Beiträge zur Untersuchung des atmosphärischen Höhenstaubes und seiner Beziehung zum Zodiakallicht

Autor(en): **Schmid, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **6 (1961)**

Heft 74

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-900312

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

BEITRÄGE ZUR UNTERSUCHUNG DES ATMOSPHÄRISCHEN HÖHENSTAUBES UND SEINER BEZIEHUNG ZUM ZODIAKALLICHT

Von F. SCHMID, Oberhelfenswil, St. G.

Ueber die Untersuchungen des atmosphärischen Staubes (Aerosol) ist eine ansehnliche Literatur vorhanden. Doch ist dieses Forschungsgebiet noch nicht ausgeschöpft. Die Ergebnisse sind stark vom Standort, den verschiedenen Methoden und wohl auch vom mikroskopischen Rüstzeug abhängig.

Staubuntersuchungen in grösseren Ortschaften, Städten, Industriezentren oder in deren Nähe kommen hier nicht in Betracht. Wir verlangen eine möglichst störungsfreie Lage, wo sich Vulkanausbrüche, Wüstenstaubtrübungen, ferne Wald- oder Moorbrände, auch wenn sie überseeisch sind, besser ausprägen. Mehr örtlichen Charakter und kürzere Dauer haben besonders im Frühling gelegentlich auch Blütenstaubtrübungen.

Vulkanstörungen können jahrelang anhalten. Wir erinnern an die Krakatau-Ausbrüche auf den Sunda-Inseln von 1883, 1902 an die Ausbrüche des Mt Pelé und des Soufrière auf den Kleinen Antillen. 1912 erreichten uns die Ausläufer der Vulkanausbrüche in Alaska, 1919 erfolgte eine atmosphärisch-optische Störung durch die Vulkanausbrüche auf Java und des Stromboli. Es trat eine längere Pause ein, bis uns anfangs Januar 1951 der im Dezember erfolgte Aetna-Ausbruch auch grauen Schnee brachte. Am 5. August 1916 trat urplötzlich eine ganz erhebliche atmosphärisch-optische Störung ein, für die man gar keine irdische Ursache finden konnte. Es blieb nichts anderes übrig, als an eine kosmische Staubinvasion zu denken.

Mit solchen Vorgängen werden wir uns in dieser Arbeit speziell befassen. Begleiterscheinungen all dieser Staubtrübungen sind je nach ihrer Natur luftgetrübte Landschaft, helle Himmelsfarbe bei Tag und bei Nacht, verstärkte atmosphärische Korona bis zum Bishopcharakter (Dunstscheibe um die Sonne), rötliche oder blaue Sonne (was sich auch

auf den Mond übertragen kann), besondere Veranlagung zu Haloerscheinungen, verstärkte oder verfärbte Purpurlichter bis zum Graustich, Ultrazirren, leuchtende Nachtwolken und Lumineszenzen. In meinen Beobachtungsbüchern sind neben vielen Nordlichterscheinungen eine grosse Zahl solcher atmosphärisch-optischer Störungen eingeschrieben.

Am 29. März 1947 hatten wir hier bei starkem Südwind eine Sahara-Staubtrübung. Zum erstenmal legte ich Objektträger ins Freie. Die mikroskopische Untersuchung zeigte eine sehr starke Bestäubung, auch mit unregelmässigen Strukturen. Solche Staubproben wiederholte ich von nun an bei Lufttrübungen und starken Purpurlichtern. Von typischen Staubfällen erstellte ich Dauerpräparate; es ist heute davon eine grössere Sammlung vorhanden. 1953 kam der Komet Tuttle-Giacobini-Zinner in Erdnähe. Ein erwarteter Sternschnuppenstrom blieb aus, wenn er nicht am Taghimmel vorüberging. Eine auffallende Bestäubung ausgelegter Objektträger erweckte mir nachher den Verdacht, dass sie mit dem Kometen im Zusammenhange stehe. Das Bedürfnis erwachte, kosmischen Staub durch starke Stabmagnete nach Möglichkeit vom terrestrischen Staub zu trennen. Solche Magnete lieferten mir die von Rollschen Eisenwerke in Gerlafingen (Solothurn) in vorzüglicher Qualität. Je einer wurde in zwei ausgebohrte Holzzylinder gelegt, in der Länge genau angepasst. An beide Stirnseiten kamen zwei Messingklammern, welche möglichst dünne Objektträger, die schon mit eingeätzten Ringen oder Lackringen versehen sind, hart an die Magnetpole andrücken. Diese Zylinder liegen in einem Fuss. Um den Windrichtungen Rechnung zu tragen, wird ein Magnet nach Nord-Süd, der zweite nach Ost-West orientiert. In angemessener Entfernung, sodass die Magnete nicht mehr stören, werden weitere zwei Objektträger, der eine trocken und der andere mit Glyzerinbelag, horizontal ausgelegt, während die magnetischen Objektträger vertikal stehen. Die Aussetzungsdauer beträgt in der Regel 24 Stunden. Es wird möglichst ruhiges und niederschlagsfreies Wetter gewählt. Eine besondere Arbeit vor dem Aussetzen der Objektträger ist die sorgfältige Reinigung mit Chemikalien.

Auf die horizontal ausgelegten Platten fällt natürlich terrestrischer und kosmischer Staub gemischt. Wenn auch nicht angenommen werden darf, dass auf die magnetischen Objektträger reiner kosmischer Staub angezogen wird, so ist der Unterschied zu den Horizontalplatten geradezu erstaunlich. Die magnetischen Objektträger sind nicht nur viel reicher, sondern auch viel einheitlicher bestäubt. Es wiederholen sich in den sechs Jahren meiner magnetischen Staubproben stets zwei

Staubtypen: Lebhaft glänzende runde, ausnahmsweise ovale Körperchen mit einem mittleren Durchmesser von ca. 2 µ. Wir sprechen sie als Mikrometeoriten an. Daneben sehen wir in der Regel in weit grösserer Zahl schwach leuchtende Körperchen mit mittleren Durchmessern von ca. ½ µ. Das sind wohl meteoritische Zertrümmerungsprodukte. Das mikroskopische Dunkelfeld ist oft reizend schön und erinnert an ein aufgelöstes Fixsternsystem.

Dass es sich tatsächlich um kosmischen Staub handelt, geht aus der Tatsache hervor, dass sich diese zwei Staubtypen in den sechs Jahren meiner magnetischen Untersuchungen immer wiederholen. Es ist auch ein Zusammenhang mit den Meteorströmen vorhanden, wobei sich der Perseidenstrom besonders ausprägt; schon 1953 hatte ich darauf hingewiesen[1], ebenfalls auf den auffallenden Staubfall im Jahre 1953, im Zusammenhang mit dem Periheldurchgang des Kometen Tuttle-Giacobini-Zinner[2], der sich bei der letzten Erdnähe des Kometen wiederholt hat. Aber es kommen auch irreguläre, mehr stossweise Schauer vor, vermutlich dann, wenn unsere Erde mit einer kosmischen Staubwolke in Berührung kommt. Doch finden wir die zwei oben genannten Staubtypen jeden Tag.

Die mikroskopische Untersuchung der Staubproben geschieht nur mit einem hochleistungsfähigen Dunkelfeld. Alle Hellfelduntersuchungen, auch mit der besten Optik, reichen hier nicht aus. Es sind drei Dunkelfeldkondensoren bis zur Quarzoptik vorhanden, in Verbindung mit erstklassigen Fluoritsystemen und Apochromaten (Leitz). Als Lichtquellen dienen: eine Spezial-Niedervoltlampe, das elektrische Bogenlicht, ausnahmsweise auch das direkte Sonnenlicht, als die stärkste Lichtquelle, die wir kennen. Die Staubzählungen erfolgen mit einem Netzmikrometer. Aus den Mittelzahlen der Körner lässt sich der Bestäubungsgrad pro Quadratmillimeter berechnen. Meistens geht die Zahl der Staubteilchen innert 24 Stunden über hunderttausend, ausnahmsweise wohl über eine halbe Million. In diesem Falle ist das mikroskopische Gesichtsfeld wie mit feinem Sand bestreut, und die Zählung wird schwer, weil sich einzelne Staubteilchen auch überdecken.

Die vier nachfolgenden Aufnahmen wurden mit meiner magnetischen Methode gewonnen (Linearvergrösserung 840). Bild 1 zeigt den Staubfall vom 14./15. Februar 1961 mit mehrheitlich Mikrometeoriten. Doch erkennen wir dazwischen auch meteoritische Zertrümmerungsprodukte. Bild 2 entspricht der Staubaufnahme vom 24./25. August 1960 mit weit

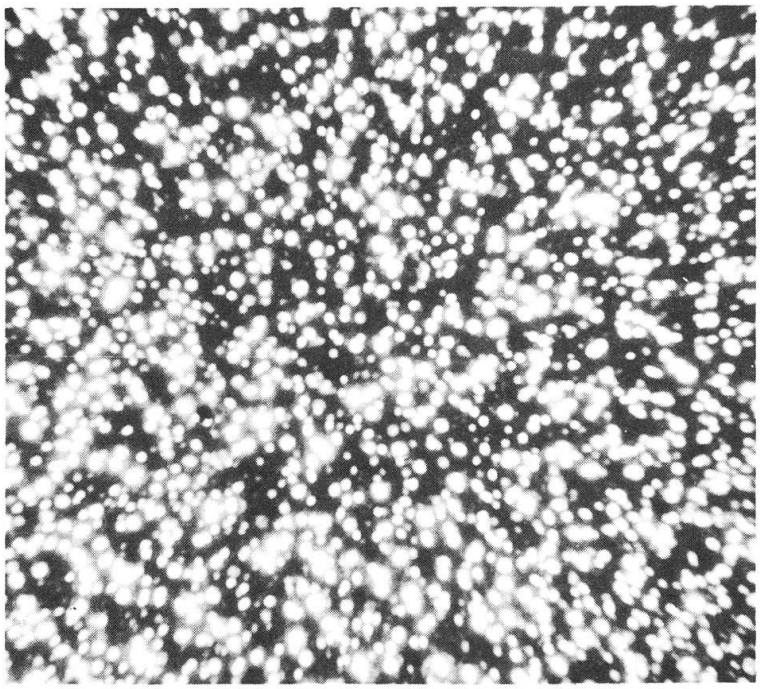


Abbildung 1 (negativ) - Mehrheitlich Mikrometeoriten;
14. / 15. Februar 1961.

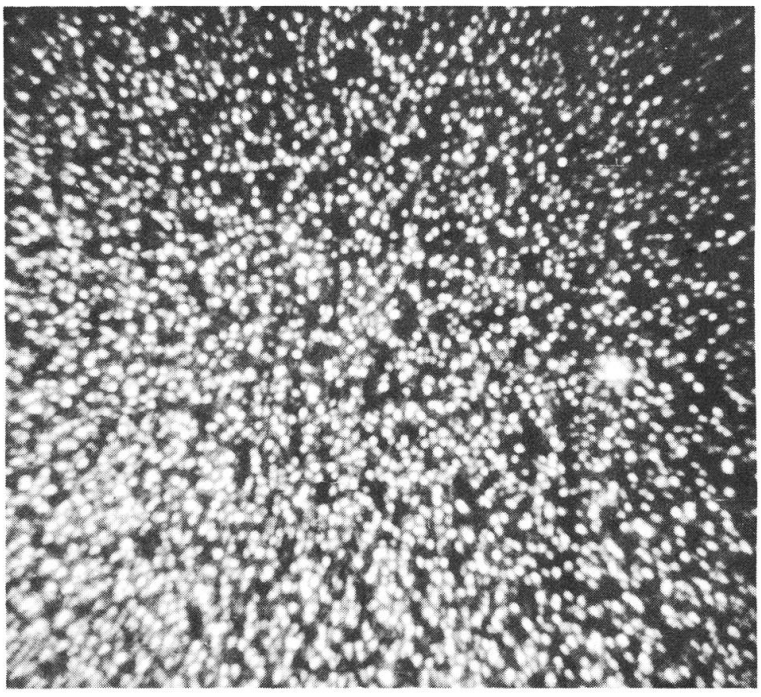


Abbildung 2 (positiv) - Meteoritische Zertrümmerungsprodukte;
24./25. August 1960.

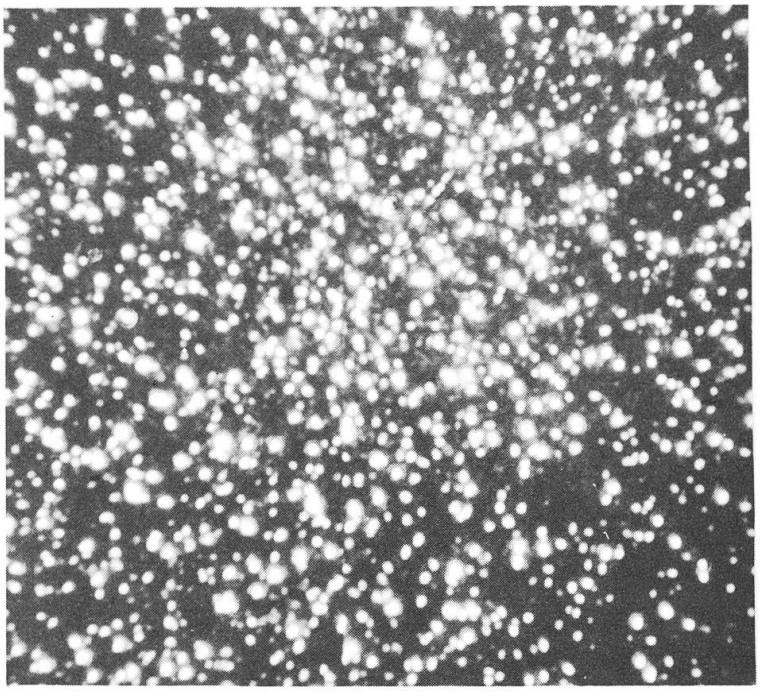


Abbildung 3 (negativ) - Mischung von Mikrometeoriten und Zertrümmerungsprodukten; 7./8. Juli 1961.

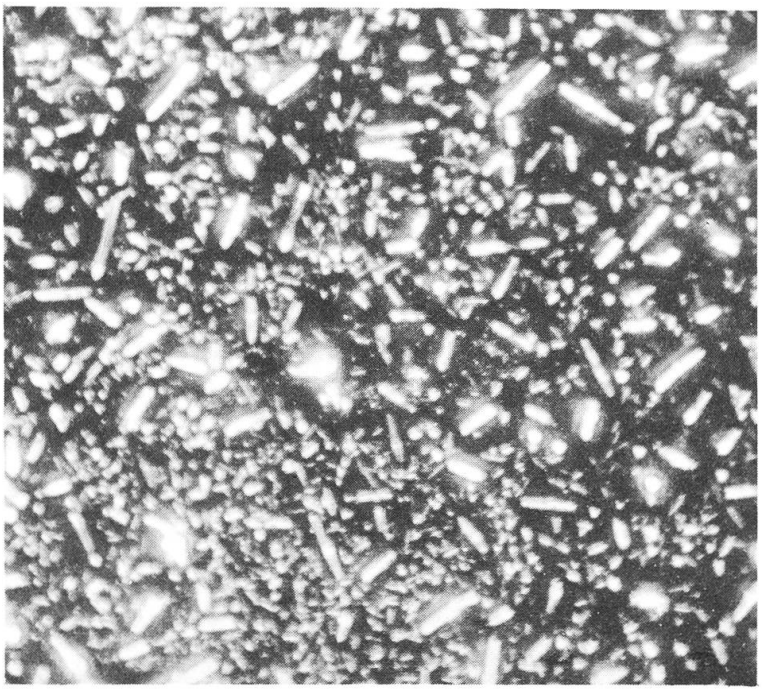


Abbildung 4 (positiv) - Kristallnadeln und mehrheitlich Zertrümmerungsprodukte; 13./14. September 1959.

überwiegenden meteoritischen Zertrümmerungsprodukten. Die Annahme liegt hier sehr nahe, dass dieser aussergewöhnliche Staubfall mit dem schon erwähnten Perseidenstrom im Zusammenhang steht, der 1960 ziemlich aktiv war. Eine Mischung beider Staubtypen, wie wir sie in verschiedenen Variationen immer wieder erhalten, zeigt uns Bild 3 vom 7./8. Juli 1961.

Die Fallzeit des kosmischen Staubes von seinem Eintritt in die Atmosphäre bis zur Erde ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Es kommen in Frage: die Höhe der stark abgeplatteten Atmosphäre von der Aequatorialzone bis zu den Polen; die Zentrifugalkraft in der rotierenden Atmosphäre; das Gewicht der Staubteilchen, Mikrometeoriten oder Zertrümmerungsprodukte; das elektrische Potential, wobei mit der Erde gleichnamig geladener Staub für längere Zeit abgestossen wird, bis er seine Energie verloren hat; die kosmischen Anziehungswirkungen der Sonne, des Mondes und der erdnächsten Planeten. Letztere stellen die ruhende Hochatmosphäre in die Gleichgewichtsebene der Ekliptik ein. In dieser Ebene bildet sich durch das kosmische Kraftfeld in der Atmosphäre eine Staubverdichtung, die uns als Zodiakallicht erscheint. Diese Schlüsse sind durch die Natur des Zodiakallichts reichlich belegt. Nach meinen Beobachtungen schätze ich unter meiner heimatlichen Breite die Fallzeit auf mehrere Tage bis zu drei Wochen. Bedeutend länger wird die Fallzeit unter dem Einfluss der kosmischen Attraktion in der Ekliptik- oder Zodiakallichtebene sein.

Das tägliche Gewicht der auf die Erde fallenden meteoritischen Masse wurde schon sehr verschieden, von 2000 bis zu 10 000 Tonnen geschätzt, wobei die Staubform das Hauptgewicht darstellt. Zu unserem Erstaunen nennt Fesenkov nur 8 Tonnen[3]. Demgegenüber wurde 1960 am Symposium für Astronomie in Kopenhagen, wo sich auch Geophysiker beteiligten, von F. Whipple, Direktor des Smithsonian-Observatoriums in Massachusetts, ebenfalls das hohe Gewicht von 10 000 Tonnen genannt. Er wurde dabei vom britischen Gelehrten Fr. Kaiser aus Sheffield im Hinblick auf seine Untersuchungen mit Radiowellen unterstützt. Interessante Ergebnisse brachte auch der künstliche Satellit «Pionier V». Seine Detektoren registrierten mit unerklärlichen Unterbrüchen pro Sekunde und Quadratmeter bis zu 1 500 Aufpralle von Kleinmeteoriten. Ob es sich nur um Mikrometeoriten handelt, ist nicht abgeklärt. Die Wahrscheinlichkeit ist aber gross, dass die kleinen und leichten Zertrümmerungsprodukte nicht registriert wurden. Die stossweisen Aufpralle können eine Erklärung durch die mit meiner Methode gefundenen Mikrometeoritenschauer finden.

Jeder Forschungszweig kann auch unvorhergesehene Resultate bringen. Die Grundform der Mikrometeoriten ist kugelförmig. Wir finden aber in Einzelfällen auch mehr ovale Formen. Mikrometeoriten werden schon in der äusseren Atmosphäre pufferartig aufgehalten und kommen mehrheitlich nicht mehr in Glühzustand. Das dürfte aber doch möglich werden, wenn die meteoritischen Kleinprojektile mehr senkrecht in den atmosphärischen Linsenaequator einschlagen. Dann ist eine Deformation in die Länge möglich. Zuweilen finden wir auch runde Konglomerate von Mikrometeoriten oder Zertrümmerungsprodukten, auch die ringartige Anordnung kommt vor. Vermutlich sammelt sich dieser Staub erst in der Troposphäre um Nebelteilchen. Verankerungen ungleich elektrisch geladener Teilchen sind ebenfalls möglich. Zuweilen fallen auch ganze Staubbomben, die auf dem Objektträger zerplatzen.

Wir weisen auch noch auf Kristalle hin, die uns immer wieder begegnen. Auf den magnetischen Objektträgern sind sie nadelförmig und halten ohne Wärmefilter die Temperatur der Bogenlampe weitgehend aus. Vollständig unempfindlich sind Mikrometeorite und Zertrümmerungsprodukte. Das Gegenteil besteht bei den Kristallen auf den nicht magnetischen horizontalen Objektträgern. Wir finden auf denselben neben nadelförmigen Kristallen auch keulenartige Formen, eisfächerartige Anordnungen, und mehr in Einzelfällen ganze Kristall-Rosetten. Ebenfalls seltener sind rechteckige oder trapezförmige Kristalle. Es dürfte sicher sein, dass sich diese Kristallformationen erst auf dem Objektträger gebildet haben. Fraglicher sind die Nadelkristalle auf den magnetischen Platten. Wir zeigen ein Beispiel auf Abbildung 4 vom 13./14. September 1959. Ich habe mich schon gefragt, ob bei den Atomexplosionen durch die gewaltige Hitze und Radioaktivität atmosphärische Bestandteile zertrümmert werden und in der freien Atmosphäre wieder kristallisieren. Wir kennen ja auch die Eis- und Schneekristalle. Meine Untersuchungen dieser Kristallisationen im Polarisationsmikroskop sind noch recht roh. Ich fand die Kristalle meistens fast isotrop. Es müssen wohl auch spektrographische und chemische Analysen gemacht werden. Ein fachmännisches Gutachten blieb noch unentschieden. Hier öffnet sich ein Forschungsgebiet, das zu einer Lebensaufgabe gemacht werden könnte. Strengere Untersuchungen über extraterrestrischen Staub sind seit 1947 namentlich auf dem Dunlap-Observatorium in Ontario gemacht worden. Eisen, Nickel, Magnesium und Silicium herrschten vor, was für die kosmische Herkunft spricht[4]. Wenn nach deutschen Untersuchungen der Nickelgehalt fehlte, so stammen jene Proben aus Städten oder Industriezentren[5]. Es werden dabei Eisenkugeln von 10 bis über 100 µ Durchmesser genannt, die ich, auch nur annähernd, noch nie gefunden habe.

Für unser Forschungsgebiet tritt die stoffliche Zusammensetzung des atmosphärischen Höhenstaubes in den Hintergrund. Die quantitative Seite ist für uns von grösserer Bedeutung. Wenn wir aber auf der Erde diese erstaunlichen kosmischen Staubniederschläge konstatieren, so folgt daraus der zwingende Schluss, dass unsere Hochatmosphäre ein stärker trübes Medium ist, als man bisher angenommen hat. Weil in unseren Breiten die Abnahme der Erdrotation in der Atmosphäre schon in 200 Kilometer Erdabstand beginnt, wofür das Zurückbleiben der Meteorwölklein hinter der Erdrotation und die Asymmetrien des Purpurlichtes sprechen, so darf mit Sicherheit angenommen werden, dass die Rotation in mehreren tausend Kilometern ganz aufhört. Die Erdsatelliten- und Raketenversuche haben ja über der Aequatorialzone eine Höhe von ca. 15 000 Kilometer ergeben. In diesem Falle stellt, wie früher schon erwähnt, die kosmische Attraktion (Sonne, Mond und die nächsten Planeten) den atmosphärischen Linsenaequator in die Gleichgewichtsebene der Ekliptik ein. In diesem Kraftfelde muss sich in der Atmosphäre eine Staubverdichtung bilden, und dort liegt die Zodiakallichtsphäre.

Auf die auffallenden Lichtschwankungen des Zodiakallichtes und des Gegenscheines haben wir früher wiederholt hingewiesen. Ich erklärte sie durch Schlagschatten von Wolken, die unter dem Horizonte liegen. Diese Möglichkeit bleibt bestehen. Aber es kommen wohl noch weitere Faktoren dazu. Das Zodiakallicht kann zuweilen Intensitäten erreichen, welche über das Normale hinaus gehen. Das hatte auch Professor Wolf auf dem Königsstuhl bei Heidelberg beobachtet. Er schrieb mir vom 14. Februar 1922: « Zodiakallicht störend hell ». Bei mir fehlen vom 14. Februar, vermutlich wegen Trübungen, entsprechende Aufnahmen. Aber am 13. Februar 1922 notierte ich in meinem bezüglichen Beobachtungsbuch das Zodiakallicht als sehr hell, und am 15. Februar als markant. Die Annahme liegt hier nahe, dass kosmische Staubeinbrüche in unsere Atmosphäre die Ursache waren. Ist es ein Zufall oder nicht, dass auch unsere Mikrometeoriten-Aufnahme vom 14. / 15. Februar 1961 in diesen Zeitraum fällt ?

Wir verzichten hier, auf die zahlreichen Eigenschaften des Zodiakallichtes und seiner engen Beziehungen zu den Dämmerungsvorgängen einzugehen. Sie bilden eine geschlossene Kette mit dem Nachweise, dass das Zodiakallicht ein Glied der meteorologischen Optik ist, und die Erforschung des atmosphärischen Höhenstaubes ist ein Zweiggebiet davon.

LITERATURVERZEICHNIS

1) F. SCHMID: Atmosphärisch-optische Zusammenhänge mit dem Perseidenstrom. «Orion» N° 41, 1953.
2) F. SCHMID: Zum Ausbleiben der Giacobiniden, 1953. «Orion» N° 43, 1954.
3) V.G. FESENCOV: Soviet IGY Studies on Zodiacal-Light. Washington 25 DC 1959.
4) W. FETT: Der atmosphärische Staub. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin 1958.
5) J. HOPPE und ZIMMERMANN: Zur Trennung interplanetarer Partikel vom Industriestaub. Die Sterne. 1954 Heft 3-4 und
EVA AHNERT †: Vorläufige Mitteilungen über den Versuch zum Nachweis vom meteoritischen Staub. Sonneberg Sternwarte. Vergl. auch Umschau N° 14 vom Juli 1959. Meteorstaub in der Stratosphäre, S. 442.

(Eingegangen im August 1961.)

INFLUENCE DE L'ECLIPSE DE SOLEIL DU 15 FEVRIER 1961 SUR LE TEMPS DE PROPAGATION DES ONDES LONGUES

par J. HERMINJARD, Observatoire de Neuchâtel

On utilise les ondes longues pour effectuer des comparaisons à longue distance des étalons atomiques de fréquence, parce que ces ondes sont réfléchies par la première couche ionisée de l'atmosphère terrestre qu'elles rencontrent, la couche D, et que cette couche présente une stabilité plus grande que les couches supérieures. Son altitude moyenne est de l'ordre de 80 km et sa variation d'altitude entre le jour et la nuit est de l'ordre de 15 à 20 km; l'ionisation étant principalement provoquée par le rayonnement ultraviolet émis par le soleil (on pourrait citer comme autres causes: l'influence ionisante des météores, l'influence des orages dans les régions tropicales et les