

des Zeitraumes 1900 bis 1918 durchgeführt und in jedem dieser 19 Fälle eine Voraussage für ein, zwei und drei Jahre gestellt.

Obwohl die Analyse nicht streng durchgeführt werden konnte, da bei der Kürze des Beobachtungsmaterials eine genaue Berücksichtigung der langen Perioden nicht möglich war, waren unter den erhaltenen 57 Vorhersagen doch nur 9 (= 16 Prozent), die sich im Gegensatz zu dem tatsächlich eingetretenen Temperaturcharakteristikum befanden. Ein Vergleich der errechneten und der beobachteten Temperaturabweichungen mittels der „Korrelationsmethode“ ergab, daß die Wahrscheinlichkeit für eine „zufällige“ Übereinstimmung der vorausberechneten und der wirklichen Temperaturabweichungen kleiner als  $\frac{1}{10\,000\,000}$  ist. Die gute Übereinstimmung zwischen Erfahrung und Voraussage läßt die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß die Übereinstimmung ganz allgemein und nicht nur im Rahmen des vorliegenden Beobachtungsmaterials statt hat. Damit ist das schwierige Problem der Voraussage des thermischen Charakters kommender Jahre im Prinzip der Lösung näher gebracht. Sie bezieht auf der ungemein wichtigen Feststellung, daß im Temperaturverlauf in Deutschland wirkliche mehrjährige Perioden enthalten sind.

Es ist natürlich sehr naheliegend, die gleichen Untersuchungen auch auf die übrigen meteorologischen Elemente sowie auch auf die Unterabteilungen des Jahres auszudehnen. Die Ausführung dieser Untersuchungen und ihre Verwertung behalte ich mir für eine weitere bereits in Angriff genommene Arbeit vor.

## Zur Frage des widerstehenden Mittels im Planetensystem.

Von Max Valier, München.

Das Problem eines widerstehenden Mittels im interplanetarischen Raume ist wohl mit wechselnder Standpunktannahme schon häufig behandelt worden, indessen scheint es mir, daß ein Trugschluß die eingehendere Befassung immer wieder verhindert hat. Es gilt wohl seit 150 Jahren als sonnenklar, daß eine Raumerfüllung mit feinverteilter Masse eine spiralförmige Verengerung aller Umlaufbahnen um das Anziehungszentrum und eine Ausrundung derselben (fortschreitende Verminderung der Exzentrizitäten) hervorbringen muß; „aber“ — so sagt man sich auch heute noch vielfach — „praktisch ist die ganze Angelegenheit doch zu vernachlässigen, denn wenn die Raumerfüllung eine solche Dichte hätte, wie sie zur Erzeugung hinreichend bemerkbarer Wirkungen dieser Art notwendig wäre, so müßte sie sich auch durch ihren Masseninhalt sonst gravitativ bemerkbar machen; und außerdem sind spiralförmige Schrumpfungen der Planetenbahnen bisher nicht beobachtet worden.“

Ich will indessen sofort zeigen, wie mit Hilfe eines Minimums von Masse der Raumerfüllung doch bedeutende Wirkungen erzielt werden können, die vielleicht geeignet sind, die Abweichungen der Mondbewegung, der Merkur-, Venus- und Marsbewegung, auch die des Endeschen Kometen usw. wenigstens prinzipiell zu erklären.

Die bisherigen Annahmen über Raumerfüllung befassen sich nicht mit der Frage, welche möglichen Wirkungen eine ausgezeichnete Bewegungsrichtung der feinverteilten Massen haben muß. Machen wir z. B. die folgende, nach allem durchaus nicht unplausible Annahme: „Die den interplanetarischen Raum erfüllende Masse soll aus einzelnen Teilchen von Mikrongröße bestehen, für welche der Lichtdruck bis zum 18fachen die Sonnenschwere übertrifft. Infolgedessen werden diese Teilchen, die ihren Ursprung in den Sonnenphänomenen haben mögen (hierauf wollen wir hier nicht weiter eingehen) mit großer Geschwindigkeit nach allen Seiten radial von der Sonne fortfliehen. Die Sonne würde also in dem Umraum eine Art Sandstrahlgebläsewirkung üben. Und in diesem müßten die Planeten, Kometen usw. umlaufen.“

Die Wirkung einer solchen materiellen Strahlung der Sonne, die ihrer Natur nach nicht in jeder Richtung und nicht zu jeder Zeit gleich kräftig sein muß, sondern vielleicht den Mittelwert um das 1000fache über- oder unterschreiten kann (überschreiten im „Koronastrahl“, unterschreiten in Zeiten minimaler Sonnenaktivität) läßt sich leicht grundsätzlich erkennen. Einmal würde die Raumerfüllung als solche in Bezug auf die tangentielle Bewegung der umlaufenden Körper sich wesentlich so verhalten, wie eine relativ zur Sonne ruhende Raumerfüllung. Sie würde also die Tangentialgeschwindigkeiten abbremsen und die Spiralbahnwirkung erzeugen, wie oben gesagt wurde. Die radiale Bewegungskomponente aber würde den

spiralig zur Sonne heranschiebenden Planeten gleichzeitig als radialer Stoß von der Sonne wegdrücken. Offenbar wird es nur vom Verhältnis der Masse zur Geschwindigkeit der solifugalen Teilchen abhängen, ob die radiale Druckwirkung die Schrumpfwirkung der Bremsung der Tangentialgeschwindigkeit unterbietet, gerade aufhebt oder überbietet. Dies ist leicht einzusehen, indem wir das radiale  $V$  von Null bis zu großen Werten (Seeliger zeigte, daß solche Teilchen eine Marginalgeschwindigkeit von etwa 16 000 Kilometer-Sekunden erlangen können) anschwellen lassen. Für  $V=0$  ergibt sich das relativ zur Sonne ruhende Raummedium, mit reiner Spiralschrumpfungswirkung. Wächst  $V$  von Null konstant ansteigend, so muß schließlich die radiale Fortstoßkraft auf den Planeten immer mehr die Bahnschrumpfung weitmachen. Galtten sich bei einem gewissen Geschwindigkeitsverhältnisse beide Wirkungen die Wage, so wird für den Beobachter des umlaufenden Planeten die Fortausfuchung entstehen, als ob der Planet in einem leeren Raume um liefe.

Wir sehen also, daß die etwaige Beobachtung rein Newtonscher Bewegungen durchaus nichts für die Leere des Raumes beweist, da wir, wenn eine Raumerfüllung solifugaler Natur gegeben ist, nur die Differenz der beiden Wirkungen tatsächlich würden beobachten können.

Es könnte noch scheinen, als ob trotzdem eine ziemliche Masse des Mediums erforderlich wäre. Dies ist nicht der Fall, denn bei der hohen Geschwindigkeit der Teilchen\* muß die Erde, die wie eine Fähre stets quer gegen diesen Sandstrahlstrom schwimmt, selbst bei geringer Zahl derselben einen bedeutenden tangentialen Widerstand verspüren; ist es doch gerade so wie bei einem schnellfahrenden Radfahrer, den man durch seitlichen Stoß aus der Bahn werfen will. Je größer die Geschwindigkeit, umso mehr Widerstand wird er der Bahnveränderung entgegensetzen. Es zeigt sich also, daß selbst bei geringer (ruhender) Masse der Raumerfüllung infolge der Bewegungsgrößen sowohl ein beträchtlicher tangentialer Bremsseffekt wie auch ein bedeutender radialer Fortstoßeffect erzielt werden kann.

Bedenken wir noch, daß die Dichte des Sandstrahlgebläses, weil von der Sonne ausgehend, gleichfalls mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt (Zahl der Teilchen auf Quadratmeter der Kugelschale), daß aber die Geschwindigkeit der solifugalen Teilchen in jedem Radius zunächst vom Erzeugungsorte nahe der Sonnenoberfläche durch die antreibende Beschleunigungswirkung des Lichtdruckes zunächst noch zunehmen wird (um vielleicht erst bei der Jupiterbahn draußen das Maximum zu erreichen), jedenfalls aber auch eine lokale und zeitliche Funktion der gerade vorliegenden Massen, spez. Gewichte und sonstigen chemischen oder physikalischen Natur der Teilchen selbst sein wird, wie auch der Stärke der Eruptionsvorgänge auf der Sonne, so sehen wir sogleich ein, daß sich eine derartige Variationsmöglichkeit ergibt, die hinreicht, um alle irgendwie unperiodischen Störungen in den Bewegungen von Umlaufkörpern zu erklären.

Wir gelangen so zu folgender Anschauung von den Bewegungen im Sonnenreiche:

1. Für die großen Planeten, deren Massen an und für sich so bedeutend sind, daß sie im Verhältnis zur Raumerfüllung unter allen Umständen eine enorme Durchschlagskraft besitzen und von ihr nur wenig beeinflusst werden können, ergibt sich infolgedessen eine fast rein Newtonsche Bahn. Da sich außerdem die Masse und Geschwindigkeit der solifugalen Teilchen im Mittel in ihrer Wirkung aufheben dürfte, so könnten nur lokal und zeitlich besonders starke, hinreichend ausdauernde Unterschiede in der Dichte und Geschwindigkeit des „Sandstrahlgebläses der Sonne“ an ihnen hervortreten. Wenn aber jemals solche Unregelmäßigkeiten beobachtet werden sollten, so ist es am wahrscheinlichsten, sie am stärksten an Merkur, dann an Venus, drittens an Mars, weniger erst bei der Erde und noch weniger bei den äußeren Planeten zu beobachten und zwar deshalb: Merkur ist klein und nahe der Sonne, bei ihm müssen also die Wirkungen der Raumerfüllung und besonders ihre Extreme gegenüber dem ausgeglichenen Mittelwert besonders deutlich hervortreten. Venus ist auch noch sonnennah, verspürt also eine größere Dichte des Sandstrahlgebläses der Sonne als die Erde und wird bei ihrer geringeren Masse als die Erde infolgedessen noch

\* Unter der wieder plausiblen Annahme, daß diese solifugalen Teilchen die Träger oder Überträger jener Wirkungen sind, die sich zwischen den Sonnenflecken und elektrischen Erscheinungen auf der Erde haben nachweisen lassen, berechnet sich aus der mittleren Zwischenzeit zwischen Signal auf der Sonne und Wirkung auf der Erde dieses  $V = 2200$  Kilometer-Sekunden.

eher geeignet sein, die Wirkungen hervortreten zu lassen. Da aber auch die Bahnexzentrizität im dem Sinne eine Rolle spielt, als sie, je größer sie ist, umso mehr die Wirkungen des Mediums hervortreten läßt, ist es klar, daß die Wirkungen bei Venus bedeutend schwächer sein müssen, als bei Merkur. Mars ist zwar weiter von der Sonne weg als die Erde, die Gebläsewirkung also minder dicht. Indessen ist Mars viel kleiner als die Erde, außerdem seine Bahn ziemlich exzentrisch, so daß auch an ihm die Differenzwirkungen deutlicher hervortreten werden als an der Erde. Die äußeren Planeten sind zu massenreich, ihre Bahnen zu wenig exzentrisch, auch zu entfernt, als daß die Differenzen zwischen tangentialer Bremsung und radialem Fortstoß auffällig werden könnten.

2. Kleine Planeten und periodische Kometen, deren Bahnen sehr exzentrisch sind und deren Massen als gering gelten müssen, werden natürlich ein viel besseres Kriterium abgeben können. Der Umstand, daß ihre Bahnen nicht allzuarten, nach Newton unerklärlichen Veränderungen unterliegen, fände aber seine Erklärung darin, daß die mittlere Massendichte und Geschwindigkeit des Sandstrahlgebläses sich gerade so verhält (vielleicht durch irgend einen tieferen Zusammenhang so verhalten muß), daß die beiden Wirkungen sich aufheben. Etwaige Ungleichheiten (besonders starke „Koronastrahlen“) würden sich aber an solchen Körpern ebenso bemerkbar machen müssen, wie wenn diese nach der alten Anschauung durch meteoritische Schwärme gestört worden wären. Es würde also die allgemeine Verschleunigung im Umlauf des Endeschen Kometen einem geringen Überwiegen der tangentialen Bremsungswirkung gegen die radiale Fortstößwirkung zuzuschreiben sein, während die unperiodischen Abweichungen ihre Erklärung darin fänden, daß der Komet in diesen Umläufen, wo sich seine Umlaufzeit weniger als sonst verzögerte, in besonders starke, von der Sonne fortstößende Strahlen geraten ist usw. Da in Zeiten starker Sonnentätigkeit im allgemeinen die Wahrscheinlichkeit größer ist, daß ein Umlaufkörper in starke Strahlen gerate, könnten vielleicht Untersuchungen über den Zusammenhang von Sonnenflecken und Bahnbewegung beim Endeschen und anderen Kleinkometen nützlich sein.

3. Große Kometen mit sehr sonnennahen Perihelien. Gerade der Umstand, daß große Kometen, deren Perihelien fast die Sonnenphotosphäre streifen, doch so ziemlich nach Newtonschen Rechnungen gelaufen sind, kann als Stütze für unsere Anschauung von einem kolligalen dünnen Medium ausgelegt werden. Bei jeder alten Annahme für ein hinreichend dichtes Medium hätte dessen Dichte in ganz großer Sonnennähe immerhin so groß angenommen werden müssen, daß der umrasende Komet bedeutend verzögert worden und wohl in die Sonne eingestürzt sein müßte. Daß dies nicht der Fall war, erklärt sich geradezu nur durch die Annahme eines im Mittel so beschaffenen Raummediums, für das sich Bremswirkung und Stoßwirkung das Gleichgewicht halten. Unter dieser Bedingung erweist sich das Medium dann sogar als ein Schutz gegen Abweichungen von der Newtonschen Bahn, da es im ganzen genommen dann so wirken muß, daß es jede Abweichung eindämmt bzw. die Körper in jene Bahnen zwingt, die sie im leeren Raume beschreiben müßten.

4. Monde der Planeten. Es ist einleuchtend, daß Monde ebenfalls dem Widerstreit der beiden Wirkungen des radial bewegten Raummediums unterliegen, aber hier zeigt sich, daß die Wirkung derartig sein muß, daß der Mond unter allen Umständen sich dem Planeten nähern muß, wie groß man auch die Dichte und Geschwindigkeit des Sandstrahlstroms annehmen mag. In der Bahnhälfte zwischen den Vierteln über Neumond muß der Mond gegen den Planeten gedrückt werden, außerdem die „Raffungsschar“ der vom Planeten gravitativ auf sich zu gerastten Sandstrahlstadienbahnen durchschneiden, wodurch eine verstärkte tangential-Bremsung des Mondes erfolgt. In der Stellung der Mondviertel heben sich wohl die Wirkungen im ersten und letzten Viertel im Mittel auf, im Vollmondstadium dagegen überwiegt wieder die Bremsung, weil der Mond nicht nur durch den Schattenebel, sondern durch das „Sandstrahlkiewasser“ der Erde hindurchgehen muß.

Je kleiner ein Mond also ist und je schneller und öfter er um den Planeten umläuft, um so rascher muß er sich in einer Spiralbahn dem Planeten nähern. Nachdem nun der innere Marsmond bereits rascher umläuft als Mars sich dreht, wofür kaum eine andere Erklärung gefunden werden kann, als daß dieser Mond sich dem Planeten von einer ursprünglich größeren Entfernung bis auf seine heutige in Spiralbahn genähert hat, dürfte er das geeignetste Objekt für die Entscheidung über meine vorgetragen-

Anschaung sein. Ich möchte daher alle Sternwarten, die dazu in der Lage sind, dringend ersuchen, bei jeder Gelegenheit Positionen der Marsmonde aufzunehmen, damit in ihrer Bearbeitung vielleicht schon festgestellt werden kann, ob und welche Akzeleration diese Monde seit der Zeit ihrer Entdeckung bereits erlitten haben.

## Die Entstehung des Sonnenvulkanismus und die Ursache seiner Periodizität.

Zu dem im Januarheft der „Astronom. Zeitschrift“ vom Herausgeber veröffentlichten Aufsatz über die Entstehung des Sonnenvulkanismus und die Ursache seiner Periodizität nimmt im Märzheft des „Sirius“ dessen Herausgeber, H. H. Krieger, in einer leider nicht mehr objektiv zu nennenden Weise Stellung. Er erhebt zunächst den ganz unberechtigten Vorwurf gegen den Verfasser, er lasse unerklärlicherweise die wertvolle Arbeit Meißners unbeachtet, die sich an das Gegebene halte und daraus etwaige Perioden zu ergründen suche. „Wie sich der Leser entsinnt,“ fährt Krieger fort, „führen diese auf den siebenfachen jynodischen Umlauf von Venus und Erde, den halben jynodischen Umlauf des Jupiter in bezug auf Saturn und auf den Jupiterumlaf um die Sonne.“ Wer die hier angeführte Veröffentlichung von C. Meißner in Nr. 5053 der „Astron. Nachrichten“ vom 9. Juli 1920 nicht gelesen hat, mag diese Behauptung für bare Münze nehmen; wenn sie aber bekannt ist, wird sich eines gewissen Staunens nicht erwehren können. Den Lesern des „Sirius“ ist über eine Zurückführung der Sonnenfleckenperioden auf die von Krieger genannten Ursachen von Meißner sicher nichts bekannt, weil er sie gar nicht ausgesprochen hat. Wohl aber ist den Lesern der „Astron. Zeitschrift“ in der Tat bekannt, daß deren Herausgeber bereits im Juliheft 1920, also unmittelbar nach Meißners Veröffentlichung, in einem Aufsatz über „Unbekannte Sonnenfleckenperioden“ ausführlich über dessen Untersuchungen berichtete und auch nicht zu erwähnen unterließ, was Meißner alles über die im „Sirius“ ihm nach Tische angegedichteten Ursachen wörtlich sagte, und was in dem einen kurzen Schlußsatz enthalten war: „Woher aber diese Perioden stammen, bleibt noch rätselhaft; vielleicht kann man doch, mit Arrhenius-Ekholm, an planetarische Einflüsse denken.“ Meißner ahnte also zwar die wahre Ursache, hütete sich aber, sie näher zu präzisieren. Aus diesem Grunde wurde in dem Aufsatz der „Astron. Zeitschrift“ auch weiter nicht auf Meißners Publikation Bezug genommen, zumal deren Bedeutung ja vorher gebührend gewürdigt worden war.

Weiter erhebt Krieger gegen den Verfasser den gleichfalls unberechtigten Vorwurf, er habe „die von ihm noch als die genaueste angegebene Periode von 11.124 Jahren darzustellen“ gesucht, die bereits veraltet sei. N. Wolfer hat zwar in „Monthly Weather Review“ (Washington) in Fortführung seiner Untersuchungen über die Sonnenfleckenaktivität seit 1749 am 15. August 1920 den mittleren Periodenwert zu 11.2 Jahren angegeben, neuere Bestimmungen führten aber wieder auf 11.124 Jahre. Abgesehen davon, daß die Angabe von 11.2 Jahren im Widerspruch der in der Jubiläumsschrift der „Astron. Nachr.“ im September 1921 von Wolfer mitgeteilten Sonnenflecken-Statistik die Periodenlänge zu 11.2 Jahren angegeben. Es war nun keineswegs die Absicht des Herausgebers, den Wert 11.124, sondern den von Krieger verschwiegenen, neu gefundenen Wert von 11.1262 Jahren darzustellen, was auch gelungen ist. Wenn Krieger dies nur als eine „formale Darstellung“ bezeichnet, so trifft daselbe auch auf alle anderen planetarischen Beziehungen zur Fleckenperiode zu. Daß deren noch viel mehr vorhanden sind, als in dem in Rede stehenden Aufsatz in Rechnung gezogen wurden, soll durchaus nicht bestritten werden. Im Grunde genommen haben alle Planeten ihren Anteil an der Periodizität des Sonnenvulkanismus, der eine mehr, der andere weniger. Ch. Miché, F. Schmidt u. a. haben über die außerordentlich mannigfachen Relationen im Planetensystem eingehend geschrieben. Man kann also, wenn man will, noch einige Duzend Wellen und Interferenzen zusammenbauen, um die oder jene Fleckenperiode darzustellen; geändert wird an dem Ergebnis, daß lediglich die veränderliche planetarische Gravitation die Ursache der Sonnenfleckenperiode ist, nachträglich doch nichts mehr. Die Priorität der Untersuchungen und Ergebnisse fällt eben so leicht nicht hinwegzudisputieren; sie ist glücklicherweise durch die jeweiligen Veröffentlichungen gesichert.

H. Stenbel.