

Die Sonnenfinsternis-Expedition 1952 der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Von M. WALDMEIER¹, Zürich

Redaktionelle Vorbemerkung: Der nachfolgende Beitrag ist ausnahmsweise kein Übersichtsreferat im üblichen Sinn, sondern ein ausführlicher Expeditionsbericht. Wir freuen uns indessen, ihn aus Gründen internationaler Vergleichsmöglichkeiten an dieser Stelle zu veröffentlichen, weil die meisten Staaten entsprechende Expeditionen ausgerüstet haben.

Vorgeschichte

Nachdem die im Sudan am 25. Februar 1952 stattgefundene totale Sonnenfinsternis der Vergangenheit angehört und, bedingt durch das ausgezeichnete Beobachtungswetter am Finsternistag, unsere Expedition erfolgreich verlaufen ist, soll hier ein erster Bericht über dieses Unternehmen gegeben werden, wobei sich derselbe naturgemäss auf das Ziel, das Programm, die Vorbereitungen und die Durchführung der Expedition beschränken muss, während die wissenschaftlichen Resultate aus dem sehr umfangreichen photographischen Material, dessen Bearbeitung eben erst anläuft, noch geraume Zeit werden auf sich warten lassen.

Die Eidg. Sternwarte in Zürich ist seit einem ganzen Jahrhundert, nämlich seit ihrer Gründung, auf Sonnenforschung eingestellt. Unter allen Observatorien besitzt sie auf diesem Gebiet die älteste Tradition, weshalb sie schon vor Jahrzehnten zur internationalen Zentralstelle für Sonnenforschung geworden ist. Neben der traditionellen wurde auch die moderne Forschung gepflegt; standen anfänglich die Sonnenflecken im Brennpunkt des Interesses, so waren es später die Fackeln, Protuberanzen, die chromosphärischen Erscheinungen und schliesslich seit 1938 die Sonnenkorona. Bei dieser Forschungsrichtung war vom Verfasser schon frühzeitig die Ausrüstung einer Expedition zur Beobachtung einer totalen Sonnenfinsternis, deren Hauptobjekt nach wie vor die Sonnenkorona ist, ins Auge gefasst worden, so 1936 (Russland), 1940 (Südafrika), 1941 (Russland), 1945 (Nordschweden) und 1948 (Brasilien). Interne Schwierigkeiten oder kriegsrische Verwicklungen haben keines dieser Projekte zur Ausführung kommen lassen. Dadurch wurde die Entsendung einer Sonnenfinsternis-Expedition immer dringlicher, besonders nachdem die vom Verfasser 1938 begonnenen Koronabeobachtungen ohne Finsternis, für welche die Eidg. Sternwarte auf dem Tschuggen

bei Arosa (2050 m) eine Höhenstation erbaut hatte, sich über einen ganzen elfjährigen Zyklus erstreckten. Diese Untersuchungen, welche gegenwärtig in Form eines mehrbändigen Werkes publiziert werden, liessen im physikalischen Bild der Korona noch zahlreiche Lücken erkennen, welche nur durch Beobachtungen bei einer totalen Sonnenfinsternis geschlossen werden können. Deshalb hat der Verfasser bereits 1949 die ersten Schritte unternommen für die Beobachtung der Sonnenfinsternis vom 25. Februar 1952, deren Totalitätszone sich vom Atlantischen Ozean durch Französisch-Äquatorialafrika, den nördlichsten Teil Belgisch-Kongos und den Sudan zog, über Port Sudan, die Arabische Wüste und den Persischen Golf hinweglief und schliesslich sich über das persische Hochland nach der kirgisischen Steppe erstreckte.

Organisation

Zur Beschaffung der Expeditionsgelder wandte sich der Verfasser an die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft (SNG), deren Zentralpräsident, Prof. Dr. A. VON MURALT, bereit war, die Expedition zu einer Angelegenheit der Gesellschaft zu machen. Im Juni 1950 bewilligte der Senat der SNG auf Grund des vom Verfasser eingereichten Exposés, welches über Ziel und Dauer der Reise, über Personalbestand, das wissenschaftliche Programm, das mitzuführende Instrumentarium und das Budget orientierte, den nachgesuchten Betrag aus dem Zentralfond. Zugleich wurde dem Unternehmen die im Titel enthaltene Bezeichnung gegeben. Für die Durchführung selbst einer kleinen Expedition stand der Eidg. Sternwarte nicht das notwendige Personal zur Verfügung, da weder der Unterrichtsbetrieb an den beiden Zürcher Hochschulen noch die laufenden Sonnenbeobachtungen während der Expedition eine Unterbrechung erfahren durften. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, die Expedition auch in personeller Hinsicht zu einer schweizerischen zu machen. Den Einladungen an die Universitätssternwarten von Basel, Genf, Bern und Neuenburg folgten die beiden letzteren, so dass die Expedition schliesslich aus den folgenden Teilnehmern bestand: Prof. Dr. E. GUYOT (Neuchâtel), Prof. Dr. M. SCHÜRER (Bern), W. SCHÄERER (Bern), Sekundarlehrer W. STUDER (Solothurn), Dr.

¹ Eidg. Sternwarte, Zürich.

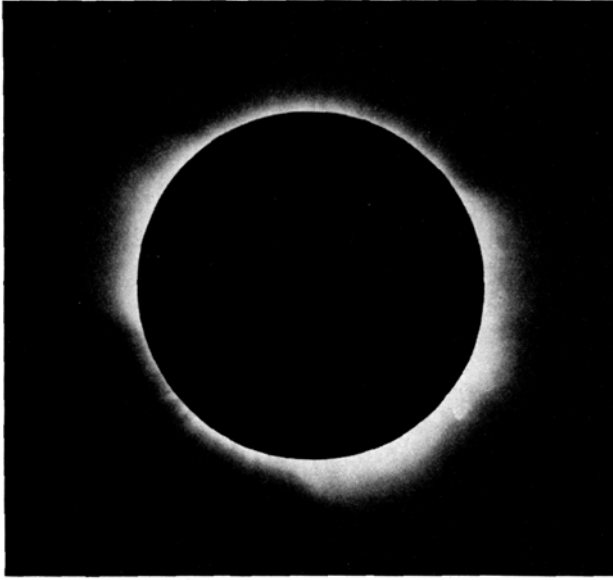


Abb. 1. Die innerste Sonnenkorona.

E. LEUTENEGGER (Frauenfeld), W. BÄR (Mechaniker der Eidg. Sternwarte), Frau Dr. A. WALDMEIER (Zürich) und dem Verfasser.

Da die Beobachtung einer totalen Sonnenfinsternis Spezialinstrumente (Heliostaten, Kameras mit sonst in der Astrographie nicht üblichen Brennweiten und Lichtstärken) erfordert, musste für deren Beschaffung ein fast ebenso hoher Betrag aufgewendet werden wie für die eigentlichen Expeditionskosten. Es war deshalb erwünscht, den finanziellen Rahmen des Unternehmens weiter zu spannen, was möglich geworden ist, einerseits durch die uns durch Prof. Dr. E. RÜBEL, Alt-Zentralpräsident der SNG, vermittelte Spende der Dr.-Hermann-Stoll-Stiftung, andererseits durch einen Aufruf von Prof. Dr. A. VON MURALT an die Kantonsregierungen, welchem diejenigen von Zürich, Bern, Luzern, Uri, Solothurn, Basel-Stadt, Baselland, Schaffhausen, Aargau, Thurgau und Neuenburg nachgekommen sind. Nicht unbedeutend waren schliesslich auch die Beiträge von privaten Firmen und Gesellschaften.

Die Wahl des Beobachtungsortes

Ist die verantwortungsvollste Entscheidung des Expeditionsleiters. Massgebend sind verkehrstechnische Erwägungen, Unterkunfts- und Verpflegungsmöglichkeiten und die klimatischen Verhältnisse, wobei den Witterungsbedingungen die weitaus grösste Bedeutung zukommt, hängt doch Erfolg oder Misserfolg davon ab, ob der Himmel in der Umgebung der Sonne während den 186 s der Totalität klar ist oder bewölkt. Das Studium der Witterungsbedingungen in den verschiedenen, von der Totalitätszone berührten Gebieten zeigte in eindeutiger Weise, dass der Sudan die weitaus günstigsten Bedingungen versprach. In diesem Gebiet liegen in oder nahe bei der Totalitätszone die Städte

El Obeid, Khartoum und Port Sudan. Die Küstengebiete am Roten Meer wie auch die Gebirge landeinwärts weisen aber beträchtlich stärkere Bewölkung auf als das Innere des Landes. Der Entscheid fiel schliesslich auf Khartoum, während auf El Obeid, das nicht nur höher (565 m) liegt als Khartoum (376 m) und etwas geringere Bewölkung aufweist, verzichtet werden musste, weil die Wasserversorgung, die heute einwandfrei ist, zur Zeit unserer Entscheidung einen Aufenthalt in dieser Stadt nicht empfehlenswert erscheinen liess. Den Verzicht auf El Obeid habe ich erst ganz verschmerzen können, als bekannt geworden ist, dass dort am Finsternistag der Himmel mit dichten Zirren überzogen war, so dass Aufnahmen von guter Qualität wohl kaum zu erhalten gewesen wären.

Die Witterungsaussichten für Khartoum waren sehr günstig. Die Tatsache, dass der Februar absolut niederschlagsfrei ist, hat die Expedition erheblich vereinfacht, indem auf jeglichen Regenschutz der Instrumente verzichtet werden konnte. Das langjährige mittlere Temperaturminimum für Februar ist 16° , das Maximum 34° , die absoluten Extreme 7° bzw. 43° . Während unseres Aufenthaltes in Khartoum ging das Thermometer nie unter 12° und erreichte an zwei Tagen 43° . Die Bewölkung beträgt im Mittel 1–2/10 und besteht fast immer nur aus dünnen, seltener aus dichten Zirren, und nur einmal haben wir Altokumulusbewölkung beobachtet. Der Wind kommt anhaltend aus Sektor N mit einer Geschwindigkeit von etwa 12 km/h. Wenn auch mit Zirrenbewölkung am Finsternistag gerechnet werden musste, die zwar wohl die Qualität der Beobachtungen hätte herabsetzen, nicht aber den Erfolg gänzlich hätte vereiteln können, so waren wir doch mehr besorgt wegen der Sandstürme (Haboobs), welche bereits im Februar gelegentlich auftreten. Diese Befürchtungen waren um so eher berech-

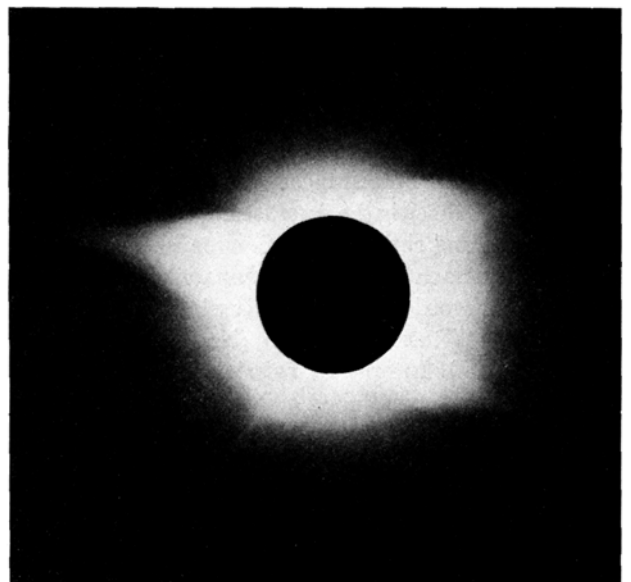


Abb. 2. Die äussere Sonnenkorona.

tigt, als die Jahreszeit schon stark fortgeschritten war, indem in diesem Jahr bereits im Februar Temperaturen herrschten, wie sie sonst erst im März aufzutreten pflegen.

Für Khartoum sprachen auch die günstigen Verkehrs- und Unterkunftsverhältnisse sowie der Umstand, dass die Finsternis kurz vor Mittag bei einer Sonnenhöhe von 62° stattfand.

Das Arbeitsprogramm

hat sich in seiner Zielsetzung wesentlich unterschieden von der Arbeitsweise früherer Expeditionen, bei welchen jeweils ein oder mehrere voneinander isolierte Teilprobleme der Korona untersucht wurden. So besaßen wir bisher zum Beispiel eine gute Photometrie der Korona von der einen Finsternis, eine gute polarimetrische Untersuchung von einer anderen Finsternis usw. Der Versuch, derartige Einzelergebnisse zu einem physikalischen Bild der Korona zu vereinigen, was ja das erste Ziel der Koronaforschung ist, führt stets zu grossen Widersprüchen, weil der physikalische Zustand der Korona sich sehr stark verändert mit der Zeit, mit der heliographischen Breite und mit dem Abstand vom Sonnenrand. Vernünftigerweise dürfen somit nur Ergebnisse miteinander verknüpft werden, welche bei derselben Finsternis und an derselben Stelle der Korona erhalten worden sind. Da ein solches Beobachtungsmaterial bisher gefehlt hat, aber für einen weiteren Fortschritt unentbehrlich ist, haben wir alle Untersuchungen, welche zur Erfassung des physikalischen Zustandes der Korona (Druck, Dichte, Temperatur) – und zwar soweit als möglich in allen Punkten derselben – nötig sind, in unser Programm aufgenommen. Keine unserer photometrischen, polarimetrischen oder spektrographischen Einzeluntersuchungen ist deshalb prinzipiell neu, hingegen glauben wir, dass

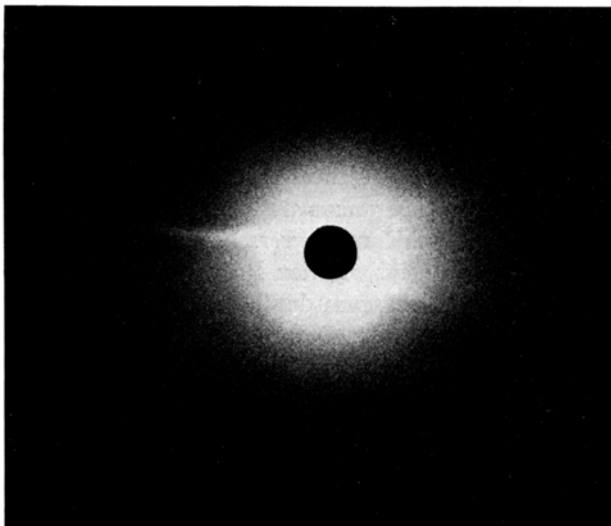


Abb. 3. Die äusserste Korona.

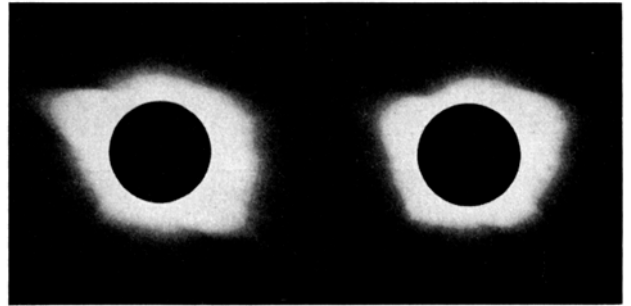


Abb. 4. Polarisationsaufnahmen. Links: Polarisationsrichtung von links oben nach rechts unten; rechts: von links unten nach rechts oben. Die Sonnenachse steht vertikal.

die in methodischer Hinsicht von uns beschrittenen neuen Wege auch in Zukunft benutzt werden.

Die Analyse der Korona sollte nach folgendem Plan vorgenommen werden:

1. Relative Photometrie der Korona; das heisst, es soll an Hand photographischer Aufnahmen die Intensität des Koronalichtes an jedem Punkt ermittelt werden (Isophotenbild), wobei die Intensitäten ausgedrückt werden in der gleich 1 gesetzten Intensität irgendeiner, zum Beispiel der hellsten Stelle. Um für die Photometrierung und die theoretische Bearbeitung saubere Bedingungen zu haben, wurde durch Kombination der Agfa-Isochrom-Emulsion mit einem Schottfilter GG 11 aus dem ganzen Spektrum ein relativ schmaler Streifen im photovisuellen Gebiet (5200 \AA) ausgesondert.

2. Absolutanschluss. Zur Gewinnung der für die theoretische Interpretation notwendigen absoluten Intensitäten wurden, wieder im photovisuellen Bereich mit gleicher Expositionszeit auf demselben Film, Aufnahmen sowohl der unverfinsterten Sonne als auch der Korona erhalten.

3. Das Koronalicht besteht nach unserer heutigen Kenntnis aus drei Komponenten: *E*-Komponente, Eigenlicht der Koronalinie in Form von Emissionslinien; *K*-Komponente, an den freien Elektronen der Korona gestreutes Photosphärenlicht; *F*-Komponente, an kosmischen Staubpartikeln gebeugtes photosphärisches Licht. Da die Komponente *K* sehr stark radial polarisiert ist, *E* und *F* dagegen praktisch nicht, lassen sich durch sorgfältige Bestimmung des Polarisationsgrades in jedem Punkt der Korona die Komponentenzerlegungen *E* + *F* einerseits und *K* andererseits vornehmen.

4. In dem verwendeten photovisuellen Bereich liegt nur eine einzige koronale Emissionslinie, jedoch die intensivste, 5303 \AA . Die zunächst relative Intensität dieser Linie wird aus Objektivprismenaufnahmen für jeden Punkt der Korona (grüner Ring) erhalten. Die Äquivalentbreite dieser Linie, ausgedrückt in \AA -Einheiten des *K*-Kontinuums, und damit unmittelbar die absolute Intensität erhält man aus einer Aufnahme mit einem Spaltspektrographen.

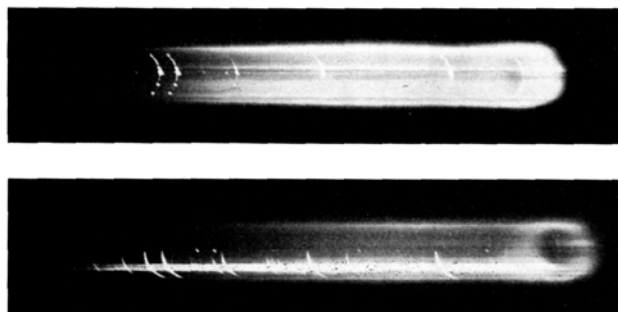


Abb. 5. Objektivprismenaufnahmen der Korona und des Flash.

5. Die theoretische Ausdeutung von K liefert die Elektronendichte N_e , diejenige von F unter gewissen Annahmen die Dichtefunktion der Staubpartikel, und die Kombination von N_e und E liefert die Temperatur.

6. Weitere Temperaturbestimmungen: hydrostatische Temperatur aus der Elektronendichte (indirekt), kinetische Temperatur aus Linienbreite im kurzwelligen Gebiet, Ionisationstemperatur aus dem Intensitätsverhältnis der Linien 5303 und 6374 Å.

7. Prüfung der Komponentenzerlegung (wenigstens in einzelnen Punkten) F aus der Äquivalentbreite der Absorptionslinien H und K .

Das Instrumentarium

zur Durchführung der eben skizzierten Hauptpunkte des Programmes bestand aus den folgenden Apparaturen, zu denen noch einige Nebenapparate kamen für Untersuchungen, welche nicht mit dem Hauptprogramm verkoppelt waren:

1. Horizontal montierte Kamera mit photographischem Zeiss-E-Objektiv von 12 cm Öffnung und 800 cm Brennweite. Der aus vier Teilen bestehende Tubus hat 30 cm Durchmesser. Plattenformat 18 · 24 cm.

2. Horizontal montierte Kamera mit photographischem Steinheil-Objektiv von 11 cm Öffnung und 240 cm Brennweite. Die Kamera ist mit einer von der Firma Wild, Heerbrugg, freundlicherweise zur Verfügung gestellten, 10 Platten im Format 13 · 13 cm fassenden Wechselkassette ausgerüstet.

3. Zeiss-Tessar-Objektiv von 24 cm Brennweite auf Leica-Kamera für Aufnahmen der Korona und der unverfinsterten Sonne auf demselben Film.

4. Kamera Voigtländer, Öffnung 10 cm, Brennweite 30 cm.

5. Polarisationskamera auf parallaktischer Montierung mit Uhrwerk und Regulator, bestehend aus zwei identischen, parallelen Kameras von je 6 cm Öffnung und 120 cm Brennweite. Vor dem einen Objektiv befindet sich, drehbar montiert, ein Polarisationsfilter. Auf jede Platte im Format 13 · 18 cm wird gleichzeitig und mit gleicher Expositionszeit je ein Koronabild im unpolarisierten und polarisierten Licht aufgenommen.

6. 1-Prismenspektrograph Hilger mit Kollimator- und Kameraobjektiv von je 50 mm Öffnung und 64 cm Brennweite. Mit einer Schiebkassette können auf dieselbe Platte, Format 10 · 25 cm, 4 bis 5 Spektren aufgenommen werden. Ein Objektiv von derselben Lichtstärke und von 70 cm Brennweite erzeugt auf der Spaltwand das Koronabild.

7. 2-Prismenspektrograph Toepfer, Spalthöhe 32 mm, Öffnung von Kollimator- und Kameraobjektiv je 36 mm, Brennweite je 216 mm. Dispersion 24 Å/mm bei 4000 Å. Das Koronabild wird mit einem Zeiss-Tessar, Öffnung 11 cm, Brennweite 50 cm, erzeugt.

8. Doppelobjektivprismen-Kamera, bestehend aus zwei parallel angeordneten, identischen Objektiven von je 42 cm Brennweite. Jedem ist ein geradsichtiges, dreiteiliges Amici-Prisma vorgesetzt. Die beiden Spektren, von denen das eine durch ein Neutralglasfilter abgeschwächt wird und dadurch die photometrische Eichung liefert, werden gleichzeitig und gleich lang auf dieselbe Platte exponiert.

9. Ultraviolett spektrograph, Lichtstärke des Kameraobjektivs 1:1, Brennweite des das Koronabild erzeugenden Objektivs 25 cm, zur Verfügung gestellt durch Prof. Dr. P. Götz, Lichtklimatisches Observatorium Arosa.

Die Expositionen der Apparaturen 1, 2, 5, 6, 7 und 8 betragen mehrere Sekunden bis zu 2 min, so dass auf eine Nachführung nicht verzichtet werden konnte. Diese erfolgte, mit Ausnahme der parallaktisch montierten Polarisationskamera, bei fester Aufstellung der Apparaturen mit Hilfe von Heliostaten, deren Spiegel sich mit der halben Winkelgeschwindigkeit der Erde um eine durch die Spiegelebene gehende, zur Weltachse parallele Achse drehen und das einfallende Licht immer in dieselbe Richtung reflektieren. Eine Serie von vier Uhrwerksheliostaten mit 20 cm Spiegeldurchmesser, brauchbar für alle geographischen Breiten von +70° bis -35°, ist von der Firma Kern & Co., Aarau, speziell für diese Expedition angefertigt worden. Ein weiterer Heliostat von ebenfalls 20 cm Öffnung mit Gewichtsantrieb wurde uns von Prof. Dr. O. HECKMANN, Direktor der Universitätssternwarte Hamburg-Bergedorf, zur Verfügung gestellt.

Ferner wurden eingesetzt: eine Fernkamera 1:7, Brennweite 120 cm, für die Bestimmung der Positionswinkel von Protuberanzen und Koronastrahlen; eine zweite ebensolche Kamera, versehen mit einer Filterkombination, welche von den Protuberanzen nur das kontinuierliche Spektrum durchlässt; schliesslich eine Kamera Ernstar 1:1,8, Brennweite 18 cm, welche auf die Polarisationskamera aufgesetzt war und der Erfassung der äussersten Koronastrahlen unter ausschliesslicher Verwendung des roten Lichtes (Filter RG 1) diente. Mit einer Kamera von 6 cm Öffnung und 120 cm Brennweite wurden im blauen Spektralgebiet Aufnahmen der partiellen Phase für die Bestimmung der Randverdunkelung erhalten. Mit zwei Kinokame-

ras, ausgerüstet mit Teleobjektiven von 15 bzw. 10,5 cm Brennweite, wurden Aufnahmen des Flashspektrums, der Korona und ihrer Polarisierung gemacht.

Auch die Geräte für terrestrische Untersuchungen mögen erwähnt sein, zur Messung der Temperatur, des Luftdrucks, der Windstärke, der Zenithelligkeit und zur Registrierung der atmosphärischen Parasiten.

Das photometrische Prinzip

Eigentliches Forschen, Beobachten oder Messen während der Totalität kommt kaum mehr in Betracht; dazu ist die Zeit zu kurz und zu kostbar. Man muss versuchen, die Erscheinung photographisch festzuhalten, um später in aller Ruhe die Korona an Hand dieser Aufnahmen zu studieren. Selbst sehr gute Finsternisaufnahmen sind heute von sehr untergeordnetem Wert, wenn sie nicht photometrisch kalibriert sind, das heisst, wenn nicht die Möglichkeit besteht, aus der auf der Platte gemessenen Schwärzung die Intensität des die Schwärzung hervorruhenden Lichtes zu bestimmen. Die Aufnahmen müssen deshalb photometrisch geeicht sein. An die Kalibrierungsaufnahmen, von denen zur Ableitung der Schwärzungskurve mindestens etwa sechs benötigt werden, sind folgende Anforderungen zu stellen:

1. Die Kalibrierungsaufnahmen (KA.) sind auf dieselbe Platte zu machen, welche die zu photometrierende Aufnahme trägt;
2. die KA. müssen mit derselben Expositionszeit gemacht werden wie die Aufnahme selbst;
3. die Lichtquelle für die KA. soll dieselbe spektrale Energieverteilung besitzen wie die zu photometrierende Lichtquelle;
4. die KA. sollen möglichst gleichzeitig mit der Aufnahme gemacht werden;
5. die KA. sollen über denselben optischen Weg (Linsen, Spiegel, Gitter, Atmosphäre usw.), das heisst durch dasselbe Instrument, gemacht werden wie die Aufnahme.

Diese Anforderungen für eine saubere Photometrie sind oft schon bei Laboratoriumsaufnahmen schwer zu erfüllen und fast gar nicht bei Finsternisaufnahmen, indem man die kostbaren Minuten nicht für Kalibrierungsaufnahmen verwenden will und bei längeren Expositionen die Zeit dazu auch gar nicht hinreichen würde. Alle bisherigen Finsternisphotometrien verstossen gegen eine oder mehrere der obigen fünf Vorschriften, und ihre Resultate sind deshalb in einem nur sehr schwer abschätzbaren Betrag ungenau. Wir haben unter strenger Einhaltung jener fünf Vorschriften bei allen unseren Aufnahmen, direkten, polarimetrischen und spektroskopischen, das im folgenden als «Autokalibrierungsmethode» bezeichnete Verfahren angewendet, welches an einem Beispiel genauer erläutert sei.

Bei der 8-Meter-Kamera besteht die Kalibrierungsvorrichtung aus einer Metallplatte 18 · 24 cm mit

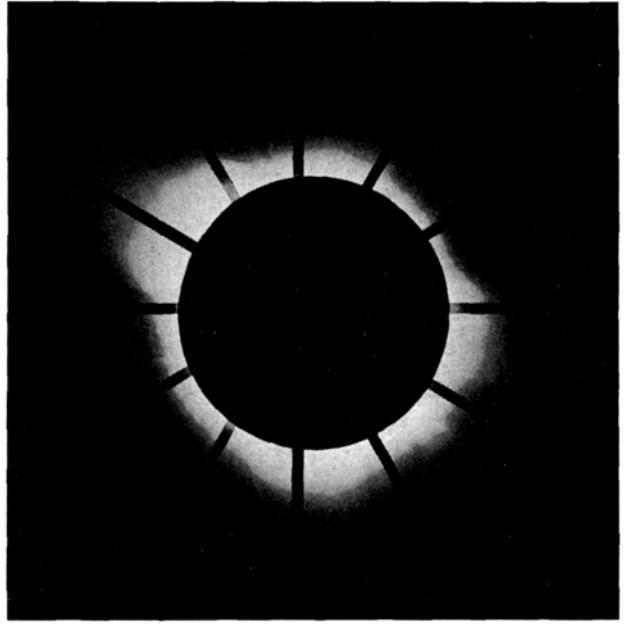


Abb. 6. Kalibrierungsaufnahme.

einer kreisrunden Öffnung von 16 cm Durchmesser. Zentrisch befindet sich eine runde Metallscheibe von 5 cm Durchmesser (Monddurchmesser 7,8 cm), welche durch drei Stäbchen von 3 mm Breite im gegenseitigen Abstand von je 120° mit der Metallplatte verbunden ist. Zwischen je zwei dieser Metallstäbchen sind, ebenfalls radial und ebenfalls von 3 mm Breite, drei Grauglasstäbchen verschiedener Absorptionskraft im Abstand von je 30° angebracht. Die Durchlässigkeit der zwölf radialen Stäbchen beträgt somit der Reihenfolge nach 0, a , b , c , 0, a , b , c , 0, a , b , c , wobei zum Beispiel $a = 0,80$, $b = 0,30$ und $c = 0,10$ beträgt. Nun werden auf einer ohne die Photometrierungsstäbchen erhaltenen Aufnahme, die nicht dieselbe Expositionszeit aufzuweisen braucht wie die Kalibrierungsaufnahme, die Kurven konstanter Schwärzung (= Isophoten) bestimmt. Die kalibrierte Aufnahme dient nun dazu, die den einzelnen Isophoten entsprechenden Intensitäten zu bestimmen. Abbildung 7a sei ein Ausschnitt des Isophotenbildes, I ein beliebiger Radius und II ein von einem Glasstäbchen der Durchlässigkeit a belegter Radius. Die Registrierkurven längs I und II liefern die in Abbildung 7b dargestellte Abhängigkeit des Ausschlages A von der Entfernung vom Mond- (oder Sonnen-) Rand d . Wir nennen nun die Intensität auf dem Radius I und auf der Isophote 1, kurz an der Stelle I_1 , I_0 . Dieselbe Intensität herrscht an der Stelle II_1 , ist aber auf der Kalibrierungsaufnahme auf aI_0 reduziert. Wo wir auf der Registrierung I denselben Ausschlag haben wie im Punkt II_1 , herrscht somit die Intensität aI_0 ; dieser Punkt ist mit P bezeichnet. Dieselbe Intensität herrscht im Punkt P' , ist jedoch durch das Glasstäbchen geschwächt und beträgt deshalb a^2I_0 . Dieselbe Schwärzung wie in P' und somit dieselbe

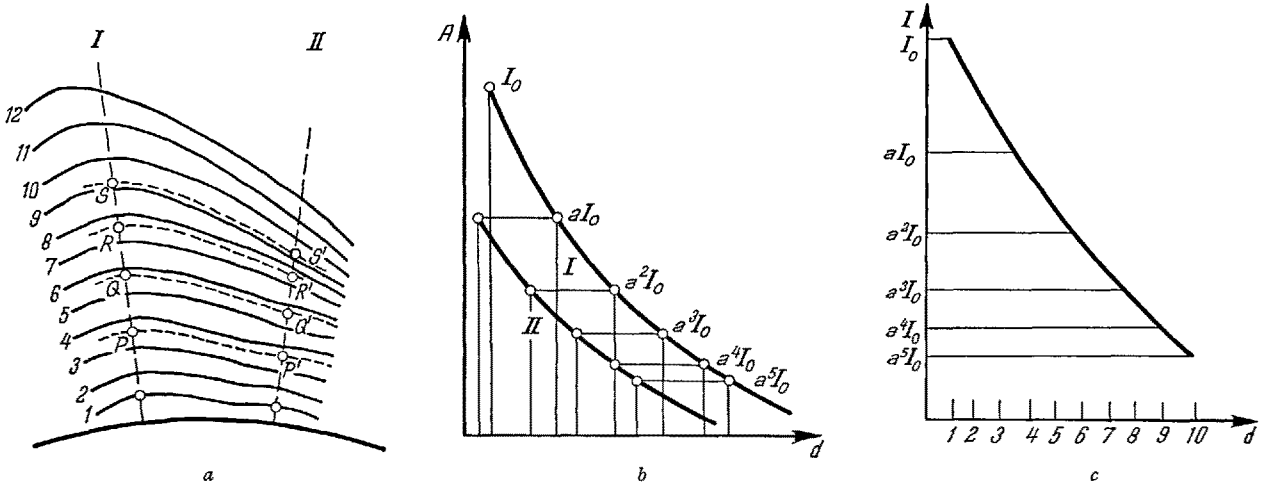


Abb. 7. Zur Methode der Photometrierung.

Intensität a^2I_0 finden wir im Punkte Q usw. Die so festgelegten Intensitäten I_0, aI_0, a^2I_0 , tragen wir in Abbildung 7c gegen die zugehörigen Abstände d auf und erhalten somit die Kurve für den radialen Helligkeitsabfall längs I und daraus die den Isophoten 1, 2, 3, ... entsprechenden Intensitäten. Im Prinzip genügt ein einziges Absorptionsstäbchen, aber es leuchtet ein, dass es zweckmässig ist, solche in verschiedenen Positionswinkeln und mit verschiedener Absorptionskraft zu verwenden. Die Methode hat nebenbei den nicht zu unterschätzenden Vorteil, dass die Kalibrierungsaufnahmen automatisch im richtigen Schwärzungsbereich liegen, während bei separater Aufnahme der Photometermarken es immer wieder vorkommt, dass dieselben nicht den gesamten photometrischen Schwärzungsbereich überdecken. Ein wenn auch unwesentlicher Nachteil soll nicht verschwiegen werden: ohne Extrapolation der Schwärzungskurve sind Intensitäten grösser als die grösste auf dem Absorptionsstreifen liegende Intensität nicht messbar. Auch aus diesem Grund ist es ratsam, mehrere Absorptionsstreifen zu verwenden.

Die Expedition

trat mit den fünf Mitgliedern M. SCHÜRER, W. SCHAE-RER, E. LEUTENEGGER, W. BÄR und dem Verfasser am 24. Januar die Flugreise nach dem Sudan an, nachdem das Instrumentarium bereits am 4. Dezember über den Land- und Seeweg abgeschickt worden war. Anderntags, um 6 Uhr früh, erfolgte die Landung in Wadi Sedani, dem Flugfeld von Khartoum. Sofort besichtigten wir die Lager der bereits lange vor uns eingetroffenen Expeditionen aus den Vereinigten Staaten, England und Italien und nahmen die Beziehungen auf zu den britischen und sudanesischen Verwaltungsstellen, mit denen wir schon lange im Verkehr standen und von denen besonders das Bureau des Civil Secretary für unsere Expedition viel vorbereitende Arbeit ge-

leistet hatte. Sofort begann auch das Rekognoszieren, denn die Platzwahl war eine sehr wichtige Entscheidung, die überdies rasch getroffen werden musste. Ob-schon die Zentrallinie 9 km südlich von der Stadt vor-bezog, konnten wir uns nicht entschliessen, unser Lager in jene Richtung zu verlegen, da unmittelbar am südlichen Stadtrand eine unübersehbare, topfebene Steinwüste beginnt, sondern zogen bereits am 28. Ja-nuar in unser Camp ein, das sich in einem britischen Militärlager am nördlichen Ufer des blauen Nils be-fand, etwa 4 km nilaufwärts von unserem Standquar-tier. Eine ausgedehnte Rasenfläche (eine grosse Selten-heit im Sudan!) war ein idealer Aufstellungsort für unsere Instrumente. Auf der Südseite war das Gelände durch eine Baumreihe begrenzt, die willkommenen Schatten spendete, auf der nördlichen durch ein langes Gebäude, welches uns als Magazin diente und zugleich den stets starken Nordwind abhielt. Sofort wurden die Fundamente für die Instrumente ausgesteckt, und be-reits am 4. Februar waren die Pfeiler fertig, so dass mit dem Aufbau der Apparate und ihrer Justierung be-gonnen werden konnte. Als grösstes Hindernis unserer Arbeit erwies sich der feine Sand, der durch den anhal-tenden Wind überallhin verfrachtet wurde, in die Uhr-werke eindrang und auf Linsen und Spiegeln sich ab-setzte.

Am 18. Februar sind die drei weiteren Mitglieder, E. GUYOT, W. STUDER und Frau A. WALDMEIER, eben-falls auf dem Luftwege eingetroffen, worauf mit dem Einüben des Programmes begonnen wurde.

Der Finsternistag

brach mit einem klaren und frischen Morgen an; die vereinzelt Zirren hatten sich bald aufgelöst, und ab 8 Uhr war der Himmel wolkenlos bis nach 16 Uhr, als wieder Spuren von Zirren am Horizont erschienen. Die Bildqualität, die trotz der hohen Tagestemperaturen

während unseres Aufenthaltes im Sudan immer gut gewesen ist, war am Finsternistag und speziell während der Totalität ganz hervorragend. Die totale Sonnenfinsternis ist, ganz abgesehen von dem wissenschaftlichen Interesse, welches sie beansprucht, eine Naturerscheinung von einzigartiger Schönheit und Eindringkraft. Diese Seite der Erscheinung soll jedoch hier unberücksichtigt bleiben. Wir hatten vorausgerechnet, dass die Totalität von dem Moment an, wo der Abstand der Hörner der Sonnensichel gleich dem halben Sonnendurchmesser ist, in 14 s eintritt. Dieser Moment wurde an einem Projektionsbild der Sonne festgestellt, worauf der Chronometreur zunächst einmal rückwärts von 14 bis 0 zählte und vom Beginn der Totalität an aufwärts bis 186, wo die Totalität ihr Ende fand. Obschon die äusseren Arbeitsbedingungen während der Finsternis ideal waren und das Programm an jedem einzelnen Instrument oftmals eingeübt worden war, erfolgten doch an nicht weniger als an vier Instrumenten unbeabsichtigte Abweichungen von dem Programm, die allerdings keinen nennenswerten Nachteil mit sich brachten, in einem Fall sogar sich als vorteilhafter erwiesen. Während der Totalität sind 40 Bilder der Korona erhalten worden, 16 Aufnahmen im polarisierten Licht und 17 Spektren. Dazu kommen noch 12 m kinematographischer Film und zahlreiche Aufnahmen während der partiellen Phase. Die Platten wurden in den drei folgenden Nächten in einer zur Dunkelkammer verwandelten Küche unter Verwendung von 30 kg Eis entwickelt. Das Entwickeln der Aufnahmen einer Finsternis ist die verantwortungsvollste Arbeit der ganzen Expedition, auf welche man im Hinblick auf die feldmässige Einrichtung gar nicht genug Aufmerksamkeit, Sorgfalt und Zeit verwenden kann. Sofort nach der Finsternis wurde mit dem Abbruch der Instrumente begonnen, am 1. März wurde das in 19 Kisten verpackte Instrumentarium im Gewicht von $2\frac{1}{2}$ Tonnen der Bahn übergeben, und am

2. März nahmen wir von Khartoum, wo wir bei unserem Unternehmen in allen Teilen der Bevölkerung grösste Hilfsbereitschaft und Gastfreundschaft erfahren haben, Abschied, um per Bahn und Schiff schliesslich Kairo zu erreichen, von wo am 17. März der Rückflug nach Zürich erfolgte. Mit uns kam auch die gesamte Ausbeute unseres Unternehmens, die sorgfältig in einer Tasche verpackten und mit dem ägyptischen Zensursiegel versehenen etwa 10 kg photographischer Platten, Notizbücher und Registrierkurven.

Es war zum erstenmal, dass die schweizerische Fahne über einem Finsterniscamp wehte. Wenn schon diese erste Expedition zu einem vollen Erfolg geworden ist, so sind dafür in allererster Linie die idealen Witterungsbedingungen ausschlaggebend gewesen. Der Erfolg ist aber um so beachtlicher, als keiner der Teilnehmer Finsterniserfahrung besass und keines der Instrumente Gelegenheit gehabt hat, sich vorher zu bewähren, ja mit vielen von ihnen aus Zeitmangel vor der Finsternis überhaupt keine Aufnahmen gemacht worden sind! Die gesammelten reichen Erfahrungen bleiben allerdings neben den heimgebrachten Aufnahmen unsichtbar, ihr Wert kann aber im Hinblick auf ein späteres ähnliches Unternehmen nicht zu hoch eingeschätzt werden.

Summary

The Swiss solar eclipse expedition to the Sudan consisting of 8 members had erected its camp on the north river of the Blue Nile near Khartoum. The main instruments were a horizontal camera of 8 m focal length, a similar one of 2 m, a double camera on an equatorial mounting to study the polarisation of the coronal light and four spectrographs for the investigation of the emission-lines as well as for the separation of the *K*- and *F*-corona. Twelve apparatus were working together aiming to get a description of the physical state of the corona as complete as possible, hoping to go over from a model-corona, hitherto used in theoretical work, to the real corona of the eclipse day.