, E.G. (1953): The influence of meteoritic dust on rainfall. *Australian Journal of Physics* 6, 490-497.
- Bowen, E.G. (1956): The influence of meteoric dust on rainfall. *Nature* 177, 1121.
- Bowen, E.G. (1963): A Lunar Effect on the Incoming Meteor Rate. *Journal of Geophysical Research* 68, 1401-1403.
- Bradley, D.A.; Woodbury, M.A.; Brier, G.W. (1962): Lunar Synodical Period and Widespread Precipitation. *Science* 137, 748-749.
- Brier, G.W.; Bradley, D.A. (1964): The lunar synodical period and precipitation in the United States. *Journal of the Atmospheric Sciences* 21, 386-395.
- Hanson, K.; Maul, G.A.; McLeish, W. (1987) : Precipitation and the Lunar Synodic Cycle: Phase Progression across the United States. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 26, 1358-1362.
- Labitzke, K., Van Loon, H. (1995): Connection between the troposphere and stratosphere on a decadal scale. *Tellus (Series A)* 47 A (2), 275-286.
- Labitzke, K., Austin, J., Butchart, N., Knight, J., Takahashi, M., Nakamoto, M., Nagashima, T., Haigh, J., Williams, V. (2002): The global signal of the 11-year solar cycle in the stratosphere: Observations and models. *Journal of Atmospheric and Solar Terrestrial Physics* 64, 203-210.
- Malberg, H. (1999): Bauernregeln aus meteorologischer Sicht. Springer, Berlin/Heidelberg.
- Monin, A.S. (1972): Weather Forecasting as a Problem in Physics. MIT Press, Cambridge/MA.

- O'Mahony, G. (1965): Rainfall and Moon Phase. *Royal Meteorological Society Quarterly Journal* 91, 196.
- Pittock, A.B. (1978): A Critical Look at Long-Term Sun-Weather Relationships. *Reviews of Geophysics and Space Physics* 16, 400-420.
- Pittock, A.B. (1979): Solar Cycles and the Weather: Successful Experiments in Autosuggestion? In: McCormac, B.M.; Seliga, T.A. (1979): *Solar-Terrestrial Influences on Weather and Climate*. Reidel, Dordrecht, 181-191.
- Pittock, A.B. (1983): Solar variability, weather and climate: an update. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 109, 23-55.
- Steffanowski, A. (1996): Was hat der Mondzyklus mit dem Wetter zu tun? *Meridian* 5/96, 46-48.
- Visagie, P.J. (1966): Precipitation in South Africa and Lunar Phase. *Journal of Geophysical Research* 71, 3345.
- Visvanathan, T.R. (1966): Formation of Depressions in the Indian Seas and Lunar Phase. *Nature* 210, 406.

Stellungnahme des Autors

VOLKER GUIARD

Zur ergänzenden Reanalyse von Rüdiger Plantiko

Gerhard Mayer bezeichnet meine Vermutung, dass „einige Pilzfreunde ihre Sammelzeiten bereits nach dem Mond ausrichten“, als ein Totschlagargument zur Selbstimmunisierung, was nicht ganz von der Hand zu weisen ist. Dieses Problem ist nur dann vermeidbar, wenn Pilzwachstumsparameter verwendet werden, die nicht von subjektiven Entscheidungen der Pilzsammler abhängen. Auch in diesem Sinne wären also die Ernteerträge aus Pilzzuchtanlagen „unverdächtiger“.

Edgar Wunder hat dankenswerter Weise die Spekulationen von Malberg über eventuelle Kausalbeziehungen zwischen Mondphase und Wetter durch eine ausführliche Literaturübersicht untersetzt bzw. korrigiert. Hierbei wies er auch auf die methodische Kompliziertheit dieses Themas hin, da auch andere Zyklen einen Mondeffekt vortäuschen können.

Von Rüdiger Plantiko wurde eine weitere Reanalyse durchgeführt, wobei unter einigen aus den Originaldaten resultierenden Nebenbedingungen Zufallsstichproben von Beratungsterminen erzeugt wurden. Dabei interessierte der Anteil der Stichproben, die nach gewissen Kriterien noch extremer waren als die Daten von Hirschmann und Hirschmann. Die für dieses Verfahren von Plantiko gegebene Begründung erweckt den Eindruck, als ob die Erzeugung von Zufallsstichproben als eine Alternative zu meiner Dekadeneinteilung gedacht wäre. Diese Dekadeneinteilung war jedoch aus anderen Gründen erfolgt. Eigentlich wäre es korrekter, anhand einer ersten Datenerhebung erfolgversprechende Hypothesen abzuleiten und diese dann durch eine zweite, unabhängige Datenerhebung zu testen. Man hätte für diesen Zweck auch die Daten von Hirschmann und Hirschmann zufällig in zwei Gruppen

einteilen können. Dieses Vorgehen erschien mir aber nicht sinnvoll zu sein, da ich das Gesamtergebnis aus der Arbeit von Hirschmann und Hirschmann bereits kannte. Quasi als Ersatz unterteilte ich die Daten in Zeitintervalle, um so die (In)-Stabilität bzw. Zeitabhängigkeit des Kurvenverlaufes zu untersuchen.

Die Methode von Plantiko ähnelt den sogenannten Resampling-Verfahren. Ob jedoch das dabei verwendete Vorgehen zur Berücksichtigung der Störfaktoren korrekt ist, kann ich nicht mit Sicherheit beurteilen. Der zur Berechnung der „normierten Anzahl von Beratungen je Phasentag“ verwendete Korrekturfaktor wurde auf der angegebenen Internetseite leider nicht genau erläutert. Mit diesem Verfahren zeigte sich, dass die Anzahl der Beratungen bei zunehmendem (934) bzw. abnehmendem (832) Mond sehr extrem von den zu erwartenden Häufigkeiten abweichen, nur 1,7 % der Zufallsstichproben waren in diesem Sinne gleichwertig bzw. noch extremer.

Ein vergleichbares Ergebnis müsste sich mit meinem Modell zeigen, wenn ich nach „Abzug“ der Störeffekte Jahr, Monat und Wochentag den Einfluss der Mondzyklushälften „zunehmend“ und „abnehmend“ teste. Ich erhalte hierfür jedoch einen p-Wert von 0,126. Bei der Berechnung der Mondphase mag es geringe Unterschiede gegeben haben, da ich als Beratungsanzahlen bei „zunehmend“ und „abnehmend“ die Werte 931 und 835 statt 934 bzw. 832 erhalte. Dieser Unterschied dürfte aber kaum mein abweichendes Testergebnis erklären. Es gibt jedoch noch ein weiteres Problem. Der in meinem Modell auftretende Skalenfaktor ϕ , der in etwa der Reststandardabweichung entspricht, kann durch zwei unterschiedliche Methoden geschätzt werden, die eine Methode schätzt die Restvarianz mit Hilfe eines Chi²-Wertes und die andere Methode verwendet die sogenannte Deviance. Diese Methoden werden oft als gleichberechtigt beschrieben. Ich verwendete die Chi²-Methode, da sie hier den ungünstigeren Fall darstellte. Mit Hilfe der Deviance-Methode erhalte ich für den Vergleich „zunehmend/abnehmend“ $p = 0,049$. Hier liefern also die verschiedenen Schätzmethode von ϕ recht unterschiedliche Ergebnisse, woraus die Aufgabe resultiert, nach Kriterien zu suchen, mit denen die Anwendung der einen oder der anderen Methode begründet werden kann.

Dass 91,8 % der Zufallsstichproben größere Ähnlichkeit mit einer Sinuskurve zeigen, erscheint mir sehr unwahrscheinlich. Eventuell liegt hier ein Programmfehler vor.