

Das Phänomen »Blaue Sonne«

Von WERNER JENNE,

Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Geodätisches Institut, Potsdam

(Manuscript received 9 March 1951)

Abstract

The phenomenon "Blue Sun" could be observed in Scotland September 26, 1950, in other parts of Europe, for instance in Sweden and Germany, on the following day. An attempt was made approximately to fix the probable geographical limits, inside of which the bluish colour of the sun could be seen. The investigation deals also with the explanation of the phenomenon from the point of view of theoretical physics.

Die tägliche Wetterkarte der Hauptwetterdienststelle Potsdam des Meteorologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik brachte am 29. September 1950 die folgende Mitteilung:

»Starke Lufttrübung. — Am Mittwoch¹ wurde im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik und auch im übrigen Deutschland eine starke Trübung des Himmels festgestellt, die örtlich so stark war, dass die Sonne im bläulichen Licht erschien und mit bloßem Auge betrachtet werden konnte. In Mecklenburg war die Trübung besonders eindrucksvoll. . . . Die Hauptwetterdienststelle Potsdam gibt dazu folgende Erklärung:

Seit mehreren Tagen wüten in Kanada ungeheure Waldbrände, deren dichter gelblicher Qualm etwa seit Sonntag² aus dem Ursprungsgebiet mit starken südwestlichen Winden in Richtung Grönland—Island und von dort mit nordwestlicher Strömung über den Nordatlantik auf Mitteleuropa zu geführt wurde. Die mittlere Windgeschwindigkeit

auf dem Wege von Kanada über Grönland nach Mitteleuropa betrug während der letzten Tage in 5 000 m Höhe bis zu 100 km/h, am Mittwoch auf dem nördlichen Atlantik und in Schottland in 9 000 m Höhe bis 200 km/h.

Auch in Potsdam konnte am Mittwochnachmittag die Trübung und ein fahles bläuliches Licht der Sonne und während der ersten Nachthälfte auch beim Mond festgestellt werden.»

Zufällig auf der Insel Rügen weilend konnte ich die Erscheinung selbst unter günstigen Bedingungen beobachten. Durch die Seltenheit des Ereignisses beeindruckt, versuchte ich, zur weiteren Aufklärung der mit dem Phänomen zusammenhängenden Umstände einiges beizutragen.

In dem Literaturverzeichnis findet man bereits fünf in deutschen wissenschaftlichen Zeitschriften erschienene Mitteilungen zu dem gleichen Thema angegeben. Da wohl nicht anzunehmen ist, dass diese Zeitschriften allen Lesern der Tellus ohne weiteres zugänglich sind, müssen einige Hauptpunkte der betreffenden Mitteilungen hier kurz erwähnt werden.

¹ = 27. Sept.

² = 24. Sept.

I. Die meteorologische Erklärung der ungewöhnlichen Lufttrübung

a) Verschiedene Beobachtungen deutscher Fachleute

Im Interesse derjenigen Leser, die die Erscheinung nicht selbst beobachten konnten, sei aus der Mitteilung von H. RUNGE (1951) eine der amtlichen Beobachtungen hier im Wortlaut wiedergegeben.

»Wetterdienststelle Schwerin. Beobachtungen der Trübung und Blaufärbung der Sonne am 27.9.1950. — Bei Sonnenaufgang (0607 MEZ) war der Himmel mit Stratus in 250 m bedeckt. Diese Schicht löste sich gegen 8 Uhr auf und es verblieb ein geschlossener Schleier, den man weder als dünnen AS noch als CS ansprechen konnte. Die Höhe war nicht genau zu schätzen, jedoch lag sie wahrscheinlich über 5 000 m. Optische Erscheinungen, wie Halo und Hof, wurden nicht beobachtet. Dieser Schleier bedeckte den Himmel den ganzen Tag über. Ausserdem war noch wechselnde Stratocumulus-Bewölkung in mehreren Höhen vorhanden. Die Sonne, die man durch diesen Schleier erkennen konnte, war stark getrübt und erschien als blaue Scheibe mit schwarzem Rand, ähnlich wie man sie, abgesehen von der Farbe, durch eine sehr dünne Hochnebeldecke beobachtet. Von 8.15 Uhr bis 9.30 war die Blaufärbung am stärksten. Die Sonne hatte während dieser Zeit etwa die Farbe des blauen Himmels. Zeitweise wies auch die nähere Umgebung der Sonne einen schwachen bläulichen bis violetten Schimmer auf. Die Sonnenstrahlen waren stark gedämpft. Sehr schwache Schattenwirkungen konnten nur zeitweilig beobachtet werden. Durch die Sonne bestrahlte Gegenstände bekamen ein hellblaues bis violettes Aussehen. Etwa um 9.30 Uhr, als die Blaufärbung schwächer wurde, konnte man eine deutliche gelbliche Färbung des Schleiers und der darunter liegenden Stratocumulus-Bewölkung in halber Sonnenhöhe erkennen. Nach 9.30 Uhr liess sowohl die Trübung als auch die Blaufärbung der Sonne nach. Sie wurde zeitweise so hell, dass man nicht mehr mit blossen Auge hineinsehen konnte und hatte einen leicht bläulichen Schimmer, wie etwa eine Quarzlampe.

Am Nachmittag verdichtete sich der Schleier. Manchmal konnte man deutlich die an der Sonnenscheibe vorbeiziehende Schicht beob-

achten. Bei einer Sonnenhöhe von 15° war die Absorption der Lichtstrahlen bereits so stark, dass die Sonne wenig später im Schleier verschwand. Gegen 19.30 Uhr tauchte der Mond in etwa 15° Höhe aus dem Schleier auf. Er war ebenfalls leicht getrübt und hatte einen bläulichen bis violetten Schimmer. Mit zunehmender Mondhöhe ging das bläulich-violette Mondlicht in ein Weissblau über. Der Schleier wurde allmählich dünner und der Mond hatte wieder fast normales Aussehen . . .»

W. GELBKE, Greifswald, konnte von der »Blauen Sonne« einige Farbaufnahmen machen, von denen eine in der Zeitschrift für Meteorologie reproduziert wurde (1951). Diese Aufnahme wurde unter Vorschaltung eines Zeiss-Glases mit einer Kleinbildkamera gemacht.

Im Observatorium Gotha (Thüringen) wurde durch die laufend angestellten Strahlungs- und Polarisationsmessungen mit einem Linke-Feussner-Panzeraktinometer ebenfalls eine anomale Trübung der Atmosphäre festgestellt. Hierüber erschien ein Bericht von G. DIETZE (1951).

P. WELLMANN (1951) hat auf der Sternwarte Hamburg-Bergedorf das Phänomen spektral-photographisch untersucht. Auf diese und die Gothaer Messungen wird speziell bei den Bemerkungen zur physikalischen Erklärung des Phänomens zurückzukommen sein.

b) Herkunft, Weg und Verbreitung der lufttrübenden Partikel

In der eingangs wiedergegebenen Mitteilung der Hauptwetterdienststelle Potsdam wurden bereits grosse Waldbrände in Kanada zur Erklärung der Erscheinung herangezogen; die erzeugte Rauchdecke hatte nach H. RUNGE bereits nahe am Entstehungsort eine Breite von rund 300 km. Es schien mir nicht uninteressant, über diese riesigen Waldbrände näheres in Erfahrung zu bringen; zumal da die Londoner Zeitung »The Daily Telegraph« am 28. Sept. 1950 u. a. die Bemerkung brachte: »British meteorologists believe these phenomena may have been caused by particles in the air originating from a volcanic eruption of a forest fire.«

Ein Einblick in kanadische Zeitungen zeigte einen anderen Entstehungsgrund der Waldbrände. Die in Montreal erscheinende Zeitung »The Gazette« gab am 28. Sept. 1950 eine

Korrespondentenmeldung wieder, aus der ich nachstehend einige Sätze citiere:

»Edmonton, Sept. 27. 1950. — (CP) — Snow and drought-ending rain today put the last smothering blanket over a giant chain of forest fires in the Canadian Northwest which had attracted the attention of much of the continent.

Several inches of snow has fallen along the southern end of the Alaska Highway in north-eastern British-Columbia and a steady drizzle has dampened tinder-dry northern Alberta in the last 24 hours.

Only a few days ago, these regions were in the grip of some 100 forest fires. They stretched from the Saskatchewan border across northern Alberta and 300 miles north along the Alaska Highway . . .

An 18-day drought ending Monday,¹ during which a fall heat wave sent northern Alberta temperatures soaring into the eighties² for 10 days, gave the fire chain its start Sept. 17 . . .

Terrific heat waves generated by these fires tossed airplanes around in the air as if they were toys . . . On one flight . . . a shifting cargo of coffins injured 25 persons aboard an American transport.

But late today all of Alberta was reported clear of forest fire smoke.»

Während ausgedehnte Waldbrände in Kanadas Wäldern im Frühjahr und Frühsommer häufig aufzutreten pflegen, wurde demnach der Ausbruch der riesigen Herbstbrände des Jahres 1950 offenbar durch eine für den September dort ungewöhnliche Dürre- und Hitzeperiode begünstigt.

Noch in etwa 3 000 km Entfernung vom Brandherd waren die Rauchschwaden örtlich so dicht, dass eine nachtähnliche Verfinsterung eintrat. Hören wir hierzu einige Sätze aus der amerikanischen Zeitschrift »Life«, Ausgabe vom 9. Okt. 1950.

»Last week in Ashtabula³, Ohio . . . the sky suffused with a weird yellow light . . . Smoke blown from huge forest fires raging in Alberta and the District of Mackenzie had spread an enormous sun-stifling pall over the U. S. from Chicago to Philadelphia. In different localities the sky glowed with strange copper, pink and blue tones. In this unreal darkness at

noon, birds retired for the night and airport beacons were lighted . . .»

Aufgrund der absoluten Topographien der 500 mb-Fläche zeigte H. RUNGE den Weg der »Rauchspitze« vom 24.—27.9.1950. Aus einer flüchtigen Durchsicht von Pressemeldungen ergaben sich hierzu noch folgende Ergänzungen.

»The Gazette«, Montreal, 27.9.50. »The smoke reached Newfoundland Monday night and was reported over Bermuda later.«

Le Monde, Paris, 29.9.50. »Dans la journée de mardi¹ le soleil est apparu d'une couleur bleu saphir en Écosse. Et le même phénomène a été observé hier mercredi au Danemark dans la matinée, puis à Lyon, à Toulouse et jusqu'à Porto au cours de l'après-midi.«

Expressen, Stockholm, 27.9.50 — Deutsche Übersetzung² — »Als heute morgen die Sonne hervorbrach aus dem regenschweren Himmel, war sie von Schönen bis hinauf nach Härjedal kobaltblau!«

Die mittlere geographische Breite der schwedischen Landschaft Härjedal, des südlichen Teils des Läns Jämtland, ist etwa 62° Nord, diejenige von Porto, einer bekannten Hafenstadt Portugals, 41° Nord. Die ursprünglich etwa 300 km breite Rauchdecke hatte sich demnach bei ihrem Eintreffen in Europa bis zu einer Nordsüderstreckung von rund 2 500 km ausgebreitet; angesichts des zurückgelegten Weges von etwa 15 000 km erscheint dies durchaus plausibel.

Aufgrund der in H. RUNGES Mitteilung reproduzierten absoluten Topographien und der obigen Pressemeldungen wurde versucht, in Abb. 1 einen Überblick über die Ausbreitung und den Weg der Rauchdecke bis zu ihrem Eintreffen auf dem europäischen Festland zu geben. Wie gesagt, nur einen Überblick; Exaktheit oder Vollständigkeit konnte natürlich mit dieser Darstellung nicht angestrebt werden.

Durch die Blaufärbung der Sonne hervorgerufene Verkehrsstockungen meldeten die Zeitungen z. B. aus Hälsingborg (Schweden) und Basel (Schweiz). Offenbar interessierten sich die Verkehrsteilnehmer für die Farbänderung der Sonnenscheibe mehr als für den

¹ = 25. Sept.

² 80 Grad Fahrenheit = rund 27 Grad Celsius.

³ Die Stadt Ashtabula liegt am Südufer des Erie-Sees.

¹ = 26. Sept.

² Der schwedische Originaltext lautet: »När solen i morse bröt fram ur regntunga skyar från Skåne upp till Härjedalen var den koboltblå!«

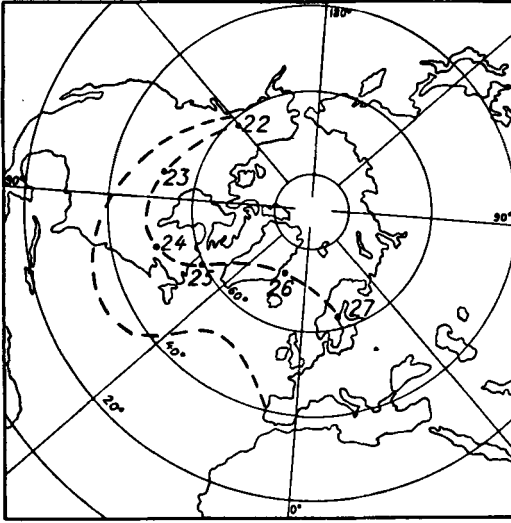


Abbildung 1. Weg der Rauchdecke vom 22.—27. Sept. 1950 jeweils 03 Uhr Weltzeit.

Farbwechsel der Verkehrsampeln, sodass an den Strassenkreuzungen Verkehrsstockungen leicht eintreten konnten.

II. Zur physikalischen Erklärung des Phänomens

Nach dem obigen kann es wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die Waldbrände im Nordwesten Kanadas die Ursache für das weit verbreitete Auftreten der Erscheinung in Europa waren. Im folgenden soll jedoch zunächst die Frage, in welcher Höhe sich die lufttrübenden Partikel über Europa befanden, einer eingehenderen Prüfung unterzogen werden.

Überwiegend wird berichtet, dass es sich eigentlich um mindestens zwei auffällige Phänomene handelte, die keineswegs in allen Fällen zusammen in Erscheinung traten. Erstens war die Sonne blauverfärbt; dies war die ungewöhnlichste und daher als besonders auffallend vielfach an erster Stelle hervorgehobene Erscheinung; zweitens konnte man in vielen Gegenden Europas die so verfärbte Sonnenscheibe trotz ziemlich hohen Sonnenstandes stundenlang ohne jede Blendung mit bloßem Auge betrachten. Und als die Trübung nachgelassen hatte, erschien das Sonnenlicht in manchen Gegenden weiterhin merklich gedämpft und hatte einen bläulichen Schim-

mer,¹ »wie etwa eine Quarzlampe«, ein nach meinen eigenen Wahrnehmungen sehr treffend gewählter Vergleich. In den Nächten kurz vor und kurz nach dem 27. Sept. 1950 erschien vielfach in Europa der volle oder nahezu volle Mond ebenfalls bläulich gefärbt. Stellenweise gab es noch bis zu acht Tagen später Verfärbungen. So schreibt z. B. P. WELLMANN (1951) in dem Bericht über seine Beobachtungen in Hamburg-Bergedorf, wo das Phänomen am frühen Vormittag des 27.9.1950 am besten zu sehen war:

»Der anomalen Extinktion wurde im Laufe des Sept. 27 durch dichtere tiefe Bewölkung ihre Auffälligkeit genommen, sie blieb aber bis in den Anfang der Nacht hinein erhalten und äusserte sich in einer deutlichen Verfärbung des Mondes und der hellen Sterne, bis die trübende Schicht abzog. In viel geringerem Masse wiederholte sich die Erscheinung noch gelegentlich und wurde zuletzt am Abend des Okt. 5 gesehen . . .»

Die Erwähnung der Verfärbung der hellen Sterne, wobei eine Kontrastwirkung kaum in Frage kommen kann, spricht wohl stark gegen den nach W. GELBKE (1951) bei einem Greifswalder Kolloquium gemachten Versuch, die Blaufärbung rein physiologisch zu erklären.

Also, wie erwähnt, zwei ziemlich verschiedenartige Phänomene, einerseits Blaufärbung von Sonne und Mond, andererseits stundenlange blendungsfreie Beobachtungsmöglichkeit der Sonne. Zwei Wirkungen, vielleicht auch zwei Ursachen? Eine Meldung des »Daily Telegraph« in seiner Ausgabe vom 27. Sept. 1950 scheint diese Vermutung zu bestätigen:

»Glasgow, Dienstag². — Allover Scotland for more than an hour this afternoon people saw a 'blue' sun. To-nights full moon looked sky-blue in colour. — The sun could be gazed at without dazzling the eyes. The blue hue changed constantly, as though smoke were drifting across the sun . . . The meteorological station at Renfrew, near here, later learned that an airplane had reported finding a thin layer of dust and sand at 43 000 ft³ over the east of Scotland. At 20 000 to 30 000 ft it found a layer of ice particles in the thin cirrus

¹ Vgl. den eingangs wiedergegebenen Beobachtungsbericht aus Schwerin in Mecklenburg.

² = 26. Sept.

³ 1 foot (englischer Fuss) = 0,305 m.

cloud formation. — Experts believed that the two layers combined had the effect of filtering out the other colours in the sun's rays. The blue was left predominant. — One expert said the dust cloud was almost certainly part of a great American sandstorm of a few days ago. — The phenomenon is rare. It has been observed during dust storm conditions in Egypt . . . »

Nach dem Bericht des Piloten waren also über Schottland mindestens zwei lufttrübende Schichten vorhanden, eine relativ mächtige Schicht in der Troposphäre, zwischen 6 und 9 km Höhe,¹ eine dünne Schicht in der Stratosphäre, in etwa 13 km Höhe. Die Troposphären-Schicht bestand nach Angabe des Piloten aus »ice particles in the thin cirrus cloud formation«. Nun sind Cirruswolken bekanntlich immer Eiswolken; der Pilot wollte also damit vielleicht sagen, dass es sich um eine Ansammlung von Eispartikeln in auffallend starker Verdichtung handelte. Die bei den kanadischen Waldbränden entstandenen und durch die aufsteigenden Warmluftströme in grosse Höhe emporgerissenen Verbrennungsprodukte könnten bei der Bildung dieser Eispartikel als Sublimationskerne gewirkt haben. Dass nach den Beobachtungsberichten aus Schwerin, Hamburg-Bergedorf und Gotha keine sonst häufig mit Eiswolken verknüpften optischen Erscheinungen, wie z. B. Halos und Höfe, beobachtet wurden, spricht gegen diese Auslegung der Pilotangaben, ohne sie wohl gänzlich auszuschliessen.

Dagegen sagt der Pilot von der oberen, dünnen Schicht in 13 km Höhe, sie habe aus Staub und Sand — »dust and sand« — bestanden. Es erscheint daher möglich, dass diese in der Stratosphäre schwebende Schicht nicht von den erwähnten Waldbränden herrührte, sondern vielleicht von Vulkanausbrüchen oder Sandstürmen. Hierfür spricht u. a. die Mitteilung eines in Saporoshje, Ukraine, beheimateten Korrespondenten der Antwerpener Astronomischen Gesellschaft, M. V. TSHERNOV, wonach in Saporoshje bereits am 19. und 20. Juli 1950, also wochenlang vor dem Ausbruch der Waldbrände in Kanada, eine bläuliche Färbung des Mondes festzustellen war. Tshernov schrieb u. a.: »Les 19 et 20 juillet, par exemple, j'ai observé pour la première fois dans ma vie une

teinte bleuâtre à la Lune et les 23 août et 22 septembre une teinte verdâtre. Il est probable qu'il faut voir dans ce curieux phénomène l'effet des dernières éruptions volcaniques importantes (Hécla, Paricutin 1943, Iles Hawaï 1949, Japon 1950). D'autre part, j'ai remarqué que la lumière cendrée de la Lune a été plus faible que d'habitude.« Ferner hat, wie bereits erwähnt, P. WELLMANN Verfärbungen der Sonne und der hellen Sterne noch bis zum 5. Okt. 1950 beobachtet, wo die untere Schicht kaum noch vorhanden gewesen sein dürfte. Es erscheint daher möglich, als Ursache der Blaufärbung in der Hauptsache die obere Schicht anzusehen, während die untere Schicht vor allem bewirkte, dass man die Blaufärbung der Sonne stundenlang ohne Blendung beobachten konnte.

Diese Annahme findet nach meiner Ansicht eine weitere Stütze in der theoretisch-physikalischen Erörterung, die P. WELLMANN der Mitteilung seiner spektralphotographischen Beobachtungsergebnisse angefügt hat. Er nahm am 27. Sept. 1950 mit dem Zweiprismen-Spektrographen des 1 m-Spiegels der Sternwarte Hamburg-Bergedorf Sonnenspektren auf und verglich sie mit normalen Spektren vom 10. Okt. 1950, wobei speziell der Spektralbereich $\lambda\lambda$ 3 800—4 700 Å untersucht wurde. Die Ergebnisse dieser Untersuchung betrachtet er im Lichte der bekannten Theorie von MIE und DEBYE für kugelförmige dielektrische Teilchen; es zeigte sich, dass in dem untersuchten Spektralbereich der Extinktionskoeffizient der Wellenlänge proportional war. Die Teilchenradien a , für die dies möglich ist, liegen aber nach Untersuchungsergebnissen von STRATTON und HOUGHTON, sowie von GREENSTEIN nur in einem sehr engen Bereich. Es könnte also nur dann Blaufärbung eintreten, wenn die trübende Schicht aus Teilchen nahezu gleicher Grösse besteht. P. WELLMANN bemerkt dazu: »Gleichzeitig wird damit plausibel, warum diese Art von Trübung nur so aussergewöhnlich selten auftritt.« Die geforderte Homogenität der störenden Schicht spricht wohl auch dafür, dass in der Hauptsache die obere Schicht die Blaufärbung bewirkte; denn in der Stratosphäre mit ihren gleichmässigen Strömungsverhältnissen ist Homogenität der störenden Schicht leichter vorstellbar als in der wesentlich unruhigeren Troposphäre.

Unter der Annahme eines Brechungsindex

¹ Mit den sonstigen Annahmen über die Höhe der Partikel stimmt dies einigermaßen überein.

von $\frac{4}{3}$ (Wasser 1,33; Eis 1,31) erhält P. WELLMANN für das Verhältnis des Teilchenradius a zur Wellenlänge $\lambda = 4300 \text{ \AA}$ (mittlere Wellenlänge des untersuchten Bereichs) die Ab-

schätzung $\frac{a}{\lambda} = 1,24$.

Diesen Überlegungen liegt die Annahme kugelförmiger Teilchen zugrunde; sie führt für Teilchen, deren Radius klein ist gegen die Wellenlänge ($\frac{2\pi a}{\lambda} < 1$), bekanntlich zum

RAILEIGH'schen Gesetz, nach welchem der Extinktionskoeffizient umgekehrt proportional ist zur vierten Potenz der Wellenlänge. C. SCHAEFER und H. STALLWITZ zeigten (1916), dass für zylindrische Teilchen ein ähnliches Gesetz gilt, bei dem die dritte Potenz von λ im Nenner steht. Ob auch in diesem Falle, entsprechend den erwähnten Untersuchungen von STRATTON und HOUGHTON, Arbeiten vorliegen, die die gänzlich abweichende Abhängigkeit des Extinktionskoeffizienten von der Wellenlänge bei Vorhandensein grösserer Teilchen zeigen ($\frac{2\pi \varrho}{\lambda} > 1$, ϱ = Zylinder-radius), ist mir nicht bekannt.

Nach G. DIETZE dehnte sich bei den erwähnten Gothaer Messungen die verstärkte Extinktion im langwelligen Bereich des sichtbaren Spektrums nicht wesentlich auf das infrarote Spektralgebiet aus; er schliesst hieraus, ähnlich

wie P. WELLMANN aus seinen spektralphotographischen Untersuchungen, auf Teilchen etwa von der Grösse der Lichtwellenlänge.

Zusatz bei der Korrektur

In einer mir erst nachträglich bekannt gewordenen Abhandlung, erschienen in *Experientia*, Verlag Birkhäuser, Basel, Bd. VI/12. 1950, S. 457 unter dem Titel »Beitrag zum Phänomen der Blauen Sonne« benutzt W. SCHÜEPP Beobachtungen, die er am Physikalisch-Meteorologischen Observatorium Davos angestellt hat, zur Führung des Nachweises, dass Rauchpartikel, Vulkanstaub, Wüstenstaub und Perlmutterwolken als Ursache der Blaufärbung der Sonne nicht in Frage kämen. Hierzu sei mir folgende Bemerkung gestattet. Es erscheint mir schwierig, den Umstand, dass die Sonne in grossen Teilen Europas stundenlang ohne Blendung betrachtet werden konnte, anders als durch die Kanadischen Waldbrände zu erklären; die Existenz einer dünnen störenden Schicht in der Stratosphäre wäre leichter auf andere Ursachen zurückzuführen.

Erwähnt sei noch W. SCHÜEPP's Mitteilung, dass eine Gruppe französischer Forscher die am 27. Sept. 1950 auf dem Jungfraujoch Sonnenbeobachtungen durchführten, nichts Abnormales festgestellt hat. Die störende Schicht wies also offenbar grössere Lücken auf.

Potsdam den 10. 8. 1951.

LITERATUR

- DIETZE, G., 1951: Die anomale Trübung der Atmosphäre September/Oktober 1950. *Ztschr. f. Meteorol.* 5. (z. Zt. im Druck.)
- GELBKE, W., 1951: Bemerkungen zum Phänomen der blauen Sonne. *Ztschr. f. Meteorol.* 5. (z. Zt. im Druck.)
- JENNE, W., 1951: Beiträge zur Beobachtung und Erklärung des Phänomens »Blaue Sonne«. *Ztschr. f. Meteorol.* 5. (z. Zt. im Druck.)
- RUNGE, H., 1951: Blaue Sonne — blauer Mond. *Ztschr. f. Meteorol.* 5, 60.
- SCHAEFER, C. und STALLWITZ, H., 1916: Ein zweidimensionales Dispersionsproblem. *Ann. d. Physik* 50, 199.
- SOCIÉTÉ D'ASTRONOMIE D'ANVERS, 1950: La Lune bleue. *Gazette astronomique, Bull. de la Soc.*, Nos. 371—372, p. 103.
- WELLMANN, P., 1951: Die Blaufärbung der Sonne am 27. Sept. 1950. *Ztschr. f. Astrophys.* (z. Zt. im Druck.)