

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 42 (1984)  
**Heft:** 204

**Artikel:** L'effet Schwarzschild = Der Schwarzschildeffekt  
**Autor:** Maeder, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899302>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.04.2026

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

# L'effet Schwarzschild

W. MAEDER

## Der Schwarzschildeffekt

La loi de réciprocité énoncée en 1862 par les chimistes Bunsen et Roscoe stipule que le résultat d'une réaction photochimique dépend de l'énergie utilisée. En photographie, cela veut dire que le noircissement d'une émulsion dépend de l'intensité et de la durée de l'exposition. Ainsi, un film exposé pendant 1 seconde à 1000 lux devrait montrer le même noircissement qu'un autre cliché exposé pendant 1000 secondes à 1 lux (= 1000 lx s).

L'astronome allemand Karl Schwarzschild, voulant déterminer photographiquement l'intensité d'éclat de diverses étoiles, a remarqué que la loi de réciprocité n'a pas une valeur universelle. Des noircissements identiques ne sont obtenus que pour des temps de pose moyens de 1/10 à 1/100 seconde. Aux temps de pose notablement plus courts ou plus longs, les noircissements sont plus faibles. Cet écart à la loi de réciprocité est connu aujourd'hui sous la désignation «effet Schwarzschild». Pour la photographie courante, cet effet ne joue pratiquement aucun rôle et la plupart des photographes amateurs n'en ont jamais entendu parler. Pour l'astrophotographe par contre, qui travaille avec des intensités lumineuses très faibles, l'effet Schwarzschild est d'une grande importance.

Cet effet n'est pas le même pour toutes les émulsions, mais on peut dire qu'en général il est plus prononcé pour les films très sensibles. Pour les films en noir-et-blanc, l'exposition doit être doublée pour un temps de pose indiqué d'une seconde (donc déjà une perte de 50%). Pour une pose indiquée de 100 secondes, le temps d'exposition doit être multiplié par 12! Le film a donc perdu presque la totalité de sa sensibilité. Il en résulte que pour des poses très longues, l'astrophotographe a avantage à utiliser plutôt un film de sensibilité moyenne qu'un film ultra-rapide. Le temps de pose restera le même, mais la qualité (grain) sera nettement supérieure.

Pour les films en couleurs, l'effet Schwarzschild n'est pas identique pour chaque couleur. L'équilibre chromatique se trouve donc modifié et certaines couleurs sont altérées au profit d'une dominante.

Quelles sont les possibilités de réduire ou de supprimer l'effet Schwarzschild? Nous en connaissons en principe trois: traitement spécial du film lors de la fabrication, l'hypersensibilisation et la réfrigération du film. Dans la première catégorie, nous trouvons les films spectroscopiques de Kodak de la série «a» (103a-E, 103a-F, etc.). Il n'y a pratiquement aucune variation de la sensibilité pour des expositions ne dépassant pas 1 heure. L'hypersensibilisation au «forming gas» apporte également un gain considérable en sensibilité. Enfin, la réfrigération (cold camera) est considérée par beaucoup comme étant la méthode la plus indiquée pour supprimer l'effet Schwarzschild, particulièrement pour les films en couleurs. Il est évident que l'hypersensibilisation et la réfrigération n'apportent que peu d'amélioration pour des films spéciaux de la série «a» de Kodak.

Comme indiqué plus haut, l'astrophotographe amateur a souvent avantage à renoncer aux films super-rapides pour des longues expositions et à utiliser plutôt un film de sensibilité

Im Jahre 1862 schufen die Chemiker Bunsen und Roscoe das sogenannte Reziprozitätsgesetz, welches besagt, dass das Ergebnis einer fotochemischen Reaktion von der Menge der angewandten Energie abhängt. Im fotografischen Bereich besagt dies, dass die Schwärzung eines Filmes von der Intensität des Lichtes und der Länge der Belichtung abhängt. Eine Emulsion, die während 1000 Sekunden mit 1 Lux belichtet wird, sollte demnach die gleiche Schwärzung aufweisen, wie wenn sie während 1 Sekunde mit 1000 Lux (= 1000 lx s) belichtet wird.

Der deutsche Astronom Karl Schwarzschild, der mit Hilfe des Reziprozitätsgesetzes fotografische Helligkeitswerte von verschiedenen Sternen ermitteln wollte, fand dabei heraus, dass die Reziprozitätsregel nicht generelle Gültigkeit besitzt. Gleiche Schwärzungen entstehen nur bei mittleren Belichtungszeiten von etwa 1/10 bis 1/100 Sekunde. Sind die Belichtungszeiten aber wesentlich kürzer oder merklich länger, wird eine geringere Schwärzung registriert als erwartet. Diese Abweichung von der Regel ist heute allgemein unter der Bezeichnung «Schwarzschildeffekt» bekannt. Für die allgemeine Fotografie ist dieser Effekt kaum von Bedeutung (ausgenommen sind Belichtungszeiten unter 1/1000 Sekunde) und die meisten Amateurfotografen haben noch nie von ihm gehört. Für den Astrofotografen, der mit sehr geringen Lichtintensitäten arbeitet, ist er aber von grosser Bedeutung.

Die Abweichung von der Reziprozitätsregel ist nicht für alle Filmemulsionen gleich, aber man kann ohne weiteres sagen, dass je grösser die Empfindlichkeit des Filmes ist, desto grösser ist der Schwarzschildeffekt. Für Schwarz/Weiss-Filme muss in der Regel bei einer gemessenen Belichtungszeit von 1 Sekunde die Belichtung verdoppelt werden (Verlust schon 50%! ). Für eine Belichtung von 100 Sekunden muss schon eine zwölfwache Verlängerung angebracht werden (1200 Sekunden). Der Film hat demnach fast seine ganze Empfindlichkeit verloren. Daraus folgt, dass der Astrofotograf bei sehr langen Belichtungszeiten mit Vorteil einen Film mit mittlerer Empfindlichkeit benutzt als einen ultraempfindlichen Film. Die Belichtungszeit ist praktisch die gleiche, aber die Qualität besser (Korn).

Bei Farbfilmen ist der Schwarzschildeffekt nicht identisch für alle Farben. Das Gleichgewicht der Farben wird dadurch verändert und einige Farben erhalten so eine bevorzugte Behandlung (Blau- oder Grünstich).

Welche Möglichkeiten bestehen, um den Schwarzschildeffekt zu beseitigen oder ihn wenigstens zu vermindern? Wir kennen eine ganze Anzahl von Möglichkeiten, wollen aber nur die drei bekanntesten erwähnen: Spezialbehandlung des Filmes bei der Fabrikation, die Hypersensibilisierung und die Tiefkühlung des Filmes. Unter die erste Kategorie fallen die spektroskopischen Filme von Kodak der Serie «a» (103a-E, 103a-F, usw.). Diese Filme zeigen bei Belichtungen bis zu 1 Stunde praktisch keinen Empfindlichkeitsverlust. Die Hypersensibilisierung mit «Forminggas» bringt auch eine bedeutende Steigerung der Empfindlichkeit oder besser gesagt, eine Reduzierung des Schwarzschildeffektes. Es ist klar, dass

moyenne. Mais ce n'est que par des essais qu'il pourra déterminer la méthode optimale. On est souvent étonné que le résultat d'une exposition nettement plus courte est presque identique à celui d'une exposition plus longue.

#### Bibliographie

Kodak: Plates and Films for Scientific Photography.  
JOST J. MARCHESI: Procédé négatif Ilford.  
P. BOURGES et al.: La photographie astronomique d'amateur.

#### Adresse de l'auteur:

Werner Maeder, 18 Rue du Grand-Pré, CH-1202 Genève.

die Hypersensibilisierung der Filme der Serie «a» nur eine sehr geringe Steigerung der Empfindlichkeit bringen. Als letzte Kategorie bringt sicher die Tiefkühlung den grössten Gewinn, aber sie hat natürlich auch ihre Nachteile.

Wir haben schon oben erwähnt, dass der Amateur-Astrofotograf für seine Langzeitaufnahmen von der Verwendung eines Superfilms absieht und eher einen Film mittlerer Empfindlichkeit verwenden soll. Aber nur Versuche werden ihm zeigen, welche Methode für seine Verhältnisse die beste ist. Man ist oft erstaunt festzustellen, dass eine merklich kürzere Belichtungszeit ein fast identisches Resultat ergibt.

## FRAGEN · QUESTIONS

### Frage:

### Nächste Sonnenfinsternis in der Schweiz

Am 30. Mai hätte man eine partielle Sonnenfinsternis beobachten können. Leider war das Wetter schlecht, so dass wir dieses Phänomen nicht mitverfolgen konnten. – Ich habe gehört, dass es nun lange dauern werde, bis in der Schweiz wieder eine Finsternis zu beobachten sein wird. Wann findet in der Schweiz die nächste partielle, wann die nächste totale Sonnenfinsternis statt?

### Antwort:

Bis zur nächsten partiellen Finsternis in unserem Land müssen wir rund 10 Jahre warten, bis zur nächsten totalen fast 100 Jahre!

In «L'Astronomie» vom März 1984 fanden wir folgenden Hinweis von Jean Meeus:

«Die partielle Sonnenfinsternis vom 30. Mai 1984 wird die letzte in Frankreich sichtbare sein bis zur partiellen Finsternis vom 10. Mai 1994. Ein so langer Zeitraum von fast 10 Jahren ohne eine einzige Finsternis für einen bestimmten Ort ist verhältnismässig selten. Nicht nur Frankreich, sondern auch ein grosser Teil Europas wird von dieser grossen Finsternislücke betroffen: Irland, der südliche Teil von Grossbritannien, Portugal, Spanien, Belgien, Luxemburg, Holland, die Schweiz, Italien (ausgenommen der südlichste Teil), Westdeutschland ohne den Norden, Österreich, Ungarn, Jugoslawien und der grösste Teil der Tschechoslowakei und Rumäniens.»

Bis zur nächsten totalen Sonnenfinsternis in Europa dauert es anschliessend nicht allzu lange: Am 11. August 1999 verläuft die Totalitätszone knapp nördlich der Schweiz vorbei. Erst am 3. September 2081 trifft aber das Gebiet mit vollständiger Verfinsterung wieder den grössten Teil unseres Landes. Nähere Angaben dazu findet man in ORION Nr. 190 (Juni 1982) S. 78ff, R. Gubser «Der Verlauf der zentralen Sonnenfinsternisse im Alpenraum für die Zeit von 1400 bis 2400 n.Chr.

### Ein Abonnement auf die Zeitschrift ORION lohnt sich

Die Zeitschrift ORION erscheint, wie das Mitteilungsblatt der SAG, sechsmal im Jahr. Unter den Rubriken «Neues aus der Forschung», «Der Beobachter», «Astrofotografie», «Astronomie und Schule», «Astro- und Instrumententechnik», «Fragen-Ideen-Kontakte» und «Meteore/Meteoriten» erscheinen regelmässig interessante Beiträge von Amateur-astronomen für Amateurastronomen.

### In der nächsten Nummer:

Bestimmung und Konstruktion der Jupiterbahn anhand von Dias

Einfluss des Mondes auf das Pflanzenwachstum

Beobachtung von Deep-Sky-Objekten ohne optische Hilfsmittel

Das grösste optische Teleskop Europas

Halleys Komet 1985/1986

Die Atmosphäre der Sonne

Wie bewegen sich die Sterne in einem Kugelsternhaufen?

und viele weitere aktuelle Berichte aus dem Bereich der Amateurastronomie.