

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 36 (1978)  
**Heft:** 164

**Artikel:** Filmkunde für Astroamateure  
**Autor:** Spahni, Thomas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899473>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

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

den Unterschied zwischen den Klassen F2 und G2 erkennen lassen. In Abb. 2 sind die Ausschnitte aus den Photometerkurven der drei Spektren dargestellt, in der die veränderten Linienintensitäten in Abhängigkeit von der Phase sehr schön verdeutlicht werden. Die Flächen unter diesen Absorptionslinien, ein Maß für deren Intensität, wurden mit einem Planimeter ermittelt und das Verhältnis G-Band/H $\gamma$  errechnet, wobei folgende Werte bestimmt werden konnten:

| Phase | H $\gamma$          | G-Band              | G-Band/H $\gamma$ |
|-------|---------------------|---------------------|-------------------|
| 0,08  | 530 mm <sup>2</sup> | 120 mm <sup>2</sup> | 0,23              |
| 0,288 | 197 mm <sup>2</sup> | 210 mm <sup>2</sup> | 1,07              |
| 0,658 | 130 mm <sup>2</sup> | 340 mm <sup>2</sup> | 2,6               |

Überträgt man nun das so ermittelte Intensitätsverhältnis in die Kurve des Diagrammes der Abb. 1, so lässt sich daraus für jedes Verhältnis die entsprechende Spektralklasse ableiten:

| Phase | Spektralklasse |
|-------|----------------|
| 0,08  | F1             |
| 0,288 | F8             |
| 0,658 | G2             |

Auf den Mechanismus dieses Vorganges soll hier nicht eingegangen werden, es sei auf die Spezialliteratur<sup>5)</sup> verwiesen. Im Diagramm der Abb. 3 ist die phasenabhängige Spektralklassenvariation, wie sie bei  $\delta$ -Cephei-Sternen beobachtet wird, wiedergegeben. Es gilt nun zu prüfen,

ob die ermittelten Werte aus den eigenen Beobachtungen sich in diesen Kurvenverlauf einpassen lassen. Die drei photometrisch bestimmten Spektralklassen werden ihren Phasen entsprechend in das Diagramm eingetragen. Wie man sieht, weichen die Messpunkte im Bereich der Extremwerte der Lichtkurve etwas vom eigentlichen Kurvenverlauf ab. Diese Abweichung ist eventuell dadurch zu erklären, dass die Änderung der Spektralklasse von Periode zu Periode nicht immer streng zu gleichen Werten führt, wie es die Kurve darstellt. Zur Klärung dieses Befundes wäre es erforderlich, die Untersuchungsreihe mehrfach zu wiederholen. Jedoch unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Werte aus nur drei Aufnahmen erhalten wurden, kann das Ergebnis als durchaus zufriedenstellend betrachtet werden. Das hier beschriebene spektroskopische Anwendungsbeispiel ist sicher nur eine Reproduktion dessen, was professionellen Astronomen schon längst als gesicherte Erkenntnis vorliegt. Es vermittelt deshalb nicht minder dem Amateur unter Miteinbeziehung der Theorie solcher physikalischer Prozesse ein sehr viel besseres Verständnis für derartige Abläufe.

#### Literatur:

- <sup>1)</sup> Pollmann, E., SuW 9/77; S. 296
- <sup>2)</sup> Ahnert, P., Kalender für Sternfreunde 1968; S. 185
- <sup>3)</sup> Alt, W., SuW 4/69; S. 93
- <sup>4)</sup> Pollmann, E., Mitteilungsblatt der Volkssternwarte Köln; 4/76
- <sup>5)</sup> Hoffmeister, C., Veränderliche Sterne, Leipzig 1970

#### Adresse des Autors:

Ernst Pollmann, Hammerweg 20, D-5090 Leverkusen.

## Filmkunde für Astroamateure

von THOMAS SPAHNI, Winterthur

### Teil 1: Bildentstehung, Schwärzung und Kontrast

Seit die Photographie ein neues Kapitel der Astrophysik eingeleitet hat, versuchen mehr und mehr auch Amateure Himmelobjekte auf den Film zu bannen.

Über die instrumentellen Voraussetzungen ist im ORION eingehend berichtet worden<sup>1, 2, 3, 4)</sup>.

Aber selbst wenn die Optik ein erschütterungsfreies und gestochen scharfes Bild erzeugt, besteht noch lange keine Gewähr für gute Astroaufnahmen. Belichtungszeit, Wahl der Emulsion und Verarbeitung sind oft entscheidend. Deshalb ist es unumgänglich, dass ernsthafte Astrophotographen ihre Filme selbst verarbeiten.

Leider ist es unmöglich eine allgemeine Anleitung zu geben, die in jedem Fall zu guten Resultaten führt. Dafür kann aber jeder, der einige Kenntnisse über photographische Schichten besitzt, diejenige Kombination von Film und Verarbeitung ermitteln, die in seinem Fall die besten Ergebnisse verspricht.

Diese Darstellung der wichtigsten Grundlagen soll dabei helfen.

#### Entstehung eines Bildes

Ein Film besteht aus winzigen Silberbromidkristallen, eingebettet in eine Gelatineschicht. Diese Schicht ist auf einem stabilen Träger wie etwa Glas oder Zelluloid aufgebracht. Bei den handelsüblichen Filmen ist das Zelluloid inzwischen durch modernere Kunststoffe ersetzt worden.

Bei der Belichtung gelangt ein Lichtquant durch die Aufnahmeoptik auf den Film und trifft dort einen Silberbromidkristall. Es schlägt einem Bromidion ein Elektron aus der Bahn und wird dabei absorbiert. So entsteht ein freies Photoelektron, das an seinem alten Platz eine positiv geladene Lücke zurücklässt. Beide sind innerhalb des Kristalles frei beweglich. Ein benachbartes Elektron springt in das Loch, fehlt aber an seinem alten Platz. Die positive Lücke wird wie ein «Schwarzer Peter» weitergegeben.

Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass das überzählige Elektron und das positive Loch irgendwann wieder zusammenfinden und sich unter Abgabe von Energie wieder vereinigen. In diesem Fall ist der Silberbromidkristall unbelichtet wie zuvor.

Zum Glück hat jeder Kristall Fehler in seinem Kristallgitter, sei es durch Einschlüsse von fremden Stoffen, oder durch Beschädigungen an seiner Oberfläche.

An solchen sogenannten aktiven Stellen wird ein wanderndes Elektron festgehalten und von einem beweglichen Silberion neutralisiert. An der aktiven Stelle ist ein neutrales Silberatom entstanden.

Während der Belichtungszeit wiederholt sich dieser Vorgang. Auftreffende Lichtquanten lösen neue Photoelektronen aus, die dann ebenfalls an der aktiven Stelle festgehalten und durch weitere Silberionen neutralisiert werden. Wenn während der ständigen Wanderung durch den Kristall zwei positive Lücken aneinandertreffen,

verbinden sie sich zu einem Brommolekül. Die Gelatine absorbiert das entstandene Brom.

An den aktiven Stellen sammelt sich nun langsam ein winziger Fleck von metallischem Silber an.

Man vermutet, dass es bei den empfindlichsten Silberbromidkristallen vier bis zehn gebundene Silberatome an einer aktiven Stelle braucht, bis der Kristall belichtet ist. Noch ist zwar von einer Schwärzung nichts zu sehen, man spricht deshalb von einem latenten Bild, aber die Silberatome sorgen dafür, dass bei der Entwicklung alle verbleibenden Silberionen reduziert werden. Das gesamte Korn wird schwarz. Die Entwicklung des Films ist also lediglich eine Verstärkung des latenten Bildes, und zwar ungefähr um einen Faktor von  $10^9$ .

Jetzt ist klar, warum grobkörnige Filme empfindlicher sind als feinkörnige. Die grossen Körner bilden eine grössere Auffangfläche für das Licht und haben folglich auch schneller die nötige Anzahl Lichtquanten eingefangen, um bei der Entwicklung schwarz zu werden.

### Schwärzungskurve und Kontrast

Ein entwickeltes Filmkorn kann nur ganz geschwärzt sein oder gar nicht. Graue Zwischentöne sind unmöglich.

Wären in einem Film alle Körner gleich gross, so sähe eine Landschaftsaufnahme wie ein Holzschnitt aus. Schwarze und helle Bildteile wären durch scharfe Kanten voneinander abgegrenzt. Dies ist bei den sogenannten Strichfilmen teilweise verwirklicht.

Um eine weiche Gradation zu erreichen, enthalten die meisten Emulsionen Silberbromidkristalle von verschiedener Grösse und in mehreren Lagen übereinander.

Die Schwärzung nimmt dann bei gleichbleibender Belichtungszeit mit zunehmender Beleuchtungsstärke zu. Stellt man die Zunahme in einem Diagramm dar, so erhält man die *Schwärzungskurve*. (Fig. 1).

Auf der Abszisse ist der Logarithmus des Produktes von Bestrahlungsstärke und Belichtungszeit aufgetragen, wobei aber alle Messungen für eine Schwärzungs-

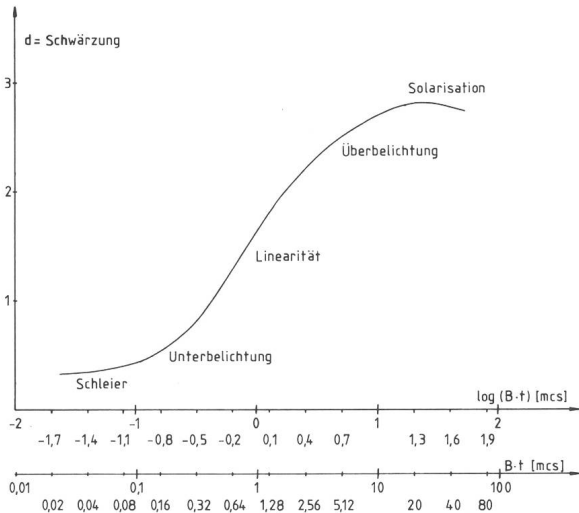


Fig. 1: Beispiel einer Schwärzungskurve. Zur Verdeutlichung des Helligkeitsumfanges sind auf einer zweiten Abszisse neben den Logarithmen auch die Werte für die Belichtung selbst aufgetragen. Masseinheit ist die Meter-Kerzen-Sekunde [mcs]. Die Schwärzung des Films, abgetragen auf der Ordinate, ist als logarithmischer Wert definiert. Sie kann direkt aus der Skala abgelesen werden. Bei den logarithmischen Skalen bedeutet eine Zunahme um 0,3 Skalenteile eine Verdoppelung der effektiven Grösse.

kurve mit der gleichen Belichtungszeit ausgeführt werden müssen.

Die Schwärzung  $d$  wird gemessen, indem man einen Lichtstrahl durch den Film schickt und das Verhältnis des auftretenden zum austretenden Licht misst. (Fig. 2).

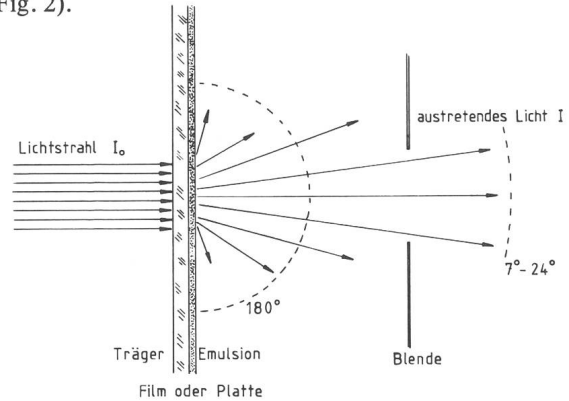


Fig. 2: Vorrichtung für die Messung der Dichte  $d$ . Der Film wird mit einem parallelen Lichtstrahl durchleuchtet. Dabei wird ein Teil des Lichts gestreut. Für die Ermittlung der sogenannten diffusen Dichte wird das gesamte austretende Licht über einen Winkel von  $180^\circ$  berücksichtigt, für die halbdiffuse Dichte ein Winkel von  $24^\circ$  und für die Messung der parallelen Dichte darf nur ein um  $7^\circ$  divergentes Lichtbündel in die Photozelle gelangen.

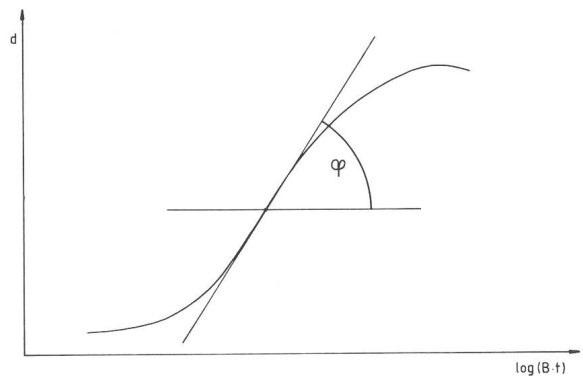


Fig. 3: Der Kontrast Gamma ist als die grösste Steigung der Schwärzungskurve definiert. Er wird als Tangens des Winkels  $\varphi$  angegeben. Der Gamma-Wert ermöglicht keine Rückschlüsse auf die allgemeine Form der Kurve, da für ihn nur der Punkt grösster Steigung massgebend ist.

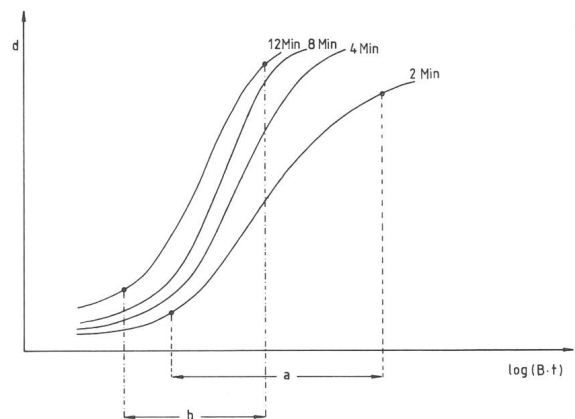


Fig. 4: Änderung der Schwärzungskurve während der Entwicklung des Films. Die Zahlen bei den Kurven bedeuten die Entwicklungszeiten. Bei gesteigerter Entwicklung des Films nimmt der brauchbare Belichtungsspielraum  $ab$ . Man beachte, dass  $a$  und  $b$  auf einer logarithmischen Skala abgetragen sind. Der Belichtungsspielraum  $a$  ist viermal grösser als  $b$ .

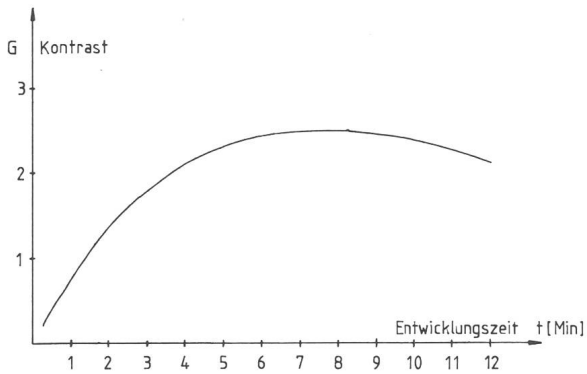


Fig. 5: Abhängigkeit des Kontrastes von der Entwicklungszeit. Die Kurve ist nach den Schwärzungskurven von Fig. 4 gezeichnet. Obwohl der Kontrast bei langer Entwicklung wieder abnimmt, überschneiden sich die Schwärzungskurven nicht.

$$\text{Es gilt: } d = \log(I_0/I)$$

Besonders bei grobkörnigen Filmen wird das Licht etwas gestreut. Je nachdem ob man bei der Messung nur einen kleinen Winkel oder das gesamte austretende Licht berücksichtigt, erhält man für  $d$  etwas andere Werte.

In allen folgenden Diagrammen bedeutet  $d$  die diffuse Dichte, gemessen über einen Winkel von  $180^\circ$ , im Gegensatz zur Dichte im parallelen Licht, die immer etwas grösser ist.

Das American National Standards Institute hat die einzuhaltenden Bedingungen für die Messung festgelegt. (ANSI Standard PH2.19-1959).

Wenn ein Negativ mit einem Kaltlicht Vergrösserungsapparat vergrössert werden soll, ist die diffuse Dichte massgebend. Bei den Kondensorvergrösserern

bestimmt die Dichte im parallelen Licht die Helligkeitsverteilung auf dem Positiv, weil das Negativ hier mit annähernd parallelem Licht durchleuchtet wird.

Die Schwärzungskurve ist an ihrem unteren Ende parallel zur Abszisse. Diese Grunddichte, Schleier genannt, setzt sich aus der Dichte des Filmträgers und der unbelichteten Schicht zusammen. Die Zone der Unterbelichtung zeigt die minimale Beleuchtungsstärke, die zur Erzeugung einer Schwärzung nötig ist. Daran schliesst sich ein mehr oder weniger linearer Anstieg der Dichte bei zunehmender Beleuchtungsstärke an. Für photometrische Arbeiten liegt hier der brauchbare Belichtungsspielraum. Das gilt auch für die meisten anderen photographischen Arbeiten. Bei noch grösserer Beleuchtungsstärke endet die Linearität, bei starker Überbelichtung kann die Dichte sogar wieder abnehmen. Diesen Effekt nennt man *Solarisation*.

Die Steilheit des linearen Teils der Kurve ist ein Mass für den *Kontrast* des Negativs. (Fig. 3).

Man hat ihn mit dem griechischen Buchstaben *Gamma* bezeichnet und folgendermassen definiert:

$$\gamma = \text{tg}\varphi$$

$\varphi$  ist der Winkel zwischen der Horizontalen und der Tangente an den steilsten Punkt der Schwärzungskurve.

Der Kontrast lässt sich innerhalb der Gegebenheiten einer Emulsion in weitem Rahmen durch die Verarbeitung steuern. Verdünnung des Entwicklers und tiefere Entwicklungstemperatur in Verbindung mit verlängerter Entwicklungszeit schwächen den Kontrast. Fig. 4 zeigt die Abhängigkeit der Schwärzungskurve von der Entwicklungszeit.

Die Hersteller von Filmen geben oft eine Kontrast-Entwicklungszeit Kurve an. (Fig. 5). Sie zeigt, in welchem

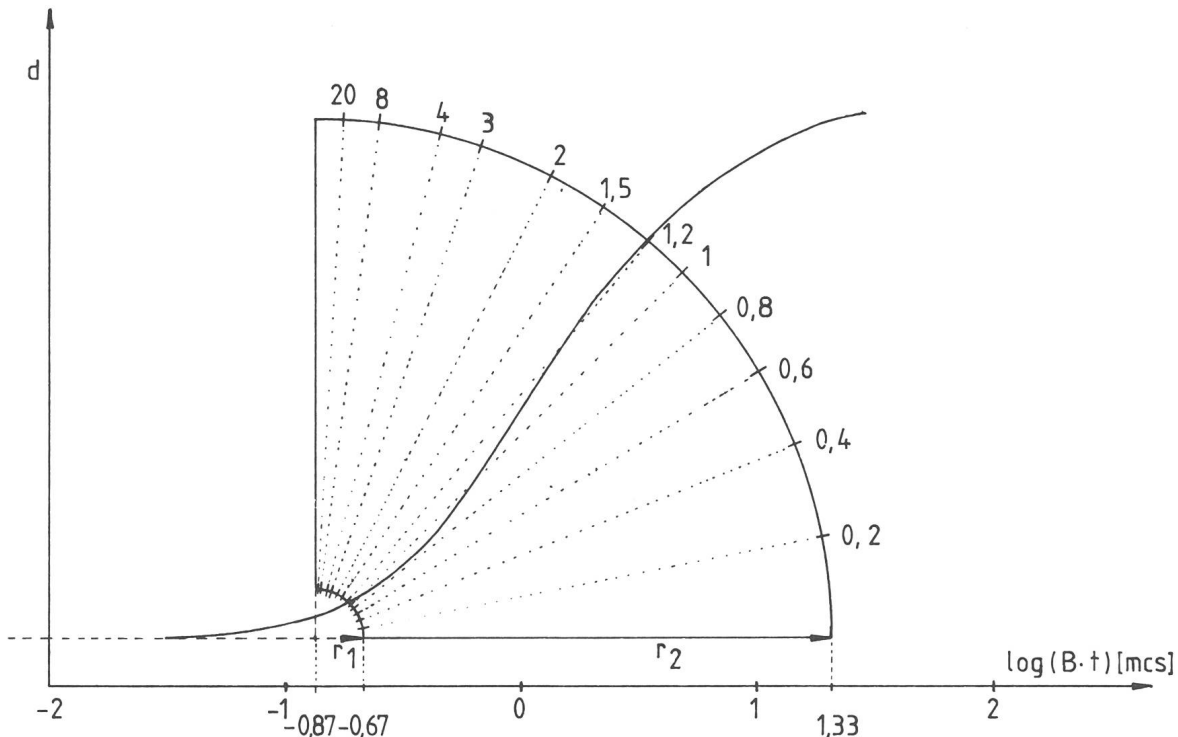


Fig. 6: Korrekt angelegte Schablone zur Bestimmung des Kontrast-Indexes aus einer Schwärzungskurve. Die Schwärzungskurve muss beide Radien bei derselben Winkelablesung schneiden.  $r_1$  muss 0,2 Einheiten der Abszissenskala betragen,  $r_2$  2,2 Einheiten. Dann kann angenommen werden, dass sich der praktisch brauchbare Teil der Schwärzung innerhalb der Ableseschablone befindet. Sie zeigt die mittlere Steigung, das heisst den Tangens des Winkels zwischen der Horizontalen und der Verbindungslinie der beiden Schnittpunkte.

Mass sich der Gamma-Wert durch eine verlängerte Entwicklung steigern lässt. Man sieht aber auch, dass dies nur bis zu einem gewissen Grad sinnvoll ist. Zudem wird der Schleier verstärkt und in der Zone der Unterbelichtung sehr wenig gewonnen. Eine stark entwickelte Sternfeldaufnahme zeigt also nicht mehr Sterne, wohl aber sind die genügend belichteten Sternbildchen stärker geschwärzt. Dafür büsst man einen grossen Teil des Helligkeitsumfanges ein. Bei Planetenaufnahmen dagegen wird man ein beträchtliches Mass an Detail gewinnen, vorausgesetzt dass die Belichtung richtig getroffen wurde und die Schwärzung des Planetenscheibchens innerhalb der Linearität liegt.

Bei Astroaufnahmen, wo die nichtlineare Zone der Unterbelichtung von grösster Wichtigkeit ist, bringt der Gamma-Wert Probleme, vor allem wenn man Filme mit unterschiedlichen Schwärzungskurven vergleichen will. Deshalb wird er immer mehr vom Kontrast-Index verdrängt.

Der Kontrast-Index berücksichtigt die mittlere Steigung zwischen den beiden Punkten der schwächsten und der stärksten noch brauchbaren Schwärzung auf der Schwärzungskurve. Der Kontrast-Index kann mit Hilfe einer Schablone aus der Kurve herausgelesen werden. (Fig. 6).

Es bleibt nun noch der Zusammenhang zwischen Kontrast und Empfindlichkeit zu untersuchen. Betrachten wir hierzu Fig. 7. Film A benötigt nur halb so viel Licht um die Schwärzung  $x$  zu erreichen wie Film B. Trotzdem benötigen beide Filme gleich viel Licht um eine Dichte vom Betrag  $y$  zu erreichen, und wenn die Dichte noch grösser sein soll, so ist Film B sogar noch empfindlicher als Film A.

Hier zeigt sich sehr schön, wie wichtig die Wahl der richtigen Emulsion für einen bestimmten Zweck ist. Zur Registrierung schwächster Sterne innerhalb einer begrenzten Belichtungszeit wäre unbedingt Film A vorzuziehen. Geht es aber darum, einen schwachen Nebel

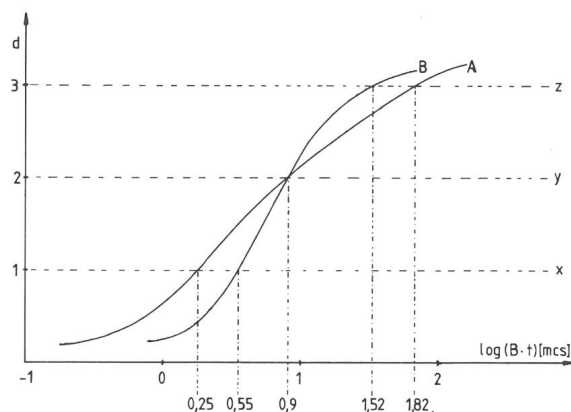


Fig. 7: Vergleich von zwei unterschiedlichen Filmen mit verschiedenen Schwärzungskurven.

trotz eines leicht aufgehellten Nachthimmels deutlich abzubilden, so wird man die verlängerte Belichtungszeit gern in Kauf nehmen, wenn sich dafür das Objekt auf dem Negativ klar vom Schleier abhebt.

#### Temperatur und Belichtungszeit

Bei Emulsionen für den wissenschaftlich-technischen Gebrauch teilen die Hersteller auf Anfrage die Schwärzungskurven ihrer Produkte mit. Der Amateur kann dann die jeweils gültige Empfindlichkeit für eine gewünschte Schwärzung bestimmen. Um Enttäuschungen zu vermeiden, müssen wir aber noch einen Effekt berücksichtigen, der in der Astrophotographie einige Berühmtheit erlangt hat, den SCHWARZSCHILD-Effekt.

Zur Ermittlung einer Schwärzungskurve wurde mit Absicht die Belichtungszeit konstant gehalten und nur die Beleuchtungsstärke variiert. Nach dem Reziprozitätsgesetz von BUNSEN, dass die photochemische Wirkung proportional dem Produkt von Bestrahlungsstärke und Belichtungszeit sei, wäre dies unnötig. Dieses Reziprozi-

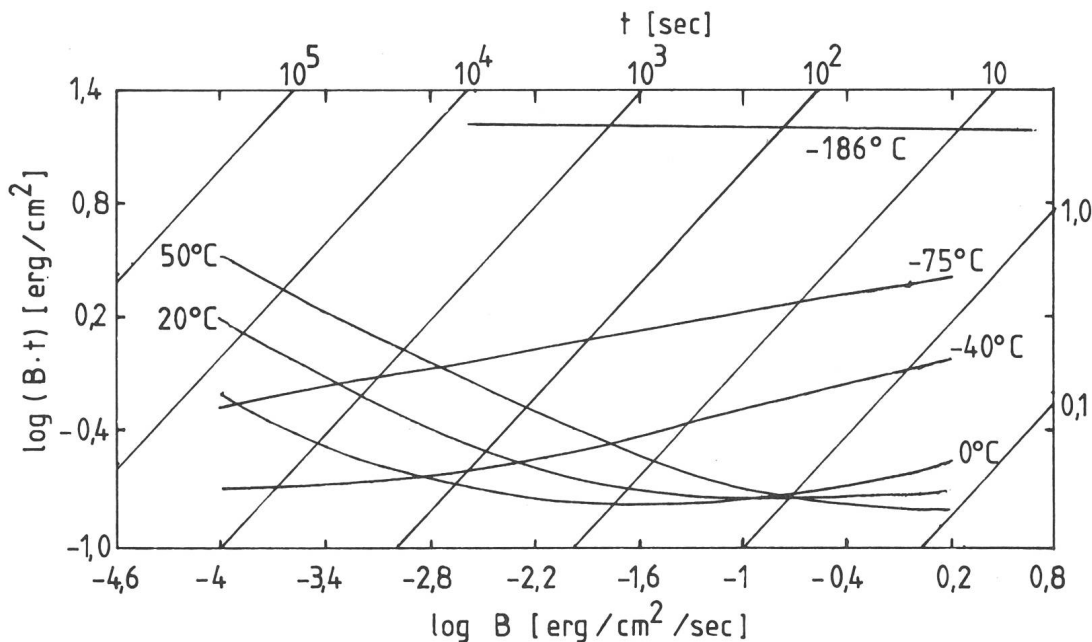
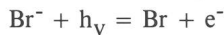


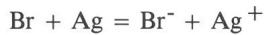
Fig. 8: Energien für die Belichtung eines Films für verschiedene Temperaturen und deren Abhängigkeit von der Belichtungszeit. Die Empfindlichkeit bei langen Belichtungszeiten nimmt mit sinkenden Temperaturen zuerst zu, dann wieder ab<sup>5)</sup>.

tätsgesetz gilt aber nur für den photochemischen Primärprozess.



Dieser kann aber rückgängig gemacht werden, wenn das Elektron und das positive Loch wieder zusammenfinden.

Das positive Loch, in Wirklichkeit ein Bromatom auf der Suche nach einem Elektron zur Auffüllung seiner äussersten Elektronenschale, kann auch an einer aktiven Stelle vorbeikommen, wo bereits reduzierte Silberatome angesammelt sind. Es wirkt stark oxydierend und wird dadurch ein Silberatom in den unbelichteten Zustand zurückzuführen.



Die unerwünschten Reaktionen machen sich vor allem bei langen Belichtungszeiten und schwachen Bestrahlungsstärken bemerkbar, wenn die Zufuhr von Lichtquanten sehr langsam ist. SCHWARZSCHILD hat das Reziprozitätsgesetz von BUNSEN daraufhin korrigiert.

$$d = \text{konstant wenn } B \cdot t^p = \text{konstant}$$

Der Exponent p heisst SCHWARZSCHILDexponent. Bei den meisten handelsüblichen Filmen beträgt er ungefähr 0,8.

Bei einigen Emulsionen für die Langzeitphotographie sind die unerwünschten Sekundärreaktionen weitgehend unterdrückt. Ein solcher Film ist zum Beispiel Kodak 103a-O, bei dem die ideale Kombination von Beleuchtungsstärke und Belichtungszeit ungefähr 100 Sekunden beträgt.

Die Temperatur beeinflusst die Geschwindigkeit, mit der sich Elektronen und Atome innerhalb der Silberbromidkristalle bewegen. Durch Tiefkühlung der photographischen Schicht können die unerwünschten Reaktionen unterdrückt werden, bei allzu starker Kühlung verhindert man aber auch die Reduktion der Silberionen, so dass die Empfindlichkeit stark abnimmt. Entgegen einer weitverbreiteten Meinung, die auf möglichst tiefe Temperaturen schwört, liegt die optimale Kühlung für die

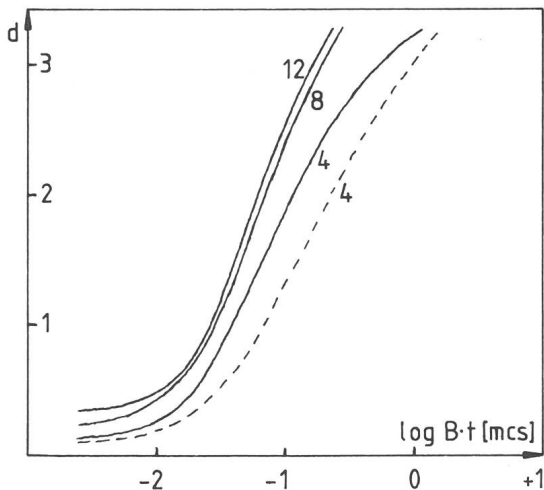


Fig. 9 : Schwärzungskurven für die Filme Kodak 103a-O (gestrichelte Linie) und Kodak 103a-F (ausgezogene Linien). Die Zahlen bei den Kurven sind die Entwicklungszeiten im Entwickler D 19 bei 20°C. Die Filme wurden durch ein Neutralfilter von der Dichte 3,42 eine Stunde lang mit Tageslicht belichtet. Die Bedingungen entsprechen somit weitgehend denjenigen bei Astroaufnahmen.

meisten Emulsionen bei  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $-30^{\circ}\text{C}$ . Fig. 8 zeigt die benötigte Belichtungsenergie in Abhängigkeit von verschiedenen Belichtungszeiten und Temperaturen. Das Diagramm ist typisch für die meisten handelsüblichen Filme. Einzig die absoluten Werte für die Empfindlichkeit und das Verhalten bei höheren Temperaturen können etwas differieren.

In bitterkalten Winternächten wird die optimale Kühlung auch ohne spezielle Apparaturen beinahe erreicht. Bei solchen Gelegenheiten können Filme mit Erfolg eingesetzt werden, die im Sommer für Langzeitaufnahmen völlig ungeeignet wären.

Die Kühlung beeinflusst die charakteristische Form der Schwärzungskurve eines Films kaum. Man erreicht die Verbesserung der Filmempfindlichkeit auch ohne eine nennenswerte Verstärkung des Schleiers. Das ist ein grosser Vorteil der Kühlung gegenüber der Empfindlichkeitssteigerung durch Hypersensibilisierung.

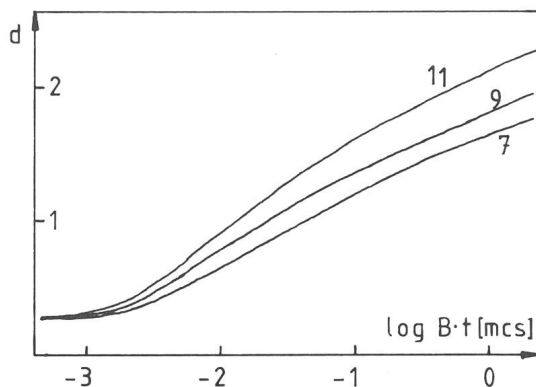


Fig. 10 : Schwärzungskurve von Kodak Tri-X Pan Film. Entwicklung in D 76 bei 20°C, Bewegung in Minutenintervallen. Die Proben wurden bei Tageslicht mit 1/50 Sekunde belichtet.

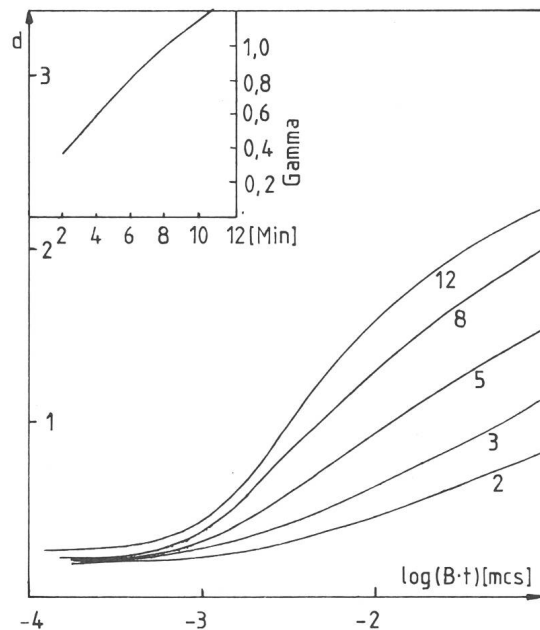
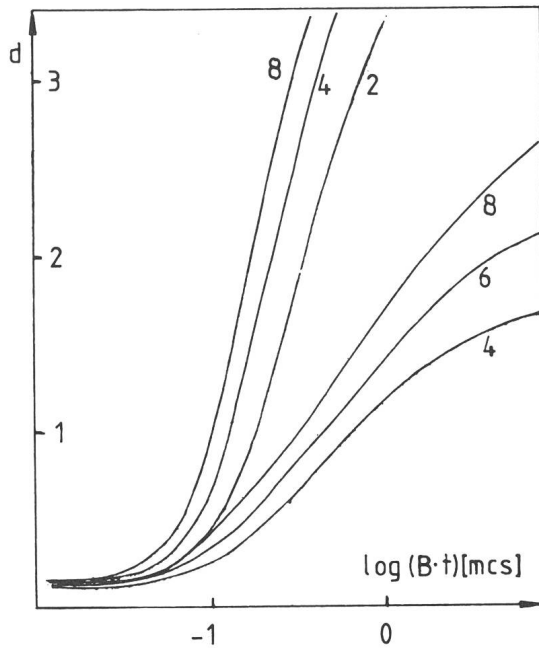


Fig. 11 : Schwärzungskurve für Kodak 2475 Recording/Estar Film. Entwickelt in DK 50 bei 20°C. Belichtung 1/50 Sekunde mit Tageslicht. Für längere Belichtungszeiten verliert der Film deutlich an Empfindlichkeit. Folgende Tabelle zeigt den Blendenausgleich :

| Belichtungszeit | 1/10  | 1     | 10      | 100     | Sekunden |
|-----------------|-------|-------|---------|---------|----------|
| Blende          | + 1/3 | + 2/3 | + 1 1/3 | + 2 1/3 | öffnen   |

Das Auflösungsvermögen des Films liegt bei 63 Linien pro mm.





Farbfilm sollen stärker gekühlt werden als Schwarzweissfilme. Hier soll die Tiefkühlung vor allem die Farbbalance erhalten, indem die SCHWARZSCHILDEXponenten der verschiedenen Schichten möglichst nahe an 1 gebracht werden. Dass dadurch die Belichtungszeiten etwas länger werden, muss man in Kauf nehmen.

#### Technischer Anhang

Zum Schluss sei eine kleine Zusammenstellung der Schwärzungskurven derjenigen Filme gegeben, die für den Amateur erhältlich sind und die auch üblicherweise in der Astrophotographie eingesetzt werden.

Die Kurven und Daten sind den Angaben der Hersteller entnommen<sup>6)</sup>.

Fig. 12: Schwärzungskurve des Films Kodak SO 410 Estar. Die unteren drei Kurven entstehen bei Entwicklung in HC-110 bei 20°C; Bewegung in Intervallen von 30 Sekunden. Die oberen drei Kurven gelten, wenn der Film bei gleichen Bedingungen im Entwickler D 19 entwickelt wird.

In beiden Fällen erfolgte die Belichtung bei einer Belichtungszeit von 1 Sekunde mit Tungsten Licht. Der Kontrast-Index für die sechs Kurven ist:

0,8 1,0 1,2 3,2 3,4

Trotz der guten Empfindlichkeit ist das Auflösungsvermögen mit 250 Linien pro mm extrem hoch.

Der Film ist speziell geeignet für Aufnahmen von Mond und Planeten.

Er ist, wie auch die spektroskopischen Emulsionen, im Kleinbildformat vom Treugesell Verlag Düsseldorf erhältlich.

#### Literatur

- 1) Heinrich Treutner, ORION 31 (1973) No. 134 S. 22.
- 2) Heinrich Treutner, ORION 32 (1974) No. 142 S. 118.
- 3) E. Alt, J. Rusche, ORION 33 (1975) No. 148 S. 69.
- 4) H. Blikisdorf, ORION 34 (1976) No. 157 S. 172.
- 5) Die Figur wurde gezeichnet nach: Mees, C. E. K., and James, T. H., 1966, The theory of the photographic process, 3rd edition. New York: Macmillan.
- 6) Die Angaben sind den Datenblättern zu den einzelnen Filmen entnommen sowie aus: Kodak, Plates and Films for scientific photography, (P-315), first edition 1973.

#### Adresse des Verfassers:

Thomas Spahni, Alte Römerstrasse 23, CH-8404 Winterthur.

## Pourquoi les astronomes suisses doivent-ils poursuivre leurs recherches dans le ciel Sud

par M. GOLAY, Genève

### 1. Introduction

Quel que soit le secteur de la science contemporaine, même la recherche la plus modeste nécessite des investissements considérables tant sur le plan humain que matériel. Par exemple une institution d'importance moyenne à l'échelle européenne comme l'Observatoire de Genève dépense chaque année en heures de travail et en équipement l'équivalent de tous les investissements effectués en un demi-siècle de 1900 à 1950. Dans ces conditions un effort important doit être fait afin que le travail des astronomes suisses soit aussi rentable que possible et qu'il ne soit pas dévalorisé par des contraintes qu'un pays industrialisé peut aisément éviter. Il paraît évident qu'un astronome doit pouvoir bénéficier le plus souvent possible d'un ciel découvert et bien transparent. Si on lui impose de travailler dans de mauvaises conditions, il devra parfois passer des années à effectuer des mesures que d'autres mieux placés effectueraient en une ou deux semaines. Le ciel étant un extraordinaire laboratoire de physique, il n'est pas évident que l'objet stellaire, que l'astronome doit analyser afin que sa recherche avance, se trouve justement observable dans de bonnes conditions d'un observatoire placé à l'intérieur des frontières de son pays. Il apparaît aujourd'hui, au contraire, que les objets stellaires les plus extraordinaires sont mal-

heureusement le plus fréquemment dans le ciel Sud, donc inaccessible de la Suisse.

Dans les paragraphes qui suivent je tente de montrer pourquoi nous avons provisoirement une station d'observation à La Silla, au Chili, dans l'enceinte d'un observatoire européen, ESO, et ceci grâce à la générosité et à la collégialité des scientifiques européens. Il faut savoir que la Suisse, et ceci malgré les demandes répétées des astronomes aux autorités de notre pays depuis bientôt 15 ans, n'est pas membre de cette organisation intergouvernementale. J'ai parlé ci-dessus d'une station provisoire car il m'est difficile de croire que les astronomes suisses puissent bénéficier éternellement des services d'une organisation internationale sans participer aux frais. Nous sommes donc des hôtes de l'organisation et nous devrons partir discrètement un jour (proche) si nous ne sommes pas capables de trouver une forme convenable de coopération avec cette généreuse organisation.

### 2. Fraction du ciel accessible aux astronomes de la zone tempérée

Les observations de haute précision qu'exige l'astronomie moderne doivent être effectuées au voisinage du zénith. Il n'est pas recommandé de faire des mesures d'intensité à plus de 56° du zénith. Dans ce cas le trajet