

Astrophotographie

Objektyp: **Group**

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

Band (Jahr): **8 (1963)**

Heft 81

PDF erstellt am: **22.07.2024**

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.

ASTROPHOTOGRAPHIE

Die nachfolgende Zusammenstellung dieser Vorträge, die am 27. April 1963 in Bern gehalten wurden, ist eine Inhaltsangabe, beruhend auf Notizen des Aktuars, Auszügen aus den von den Autoren zur Verfügung gestellten Originalmanuskripten oder die Wiedergabe von eingesandten Zusammenstellungen.

1. Prof. Dr. M. SCHÜRER, Bern :

« Die Bedeutung der Photographie in der Astronomie »

Die Forschungsarbeit des modernen Astronomen stützt sich zu 90 % auf Ergebnisse, die mit Hilfe der Photographie erreicht wurden. Die Astrophotographie ermöglicht immer neue Aufnahmen von gleichen Gebieten und Objekten am Sternhimmel; dabei besteht die Möglichkeit Objekte zu erreichen, die visuell nicht mehr zugänglich sind. Mit ihrer Hilfe werden z. B. variable Sterne und Novae gesucht und gefunden. Zur Auswertung der Aufnahmen dienen Betrachtungs-Apparate, wie z. B. Blink-Komparatoren in denen die neuen Objekte aufleuchten; dann Koordinaten-Messapparate mit welchen die Ortung dieser Objekte vorgenommen wird und Photometer etc., welche die Lichtstärken und Farben zu bestimmen ermöglichen. Eine Anzahl solcher Apparate waren im Auditorium ausgestellt und konnten von den Anwesenden nach den Vorträgen näher betrachtet werden.

Prof. Schürer ermunterte die Amateure, sich ebenfalls mehr der Photographie der Sterne zuzuwenden und die Auswertung ihrer Aufnahmen zu versuchen, wie es einigen bereits erfolgreich gelungen war.

2. G. KLAUS, Grenchen :

« Objektiv-Auswahl für Amateure »

Um ein allgemeines Bild von den astrophotographischen Leistungen eines Objektivs zu erhalten, benötigen wir folgende Angaben :

Die Brennweite f , die freie Oeffnung d , das Oeffnungsverhältnis $d : f$

a) Die Brennweite

Als Brennweite bezeichnen wir die Distanz zwischen einem Objektiv und dem von ihm entworfenen Bild eines unendlich weit entfernten Gegenstandes. Sie ist verantwortlich für den « Abbildungsmaassstab ». Je grösser die Brennweite, desto grösser wird auch das Bild eines Objektes. Der Vorteil grösserer Brennweiten liegt also darin, dass nahe beieinanderstehende Objekte besser getrennt und darum mehr Einzelheiten abgebildet werden. Zur Berechnung des Abbildungsmaassstabes benützen wir folgende Beziehung: $1^\circ = 1,75\%$ der Brennweite. Daraus erhalten wir auch die Grösse des auf einem gegebenen Format abgebildeten Himmelsausschnittes.

b) Die freie Oeffnung

Darunter versteht man den Durchmesser des Lichtstrahlenzylinders, der in das Objektiv eintritt (Eintrittspupille). Die freie Oeffnung bestimmt also die vom Objektiv durchgelassene Lichtmenge und darum die Helligkeit der abgebildeten Sternpunkte.

Im Weiteren ist die freie Oeffnung auch für das Auflösungsvermögen A verantwortlich, indem sie die Grösse des Beugungsscheibchens bestimmt. Das spielt bei Aufnahmen mit starker Vergrösserung am Mond, der Sonne und den Planeten eine Rolle. Es ist also unzweckmässig, bei Sonnenaufnahmen das Objektiv unter 10 cm \varnothing abzublenden, weil darunter das Auflösungsvermögen leidet. Die Abschwächung des zu starken Lichtes sollte besser auf andere Weise geschehen. Natürlich muss auch noch das Auflösungsvermögen der verwendeten Emulsion berücksichtigt werden.

c) Das Oeffnungsverhältnis

Es wird in der gewöhnlichen Photographie mit den Ausdrücken «Lichtstärke» oder «Blende» bezeichnet. Es ist das Verhältnis der freien Oeffnung zur Brennweite. Bei einem Objektiv 1 : 3 misst beispielsweise die Oeffnung $1/3$ der Brennweite und bei einem Objektiv 1 : 6, $1/6$ derselben. Besitzen beide Objektive dieselbe Brennweite, so ist also der Durchmesser bei 1 : 3 doppelt so gross, wie bei 1 : 6. Die Fläche der Eintrittspupille ist aber 4mal grösser. Die Lichtstärke L geht also mit dem Quadrat des Oeffnungsverhältnisses.

Das Oeffnungsverhältnis bestimmt die Helligkeit ausgedehnter, flächenhafter Objekte, wie z. B. Kometen und Nebel. Diese werden ja um so grösser abgebildet, je grösser die Brennweite ist, sodass eine gegebene Lichtmenge auch auf eine grössere Fläche verteilt wird. Der so entstehende Verlust an Flächenhelligkeit kann nur wettgemacht werden, wenn gleichzeitig mit der Brennweite auch die Oeffnung grösser wird, wenn also das Verhältnis von Oeffnung und Brennweite konstant bleibt. Aber auch der Nachthimmel, der ja nie ganz dunkel ist, gehört zu den flächenhaften Objekten! Er zeichnet sich bei grösserer Lichtstärke schneller ab und deckt damit die schwächeren Objekte auch schneller zu. Darum ist auch die Grenze der möglichen Belichtungszeit vom Oeffnungsverhältnis abhängig.

Dem Optiker stehen zur Konstruktion von bilderzeugenden Systemen zwei physikalische Erscheinungen zur Verfügung, die das Licht aus seiner geraden Richtung abzulenken vermögen, nämlich die Brechung in Linsen und die Reflexion an Spiegeln. Dementsprechend unterscheidet man folgende Objektivgruppen: Linsenobjektive, Spiegelobjektive, kombinierte Linsen-Spiegel-Objektive.

a) Linsenobjektive

Eine einzelne Linse ist mit so vielen Abbildungsfehlern behaftet, dass sie als photographisches Objektiv im allgemeinen nicht genügt. Durch Kombination mehrerer aufeinander abgestimmter Linsen, deren Fehler sich gegenseitig aufheben, können aber leistungsfähige optische Systeme konstruiert werden. Für die Aufnahme grösserer Sternfelder kommen in erster Linie die Anastigmaten in Frage. Man unterscheidet symmetrische und unsymmetrische Anastigmaten.

Der symmetrische Anastigmat besteht aus mindestens vier Linsen. Seine Lichtstärke ist eher geringer als diejenige eines unsymmetrischen Anastigmaten gleicher Linsenzahl. Dafür ist aber der ausnützbare Bildwinkel grösser.

Der einfachste unsymmetrische Anastigmat ist das Triplet. Da er nur aus drei Linsen besteht, ist er auch in grösseren Abmessungen recht preiswert. Ausgezeichnete Astro-Objektive sind z.B. die Zeiss-Triplett aus den Vorkriegs-Fliegerkameras $f = 50$ cm, $1 : 4,8$, und $f = 70$ cm, $1 : 5$. Ihr Blickfeld misst ca. $10^\circ \times 15^\circ$. Eine beachtliche Leistungssteigerung brachte die Aufspaltung des hintersten Triplet-Gliedes in 2 verkittete Linsen. So entstand das berühmte Tessar, das wohl das empfehlenswerteste Objektiv für Sternfeldaufnahmen ist. Sein Bildfeld liegt in der Grössenordnung von $20^\circ \times 30^\circ$. Es wird von verschiedenen Firmen unter den Namen Tessar, Xenar, Ektar, Elmar, Skopar usw. hergestellt. Auf dem amerikanischen Armeematerial-Liquidationsmarkt sind eine ganze Reihe guter und billiger Objektive des Tessartyps erhältlich. Die Vorsilbe «Aero» zeigt, dass es sich um Luftbild-Objektive aus dem letzten Krieg handelt. Vor allem die grösseren sind zur ausschliesslichen Verwendung mit Gelbfilter berechnet und geben nur so das Maximum an Schärfe her. Andere sind speziell für Nachtaufklärung konstruiert und darum, punkto Lichtstärke, etwas forciert.

Wenn man für astrophotographische Zwecke eine wesentlich bessere Abbildungsqualität wünscht, so bedient man sich der Spiegelsysteme.

b) Spiegelobjektive

Dass der jedem Amateur geläufige Parabolspiegel ein ausgezeichnetes astrophotographisches Objektiv ist, braucht hier nicht besonders hervorgehoben zu werden. Leider ist sein scharf ausgezeichnetes Bildfeld sehr klein. Sein Durchmesser hängt vom Oeffnungsverhältnis ab und misst beispielsweise bei $1 : 5$ nur ca. 20 mm. Man kann allerdings durch ein zweilinsiges Korrektionsystem, das knapp vor dem Brennpunkt steht, das scharfe Bildfeld beträchtlich erweitern. Nähere Angaben hierüber finden sich in der französischen Zeitschrift «L'Astronomie» vom Mai 1955.

c) Spiegel-Linsen-Objektive

Eine wesentliche Erweiterung des Bildfeldes brachte erst die berühmt gewordene Erfindung der Schmidt-Kamera. Hierüber ist an der Spiegelschleifer-Tagung in Baden ausführlich berichtet worden. (Siehe auch Sondernummer «Astro-Amateur»). Zum Schluss sei nur noch auf die für Amateure interessante Variante der Maksutov-Kamera hingewiesen, bei der an Stelle der relativ komplizierten Korrekptionsplatte der Schmidt-Kamera eine Meniskuslinse mit rein sphärischen Flächen steht. Wie praktische Versuche ergeben haben, ist dieses neue System in optischer Hinsicht der Schmidt-Kamera mindestens ebenbürtig.

Im Laufe seines Vortrages demonstrierte G. KLAUS auch Beispiele für die Berechnung des Abbildungsmaßstabes, der Grenzhelligkeiten, des Auflösungsvermögens, der Lichtstärke, der Belichtungsgrenze und der photographisch erreichbaren Grenzhelligkeit.

Literaturangaben:

J. TEXEREAU et G. DE VAUCOULEURS: Astrophotographie d'Amateur, Paris 1954.

HENRY E. PAUL: Outer Space Photography. Amphoto New-York 1960.

H. NAUMANN: Das Auge meiner Kamera. Verlag W. Knapp, Halle a.d. Saale.

3. E. GREUTER, Herisau:

« Emulsionsauswahl für Amateure »

Die lichtempfindliche Emulsion besteht zur Hauptsache aus in Gelatine eingebetteten Bromsilberkristallen. Auffallendes Licht erzeugt eine latente Schwärzung, die erst durch den Entwicklungsprozess in ein sichtbares, negatives Bild verwandelt wird. Die Qualitäten des Negativs sind stets das Produkt der Eigenschaften der Emulsion und des Entwicklers, sowie seiner Einwirkungszeit und Temperatur. Das Negativ ist dank seiner unbeschränkten Haltbarkeit ein wertvolles Dokument.

Die wichtigsten Merkmale zur Beurteilung photographischer Emulsionen, respektive Negative sind:

Empfindlichkeit, Gradation, spektrale (Farben-) Empfindlichkeit, respektive Farbwiedergabe beim Farbfilm, Korngrösse, Auflösungsvermögen, Reflexions- und Diffusionslichthof.

Für die Astrophotographie sind weiter von Bedeutung:

Reziprozitätsgesetz, Schwarzschildeffekt, Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit.

Die für den Schwarz-Weiss-Film angestellten Betrachtungen gelten sinngemäss auch für den Farbfilm, der aus drei übereinandergesessenen Emulsionen mit verschiedener Farbensensibilisierung besteht.

Die Empfindlichkeitsangabe ist ein Mass für die zur Erzeugung einer bestimmten Schwärzung notwendigen Lichtmenge; diese Menge ist umso geringer, je höher die Empfindlichkeit ist. Die Angabe erfolgt heute meistens in DIN-Graden (Deutsche Industrie-Normen) oder in ASA-Werten (Amerikanische Norm).

Die Schwärzungskurve ist eine graphische Darstellung der Schwärzung gegen die sie erzeugende Lichtmenge, wobei letztere im logarithmischen Massstab aufgetragen wird. Ein Teil der Kurve ist in den meisten Fällen eine Gerade, ihre Steigung wird als Gradation bezeichnet und der Tangens des von ihr mit der Abszisse eingeschlossenen Winkels ist der γ - (Gamma-) Wert. Die steil verlaufende Gradation hart arbeitender Emulsionen setzt kleine Lichtintensitätsunterschiede in grosse Schwärzungsunterschiede um; die flach verlaufende Gradation vermag grosse Differenzen der Intensität darzustellen. Die Gradation einer Emulsion kann durch die Entwicklung beeinflusst werden.

Für den Astroamateur ist die spektrale Empfindlichkeit der Emulsion von Interesse, wenn beispielsweise Sternhelligkeiten durch photographische Photometrie bestimmt und mit Daten anderer Beobachter verglichen werden sollen. Genügende Rotempfindlichkeit der Darstellung von Nebeln, die stark im H α -Licht emittieren, weisen ausser Spezialemulsionen teils solche auf, die für Kunstlichtphotographie geeignet sind. Eine vergleichende Beurteilung der spektralen Empfindlichkeit ergibt sich durch Aufnahmen einer Farbtafel und Vergleich der sich ergebenden Schwärzungen.

Die Korngrösse steigt in der Regel mit wachsender Empfindlichkeit an. Fixsternaufnahmen vertragen relativ grobes Korn, dagegen nicht Aufnahmen flächenhafter Objekte mit feinen Einzelheiten, wie Mond und Planeten. Die Korngrösse und Gradation sind entscheidende Faktoren für die Auflösungsfähigkeit des Films, die in Linien pro mm angegeben wird. Beste Auflösung haben sogenannte Dokumentenfilme, die sich für Aufnahmen des Mondes und der Planeten vorzüglich eignen; eine starke nachträgliche Vergrösserung ist möglich.

Nach dem Reziprozitätsgesetz müssten gleiche Lichtmengen, als das Produkt von Intensität und Belichtungszeit, unabhängig von der Grösse beider Faktoren gleiche Schwärzungen ergeben. Schwarzschild wies auf die Ungültigkeit des Gesetzes bei Langzeitbelichtungen, wie sie in der Astrophotographie vorkommen, hin. Der Zeitfaktor muss mit einem Exponent (Schwarzschildexponent) versehen werden, der für die Belange der Astrophotographie stets kleiner als 1 ist. Die prakti-

sche Auswirkung ist eine Empfindlichkeitsverminderung der Emulsion bei Langzeitbelichtungen. Der Schwarzschildexponent strebt mit abnehmender Temperatur dem Wert 1 zu. Der unterschiedliche Schwarzschildexponent der drei Farbschichten des Farbfilms ist weitgehend verantwortlich für die bei Langzeitbelichtungen auftretenden Farbverfälschungen.

3. J. LIENHARD, Innertkirchen:

« Dunkelkammerpraxis für Amateure »

In einem Kurzvortrag über das weitläufige Gebiet der Dunkelkammerpraxis, kann man entweder einige allgemeine Betrachtungen anstellen oder man kann einige wenige Einzelpunkte aus der Materie herausgreifen. Im folgenden sei kurz auf die Organisation der Dunkelkammerpraxis eingegangen und etwas auf den Umgang mit den Charakteristiken des Negativ-Materials hingewiesen.

Wie bei jedem Unternehmen, das zu einem Erfolge führen soll, sind auch hier folgende Hauptpunkte wichtig :

- 1) Möglichst gründliche Kenntnisse der Materie
- 2) Zweckmässiger Arbeitsplatz
- 3) Zweckmässige Werkzeuge
- 4) Gutes Material

Jeder der sich in der Dunkelkammer mit Erfolg betätigen will, hat diese Programmpunkte gründlich zu prüfen um die für seine Anforderungen und Verhältnisse beste Lösung herauszufinden.

In jedem Falle wird die Erfüllung des ersten Punktes, die Forderung nach einem möglichst gründlichen Wissen, von ausschlaggebender Bedeutung sein.

Auf welche Weise beschafft sich nun der Amateur seine theoretischen und praktischen Kenntnisse? In den allermeisten Fällen ist er auf die Literatur angewiesen. Verlangen Sie in Ihrer Buchhandlung einen Auszug über photographische Literatur, Sie werden ein ganzes Verzeichnis erhalten, aus dem Sie sich Bücher zur Ansicht bestellen können, um daraus das Ihnen am besten Zusagende anzuschaffen.

Die speziellen Kenntnisse, die wir über die von uns verwendeten Negativ- und Positivmaterialien, sowie über die zu verwendenden Entwickler besitzen müssen, entnehmen wir den Katalogen und Datenblättern, die die grösseren Firmen herausgeben. In diesen Blättern ist sachlich und übersichtlich alles zusammengestellt, was von Wichtigkeit ist.

Wenn wir – dies nur nebenbei bemerkt – diese Datenblätter durchschauen, übersehen wir leicht, wie schön wir es eigentlich heute mit

der prächtigen Auswahl des Materials, mit den diesen eigenen hohen Empfindlichkeiten, haben. Sehen wir vergleichsweise, in drei verschiedenen Epochen die Empfindlichkeit des Negativmaterials an, das den Astronomen zur Verfügung stand, so ergibt sich folgendes Bild:

Relative Empfindlichkeit

Erste astronomische Aufnahmen, etwa um 1850:	1
Aufnahmematerial, das BARNARD um 1904 zur Verfügung hatte	30 000
Höchstempfindliches Aufnahmematerial von heute	10 000 000

An der sehr hohen Empfindlichkeit der photographischen Aufnahmen ist ausserdem aber auch der moderne Entwicklungsprozess beteiligt:

Die Grösse eines Bromsilberkornes der photographischen Schicht liegt in der Ordnung von etwa $1/1000$ mm. Es besteht aus durchschnittlich etwa 1000 Millionen Molekülen. Durch die Einwirkung der Photonen bei der Belichtung werden im Korn etwa 100 Bromsilbermoleküle in den latenten Zustand übergeführt. Bei vollständiger Entwicklung des Kornes, übrigens ein sehr komplizierter Elektronen-Jonenprozess, werden alle ca. 1000 Millionen Bromsilbermoleküle zu metallischem Silber reduziert. Die ursprünglich nur etwa 100 Moleküle umfassende, latente Einwirkung, wird somit rund 10-millionenfach verstärkt.

Damit unser photographisches Verfahren möglichst sicher funktioniert, ergibt sich, bei der Vielfalt der einwirkenden Faktoren, folgende Regel:

Man arbeite sich auf nur ein oder zwei Negativsorten, mit ihren zugehörigen Entwicklern, gründlich ein und probiere die für die verschiedenen Nachthimmel-Helligkeiten günstigste Belichtungszeit aus. In ganz speziellen Fällen bleibt dann immer noch die Möglichkeit, zu einer Korrektur des Entwicklers oder zur Anwendung des Umkopierverfahrens zu greifen.

Abschliessend sei auch auf die unbedingte Notwendigkeit absolut einwandfreier elektrischer Apparate in der Dunkelkammer und auf die Giftigkeit der zum Entwickeln verwendeter Chemikalien hingewiesen.

Während seines Vortrages demonstrierte J. LIENHARD die Anwendung der bekannten Schwärzungskurve und eine Gamma-Zeitkurve, welche im Lichtbild wiedergegeben wurden. Ausserdem sahen wir ausserordentlich schöne Aufnahmen verschiedener Himmelsobjekte, die vom Vortragenden aufgenommen worden waren.

5. A. KÜNG, Basel:

«*Demonstration einer transportablen Miniatur-Schmidt-Kamera*»

Die vorgeführte kleine Schmidt-Kamera entstand vor ca. 3 Jahren,

nachdem ich es vorher mit einer Meniskus-Optik probiert hatte, die aber nicht voll befriedigte. Sie ist so einfach als möglich konstruiert, weist aber eine Besonderheit auf, indem Korrekptionsplatte und Spiegel gleiche Durchmesser haben und dafür in der Filmebene eine Blende eingesetzt ist, welche die freie Oeffnung bestimmt. Diese Bauart gestattet, mit einem kleineren Spiegel ein grösseres Bildfeld, ohne Lichtabfall zum Rand, zu erhalten. Da die Blende herausgenommen werden kann, ist es auch möglich mit verdoppeltem Oeffnungsverhältnis zu arbeiten; z. B. um schnellaufende Kometen kurz belichten zu können. Die Daten sind folgende: Spiegel \varnothing 150 mm, Korrekptionsplatte \varnothing 140 mm, Blende \varnothing 104 mm, Brennweite 180 mm, Bildfeld \varnothing 53 mm, Bildwinkel 17° , Oeffnungsverhältnis 1:1,7.

Einige Schwierigkeiten macht das Fokussieren, da die Kassette keine Mikrometer-Verstellung besitzt und sich Temperaturschwankungen unangenehm bemerkbar machen.

Die Konstruktion der Montierung begann ich nach der Spiegelschleifer-Tagung in Basel, die mir verschiedene Anregungen gab. Sie sollte so leicht als möglich und transportabel sein, um der Enge und dem vielen Licht zu Hause entgegen zu können. Die Montierung ist ganz auf das Arbeiten mit der Schmidt-Kamera abgestimmt, erlaubt aber auch die Benützung meines alten 15 cm-Spiegels. Sie hat ein ausziehbares Holzstativ mit Tischchen und darauf das separat justierbare Achsen-system mit Achsen aus Stahlrohr, während Würfel, Anschlussplatten und Schneckenrad aus Kunststoff sind. Die Stundenachse läuft oben auf einem Stahldraht-Kugellager. Die Anschlussplatten erlauben schnelles Wechseln von Teleskop und Kamera.

Den Antrieb besorgt ein SAIA-Synchronmotor mit 6 Umdrehungen pro Minute. Derselbe wird aus einer Batterie über einen elektronischen Frequenzerzeuger mit Strom versorgt.

Um das Instrument rasch und genau irgendwo aufstellen zu können, ist in der Stundenachse ein kleines Fernrohr eingebaut, mit dem der Polarstern avisiert wird. Ein in die Okularfeldlinse eingeritzter Kreis berücksichtigt den Abstand des Polarsterns vom Pol.

Die Nachführungsgenauigkeit beträgt 5–10", was bei der kurzen Brennweite genügt. Ein drehbarer Stundenring im Schneckenrad gestattet direktes Einstellen der Rektaszension eines Objektes.

Das Leitfernrohr ist ein 10 cm Cassegrain-Teleskop 1:3:12, mit seitlichem Okular, drehbar und zugleich Gegengewicht zur Schmidt-Kamera. Zum Nachführen wird ein beleuchtetes Strichkreuz in ein selbstgemachtes Okular eingespiegelt. Dazu kommt noch ein Sucher mit 40 mm Oeffnung.

Das Ganze hat sich gut bewährt und gestattet in allen Stellungen ein bequemes Nachführen. Ausgestellte Aufnahmen beweisen, dass auch mit einem so kleinen Instrument sehr interessante Ergebnisse erzielt werden können.

Nachschrift der Redaktion :

Herr KÜNG erntete für die interessante Demonstration verdienten Beifall. Wir gratulieren ihm zu seiner erfindungsreichen Konstruktion und ermutigen zu ähnlichem Werk durch andere Amateure !

6. S. CORTESI, Locarno-Monti :

« *La photographie des taches solaires* »

Dans la photographie du Soleil et en particulier de la photosphère, on est en présence d'une quantité surabondante de lumière. On peut s'en rendre compte quantitativement si l'on songe que la surface de la photosphère est environ un demi-million de fois plus lumineuse que celle de la Lune.

Si nous voulons obtenir des images photographiques du Soleil, nous devons diminuer la quantité de lumière qui va impressionner la couche sensible. Pour cela nous disposons de quatre moyens :

- 1) diminuer le temps de pose
- 2) employer des émulsions photographiques peu sensibles
- 3) augmenter le rapport focal f/D
- 4) arrêter une partie de la lumière par des filtres

Je me bornerai aujourd'hui à passer brièvement en revue ces quatre moyens du point de vue pratique et de l'astronome amateur. Nous voyons tout de suite que les deux premiers points ont en pratique des limites facilement définissables.

Bien que des poses de l'ordre du dix millième de seconde aient été réalisées, il faut admettre que normalement la pose la plus courte que l'on puisse utiliser est voisine du millième de seconde. De ce côté donc la limite est bien définie.

Pour ce qui concerne le deuxième moyen, nous trouvons que les émulsions les moins sensibles facilement disponibles sur le marché, sont celles employées dans les travaux graphiques et de reproduction : leur plus basse sensibilité se situe près de la valeur de 1 ASA (= 1 DIN). Ici aussi donc notre limite inférieure est tranchée.

Les deux autres moyens dont nous disposons pour atteindre notre but méritent un examen un peu plus détaillé.

L'expérience nous a montré qu'avec un film de sensibilité 1 ASA et une pose de 1 millième de seconde, pour obtenir une image du Soleil

correctement exposée, en excluant l'emploi de filtres, nous devrions avoir un rapport focal $f/D = 240$ environ.

Pour atteindre cette valeur on peut évidemment choisir deux voies : maintenir un diamètre très réduit ou bien utiliser une longue focale. Ici aussi il y a des limitations assez nettes : pour le diamètre de l'objectif on n'a pas intérêt à descendre au-dessous de 5 cm, autrement le pouvoir résolvant se trouverait par trop réduit, d'autre part la turbulence atmosphérique nous laisse apercevoir normalement des détails qui ne sont pas inférieurs à la seconde d'arc : on voit donc qu'un diamètre entre 5 et 10 cm sera un bon compromis dans notre cas. Ayant ainsi fixé l'ouverture utile, on peut calculer immédiatement la distance focale que nous devons avoir. Par exemple avec un diamètre de 7 cm, on aura 17 m de focale et l'image du disque solaire sera d'un diamètre d'une quinzaine de cm. Si l'on peut disposer d'une chambre de format 18×24 cm, par exemple, le problème est résolu ; naturellement si l'on veut faire un programme journalier avec des plaques 18×24 cm, la question économique devient assez lourde pour l'amateur ; on pourrait se contenter de prendre un format plus petit et d'enregistrer seulement les régions les plus intéressantes, telles que les groupes de taches se développant.

Pour photographier le Soleil entier sur un format plus accessible, il faudra se contenter d'une distance focale plus courte et comme le diamètre de l'objectif est fixé à sa limite inférieure, il en résultera un rapport focal f/D plus petit. Dans ce cas nous sommes obligés de diminuer l'éclat de l'image solaire au moyen de filtres absorbants. Avant de traiter cette question, il faut dire deux mots sur l'allongement de la focale. C'est le même problème qui se pose en photographie lunaire et planétaire, dont mon collègue, M. DRAGESCO vous parlera dans quelques instants. Dans le cas du Soleil, on peut avantageusement recourir à des objectifs de longue focale servis par un coelostat à mouvement d'horlogerie, l'instrument, immobile, sera logé dans un abri ou dans une chambre d'observation. Dans la plupart des cas l'amateur doit se contenter d'allonger la focale de son instrument habituel par les deux méthodes suivantes :

- 1) emploi d'amplificateur focal : positif (oculaire) ou négatif (lentille de Barlow)
- 2) emploi d'amplificateur afocal : chambre photographique avec son objectif mis au point sur l'infini montée derrière l'oculaire à son tirage normal

Nous voici donc arrivés à la dernière méthode de faiblissement de la lumière qui doit impressionner la surface sensible : l'emploi des filtres absorbants.

Un filtre peut être placé à un endroit quelconque entre le Soleil et le film ; il peut occuper deux positions : devant l'objectif et entre celui-ci et la surface sensible. La place la plus correcte est la première car la lumière et la chaleur sont affaiblies avant d'entrer dans l'instrument, d'où moindres effets thermiques sur les diverses parties de celui-ci. Naturellement la qualité optique d'un filtre de ce genre doit être comparable à celle de l'objectif ; dans notre cas, où nous avons un diamètre d'une dizaine de cm, il sera assez difficile de trouver une telle pièce ; l'amateur, constructeur de miroirs pourra surmonter l'obstacle en se taillant lui-même une telle lame et en la faisant ensuite partiellement métalliser. Si l'objectif de l'instrument est un miroir, on pourra utiliser la réflexion vitreuse, mais son emploi serait réservé au Soleil et ne pourrait plus servir à des observations nocturnes.

Couramment on emploie des filtres de plus petite dimension, placés plus près de la surface sensible, où le faisceau de lumière est plus étroit et naturellement la chaleur plus concentrée. Si on emploie des amplificateurs focaux, il faudra particulièrement veiller à ce que l'emplacement du filtre et de l'obturateur ne soient pas trop près des points de plus forte concentration d'énergie, où ils risqueraient d'être rapidement mis hors de service.

La solution la plus rationnelle est d'employer des films ou plaques non-panchromatiques avec des filtres oranges ou rouges : ceux-ci pourront alors être très clairs et ne s'échaufferont presque pas. On aura en tout cas soin de ne pas laisser exposer l'instrument en direction du Soleil plus que le temps strictement nécessaire.

Voilà donc des conseils d'ordre purement technique sur la photographie des taches solaires ; il serait intéressant à ce point de parler du programme scientifique que cette technique permet de réaliser : cela est une autre question et sort du thème de cette réunion : nous espérons pouvoir en parler à une prochaine occasion.

7. M. DRAGESCO, Paris :

« *La photographie planétaire* »

L'orateur a présenté une communication extrêmement fouillée et pleine d'aperçus originaux sur la photographie planétaire par les amateurs.

Après avoir passé les planètes en revue, afin de déterminer celles dont la photographie pouvait être tentée avec des moyens d'amateur, (seules Jupiter et Mars semblent répondre aux conditions posées), M. DRAGESCO étudie les différentes techniques. Il recommande particulièrement celle qui consiste à prendre des poses courtes (de l'ordre de

1 seconde) sur une image petite mais lumineuse, afin d'éviter les effets de l'agitation atmosphérique. Il faut pour cela allonger modérément la distance focale au moyen d'une lentille de Barlow, plutôt que d'utiliser un oculaire.

Enfin, M. DRAGESCO recommande l'obturation du telescope au moyen d'une lame à faces plan-parallèles, afin d'éviter l'agitation dont le tube du telescope peut être le siège. Quelques clichés montrant le telescope de l'auteur ainsi que les résultats obtenus sur la Lune et Jupiter, complétèrent la communication.

8. H. ROHR, Schaffhausen :

« *Die neue Farbtechnik mit unterkühlten Emulsionen* »

W. C. MILLER, der Forschungs-Photograph der Mount Wilson- und Palomar-Sternwarten, veröffentlichte 1959 in « Life » und « National Geographic Magazine » die ersten Himmelsaufnahmen in Farben, gewonnen an den Riesen-Instrumenten in Californien. Die eindrucksstarken Bilder eröffneten das Zeitalter des Farbfilms in der astronomischen Forschung, auch wenn die wissenschaftliche Bedeutung dieser ersten Aufnahmen umstritten ist. Der bekannte Schwarzschild-Effekt – siehe E. GREUTER, « Orion » N° 79 – spielt bei den langen Belichtungszeiten von 4 Stunden und darüber eine farb- verfälschende, sehr schwer zu korrigierende Rolle und kann auch mit Filtern kaum völlig behoben werden.

Dr. A. A. HOAG, stiess 1961, in systematischen Untersuchungen über das Verhalten bekannter schwarz-weiss-Astroplatten bei Belichtungen in tiefgekühltem Zustande, beim farbigen Kodak « Ektachrome-High-Speed-Film », unerwartet auf eine 5-fache Steigerung der Empfindlichkeit. Die mit Trockeneis auf -78° getriebene Unterkühlung der Emulsion (Vakuum-Kassette zur Verhütung von Reifbildung auf dem Film) schaltet zudem den Schwarzschild-Exponenten bei Belichtungen von 60 Minuten und darüber, weitgehend aus.

Als Drittes, in der spärlichen Literatur bisher kaum Erwähntes : die Versuchsaufnahmen überbrücken einen derartigen Helligkeitsbereich, wie ihn kaum eine der heutigen schwarz-weiss-Emulsionen aufweist. So ist z. B. mitten im – schwarz-weiss – stets überstrahlten, « ausgebrannten » Zentrum der Sb-Galaxien der sonst unsichtbare, sehr helle, eigentliche Kern im strahlenden Gelb der Population II deutlich erkennbar (NGC 4565). Eine Versuchsaufnahme des Grossen Orion-Nebels zeigt in der Projektion nicht nur die bekannten, leuchtenden « Draperien » und Wolken der Aussenteile, sondern auch die 4 Trapez-Sterne.

In einer der kommenden « Orion »-Nummern wird ein ausführlicher Bericht über diese neue Farbfilmtechnik erscheinen, zusammen mit Angaben über die Bezugsmöglichkeiten der neuen Aufnahmen im Rahmen des vom Generalsekretär betreuten Astro-Bilderdienstes unserer Gesellschaft. Der Referent bittet, mit Bestellungen bis dahin zuzuwarten.