

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN

begründet von

H. C. Schumacher.

Unter Mitwirkung des Vorstandes der Astronomischen Gesellschaft

herausgegeben von

Professor Dr. H. Kobold.

Band 216

enthaltend die Nummern 5161–5184
nebst einer Sondernummer.

Juni 1922 bis September 1922.

Mit 13 Tafeln.

Kiel 1922.

Druck von C. Schaidt, Inhaber Georg Oheim.

beobachtungen, daß die Gasspektren bei den Nebelflecken eine hervorragende Rolle spielen. Wie ist dieser scheinbare Widerspruch zu erklären?

Im Weltall befinden sich die verschiedensten Körper, Atome, Atomaggregate, Meteorite, Meteoritenwolken, Sterne. Aber nirgends herrscht Ruhe. Alle Weltkörper, klein und groß, bewegen sich in allen möglichen Richtungen. In Sternstriften bewegen sich viele Sterne nahezu in parallelen Bahnen. Ähnlich sind die Meteoritenwolken als Meteoritentriften aufzufassen, die mit ihren Eigengeschwindigkeiten das Weltall durchziehen. Ihre einzelnen Meteorite verhalten sich dabei ähnlich wie die Molekeln eines Gases. Nimmt man an, daß solche Meteorite z. B. kilometergroße Abstände voneinander haben, sodaß auf ein Kubikkilometer nur etwa ein einziger Meteorit entfällt, so werden sich in einer kugeligen Meteoritenwolke vom Durchmesser unseres ganzen Planetensystems doch schon gegen Quintillionen Meteorite befinden.

Mit Eigengeschwindigkeiten, die wohl den Sterneschwindigkeiten nicht nachstehen werden, durchfahren demnach solche Meteoritenwolken das Weltall in allen möglichen Richtungen. Es ist klar, daß sie dabei ab und zu aufeinander treffen. Dann durchdringen sie sich einfach, weil ja ihre einzelnen Meteorite gar so weit voneinander entfernt sind. Bei dieser Durchdringung muß aber doch öfters der Fall eintreten, daß ein Meteorit der einen Wolke mit einem Meteorit der anderen Wolke zusammenstößt. Was wird die Folge sein? Nehmen wir die Relativgeschwindigkeiten der beiden Meteorite gegeneinander nur zu etwa 20 km in der Sekunde an — gewiß noch keine große Geschwindigkeit für Meteorite —, so werden doch die beiden Meteorite bei so heftigem Zusammenstoß blitzartig verdampfen, verpuffen, zum Teil verbrennen, eine plötzliche Flamme glühender Gase wird an der Stelle des Zusammenstoßes entstehen; denn nach der mechanischen Wärmetheorie werden ihre Temperaturen gegen Millionen Grad ansteigen. Die derart im Vakuum entstandene Gasflamme strahlt ihr Licht aus, emittiert Spektrallinien aller Gase, die in ihr zum Leuchten kommen. Wenn sich aber zwei Wolken durchdringen, von denen jede Quintillionen Meteorite enthält, so werden, trotz der angenommenen großen Abstände der einzelnen Meteorite, doch nicht nur ab und zu einige Meteorite zusammenstoßen, sondern viel wahrscheinlicher in jeder Sekunde Millionen oder Billionen oder noch mehr. Diese ungeheure Zahl von einzelnen diskret verteilten Gasflammen sehen wir in ihrer Gesamtheit als Nebelfleck. Wir sehen ein nebelhaftes gleichmäßiges Leuchten der Durchdringungstelle der beiden sonst unsichtbaren Meteoritenwolken, einen Nebelschleier, so lange, bis die Durchdringung beider Wolken beendet ist.

Naturgemäß wird die Form des von uns gesehenen Nebelflecks im allgemeinen bedingt durch die Form der kleineren Meteoritenwolke, die eine größere durchdringt, weil ja die behandelten Meteoritenzusammenstöße nur da möglich sind, wo sich Meteorite von beiden Wolken befinden; wir sehen demzufolge kugelige, elliptische, ringförmige, spiralige und ganz unregelmäßige Nebelflecke. Die nicht zu solchen

Zusammenstoßen gelangenden Meteorite sehen wir nicht, weil sie kalt sind — nahe der absoluten Nulltemperatur — und also nicht leuchten. Sie haben wohl dementsprechend keine Gashüllen, vielmehr sind alle Substanzen auf ihnen festgefroren, sogar (die Gase) Wasserstoff und Helium, denen die tiefsten Schmelzpunkte zukommen. Daher gibt es auch in diesen Meteoritenwolken kaum Gelegenheit zu erheblicher Absorption des von den einzelnen Gasflammen ausgesandten Lichts. Die Lichtwellen umfluten vielmehr einfach die einzelnen Meteorite wie auch die einzelnen diskret verteilten Gasreste der verpufften Meteoritenpaare, und diese Gasreste kondensieren sich in kürzester Zeit wieder, weil sie durch Strahlung ihre Wärme eingebüßt haben.

Die Meteoritenwolken müssen aus sehr verschiedenartigen großen und kleinen Meteoriten bestehen. Wahrscheinlich herrschen in jeder Wolke gewisse Größen von Meteoriten vor, weil sie in ihr ähnlichen Entstehungsbedingungen unterworfen waren. Wenn nun etwa eine Wolke aus besonders großen Meteoriten eine andere Wolke durchdringt, deren Meteorite noch aus feinstem kosmischen Staub bestehen, so wird bei den genannten heftigen Zusammenstößen der beiderseitigen Meteorite der feine Staub der einen Wolke verpuffen, verbrennen und sogleich in Gasform übergehen, also ein Gasspektrum ausstrahlen, während die großen Meteorite der anderen Wolke durch den aufstürzenden Staub nur etwa zu oberflächlichem Glühen gebracht werden. Wir erkennen daraus, daß wir bei solchen Nebelflecken alle möglichen Spektralerscheinungen erwarten müssen, von kontinuierlichen Spektren bis zu den allerverschiedensten Gasspektren. Wenn bei den überaus intensiven Zusammenstößen von Meteoriten im Vakuum einige eigentümliche Spektrallinien auftreten, die »Nebellinien«, für die wir im Laboratorium noch nicht die Versuchsbedingungen zu ermitteln imstande waren, so kann dies gewiß nicht wundernehmen. Wegen der geringen Intensität des Nebelflecklichts werden wir aber nur die hellsten Spektralerscheinungen nachzuweisen vermögen. Wären aber die Nebelfleckspektren hell genug, so müßten sich gewiß im kontinuierlichen Spektrum glühender Meteorite, die ja von Gashüllen umgeben sein werden, auch Absorptionslinien bemerkbar machen.

Nur die Durchdringungsstellen von Meteoritenwolken können wir daher als Nebelflecke sehen, und die Größen vieler beobachteten Nebelflecke beweisen uns, wie ungeheuer große Meteoritentriften das Weltall durchziehen. Aus den photographischen Himmelsdurchmusterungen erkennen wir überdies, daß Meteoritenwolken in unermesslicher Zahl im Weltall vorhanden sein müssen. Also wird auch unsere Sonne (wie andere Sterne) bei ihrer Wanderung durch das Weltall gelegentlich auf solche Meteoritenwolken treffen, durch sie hindurchfahren, in Zeiträumen, die nach Jahrmillionen zählen mögen. Dabei wird sie durch den Einsturz größerer Mengen solcher Meteorite neue Energie in sich aufnehmen und sich ausdehnen, um nachher, nach Maßgabe von *Helmholtz'* Kontraktionstheorie, wieder auf Millionen von Jahren hinaus eine annähernd gleichmäßige Strahlung emittieren zu können.

Basel, 1922 Febr. 14.

L. Zehnder.

Zum Problem des widerstehenden Mittels im Sonnenreiche. Von M. Valier.

Insbesondere im Hinblick auf die sich anlässlich der kommenden Marsopposition vielleicht ergebende Möglichkeit zur exakten Nachprüfung, sei ein neuartiger Gedankengang

über die Wirkungsweise des widerstehenden Raummittels hiermit der Diskussion übergeben.

Der Gedanke, daß der interplanetarische Raum nicht

leer sei, ist an sich nicht neu, und auch die Folgerungen aus einer (wohlbemerkt ruhend gedachten) Raumerfüllung für in ihr um einen Zentralkörper laufende Planeten sind analytisch längst dahin abgeleitet, daß jede Raumerfüllung durch ihren Widerstand, der sich begreiflicherweise gegen die tangential Geschwindigkeit des Umlaufkörpers richtet, eine spiralförmige Verengung der Bahn mit gleichzeitiger Verminderung der Exzentrizität derselben hervorbringen muß. — Auch praktische Anwendungen hat man versucht, so z. B. gab *Seeliger* an, daß das als raumerfüllende Staubwolke gedachte Zodiaklicht, bei einer Dichte von 30 kg Masse auf 1 km³ die Bewegung des Merkurperihels zu erklären gestatte. — Allgemeinen Anklang fanden aber die Berechnungen über Raumerfüllung deshalb nicht, weil sie auf Massenmengen führten, die ganz und gar unwahrscheinlich schienen und die sich, wenn vorhanden, auch anderweitig gravitativ hätten verraten müssen.

Die folgenden Ausführungen sollen nun im Gegensatz dazu zeigen, daß man auch mit einer der Masse nach recht dünnen Raumerfüllung alle verlangten, sogar ganz gewaltige Wirkungen im Sonnenreiche erzielen kann, wenn man nur zwei grundlegende Annahmen macht, die — wenigstens nach dem heutigen Gesamtweltbilde — durchaus keine innere oder äußere Unwahrscheinlichkeit besitzen. Sie lauten:

1) Das raumerfüllende Medium besteht wesentlich aus einzelnen festen Teilchen solcher Größenordnung, daß für dieselben der Lichtdruck die Gravitation bedeutend überwiegt.

2) Diese Teilchen, welche die Sonne selbst, nach einem näher zu beschreibenden Vorgange erzeugt, werden durch den Strahlungsdruck der Sonne mit enormer Geschwindigkeit (von der Größenordnung 2000 km/sec) radial rundum in den interplanetarischen Raum hinausgestoßen, oder vielleicht besser gesagt »hinausgeblasen« (da der Vergleich mit einem Sandstrahlgebläse wohl zulässig sein mag).

Die erste Annahme ist an sich nicht widerspruchsvoll. Wir wissen heute, daß es eine Grenze nach oben und unten für die Größenordnung gibt, innerhalb welcher tatsächlich der Strahlungsdruck die Gravitation bis zum 18-fachen überwiegt. Die zweite Annahme ist eine Trivialität, wenn man voraussetzt, daß tatsächlich in der Umgebung der Sonne solche Teilchen vorhanden sind. Es fragt sich höchstens, wie solche erzeugt werden können. — Auch dies ist nicht schwer aufzuklären. Zwei Wege stehen dafür offen. Erstens mögen bei starken Eruptionen aus dem Sonnenkörper (aus Sonnenflecken und Protuberanzen) Glutgasmengen manchenmal in solche Höhen gerissen werden, daß Kondensation eintritt. Die dabei sich (wie in einer Wolke) bildenden winzigen Tröpfchen werden an sich alle möglichen Größen haben. Alle jene unter ihnen nun, die sich innerhalb der kritischen Grenzgrößen bildeten, werden sofort vom Lichtdruck erfaßt und radial von der Sonne mit enormer Beschleunigung weggeführt. Sie werden dann, in hinreichender Entfernung infolge der Weltraumkälte aus dem flüssigen in den festen Zustand übergehen. Die zweite Möglichkeit liefern die in die Sonne von außen hereinstürzenden meteoritischen Massen. Bei der Hitze der Sonne werden die kleineren gar nicht bis zur Photosphäre vordringen können, sondern schon über derselben verdampft werden. Unter der Wirkung des Strahlungsdruckes werden sich wieder solifugal entführte Kondensationströpfchen bilden, die dasselbe Schicksal ereilt, wie die aus dem Sonneninnern eruptiv emporgeschleuderten Massen. Vergleicht man, was wir hier kurz vorgetragen

haben, mit allen neueren Forschungen über Sonnenflecke, Protuberanzen, insbesondere aber die Zustände in der Sonnenkorona, so dürfte man, wie wir glauben, durchaus keinen Widerspruch mit Erfahrungstatsachen der Beobachtung finden. Die Sonnenkorona, insbesondere ihre langen Strahlen sind als solifugal, nicht solipetal, und als im reflektierten Sonnenlichte leuchtende Partikeln erkannt und spektroskopisch nachgewiesen. Die Grenze der sichtbaren Sonnenkorona wäre danach durch die Beleuchtungsstärke einerseits und durch die Dichte der Teilchen pro Raumeinheit gegeben, die Korona würde sich aber eigentlich über das ganze Sonnenreich, wohl bis über Neptun hinaus erstrecken. Wir hätten demnach für alles Folgende die grundlegende Vorstellung, daß die Sonne, so wie sie allseitig Licht ausstrahlt, ganz ähnlich materielle mikrongroße Partikelchen radial ausbläst, und daß alle umlaufenden Körper, Planeten, Kometen usw. beständig durch diesen solifugalen Radialstrom waten müssen, wie eine Fähre, die quer zu den Strömungslinien des Flusses gleitet. — Ein Unterschied gegen die Emission des Lichtes bestünde bloß darin, daß dieser materielle Strom offenbar, weil durch lokale Verhältnisse erzeugt, nicht zu jeder Zeit und nicht in jedem Radiusvektor gleichgroße Dichte und Geschwindigkeit haben muß. Es ist ganz gut denkbar, daß in einem recht starken »Koronastrahl« die Dichte pro km³ eine tausendmal größere sein mag als die mittlere, während auch unternormale Dichten bis zu $\frac{1}{100}$ vorkommen mögen, indes die Geschwindigkeit der Teilchen zu jeder Zeit im selben Strahl sich um einen Mittelwert gruppieren mag, von dem auch beträchtliche Abweichungen vorkommen, während in »starken Koronastrahlen« der Mittelwert für sich vielleicht wieder bedeutend höher sein mag als in der normalen Emission. Eine Übereinstimmung mit der Lichtemission wird aber darin bestehen, daß, ceteris paribus, die Stromdichte, nicht aber die Geschwindigkeit im Quadrate der Entfernung abnehmen wird, da die Geschwindigkeit, nachdem sie den für das betreffende Teilchen nach der Berechnung möglichen Maximalwert erreicht hat, den ihr der »Schub« durch den Lichtdruck erteilen kann, diesen wohl bis über das Planetenreich hinaus beibehalten mag.

Es ist nicht schwer, abzuleiten, welche mechanische Wirkung ein derartig beschaffenes Raummedium haben wird. Allgemein gilt natürlich, daß von den umlaufenden Körpern die größten am wenigsten, die massenschwächsten am meisten verspüren werden. Die Wirkung ist eine zweifache. Gegenüber der Tangentialgeschwindigkeit wird das Medium gleichwie ein ruhendes einen Widerstand vorstellen, aber einen (bei gleicher Anzahl kg-Masse) viel stärkeren. Der quer zum Radiusvektor umlaufende Planet muß ja nicht nur relativ zur Sonne ruhende Partikelchen aus seinem Wege schieben, sondern Teilchen von enormer Geschwindigkeit. Nehmen wir die Masse eines Partikels zu 10^{-12} gr (gleich einem Wasserwürfelchen von 1 Mikron Seitenlänge), die mittlere Geschwindigkeit, berechnet aus der mittleren Zeit zwischen Fleckensignal auf der Sonne und elektromagnetischer Wirkung auf der Erde zu ca. 2000 km/sec an, so erhalten wir die kinetische Energie gleich $\frac{1}{2}mv^2$ zu $5 \cdot 10^{-16} \text{ kg} \cdot 4 \cdot 10^{12} \text{ m/sec} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kgm/sec}$ d. h. 500 solche Teilchen würden, wenn der Planet sie zum Stillstand bringen müßte, schon 1 kg m/sec Arbeit verbrauchen. Nun handelt es sich ja im allgemeinen wohl nur um eine Beiseitedrängung, indessen wird auch hier die enorme Geschwindigkeit zu einem ganz bedeutenden Hemmungsergebnis

für den Planeten führen. Man sieht, daß, soweit die Tangentialgeschwindigkeit betroffen wird, selbst durch ganz geringe materielle Mengen große Bremswirkungen hervorgebracht werden können.

Entgegen dieser Wirkung arbeitet aber der Stoß jener Teilchen, die im Radiusvektor gegen den Planeten prallen und ihm ihre kinetische Energie abgeben. Für sie gilt also die obige Rechnung voll. Es ist nun klar, daß für jede angenommene Dichte der Raumerfüllung es eine Geschwindigkeit geben muß, bei welcher der radiale Stoß die tangentialen Bremsung gerade aufhebt. Wir brauchen, um dies einzusehen, uns nur vorzustellen, daß das solifugale v der Teilchen von Null bis zu einem Maximalwerte (nach *Seeliger* etwa 16000 km/sec möglich) anwächst. Für $v = \text{Null}$ haben wir relativ zur Sonne ruhendes Raummedium, bloß bremsende Wirkung auf die Tangentialgeschwindigkeit des Planeten, keinen radialen Fortstoß. Steigt die Geschwindigkeit aber fortgesetzt, so muß, da die radial aufstoßenden Teilchen stets voll ihre kinetische Energie abgeben, die durch die Tangentialgeschwindigkeit des Planeten aus ihrer Bahn geworfenen, aber nur mit einer immer kleineren Ablenkungsziffer affiziert werden, schließlich ein Punkt kommen, wo die Wirkungen sich aufheben. Dabei wird nur das Verhältnis der Dichte zur Geschwindigkeit des Mediums maßgebend sein, wie man leicht erkennt. Allerdings wird auch die Größe und Dichte des betroffenen Planeten eine Rolle spielen, da für die Durchschlagkraft gegen das Medium seine Masse, für die Zahl der auftreffenden Körper aber hauptsächlich seine Oberfläche maßgebend sein wird, wenn auch die Masse durch gravitative und elektromagnetische Raffung der zugeblasenen Teilchen mit eine Rolle spielen wird. Je größer und dichter der Planet ist, um so größeres v müssen die solifugalen Teilchen haben, damit für ihn ihre Bremswirkung auf die tangentialen Bewegung und ihre Antigravitationswirkung sich aufhebt.

Jedenfalls sehen wir aus dieser Überlegung, daß die Erfüllung dieser letzten Gleichgewichtsbedingung imstande ist, dem unbefangenen Beobachter einen leeren Raum vorzutäuschen, indem die Planeten dann so umlaufen, als ob gar kein widerstehendes Mittel vorhanden wäre, weil sich tangential Bremsung und antigravitativer Stoß die Wage halten. Wir würden also nur in der Lage sein, durch Abweichung vom mittleren v und der mittleren Beschaffenheit des solifugalen Raummediums entstandene lokale Sonderstörungen durch Beobachtung festzustellen. Angewandt auf das Sonnensystem ergeben sich folgende Vorstellungen.

1) Trotzdem ein nicht zu vernachlässigendes, mit großer Geschwindigkeit solifugales raumerfüllendes Mittel da ist, scheinen die großen Planeten im wesentlichen rein Newtonsche Bahnen zu beschreiben, einerseits, weil ihre Masse doch von einer so bedeutenden Größenordnung ist, daß der Effekt des Mediums an sich ein geringer sein müßte (aber doch durchaus bemerklicher), andererseits aber hauptsächlich deswegen, weil (vielleicht durch einen kausalen Zusammenhang gewährleistet) die Geschwindigkeit des solifugalen Staubstroms gerade so groß ist, daß die radiale Stoßwirkung die tangentialen Bremswirkung

München, 1922 Februar.

Aufforderung. Im Anschluß an die vorstehend abgedruckte Arbeit über das widerstehende Mittel im Planetenraume ersucht der Unterzeichnete alle Sternwarten, Institute und sonstigen Beobachter, die sich im Besitze von Positionen der Marsmonde befinden, die entweder noch nicht oder in solchen Publikationen veröffentlicht wurden, welche in Deutschland schwer zugänglich sein dürften, ihm dieselben zur Verfügung zu stellen. *M. Valier.* München, Montgelasstraße 15^{IV}.

Inhalt zu Nr. 5174-75. *J. Hellerich.* Untersuchungen über Bedeckungsveränderliche. 277. — *E. Leiner.* Der Veränderliche UZ Ophiuchi. 295. — *B. Haacar.* Helligkeitsschätzungen der Nova Cygni 1920. 299. — *B. Meyermann.* Die Massen von 59 Doppelsternen. 301. — *L. Zehnder.* Über Nebellücke. 301. — *M. Valier.* Zum Problem des widerstehenden Mittels im Sonnenreiche. 303. — *M. Valier.* Aufforderung. 307.

mechanisch aufhebt. Nur im Falle zeitlich und räumlich begrenzter, besonders starker Abweichungen vom Mittelwerte, käme die Möglichkeit einer bemerklichen Wirkung des Raummediums für die Großplaneten in Frage. — Merkur wird am empfindlichsten reagieren, weil er, der Sonne am nächsten, die größte Dichte und Geschwindigkeit des Mediums an sich, aber auch am meisten die Schwankungen derselben um den Mittelwert zu fühlen bekommt, endlich weil er außerdem ein kleiner Planet ist und eine exzentrische Bahn hat (je exzentrischer, um so mehr müssen sich auch *ceteris paribus* die Wirkungen fühlbar machen). Venus wird schon weit weniger affiziert werden, da ihre Entfernung und Masse größer, ihre Bahnexzentrizität klein ist. Mars wird trotz größerer Entfernung als die Erde, weil er viel massenärmer ist und seine Bahn sehr exzentrisch, beträchtlich mehr empfindlich sein als diese. Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun kommen wegen ihrer Größe, Entfernung, geringen Exzentrizität als Kriterien zunächst nicht in Frage.

2. Die Kleinen Planeten und periodischen Kometen werden im ganzen und großen die wechselnden Verhältnisse viel stärker spüren. Insbesondere rasch umlaufende Kometen, wie der *Enckesche* werden im allgemeinen, da für sie der tangentialen Widerstand überwiegen dürfte, eine Spiralbahn mit schrumpfender großer Achse beschreiben, es ist aber möglich, daß sich auf die regelmäßige Bahnverengung dann unperiodisch Erweiterungen bzw. Verzögerungen des Umlaufs einstellen, wenn der massenschwache Komet durch einen starken, solifugalen Koronastrahlstoß ging. — Große Kometen, deren Perihelien fast ganz an der Oberfläche der Photosphäre lagen, sodaß sie meist als Zeugnisse gegen die Raumerfüllung verwendet wurden, da man sagte, daß sie, umrasend in dem in Sonnennähe besonders dicht zu denkenden Medium, sonst in die Sonne hineingerissen worden sein müßten, können erst recht als Stütze unserer Anschauung angeführt werden. Sie wurden eben durch den solifugalen Charakter der Sonnenkorona vor dem Hineingerissenwerden bewahrt.

3. Für die Monde der Planeten ist die Wirkung des solifugalen bewegten Mediums aber besonders interessant. Im ersten und letzten Viertel heben sich wohl die Effekte auf, aber sowohl im Vollmond wie im Neumondstadium findet ein Effekt statt, der den Mond zwingt, immer näher an den Planeten, um den er kreist, heranzurücken. Im Neumondstadium drückt ihn der Strahlstoß direkt gegen den Planeten. Im Vollmondstadium geht er durch den »Sog« des Kielwassers des Planeten im solifugalen Strome. Selbst dann, wenn sich für große Planeten und Kometen die zwei Wirkungskomponenten der Raumerfüllung aufheben sollten, müßten sie an kleinen, rasch umlaufenden Monden, wie denen des Mars, bemerkliche Wirkungen zeitigen. Daher wird die kommende Marsopposition Gelegenheit bieten, ein Kriterium für die hier aufgestellte Hypothese zu finden. — Alle Sternwarten, welche dazu in der Lage sind, mögen daher trachten, möglichst viele und genaue Positionen der Marsmonde aufzunehmen, aus deren Vergleichung mit den ältesten vorliegenden vielleicht schon der erwartete Effekt erwiesen werden kann.

M. Valier.