Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: - (1945)
Heft: 6

Artikel: Die Zodiakallichtmaterie
Autor: Schmid, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-897052

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Zodiakallichtmaterie

Von F. SCHMID.

Vor dreissig Jahren äusserte sich ein leider zu früh verstorbener schweizerischer Astronom zu mir über das Reflexvermögen hoher Atmosphärenschichten folgendermassen: „So sehr auch Ihre Beobachtungen dafür sprechen, dass das Zodiakallicht zur Erde gehört, so ist es doch auffallend, den hohen Atmosphärenschichten, die doch aus dünnen und reinen Gasen bestehen, ein solches Reflexvermögen zuzumuten".

Seither haben sich unsere Begriffe über den Aufbau unserer Lufthülle wesentlich geändert. Die alte Annahme einer rund 200 km hohen Luftschicht, die sich auf die Luftdruckabnahme und das Aufleuchten vieler Meteore und Sternschnuppen stützte, musste endgültig aufgegeben werden. Hatte man früher die Sauerstoff haltende Luftschicht bis auf etwa 30 oder 40 km angenommen, über die man sich bis auf zirka 80 km die Stickstoffatmosphäre und darüber bis zu 200 km die Wasserstoffatmosphäre vorstellte, so wissen wir heute, dass selbst in einem Erdabstande von 1000 bis 1100 km noch atmosphärischer Sauerstoff vorhanden ist. Diese verblüffenden Ergebnisse stützen sich auf die neuen und unanfechtbaren Nordlichtmessungen von Störmer, verbunden mit den spektroskopischen Untersuchungen von Lennan und Shrumm, speziell auch von Cario, aus denen hervorgeht, dass die bekannte grüne Nordlichtlinie mit der Wellenlänge 5577 im wesentlichen aus atomarem Sauerstoff besteht. Wo man früher die äusserste Grenze des Sauerstoffes angenommen hatte, liegt nach den Untersuchungen von Götz u. a. eine sehr dichte Ozonschicht. Die ganze frühere Vorstellung über den Bau und die chemische Anordnung der atmosphärischen Elemente hat demnach eine durchgreifende Erschütterung erfahren. Es ist sehr problematisch, aus der Luftdruckabnahme die Höhe des Atmosphärenmantels zu bestimmen, da ein Teil des Luftdruckes durch die Zentrifugalkraft der rotierenden Atmosphärenhülle aufgehoben wird. An den Polen läuft diese Zentrifugalkraft nahezu auf Null hinaus; in der Aequatorialzone ist sie am grössten. Um in der Atmosphäre den Gleichgewichtszustand zu erreichen, muss von den Polen so viel Luft gegen den Aequatorgürtel abströmen, bis auf jeder Breite der Erde der Luftdruck ausgeglichen ist. Auf diesem Gesetze beruht die Abplattung unserer Atmosphäre, die man früher zu wenig berücksichtigt hatte. Das Abplattungsvermögen eines rotierenden Körpers wird nicht allein durch seine Zentrifugalkraft, sondern auch durch das spezifische Gewicht der Masse und die Kohäsion der Moleküle bestimmt. So würde sich unsere Erde als reine Wasserkugel bei einer 24stündigen Rotation sehr stark abplatten. Bei derselben Rotation wäre das Abplattungsvermögen dieser Kugel zu Eis gefroren fast ganz aufgehoben. Die physikalischen Bedingungen

für eine starke Abplattung unserer Atmosphärenhülle sind also durchaus vorhanden. Marcuse, Melanderhjelm, Laplace und Herz haben die Abplattungsverhältnisse in unserem Atmosphärenmantel mathematisch untersucht und kamen zu annähernd gleichen Resultaten von zirka fünf Erdhalbmessern vom Erdzentrum. In der Voraussetzung, dass die Winkelgeschwindigkeit der rotierenden Lufthülle nach aussen abnehme, erweitert sich nach Herz die Gleichgewichtsgrenze sogar auf 16 Erdhalbmesser. Eine atmosphärische Ringbildung ist daher sehr unwahrscheinlich; denn die erwähnte Retardation in den höheren Luftschichten wird tatsächlich vorhanden sein. Dafür spricht schon das Zurückbleiben der Meteorwölklein hinter der Erdrotation in relativ geringen Höhen. Physikalisch ist diese Rotationsabnahme gegen aussen begründet durch die Anziehungskraft unserer nächsten Himmelskörper im Planetenraume, des Mondes, der Sonne und der erdnächsten Planeten. Sie üben auf die tägliche Rotation der leicht beweglichen Gasmoleküle unserer Atmosphärenlinse eine bremsende Wirkung aus. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die ursprüngliche Erdrotation in diesen äussersten Luftschichten ganz aufhört. Hier liegt offenbar das Geheimnis, warum das Zodiakallicht, wenn es als eine Reflexerscheinung unserer abgeplatteten Atmosphärenhülle angesprochen wird, nicht in der Rotationsebene der Erde liegt, sondern durch die kosmischen Kräfte in die planetarische Gleichgewichtsebene der Ekliptik abgelenkt wird, in deren Nähe ja auch unsere Mondbahn liegt. Mit dieser Abweichung haben wir uns abzufinden; denn das Zodiakallicht zeigt so viele und so bestimmte Merkmale seiner tellurischen Herkunft, dass die kosmische Auffassung nicht mehr in Frage kommen kann.

Wie bei den Nordlichthöhen, so war man oft geneigt, auch die Meteoritenhöhen über 200 km abzulehnen, weil sie mit der irrtümlichen Atmosphärengrenze im Widerspruche standen. Es ist aber schon rein äusserlich unzulässig, die Entzündungshöhen der Meteore und der Sternschnuppen als die Grenze der Atmosphäre anzunehmen, da der Glühzustand erst dann eintreten wird, wenn die kosmischen Eindringlinge schon einen weiten Weg in der äusseren Lutfhülle zurückgelegt haben. Wichtig ist dabei die Bahnrichtung. Eilt ein Meteor gegen die Erdbahn, so verdoppelt sich seine relative Geschwindigkeit, und in so grösserer Höhe wird es aufleuchten. Geht es ungefähr mit der Erdbahn, so verlangsamt sich die relative Schnelligkeit, und der Glühzustand wird in viel tieferen Schichten erfolgen. Wenn von verschiedenen Seiten Meteoritenhöhen von 600 bis zu 1000 km bestimmt worden sind, so ist es gewagt, diese Höhen abzulehnen. So hat man auch die alten Nordlichtmessungen von Schapper und Flögel mit Höhen von 600 bis 800 km oft bezweifelt; durch die neuen Höhenmessungen von Strömer haben sie aber eine wesentliche Stütze erfahren. Es ist weiter zu prüfen, ob die allgemeine Entzündungshöhe der Meteore und Sternschnuppen von den Polen zum Aequator nicht ansteige. Das scheint auch bei den Nordlichtern der Fall zu sein, auf was schon

vor Jahrzehnten Otto Nairz hingewiesen hatte. Auf die starke Abplattung unserer Lufthülle dürften auch die ganz eigenartigen atmosphärisch-optischen Verhältnisse der Polargegenden zurückzuführen sein, auf was ich schon wiederholt hingewiesen habe. Bei relativ geringen Sonnenhöhen, die etwa unserem Winter entsprechen, folgt der kurze arktische Sommer, wo die Vegetation zum Blühen und Früchtetragen kommt. Die grosse Sonnenkraft erfordert bei geringer Sonnenhöhe Schneebrillen. Nach den Berichten der Polarfahrer kann der arktische Himmel eine ungewöhnlich tiefe Farbe annehmen, wie man das in tieferen Breiten nicht findet. Koch und Wegener[1]) sprechen in Nordost-Grönland sogar von einem schwarzen Himmel. Die ausserordentlich grosse Durchsichtigkeit und Reinheit der polaren Luft geht aus verschiedenen Reiseberichten hervor. Auch die Refraktion kann ganz anormale Grössen annehmen, wie wir das in den gemässigten oder äquatorialen Zonen nicht kennen. Alle diese Verhältnisse seien hier nur kurz angedeutet. Sie geben aber einen sehr interessanten Hinweis auf die veränderte atmosphärische Optik der polarnahen Zonen, die mit der Abplattung unserer Lufthülle im Zusammenhange stehen. Die relative Trockenheit der kalten Polarluft gibt uns hier keine genügende Erklärung. Dass unsere Atmosphäre keine Kugelschale darstellt, zeigt übrigens schon die unterste Schicht der Troposphäre, die von den Polen zum Aequator von 9 auf 17 km ansteigt. Ist nun das Zodiakallicht eine Reflexerscheinung unserer höchsten Atmosphärenschichten, so wird man leicht geneigt sein, aus dem äusseren Habitus der Pyramide Schlüsse zu ziehen auf den Grad der Abplattung. Das wäre nicht zulässig; denn die Pyramide wird durch die progressiv zunehmende Extinktion zum Horizont seitlich stark zusammen gedrückt. Sie erscheint daher wesentlich steiler, als wie sie aus der wirklichen Abplattung hervorgehen müsste. Von der Erde aus gesehen, würde selbst eine kugelförmige Atmosphärenhülle kein geometrisch sphärisches Segment darstellen. Der Abplattungsgrad unserer Atmosphärenhülle dürfte kaum wesentlich über 1 : 3 hinaus gehen. Bei dieser Abplattung ist die Lostrennung eines atmosphärischen Ringes, wie das auch aus den Untersuchungen von Herz hervorgeht, ganz unwahrscheinlich. Doch könnte die Lichtbrücke auf ein Doppelsystem hindeuten. Aus meinen Untersuchungen der nördlichen und südlichen Halbkugel und der Tropenzone muss aber der Schluss gezogen werden, dass die Lichtbrücke ein sehr breites Band von mindestens 60 Grad um die Erde darstellt, wenn man die optisch wahrnehmbaren Grenzen der nördlichen und südlichen Halbkugel zusammensetzt. Diese grosse Breitenausdehnung spricht nicht für einen abgetrennten, äusseren atmosphärischen Ring und noch weniger für ein kosmisches Gebilde, sondern es verrät die grosse Erdnähe. Wir werden später auf die Lichtbrücke zurückkommen, die ihren Sitz in den höheren Schichten unserer Atmosphärenlinse hat. Hand in Hand mit den grossen Verlagerungen der Lichtbrücke aus der Ekliptikebene gehen auch die hochgradigen Sternverschiebungen in der

Pyramide, die nicht nur geographisch auf der nördlichen und südlichen Halbkugel eintreten, sondern auf demselben Standorte jährlich und nächtlich mit der Veränderung der Ekliptiklage sichtbar werden. (Nächtliche Eigenbewegung des Zodiakallichtes [2].)

Gewiss kann man auch eine zodiakallichtähnliche Erscheinung vom kosmischen Standpunkt aus mit der bekannten Staubwolkentheorie erklären, wenn man nicht auf die Einzelheiten des Zodiakallichtes und die eng verwandten Dämmerungsvorgänge eingeht, oder sie verschweigt und ablehnt, weil sie nicht für die kosmische Auffassung sprechen. Kaum eine Theorie hat gerade darum, weil sie sich mit manchen Tatsachen nicht verträgt, im Laufe der Jahrzehnte so viele Modifikationen erlebt, wie die kosmische Staubwolkentheorie. Man legte die kosmische Staubwolke in die Ebene des Sonnenaequators, in die Ebene der Ekliptik oder schleifenartig in die Ebenen der sonnennahen Planeten. Man gab der Zodiakallichtwolke eine Ausdehnung bis an die Erdbahn, etwas darüber hinaus, bis an die Marsbahn, bis an die Jupiterbahn und sogar bis in die Unendlichkeit. Ueber die Grösse der Massenteilchen glaubte man an die Staubform, an Sternschnuppen- und Meteoritengrössen bis zu 100 m Durchmesser und sogar an Körper mit planetoidem Charakter. Namhafte Vertreter der Staubwolkentheorie gaben dem Zodiakallichtkörper Linsengestalt, scheiben- oder ringförmige Anordnung, das Einring- und das Zweiringsystem wurde verfochten. Man sieht aus dieser Uebersicht die Unsicherheit des ganzen kosmischen Gebäudes, bei dem sich immer wieder Schwierigkeiten zeigen.

Wie stellt sich nun die kosmische Staubwolkentheorie zur tellurischen Auffassung und liegt das reflektierende Medium ausserhalb oder innerhalb unserer Atmosphäre? Wir weisen hier speziell auf die verdienstvolle Arbeit von H. Meyer hin, der die kosmische Staubwolkentheorie mit dem Jahreslauf des Zodiakallichtes auf verschiedenen Breiten der Erde mathematisch untersucht hat, aber für ein kosmisches Phänomen zu völlig negativen Resultaten gelangt ist [3]. In den neuen Veröffentlichungen heutiger Vertreter der kosmischen Auffassung, wie sie von Hoffmeister [4]) und Sandig [5]) vorliegen, suchte man diesen wichtigen Beitrag nach Möglichkeit zu unterdrücken, indem man ihn verschwieg, oder wichtige Tatsachen zu entkräften suchte. Ich nenne hier speziell die hochgradigen Sternverschiebungen in der Pyramide, wie sie mit der Veränderung der Ekliptikneigung nächtlich und in verschiedenen Breiten der Erde auftreten. Es ist auch mehr als gewagt, die Divergenz der Lichtachse zur Ekliptik abzulehnen, wie sie im mittleren Zonengürtel der Erde so drastisch ist, weil sie vom kosmischen Standpunkte aus nicht erklärt werden kann. In einem Punkte sind wir allerdings einig, indem die spektroskopischen Untersuchungen auf ein sonnenbestrahltes Medium hinweisen. Doch ergaben sich schon bei den früheren Untersuchungen scheinbare Widersprüche, indem auf feste oder auch wieder auf gasartige Aggregate geschlossen wurde. Slipher fand in neuer Zeit auch noch

schwache Emissionslinien, die auf eine gasartige Substanz hindeuten. Uebrigens wurde schon im vorigen Jahrhundert im Zodiakallichtspektrum auch die grüne Nordlichtlinie festgestellt. Weitere Untersuchungen ergaben, dass sie nur dann im Zodiakallichte auftrat, wenn sie auch in den übrigen Teilen des Himmels sichtbar wurde. Ein direkter Zusammenhang der Nordlichtlinie mit dem Zodiakallicht ist daher nicht nachweisbar. Das stimmt auch mit meinen visuellen Beobachtungen. Schon wiederholt habe ich gleichzeitig mit dem Zodiakallichte auch Nordlichterscheinungen gesehen, was aber durch die Aufhellung des Nordhimmels stets eher eine Abschwächung des Zodiakallichtes zur Folge hatte.

Dass in unserer Atmosphäre neben terrestrischem Höhenstaub durch die Zertrümmerungsprodukte der Meteore und Sternschnuppen auch kosmischer Staub enthalten sei, der die Reflexionskraft erhöhen muss, habe ich in meinen früheren Publikationen wiederholt betont. Aber diese ganze Tragweite wurde wohl unterschätzt und muss noch weiter begründet werden. Durch sorgfältige Zählungen wissen wir, dass die ganze Atmosphärenhülle der Erde täglich durch viele Millionen Sternschnuppen und Meteore bombardiert wird. Schiaparelli und Newton schätzen die sichtbaren sporadischen Sternschnuppen und Meteore täglich auf rund 1½ Millionen. Andere Forscher gehen bis auf 10 Millionen. Die jährlichen periodischen Sternschnuppenströme würden diese Mittelzahlen bedeutend erhöhen. Dazu kommen die teleskopischen Sternschnuppen, die nach den Untersuchungen von See in einem 24zölligen Refraktor täglich durchschnittlich auf ca. 1200 Millionen geschätzt werden müssen. Damit haben wir die kleinsten, optisch nicht mehr wahrnehmbaren Körperchen noch nicht gezählt, deren Zahl vermutlich noch grösser ist. Das jährliche Gesamtgewicht dieser kosmischen Eindringlinge wird auf ca. 20 Millionen Kilogramm geschätzt. Mögen auch alle diese Angaben sehr summarisch sein, so geben sie doch einen Begriff von der erstaunlichen Aktivität dieses kosmischen Bombardements, dem unsere Atmosphäre täglich ausgesetzt ist. Die meisten dieser kosmischen Eindringlinge zerstäuben und vergasen durch ihre Reibung an den Luftmolekülen in unserem Atmosphärenmantel. Nur ein verhältnismässig kleiner Teil der grossen Meteoriten gelangt bis zur Erde. Aber auch sie geben auf ihrem Luftwege durch die Schweifbildung meteoritische Substanzen an die Atmosphäre ab. Alle diese Ueberlegungen führen zum zwingenden Schlusse, dass unsere hohen Luftschichten keineswegs aus reinen Gasen bestehen, da sie dem meteoritischen Bombardemente täglich ausgesetzt sind. Durch den Auftrieb der Zentrifugalkraft können die feinsten Teilchen in sehr grosse Höhen gelangen. *Die Staubwolke, welche uns das Zodiakallicht erzeugt, liegt daher nicht im Planetenraume um die Sonne, sondern als meteoritische Zertrümmerungsprodukte in unserem Atmosphärenmantel selbst.* Der Widerspruch der spektroskopischen Ergebnisse ist damit gehoben; denn gasartige Substanzen und feste Massenteilchen bis zur ultramikroskopischen Grösse sind in der Zodiakal-

lichtsphäre vorhanden. Dass in unseren unteren Luftschichten auch terrestrischer Höhenstaub vorhanden ist, sei hier ergänzend erwähnt. Aus der Höhe der Jesse'schen Nachtwolken wissen wir, dass terrestrischer Vulkanstaub noch in Höhen von 80 km vorhanden ist. Das wird in feinster Verteilung kaum die äusserste Grenze sein, und voraussichtlich wird die Höhe gegen den Tropengürtel durch den Auftrieb der Zentrifugalkraft zunehmen. Zur gleichen Gattung der leuchtenden Nachtwolken gehören auch die Leuchtstreifen am Nachthimmel, die wohl noch höher liegen und vermutlich Zusammenballungen von kosmischem Staub darstellen. Ueber die Natur der Luminiszenzen, wo grössere Himmelsflächen gleichmässig aufleuchten, kann man geteilter Meinung sein. Nach meinen Beobachtungen treten sie vorwiegend von Nordwesten bis Nordosten auf. Ihrer Lage nach ist daher ein Zusammenhang mit dem Nordlichte naheliegend, auf was auch Götz hingewiesen hat. Diese Annahme wird weiter dadurch begründet, weil nach meinen übereinstimmenden Beobachtungen mit Götz im Spektrum der Luminiszenzen meistens ein Sonnenspektrum und ein Nordlichtspektrum übereinander gelagert sind, wobei aber doch das Sonnenspektrum auf kosmische Staubeinbrüche hindeutet. Die terrestrische Staubzone, die natürlich auch kosmischen Staub enthält, wird mit wachsendem Erdabstand allmählich in die kosmische Staubzone übergehen. Hier liegt die eigentliche Zodiakallichtregion. Indessen ist es wahrscheinlich, dass die Basis des Zodiakallichtes über dem Horizonte bei geringster nächtlicher Sonnendepression speziell in der Lichtachse auch noch terrestrischer Höhenstaub enthalten kann. Diese Zone markiert wohl bei besonderer Prägnanz des Zodiakallichtes den kurzen inneren Kegel, wie ich ihn mit anderen Beobachtern schon oft gesehen habe.

Um die optische Auswirkung unseres abgeplatteten Atmosphärenmantels noch besser zu erfassen, muss darauf hingewiesen werden, dass der Staubgehalt unserer Lufthülle nicht als eine homogene Schicht um die ganze Erde aufgefasst werden darf. Durch dieselben kosmischen Attraktionsverhältnisse, welche die planetarische Gleichgewichtsebene der Ekliptik und die Zodiakallichtebene bestimmen, muss in derselben Ebene auch eine Verdichtung des atmosphärischen Höhenstaubes eintreten, der als breiter Gürtel um die Erde liegt und gegen die Pole zu progressiv abnimmt. Damit erhält die grosse Luftklarheit gegen die Pole eine weitere Stütze. Durch die Verlagerung des atmosphärischen Linsenaequators gegen die Ekliptik werden die atmosphärischen Pole allerdings nicht mit den geographischen Polen zusammentreffen, sondern gegen die magnetischen Pole verschoben sein, die wiederum auf die marinen Kältepole orientiert sind. Ergänzend zur grossen arktischen Luftklarheit sei darauf hingewiesen, dass mich die oft genannte tiefe Himmelsfarbe der Tropen etwas enttäuscht hatte. Meistens schwankte sie nach der Oswalt-Linke'schen Farbenskala wie bei uns zwischen 7—9. Ausnahmsweise konnte sie in der Nähe der nordafrikanischen Wüsten auch auf dem Meere auf 4—6 herab-

sinken, und selten erreichte der Himmel den Sättigungsgrad unseres Föhnhimmels innert den Grenzen von 9—11. Dabei war die atmosphärische Korona zwar meistens kleiner als bei uns, aber dafür im allgemeinen intensiver und teilweise fast reliefartig, oft mit gelblichbraunem Stich.

Da die maximale Verdichtung des atmosphärischen Staubgehaltes gürtelähnlich in der Ebene des atmosphärischen Aequators liegt, so erklärt sich auch sofort die Bildung der Lichtbrücke nicht allein durch die Tiefenwirkung zum atmosphärischen Aequator, sondern auch durch den grössten Staubgehalt in dieser Ebene, wo durch indirekte Sonnenstrahlung ein Dämmerungsmaximum entsteht, das den Schwellenwert des Auges erreicht. Ich verfüge über mehr als 200 Aufnahmen der Lichtbrücke, von denen ein Teil aus den Tropen, der grösste Teil aber aus meiner heimatlichen Beobachtungsstation stammt. Breitenausdehnungen bis zu 20 Grad sind hier namentlich gegen das Frühjahr keine Seltenheit, wobei besonders in dieser Zeit die starke nördliche Verlagerung aus der Ekliptikebene immer wieder auffällt. Die tropische Lichtbrücke habe ich nie so breit gesehen. Starke Verlagerungen nach Süden ergeben sich wiederum auf der südlichen Halbkugel, wie auch die Scheitel der Zodiakallichter auf der südlichen Halbkugel bei schiefer Ekliptik nach meinen Beobachtungen in den südlichsten Teilen Afrikas und Australiens auf 20 bis 25 Grad südlich von der Ekliptik abweichen können. Auf der nördlichen Halbkugel ergeben sich entsprechende Nordabweichungen. Am grössten sind sie hier beim Ostzodiakallichte im Nachwinter, indem der Scheitel desselben alle Jahre in die Gegend von Coma Berenice reicht mit Nordabweichungen von 25 bis 30 Grad. Auch Buser in Arosa hatte ganz unabhängig von mir zu derselben Zeit die Scheitellage des Ostzodiakallichts bei Coma Berenice angegeben [6]). Im Gegensatze zu diesen Nordabweichungen liegen vor mir Beobachtungsergebnisse von Rev. Bousfield, der als Mitglied einer Zodiakallichtgruppe der Britischen Astronomischen Gesellschaft in den Jahren 1931—1934 in Queensland, Australien 29° S. auf einer Seehöhe von 1000 m visuelle und photometrische Zodiakallichtbeobachtungen machte. Er schreibt u. a.: „Die Spitze des Ostzodiakallichtes wanderte sowohl 1932 als auch 1933 im Oktober und November weit südlich von der Ekliptik, lag aber zur Zeit des südlichen Sommersolstitiums wieder normal in der Ekliptik“ [7]). Wir erkennen auch hier eine ganz interessante und übereinstimmende Pendulation des Zodiakallichtscheitels, die nach meinen Beobachtungen zwischen dem 47° N. und dem 39° S. einen Gesamtausschlag von 55 Grad erreicht. Damit sind die extremsten Lagen in noch höheren Breiten keineswegs erfasst. Als allgemeine Regel gilt, dass die Lichtachse gegen den Horizont zu auf die Sonne gerichtet ist und sich nahe bei der Ekliptik befindet. Nach oben weicht aber die Lichtachse bei stärker geneigter Ekliptik ganz erheblich divergierend von der Ekliptikebene auf die Seite des Beobachters ab, auf der nördlichen Halbkugel nach Norden und auf der südlichen Halbkugel nach

Süden. Dieses Gesetz zeigt sich beim Ostzodiakallicht und beim Westzodiakallicht. Ich bin erstaunt, dass Hoffmeister diese Tatsachen abzulehnen wagt, da sie jedem einigermassen erfahrenen Beobachter auffallen sollten. Damit sind auch die gleichzeitigen Anspielungen auf die Zuverlässigkeit meines Sehorgans, wobei ich etwas sehe, was andere nicht sehen, wohl nicht besonders glücklich. Die Staubwolkentheorie hat zur Erklärung dieser Divergenz allerdings einen schweren Stand; denn hier liegt geradezu ein starker Nachweis für die terrestrische Herkunft des ganzen Phänomens. Da der Staubgehalt der Atmosphäre gegen die Ekliptikebene aus früher erwähnten Gründen progressiv zunimmt, so muss die Lichtachse, welche die erdnächsten und reflexionsfähigsten Luftschichten enthält, und die sich der Kugelform nähern, auf die Sonne zeigen. Von der Lichtachsenbasis bis zum Zodiakallichtscheitel vergrössert sich der Luftweg der erdnächsten reflektierenden Luftschichten bis zum Beobachter wohl um das zwanzigfache. Beim senkrechten Tropenzodiakallichte sind alle diese Abstände auf der Südseite und der Nordseite der Lichtachse symmetrisch auf den Beobachter gerichtet. In höheren Breiten wird der Luftabstand der einzelnen Zodialkallichtteile asymmetrisch, und gleichzeitig erhält auch die Lichtabsorption durch die Schattenkegelluft ganz ungleiche Werte. Auf der nördlichen Halbkugel werden daher nördliche Teile der beleuchteten Luftlinse optisch wirksam und südliche Teile erlöschen. Auf der südlichen Halbkugel ist das Verhältnis umgekehrt. Dadurch wird die Ursprungslage der wahren Lichtachse gegen den Zodiakallichtscheitel mehr und mehr aus der wahren Ebene auf die Seite des Beobachters abgedrängt, auf der nördlichen Halbkugel nach Norden, auf der südlichen Halbkugel nach Süden. Bei einem kosmischen Zodiakallicht wäre das Verhältnis eher umgekehrt. Die horizontnahen Partien hätten den weitesten und die Scheitellagen den kürzesten Luftweg. Eine Divergenz der Lichtachse von der Ekliptik müsste, wenn sie spürbar würde, eher nach unten erfolgen, doch in geringem Grade, wie ja auch die Milchstrasse als kosmisches Gebilde am Himmel eine feste Lage hat. Die Zodiakallichtachse zeigt aber noch eine weitere gesetzmässige Veränderung, die mit der Neigung der Ekliptik im Zusammenhange steht. Bei senkrechter Ekliptik liegt die Zodiakallichtachse in der Mitte der Pyramide. In unseren Breiten verschiebt sie sich von Süden aus gerechnet ungefähr in den ersten südlichen Drittel der Horizontbasis. Auf der südlichen Halbkugel ist das Verhältnis umgekehrt; die Lichtachse wird entsprechend nach Norden abgedrängt. Die Schwankung beträgt in unserer Breite auf der nördlichen und der entsprechenden südlichen Breite mindestens 20 Grad. Das ist für ein kosmisches Gebilde ganz unmöglich. Deutlich treten hier perspektivische Erscheinungen des erdnahen Mediums auf. Könnten wir die beleuchtete Atmosphärenlinse von einem fingierten Punkte ausserhalb der Erde in der Verlängerung der Erdachse sehen, so läge die grösste Leuchtkraft auf der Südseite der Pyramide, vom Erdschatten begrenzt, auf der süd-

lichen Halbkugel wäre das Intensitätsmaximum umgekehrt auf der Nordseite der Pyramide. Wir hätten eine Seitenansicht des Zodiakallichts, und die wahre Lichtachse, welche durch die Tiefenwirkung zum atmosphärischen Aequator entsteht, wäre unsichtbar. Je mehr wir uns aber dem Tropengürtel nähern, umsomehr rückt die Lichtachse gegen die Mitte der Pyramide, und beim senkrechten Zodiakallichte ist die völlige Symmetrie der Mitte erreicht. Die stark geneigte Pyramide zeigt übrigens schon in unseren Breiten deutliche Anlagen der Seitenansicht. Die Pyramide wird auffallend monoton, während bei einem kosmischen Zodiakallichte die leuchtende Lichtachse immer noch am besten hervortreten sollte. Erst dann, wenn sich die Pyramide erhebt, kommt die Lichtachse immer mehr zur optischen Wirkung. Diese Vorgänge sehen wir jedes Jahr, von Ende Oktober an bei der Entwicklung des Westzodiakallichtes, und von Anfang August an beim Ostzodiakallichte.

Das Zodiakallicht höherer Breiten zeigt noch weitere Eigenarten, die nur für seine tellurische Herkunft sprechen. Während beim senkrechten Tropenzodiakallichte alle Unterschiede der Flächenhelligkeit südlich und nördlich der Lichtachse symmetrisch verlaufen, wird die Lichtverteilung in höheren Breiten asymmetrisch. In unseren Breiten ist sowohl beim West- wie beim Ostzodiakallichte der Pyramidenteil südlich der Lichtachse im allgemeinen intensiver und schärfer begrenzt, als auf der Nordseite. Auf der südlichen Halbkugel ist das Verhältnis umgekehrt. Man erklärte sich diese Erscheinung durch ein Zusammendrängen der Isophoten. Diese Annahme kann für ein kosmisches Gebilde nicht befriedigen. Für uns liegen die südlichen Teile durch die Südneigung der Pyramide näher am Horizont als die nördlichen Teile und erstere müssten durch die vermehrte Extinktion eher eine Abschwächung erfahren. Es ist auch schwer verständlich, dass ein kosmisches Gebilde, wie das auch bei der Wanderung der Lichtachse der Fall ist, durch die kleine Ortsverschiebung von den Tropen in unsere Breiten eine solche Veränderung aufweisen könnte. Auch diese Erscheinung spricht nur für ein Medium, das in grosser Erdnähe liegen muss. Wiederum zeigen sich ganz deutlich perspektivisch-optische Lichteffekte. Auf der nördlichen Halbkugel wird das Gesamtlicht nördlich der Lichtachse durch die uns nähere und grössere Fläche auseinander gezogen und darum verdünnt, während das Licht derselben Fläche auf der uns abgewandten Seite durch die grössere Entfernung perspektivisch zusammengedrängt und so verstärkt wird. Für ein kosmisches Gebilde kämen diese unbedeutenden Distanzunterschiede gar nicht in Betracht.

Es würde uns zu weit führen, wenn wir auch noch auf den ganz auffallenden Wechsel der Sternbedeckungen in der Pyramide eingehen wollten, wie er geographisch und nächtlich einwandfrei bewiesen ist. Auch die Gegenscheinfrage wird mit unserer terrestrischen Annahme sehr einfach erklärt. Besonders sind es auch die engen Beziehungen zwichen dem Zodiakallicht und den übrigen Dämmerungserscheinungen, auf welche wir später eingehen wollen,

die nur für die tellurische Herkunft der ganzen Zodiakallichterscheinung sprechen. Für heute möchten wir den Hauptgedanken festhalten, dass die kosmische Zodiakallichtwolke als Zertrümmerungsprodukte der Meteore und Sternschnuppen in unserem abgeplatteten Atmosphärenmantel liegt, der nicht nur über der Erde, sondern weit hinaus ein trübes Medium ist.

Literatur:

1. A. Wegener. Beobachtungen der Dämmerungsbögen und des Zodiakallichtes in Grönland. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien. Math. Naturw. Klasse II a. Bd. 7—8, Heft 1926.

2. F. Schmid. Das Zodiakallicht vom 47. Breitegrad Nord bis zum 39. Breitegrad Süd. Gerlands Beiträge zur Geophysik 1935, Bd. 45.

F. Schmid. Neue Beiträge zum Zodiakallichtproblem. Astron. Nachrichten 1940, Bd. 270, Heft 5. Berlin-Dahlem.

3. H. Meyer-Bührer. Zum Zodiakallichtproblem. Denkschriften der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft. Abhandl. 4, 1936.

4. C. Hoffmeister. Bemerkungen zu einem Zodiakallichtproblem. Astron. Nachrichten 1941, Bd. 271.

5. H. U. Sandig. Die räumliche Anordnung der Zodiakallichtmaterie. Astron. Nachrichten 1941, Bd. 272.

6. F. Buser. Beobachtungen des Zodiakallichtes vom Oktober 1924 bis April 1926. Astron. Nachrichten Nr. 5468, Bd. 228.

7. Die Sterne. Heft 135, 4/5.

A propos d'une nouvelle hypothèse concernant les mers de Mars.

Par E. ANTONINI.

Chacun sait que Mars présente à l'observation télescopique un globe jaune-orangé parsemé de taches foncées, improprement nommées mers. Il est en effet peu probable que de pareilles étendues soient recouvertes d'eau, alors qu'on n'observe que si rarement des formations nuageuses sur la planète, et que le spectroscope ne permet d'admettre dans son atmosphère que de minimes quantités de vapeur d'eau.

C'est pourquoi on émit l'hypothèse que ces taches foncées représentaient des étendues de végétation, hypothèse que M. Antoniadi contribua à accréditer, en confirmant les observations de Liais, Trouvelot, Lowell et Douglass qui avaient signalé au siècle passé déjà la décoloration progressive de ces régions, qui du vert passaient au brun et au roux durant l'automne martien, exactement comme les feuilles de nos arbres.

Il y a malheureusement quelques ombres au tableau: ce sont d'abord les photographies prises en lumière infra-rouge, où les „mers" de Mars demeurent foncées alors qu'elles devraient apparaître blanches si elles étaient dues à une végétation chlorophyl-